Gestión del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en una Pesquería periurbana de argentina

Fabián Grosman, Pablo Sanzano, Daniela Agüería y Gabriela González
Area de Acuicultura, Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires
Pinto 399 (7000) Tandil (Argentina)
Teléfono y fax: (54 2293) 422357

Resumen

La condición periurbana expone a los ambientes acuáticos a un mayor grado de uso y consecuentemente de deterioro; acusan el impacto de las actividades de origen antrópico de diversas formas: colmatación de la cubeta, sobrepesca, eutrofización cultural, malezas acuáticas, reemplazo de especies, baja calidad/cantidad de pejerrey, contaminación de diversa índole, alteración del paisaje, entre las principales.
Las medidas de restauración tradicionalmente aplicadas son sectoriales, parciales y generalmente incompletas, elaboradas y ejecutadas por personal no comprometido con la región, con resultados predecibles. Los conflictos entre los diferentes grupos de usuarios (motonáutica, pesca deportiva y comercial como los más trascendentes) son resueltos en función de las buenas intenciones, favoritismos, preferencias y dosis de poder tanto de los solicitantes como de las autoridades de turno.
El trabajo tiene como objetivo presentar un diagnóstico de situación de la población de pejerrey *Odontesthes bonariensis* de la laguna Las Mulitas, situada en la periferia de 25 de Mayo, Argentina, a partir del cual proponer acciones de gestión. El ambiente se halla totalmente invadido por macrófitas sumergidas y emergentes que limitan las expectativas de uso. La comunidad de peces presente, las variables demográficas del pejerrey y las condiciones limnológicas de entorno responden a la situación general del ambiente y su condición de periurbano. Ello destaca la influencia de interrelaciones íntimas entre los componentes del sistema y la necesaria visión global para su interpretación.

Summary

Management of pejerrey *Odontesthes bonariensis* in an argentinian urban fishery
Being peripheral exposes aquatic environments to a greater degree of use and eventual deterioration. They suffer from the impact of anthropic activities such as: tub filling, fishing excess, cultural eutrophization, water weeds, replacement of species, low quality/number of pejerrey, pollution of different kinds, landscape alteration among others. He restoration measures that are traditionally applied are partial, cover only some sections and are usually incomplete and designed and carried out by staff who does not have a compromise with the area with the predictable results. The conflicts between the different groups of users (motonautics, sport and commercial fishing as the most relevant) are solved according to good intentions, favouritism, preferences and a dose of power of he demanders as well as the present authorities. This paper aims at presenting a diagnosis of the situation of the population of pejerrey *Odontesthes bonariensis* in Laguna Las Mulitas in the periphery of 25 de Mayo, Argentina from which management actions can be proposed. The environment is completely invaded by submersed and emerging macrophites that limit its use expectations. The present community of fish, the pejerrey demographic variables and the limnologic conditions respond to a general situation of the environment and its peripheral condition. Thus highlighting the influence of intimate relationships between system components and the necessary global vision for its interpretation.

Introducción

Desde el punto de vista del manejo y gestión de cuerpos lacunares pampásicos, la laguna Las Mulitas (35,4º Lat. S.; 60,2º Long. O.) (Figura 1) se presenta como un caso típico de ambiente periurbano sometido a fuerte presión colectiva social. En nombre del desarrollo de la ciudad de 25 de Mayo (provincia de Buenos Aires, Argentina, 30.000 habitantes aproximadamente) durante años recibió efluentes industriales y pluviales. Ante un cambio de racionalidad generalizado respecto a los recursos naturales, sumado al deterioro del ecosistema y la restricción de sus usos reales o potenciales, se practicaron diversas medidas de manipulación cuyos resultados no siempre fueron los deseados, pese a la buena voluntad con que eran efectuados.

Figura 1: Ubicación de la laguna Las Mulitas

Los ambientes periurbanos aumentan la oportunidad de pesca, con beneficios tangibles e intangibles para la comunidad lindera (Schramm y Edwards, 1994), pero con perjuicios sobre el ecosistema entre los cuales es posible mencionar: colmatación de la cubeta, sobrepesca, eutrofización cultural, malezas acuáticas, reemplazo de especies, baja calidad/cantidad de pejerrey, contaminación de diversa índole, alteración del paisaje, entre las principales. Varios de los impactos mencionados son posibles de mitigar mediante una estrategia de gestión que contemple la oferta ambiental y demanda social.

El perilago de la laguna Las Mulitas posee infraestructura municipal y privada para la realización de actividades al aire libre. Aproximadamente un 75 % de las 140 hectáreas que posee la laguna, se halla invadido por vegetación acuática sumergida, principalmente *Ceratophyllum demersum* y en menor grado *Myriophyllum elatinoides*; el junco *Schoenoplectus californicus* representa a las macrófitas emergentes abundantes en un sector del ambiente. Esta situación ha provocado que la pesca deportiva del pejerrey *Odontesthes bonariensis*, especie de mayor interés en la región (López *et al*., 1991, Grosman, 1995a; 2000) haya mermado a niveles insignificantes con el consecuente impacto sobre diferentes aspectos de la socioeconomía regional que ella provocaba.

Los antecedentes limnológicos sobre el sitio son escasos y mal documentados, lo cual dificulta la interpretación de la evolución del sistema hasta las condiciones actuales; la laguna es parte de una base de datos elaborada por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) en el verano de 1985 y 1986, que incluye 103 ambientes de Argentina. A partir de la misma se obtuvieron diferentes publicaciones sobre limnología regional (Quirós, 1991; 1995; Baigún y Anderson, 1993; Baigún y Delfino, 1994), careciendo de análisis sobre casos particulares.

El objetivo del trabajo es presentar los principales aspectos de la población de pejerrey de la laguna Las Mulitas, relacionados a variables comunitarias y limnológicas de entorno. Con dicha imagen global acerca de la estructura y funcionamiento del sitio, se proponen diferentes estrategias de gestión para mejorar las condiciones del ambiente, considerando su condición de periurbano.

Metodología

La campaña limnológica fue efectuada en octubre de 1999. Se establecieron 6 estaciones de muestreo estratégicamente seleccionadas en función de las características propias a cada sitio. Asimismo se realizó un recorrido exhaustivo del ambiente a modo de obtener mediante percepción visual una valoración del paisaje y las condiciones del sitio en diferentes aspectos tales como el grado de infestación o invasión de malezas acuáticas, colmatación o relleno de la cubeta por sedimentos, diferenciación de zonas ecológicas de la laguna, entre las principales.

Las muestras de agua se obtuvieron a 0,30 m de profundidad con envases de plástico. Para cumplimentar con el análisis físico, se evaluaron olor, turbidez, color y sólidos disueltos según métodos estándar. En el caso de los análisis químicos se consideraron los siguientes parámetros: pH, dureza total, cloruros, carbonatos y bicarbonatos, sulfitos, nitratos. Las muestras fueron enviadas a laboratorio, excepto en la determinación de amonio y nitritos (Test de campo Merck ®).

Los perfiles de oxígeno y temperatura fueron tomados *in situ* cada 0,50 m de profundidad mediante un oxímetro digital, el cual fue calibrado en campo considerando la presión atmosférica; este último dato fue obtenido mediante un altímetro. En función de las características agropecuarias de la cuenca de aporte, así como de diferentes trabajos realizados en la laguna tendientes al control de malezas, se tomaron muestras con el objeto de determinar e identificar la presencia de pesticidas organoclorados y organofosforados tanto en agua como en el sedimento, en distintos puntos del ambiente, conformando un *pool* con las muestras. El disco de Secchi fue empleado para medir la transparencia / turbidez de la columna de agua.

Se realizó un muestreo cuantitativo del macrozooplancton para determinar el rendimiento calórico (Rc) de esta comunidad en función del pejerrey (Freyre, 1976; Ringuelet *et al*., 1980), y la cantidad de individuos/m^3. Para ello se filtraron con una red "ad-hoc" 20 litros de agua mediante técnicas estándar (Paggi y Paggi, 1995), fijando las muestras con formol al 4%.

El arte de pesca empleado fueron dos baterías de redes de enmalle diseñadas especialmente para pesca experimental conformadas por 8 paños de 15, 19, 21, 25, 30, 33, 38 y 40 mm de distancia entre nudos, totalizando aproximadamente 70 m, calados al atardecer en dos estaciones diferentes, y recogidos a la mañana siguiente. La captura por unidad de esfuerzo (cpue) fue referenciada a 20 hs de captura/tren de enmalle. La invasión de macrófitas impidió el uso de redes de arrastre.

Previa clasificación sistemática de los peces, la totalidad de los ejemplares fueron medidos en intervalos de 10 mm de longitud estándar, diferenciando cada sitio de muestreo. A todo el pejerrey capturado se les toman las siguientes medidas: longitud de la cabeza (Lc) y estándar (Lstd) con precisión de 1 mm; peso húmedo en g (P) (con precisión 1 g). Se extrajeron escamas de la zona típica, inmediatamente posterior a la aleta pectoral. A partir de los datos obtenidos de las capturas, se calculó el índice de diversidad de Shannon (H); con los datos merísticos obtenidos de la población de pejerrey se determinaron diversos índices de condición, tales como el índice cefálico (IC); índice de condición o factor k; relación entre longitud y peso, contratándolos con estándares específicos (Freyre, 1976). El estado sanitario se evaluó en todas las especies mediante la búsqueda macroscópica de lesiones externas e internas. Se procedió a la inspección de ecto y endoparásitos, mediante la visualización directa (Roberts, 1981).

Las escamas recolectadas fueron limpiadas con detergente enzimático y montadas sobre portaobjetos. Se midió sobre el campo anterior de la escama utilizando lupa binocular, la distancia del foco al vértice anterior (R), estableciendo una relación lineal entre esta medida y la longitud del pez: Lst = a +bR. Se consideraron como marcas anuales de crecimiento la presencia de alteraciones o irregularidades en la disposición de los circulii, midiendo sobre el mismo eje las marcas observadas (Grosman, 1993). Para inferir las tallas de marcación, se aplicó el método del retrocálculo (Bagenal, 1978) y posteriormente el modelo clásico de crecimiento de von Bertalanffy. A fines comparativos se determinaron índices de performance de crecimiento w, F, F' y p, (Gallucci y Quinn, 1979; Moreau, 1987; Sparre y Venema, 1995) que posibilitan obtener mayor información de la ecuación obtenida y su comparación con otros ambientes.

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 de mayor interés, los cuales fueron conservados en formol al 10%. Una vez en laboratorio, los contenidos gastrointestinales fueron colocados en cápsulas de Petri y observados bajo lupa binocular y/o microscopio óptico. Previo a la apertura de la pared, se evaluó el estado de repleción mediante observación visual de la turgencia del tracto; el contenido de comida fue cuantificado según 4 grados: vacío – semivacío – semilleno y lleno. Se determinaron los diferentes componentes de la dieta a nivel de grandes grupos biológicos. 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 Shannon (H) ya explicado, aplicado sobre la variable "abundancia relativa". Con estos tres parámetros se estableció el Indice de Categorización de Items (ICI) = $(FxA)^{0,5}$ /H, el cual diferencia componentes primarios (P), secundarios (S), terciarios (T) y ocasionales o accidentales (A) de la dieta (Grosman, 1995b).

Resultados y discusión

Los principales resultados del análisis físico - químico fueron (expresados en ppm): Carbonatos = 66; Bicarbonatos = 262; Cloruros = 77; Nitratos = 19; Nitritos = 0; Cromatos = 3,3; Sulfatos = 102. El valor del pH = 7,9.

En el análisis de nutrientes realizado por el INIDEP en 1985 el valor hallado de P-Total es relativamente bajo en tanto el valor de N-Total muy elevado considerando la serie de datos. A partir del análisis actual la concentración de P-total del ambiente habría aumentado. Seguramente la puntualidad de ambos datos, así como diferentes épocas de realización, laboratorios y sitios de muestreo expliquen la diferencia. Ardohain *et al.,* (2000) observaron grandes variaciones en una laguna cercana a lo largo de un ciclo anual. Asimismo es posible que haya existido un incremento, sea por un aporte extra de nutrientes, o por resolubilización de P presente en el sedimento por parte de las macrófitas, ante un incremento de la superficie colonizada por ellas, ya que actúan a modo de bombas de nutrientes.

En cuanto al análisis de pesticidas realizado, se identificó presencia de clorados (Sedimento: HCH = 0,0010 ppm; Aldrin = 0,0011 ppm; Agua: Lindane = 0,0005 ppm; Aldrin = 0,0005 ppm). La mayor concentración en sedimento estaría manifestando que no habría ingreso actual de contaminantes. Los valores obtenidos no pueden considerarse peligrosos para la fauna íctica, no obstante ello, no debe ignorarse su presencia. El origen de estos compuestos radicaría en el plan de control de la vegetación acuática ejecutado años atrás (Sidorkewicj *et al.,* 2000), así como de actividades agropecuarias de la cuenca.

Los perfiles de concentración de oxígeno en función de la profundidad fueron los esperados; se observó una distribución similar en todas las estaciones muestreadas, con reducción del oxígeno en el estrato inferior producto de la descomposición bacteriana de

la materia orgánica presente en el sedimento.

El rendimiento calórico del macrozooplancton (Rc) en función del pejerrey arrojó un valor medio de 557,4925 x 10^{-3} cal/100 l de agua. Los rangos hallados fueron: 508,907 y 650,34 x 10^{-3} cal/100 l de agua. La cantidad de individuos por m^3 fue de 442220 (rango= 424080 - 452580 ind/m^3). Estos valores son considerados extremadamente altos (Grosman *et al*., 2000; 2001), manifestando una excelente oferta alimenticia para el pejerrey.

El valor elevado de la comunidad zooplanctónica en un modelo de cascadas tróficas plantea una reducida presencia de peces con dieta zooplanctófaga (Pace *et al*., 1999). El fitoplancton es sujeto a fuerte nivel de predación, potenciando en forma indirecta el desarrollo de macrófitas. Ello explica la elevada y atípica lectura realizada del disco de Secchi para lagunas pampásicas, obteniendo valores máximos de 105 cm donde la profundidad lo permitía.

En cuanto a los peces, las 8 especies capturadas en ambas estaciones de muestreo, así como el valor del índice de diversidad (H) se presentan en la Tabla 1. Es posible que algunas especies de reducido tamaño no hayan logrado ser capturadas en base al arte de pesca utilizado.

Tabla 1: Especies capturadas discriminadas por sitio de muestreo y diversidad especifica (H).

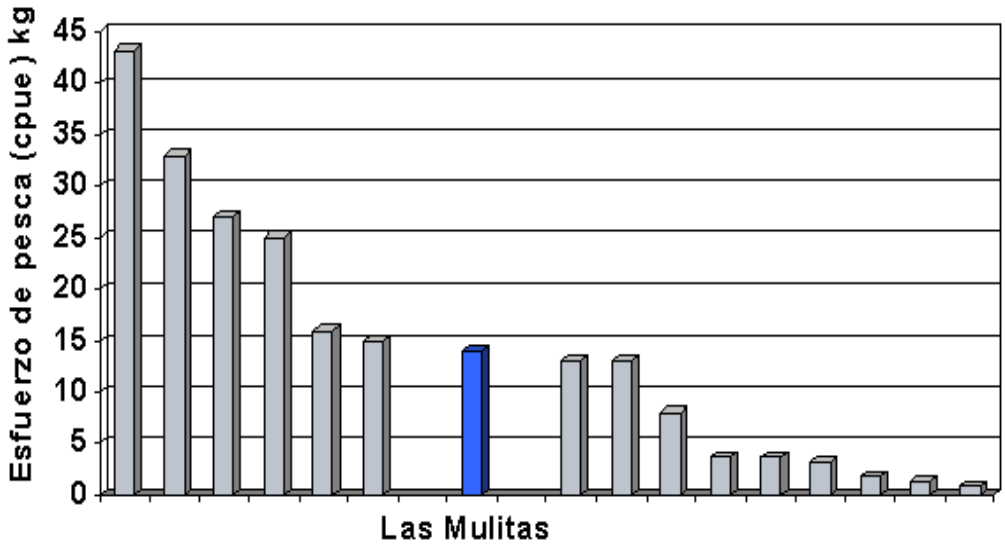
Especie/estación	Enmalle 1 Solace	Enmalle 2 Centro Limpio	Total
Dientudo (*Oligosarcus jenynsi*)	118	77	195
Sabalito (*Cyphocharax voga*)	67	54	121
Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*)	15	20	35
Chanchita (*Cichlasoma facetum*)	20	6	26
Tararira (*Hoplias malabaricus*)	16	4	20
Bagre (*Rhamdia sapo*)	5	10	15
Coridora (*Corydoras paleatus*)	6	1	7
Mojarra (*Astyanax eigenmanniorum*)	2	3	5
Total	**249**	**175**	**424**
Diversidad (H)	2,11	2,07	2,13

El porcentaje numérico de las especies obtenidas en cada estación de muestreo posibilita diferenciar una distribución espacial de las mismas. En ambas estaciones de pesca, el porcentaje de las capturas que corresponden a pejerrey es bajo (6,02 % en Solace y 11,43 % en "Centro Limpio"); ello radicaría en que ambos sitios poseen vegetación sumergida, pero de mayor densidad en la primera. Esta misma razón explica la mayor numerosidad y diversidad obtenida en esta estación, así como la diferente composición de capturas de cada zona. Por ejemplo *C. facetum* y *H. malabaricus* son especies territoriales, omnívoros e ictiófagos respectivamente (Ringuelet, 1975; Grosman *et al*., 1996).

Pese a que el 46 % de las capturas fueron dientudos (*O. jenynsi*), por su relativo bajo peso individual logrado la estructura de la comunidad de peces en cuanto a biomasa se halla ampliamente dominada por el sabalito (*C. voga*).

En cuanto al valor de cpue obtenido de pejerrey, el mismo se presenta en la figura 2. La laguna Las Mulitas constituye un dato promedio de esta variable considerando 15 ambientes tomados al azar en los cuales se realizó un muestreo semejante. Dicha ubicación se produce por el buen peso individual de los ejemplares.

Figura 2: Comparación de esfuerzo de pesca (cpue) de la laguna Las Mulitas versus otros 15 ambientes muestreados tomados al azar.



Es llamativo la escasa presencia en las capturas de ejemplares de pejerrey de talla media y juvenil. Se infiere como un producto de la distribución espacial diferencial de las distintas edades. Por otro lado se presume que no deben ser numerosos al considerar que la máxima mortalidad se produce en estadios perinatales; los ejemplares que logran sobrevivir, poseen alta expectativa de vida. Otra hipótesis posible es que los desoves y/o siembras realizadas en 1997 y 1998 han fracasado, debido a un cambio reciente de las situaciones ambientales de entorno para esta especie que haya impactado sobre la misma; por ejemplo, un avance significativamente mayor de la vegetación sumergida podría ser el causante del retroceso en el incremento en longitud.

La relación largo estándar - peso obtenida fue: $P = 1{,}629 \times 10^{-6} \times Lst^{3{,}3636}$ ($R^2 = 0{,}907$). La figura 3a representa la distribución de los valores del índice cefálico (IC) de la muestra de pejerrey y la figura 3b los valores del Factor k. En ambos casos se hallan dentro de los límites considerados normales para la especie, con una tendencia a situarse sobre el campo inferior y superior respectivamente de la distribución, manifestando una adecuada condición.

Figura 3a: Distribución de los valores del factor k de pejerrey.

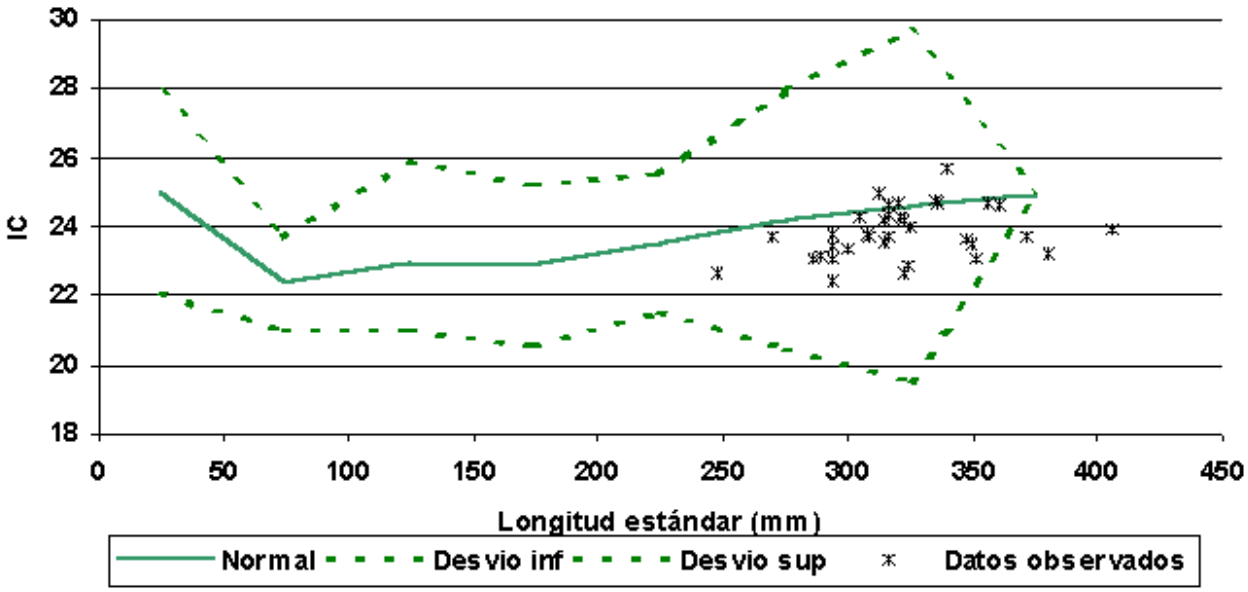
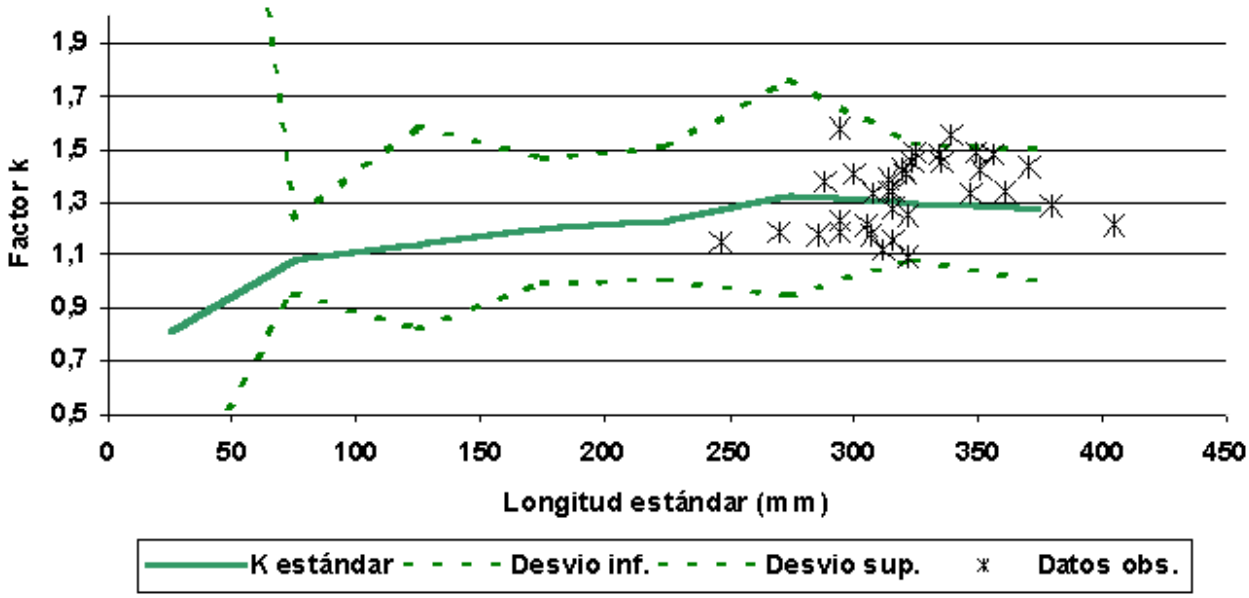


Figura 3b: Distribución de los valores del índice cefálico (IC) de pejerrey



Respecto a la sanidad, en pejerrey no se observaron parásitos externos ni ejemplares con lesiones macroscópicas o deformaciones visibles de su columna. En la necropsia no se evidenciaron lesiones a la vista mostrando un buen estado corporal. Del tracto digestivo se recolectaron gran cantidad de cestodos (*Proteocephalus sp*.).

La relación entre la longitud estándar y el radio de la escama fue: Lst= 78,871 + 3,1584R (R^2= 0,7124). Se retrocalcularon las siguientes longitudes de marcación:

Primer año: 210,47 mm de Lst
Segundo año: 260,16 mm de Lst
Tercer año: 300,78 mm de Lst

Es posible observar un incremento muy diferente entre el primer año de vida (210 mm) y el resto (50 mm al segundo año y 40 mm al tercero). Es evidente un cambio de las condiciones de entorno que afectan el ritmo de crecimiento. Se obtuvo la siguiente ecuación de crecimiento de von Bertalanffy = Lstd (t) = 482,696 $(1\text{-}e^{-0,2015(t+1,8418)})$. Los índices de performance fueron: w = 97,26; F = 1,4742; F´= 5,781 y p = 2,543. Pese al importante incremento en longitud logrado al primer año de vida, no manifiestan diferencias con los índices de otros ambientes, quedando incluso levemente por debajo de los valores estándares.

La tabla 2 presenta los diferentes valores obtenidos del ICI de los diferentes ítems alimenticios discriminados por especie. Los dientudos fueron discriminados en dos tamaños, presumiendo un cambio ontogénico de su dieta. El bagre posee el mayor espectro trófico incursionado medido a través de la diversidad.

Tabla 2: Items alimenticios discriminados por especie y su categorización en base al ICI:

Especie/ítem	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pejerrey	**2.60**	T	T	S	T	S	T	A	T	A	A		
Bagre	**2.88**	A	T	T	T	S	T	T	T	A	A	T	
Tararira	**1.37**		T				S		P				
Sabalito	**2.25**	T		S	T		S	T					X
Chanchita	**2.54**	A	T	T		S	T	T		T	A		
Dientudo chico	**2.38**	T	A	T		P		T	A				
Dientudo gde								S	P				

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

1= ácaros
2= fitoplancton + algas filamentosas
3= zooplancton
4= quiste de amebas

7= larvas quironómidos
8= restos de peces
9= moluscos
10= ostrácodos

H = índice de diversidad. 5= restos de insectos 11= huevos de pejerrey
6= restos vegetales 12 = detritos (presencia/ausencia)

En función de las dietas analizadas fue posible identificar diferentes tipos ecológicos (Ringuelet, 1975):

- ***Detritívoros*** (materia orgánica de origen principalmente vegetal): el sabalito. La presencia de constituyentes del zooplancton puede inferirse como producto de su captación una vez que mueren y sedimentan, o bien son predados ex-profeso en función de su abundancia (Colautti y Remes Lenicov, 2000). En este sentido, la elevada numerosidad hallada en Las Mulitas y la escasa profundidad facilita la captura.

- ***Ictiófagos***: la tararira y el dientudo mayor de 180 mm de Lstd. poseen esta tipología de dieta.

- ***Animalívoros*** de ambientes vegetados: El dientudo de menor talla y las chanchitas pertenecen a esta caracterización.

- ***Zooplanctófagos:*** El pejerrey es la única especie (excepto el sabalito) que utiliza esta comunidad como presa, pero también realiza un consumo activo de la comunidad de macroinvertebrados, seguramente en base a la gran oferta alimenticia con que se presenta este grupo.

- ***Generalista u omnívoro:*** El caso del bagre constituye la dieta más heterogénea, por lo cual puede considerarse como parte de esta condición. Es válido resaltar que en el 25 % de los tractos analizados, se hallaron huevos de pejerrey en grado "muy abundante", la máxima categoría dada, por lo cual se infiere un alto impacto de esta especie sobre el desove del pejerrey.

Si se considera a los estadios de replesión como indicadores indirectos de la oferta alimentaria que posee cada especie, resaltan los tractos de dientudos, con el 100 % llenos; los sabalitos poseen mas del 85 % entre llenos y semillenos; el pejerrey el 79 % y los bagres el 75 %. Ello indicaría condiciones ambientales favorables para estas especies dado que los alimentos no conforman un factor límite, lo cual reduce la competencia intraespecífica. Esta situación se vincula con el carácter eutrófico de los ambientes de la región (Quirós, 1991).

Es válido resaltar que el ítem "restos vegetales" se encontró en alto porcentaje de tractos analizados de las distintas especies, (chanchitas = 100 %; pejerrey = 70 % y tararira = 66 %), aunque con abundancia relativa "muy escasa", la menor de las categorías existente. Por lo tanto, la elevada frecuencia de aparición se considera ingestión indirecta o accidental, al predar sobre otros ítems, pero en ninguno de los casos es posible aludir a una dieta herbívora, quedando vacante este nicho trófico en el ecosistema, al menos por parte de la comunidad de peces.

Al diferenciar los principales valores de porcentajes en número y peso de las especies capturadas (tabla 3), en función del nicho trófico incursionado, surge que el 36 % en peso son detritívoros (sabalitos) y el 46 % del número de ejemplares son animalívoros (dientudos). El 24 % del peso es pejerrey, pero no puede considerarse zooplanctófago exclusivo sino que también como se mencionó oportunamente consume macroinvertebrados; el segundo valor en número son los sabalitos, con el 28,5 % de las capturas. Los ictiófagos constituyen el 11 % del peso obtenido.

Tabla 3: Número de ejemplares (n), peso total y promedio (en gramos) y porcentaje en número y en peso de cada especie respecto el total capturado.

Especie	Bagre	Sabalito	Dientudo	Mojarra	Chanchita	Tararira	Pejerrey	Coridora	Total
N	15	121	195	5	26	20	35	7	424
peso total	8.126	23.872	7.927	56	2.979	7.217	15.936	59	66.172
peso medio	541.7	197.3	40.6	11.2	114.6	360.8	455.3	8.4	156
% número	3.5	28.5	46	1.2	6.1	4.7	8.2	1.6	

% peso	12.3	36.1	12	0.1	4.5	10.9	24.1	0.1

La cpue total obtenida en el año 1985 por el INIDEP fue comparativamente muy alta: 269,5 kg/noche/batería, de los cuales el 76 % fueron zooplanctófagos (204,9 kg de pejerrey) y el 4,4 % piscívoros (tararira = 11,95 kg). El resto de las especies completa el 20 % restante. Indudablemente la estructura de la comunidad de peces ha variado en concordancia con las condiciones ambientales. Los detritívoros y los ictiófagos y los animalívoros has incrementado su población, en detrimento del pejerrey. La cadena energética de los detritos es la predominante.

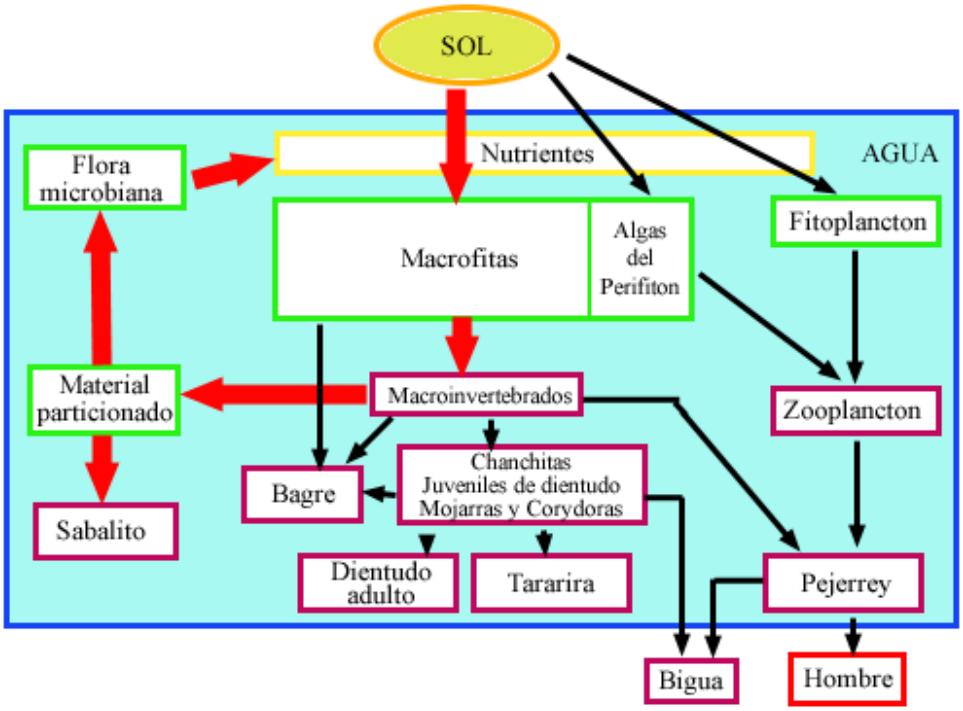
Los cambios observados son posibles de explicar por medio de un modelo de cascadas tróficas (Carpenter *et al*., 2001); la presencia de predadores en abundancia (tararira) afecta la población de zooplanctófagos (pejerrey); la abundancia de cladóceros y copépodos se debe a la reducida presión de predación que son objeto, pero realizan un pastoreo intensivo sobre el fitoplancton. La lectura del disco de Secchi obtenida es indicadora del éxito de las macrófitas en la competencia por los nutrientes; el aumento de sabalitos se explica en su dieta herbívora y detritívora. La abundancia de los animalívoros se asocia a la predación de macroinvertebrados integrantes de la comunidad del bafon.

Por el contrario, en 1985 la menor proporción de piscívoros confería el desarrollo de pejerrey; es llamativo que el zooplancton también era muy abundante, seguramente en coincidencia con el momento de realización del muestreo. La lectura del disco de Secchi arrojó un valor de 65 cm.

En la actualidad el pejerrey posee una reducida competencia interespecífica por el alimento, pero presenta varias desventajas. Por un lado, seguramente su tasa de mortalidad tanto a nivel de ovas como perinatal debe ser muy elevada, al existir una alta abundancia de ejemplares de especies de régimen animalívoro de los cuales debe escapar. Si logran superar este obstáculo, encuentran en el zooplancton comida en demasía; esto explicaría el reducido pique y extracción por parte de los pescadores deportivos; sería el mejor momento del pejerrey manifestado por un elevado índice de crecimiento hasta el año de vida aproximadamente, momento en que encuentran otra dificultad dada por la falta de espacio físico para su desarrollo, al estar ocupado por la vegetación sumergida y emergente, de la cual utilizan la fauna asociada como fuente alternativa o complementaria de alimentación.

Como resultante de este estado la siembra de miles de alevines que se realiza no es efectiva. Para obtener una población de pejerrey que satisfaga las expectativas de los pescadores deportivos en cuanto a calidad y cantidad, es necesario mejorar las condiciones de entorno de la especie. La estrategia que naturalmente aparece es provocar un raleo de la vegetación, lo cual reduce la predación inicial y aumenta el espacio potencial de desplazamiento, y a su vez direcciona la energía hacia la comunidad fitoplanctónica.

Figura 4. Esquema que sintetiza las principales relaciones trofodinámicas entre los diferentes componentes del ecosistema, con un mayor detalle en las especies de peces. La flecha gruesa indica el principal flujo de energía por el sistema. Algunas relaciones fueron construidas a partir de los resultados obtenidos y otras son inferidas.



En la figura 4 se esquematizan y sintetizan las principales relaciones trofodinámicas actuales de la laguna Las Mulitas, resaltando en trazo grueso el flujo energético considerado como fundamental. Los organismos fotosintetizadores o productores primarios son representados por macrófitas, fitoplancton y algas del perifiton; las macrófitas resultan ampliamente dominantes.

Los consumidores primarios están representados por la fauna de macroinvertebrados asociados a las macrófitas, que particionan materia orgánica, y el zooplancton que preda sobre el fitoplancton. El flujo energético principal continúa cuando la biomasa vegetal fenece, y es biodegradada por toda la flora microbiana encargada de transformar la materia orgánica en inorgánica, con consumo de oxígeno. De esta cadena penden los sabalitos, principal especie íctica beneficiada, y los peces de reducida talla (principalmente dientudos, mojarras, coridoras, chanchitas) que predan sobre los macroinvertebrados. Los peces (dientudo y tararira) y aves (biguá *Phalacrocorax olivaceus*) de régimen ictiófago conforman el eslabón terminal de una rama colateral de la cadena de los detritos.

Por otro lado, la cadena del plancton (fito - zooplancton) se continúa con el pejerrey, el cual también utiliza energía de la cadena de los detritos al predar sobre la comunidad de macroinvertebrados; este doble rol del pejerrey en una y otra cadena, sería la causa por la cual ha mantenido una importancia relativa al menos en cuanto a biomasa. El pejerrey a su vez es predado de forma selectiva por el pescador deportivo, lo cual ayuda a reducir su numerosidad relativa. El esfuerzo de pesca es centrado casi de forma exclusiva sobre esta especie, generando un beneficio de forma indirecta sobre el resto de los componentes de la comunidad de peces.

Algunas de las estrategias planteadas para la recuperación de la pesquería deportiva del pejerrey, ya han sido aplicadas con éxito relativo (Sidorkewicj *et al.*, 2000): extracción mecánica de vegetales, control con pesticidas, dragado y siembra de alevines. Las nuevas alternativas son propuestas sobre la base de su efectividad biológica y económica: trampa de nutrientes y sedimento, control biológico de la vegetación sumergida mediante la introducción de un pez de hábitos herbívoros (previo ensayo en un cerramiento), regulación del pelo de agua, siembra de juveniles y adultos de pejerrey, siembra de alevines en microambientes protegidos de predadores, desvío del pluvial de la ciudad aguas debajo de la laguna, entre las principales.

En forma paralela a las acciones técnicas, fue presentado, discutido y debatido comunitariamente un diagnóstico limnológico actual y prospectivo. A partir de dicha reunión se elaboró un plan de recuperación; se logró el trabajo conjunto de ONGs. El municipio acompañó y avaló institucionalmente solicitudes de ayuda internacional. Se instaló el tema en la prensa. Se editó un libro de educación ecológica dirigido a docentes y alumnos de la localidad.

Conclusiones

Las principales conclusiones emergentes del estudio limnológico realizado son:

- La cadena de los detritos (sol - macrófitas - detritos - microorganismos) es la dominante en el ecosistema. Aquellas especies de peces predadores visuales, detritívoros vinculadas a la misma se benefician.

- La población de pejerrey se halla numéricamente reducida. Está expuesta a una fuerte presión de predación en etapas de huevo, perinatal y juvenil. Una vez lograda cierta longitud, encuentra en el abundante zooplancton una excelente oferta alimenticia, traducido en el crecimiento y condición que poseen.

- La comunidad macrozooplanctónica es abundante, presumiblemente por falta de predación, ejerciendo un pastoreo sobre el fitoplancton. Este hecho favorece de forma indirecta el crecimiento de la macrófitas.

- Como medidas de gestión se propone la realización de obras civiles para la regulación del nivel de agua; experimentar la introducción de una especie de pez herbívoro en un sector del ambiente, evaluando resultados, y la siembra de pejerrey en estado juvenil o adulto. Estas pautas deben estar avaladas socialmente e inmersas en un marco político de acción constante de mantenimiento y mejoramiento de las condiciones ambientales de la laguna.

Bibliografía

- **Ardohain, D; N.A. Gabellone; M.C.Claps; L. Solari y C. Suárez** (2000) Influencia de la dinámica hidrológica sobre algunas características físico-químicas del agua de la laguna de Monte (Pdo. de San Miguel del Monte, Bs. As.). *Diversidad y Ambiente* 1:21-.27
- **Bagenal, T.** (1978) (Ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwater*. IBP Handbook No.3. Blackwell Scient.Publ., Oxford, 365p.
- **Baigun, C. y R.O. Anderson** (1993) The use of structural indices for the management of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*, Atherinidae) in argentine lakes. *J. North Amer. Fish. Manag. 13:*600-608.
- **Baigun, C. y R.L. Delfino** (1994) Relación entre factores ambientales y biomasa relativa del pejerrey en lagos y embalses templado-cálidos de la Argentina. *Acta Biol. Venez. 15*(2):47-57.
- **Carpenter, S; J. Cole; J. Hodgson; J. Kitchell; M. Pace; D. Bade; K. Cottinghaam; T. Essington; J. Houser y D. Schindler** (2001) Trophic cascades, nutrients, and lake productivity whole-lake experiments. *Ecological monographs 71*(2):163-186.
- **Colautti, D.C. y M. Remes Lenicov** (2000) Alimentación de la carpa *Cyprinus carpio*, en la laguna de Lobos (Buenos Aires). En: Res. 1ras. Jorn. Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos, Junín, Nov. del 2000.
- **Freyre, L.R.** (1976) Normas para la inspección y determinación del estado actual de ambientes pesqueros pampásicos. Dir. Rec. Nat. Min. As. Agr. La Plata, 36p. (mimeog.)
- **Gallucci, V. y T. Quinn** (1979) Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model. *Trans. Am. Fish. Soc*. 108:14-25.
- **Grosman, F.** (1993) Comparación de diferentes metodologías para la estimación

del crecimiento del pejerrey patagónico. *Ecología Austral 3*:33-41.
- **Grosman, F.** (1995a) *El pejerrey. Ecología, cultivo, pesca y explotación*. Ed. Astyanax. Azul, Argentina. 132p.
- **Grosman, F.** (1995b) Variación estacional en la dieta del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral 26*(1):9-18.
- **Grosman, F. (Ed.)** (2000). *Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey,* Ed. Astyanax, Azul, 206p.
- **Grosman, M.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.
- **Grosman F.; González G.; Agüería D. y Sanzano P.** (2000) Ictiologia del "Lago Municipal de Colón", Argentina, como un ejemplo de dinámica ambiental. *Aquatic* 10: 13p. http://aquatic.unizar.es/N2/art1003/lagocolon.htm
- **Grosman F.; Sanzano P.; González G.; Agüería D. y S. Sergueña** (2001) Ecología reproductiva, edad, crecimiento, condición y alimentación del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en un ambiente del SO de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Aquatic* 12:24p.
- **López, H.L.; M.L. García y C. Togo** (1991) Bibliografía de los pejerreyes argentinos de agua dulce. En: Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental. *CIC I* (6): 1-72.
- **Moreau, J.** (1987) Mathematical and biological expression of growth in fishes: Recent trends and further developments. 81-113p. En: Summerfelt & Hall (eds.). *The age and growth of Fish*. The Iowa State University Press, Iowa, 543p.
- **Pace, M.; J.J. Cole; S.R. Carpentery y J.F. Kitchell** (1999) Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. T*rend in Ecology and Evolution* 14: 483-488.
- **Paggi, J. de y Paggi, J.** (1995) Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. 315-323p. En: Lopretto, E. y G. Tell (eds.) *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur.
- **Quirós, R.** (1991) Empirical relationships between nutrients, phyto- and zooplankton and relative fish biomass in lakes and reservoirs of Argentina. *Verh. Internat. Verein. Limnol.,* 24:1198-1206.
- **Quirós, R.** (1995) The effects of fish assemblage composition on lake water quality. *Lake and Reserv. Manage. 11*(4):291-298.
- **Ringuelet, R.A.** (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):1-122.
- **Ringuelet, R.A.; R. Iriart y A.H. Escalante** (1980) Alimentación del pejerrey (*Basilichthyss bonariensis bonariensis,* Atherinidae) en laguna de Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobios 1* (10):447-460.
- **Roberts, R.** (1981) *Patología de los Peces*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 366p.
- **Schramm, H. y G. Edwards** (1994) The perspectives on urban fisheries management. *Fisheries* 19:9-15.
- **Sidorkewicj, N. S.; J.H. Irigoyen; M.R. Sabbatini y D. Dentivegna** (2000) Malezas acuáticas: un problema para el normal aprovechamiento de cuerpos de agua lóticos y lénticos en la Provincia de Buenos Aires. En: Res. 1ras. Jorn. Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos, Junín, Nov. del 2000.
- **Sparre, P. y S. Venema** (1995) Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. *FAO, Doc. Técn. de Pesca,* 306/1, Chile, 420p.