

SISTEMA DE CULTIVO MIXTO EN JAULAS Y ESTANQUES PARA EL PEJERREY *Odontesthes bonariensis*.

D. C. COLAUTTI, J. R. GARCÍA DE SOUZA & L. A. MIRANDA

*Instituto de Investigaciones Biotecnológicas / Instituto Tecnológico de Chascomús (IIB-INTECH)
(CONICET-UNSAM). Camino de Circunvalación Laguna Km. 6, (B7130IWA) Chascomús,
Provincia de Buenos Aires, Argentina.
colautti@intech.gov.ar; lmiranda@intech.gov.ar*

ABSTRACT. In the last years pejerrey culture has been developed in an intensive form using circular tanks. Employing this system is possible to obtain fish of commercial size but the production costs are high making this activity not profitable. An alternative to reduce costs is to rear pejerrey employing a mix system using cages in natural lagoons and a posterior culture in tanks until commercial size (250g). In a first step, pejerrey fish hatched and reared for 25 days at IIB-INTECH aquaculture facilities were transferred to floating cages of 16 m³ (50 fish/m³) placed at Lacombe Lagoon (Chascomús County). After 11 months, and only eating natural food, these fish had a total length (TL) of 15 ± 0.19 cm and a weight of (W) 25.27 ± 1.5 g. During this period of time the mean survival was 18 %. Then, 400 fish were transported to the IIB-INTECH and placed in an outdoor tank of 20.000 liters with an open water flow system and a salinity of 15 g/L. They were fed twice a day to satiation with artificial diets designed for pejerrey. After 26 months posthatching the fish had a TL of 30.66 ± 0.65 cm and a weight of 254.79 ± 9.72 g. During this period the mean water temperature was 18 °C and the survival was around 95 %. Taking together these results we conclude that is possible to rear pejerrey in a mix system until the commercial size in 26 months, reducing the costs of the first year. This method also gives the possibility to produce juveniles in a cheap way or to grow pejerrey up to commercial size as independent activities.

Key words: Aquaculture, cages culture, pejerrey, tanks culture.

Palabras clave: Acuicultura, cultivo en jaulas, cultivo en estanques, pejerrey.

INTRODUCCIÓN

El pejerrey bonaerense (*Odontesthes bonariensis*) es considerado como uno de los peces emblemáticos de la ictiofauna de agua dulce de la Argentina (López y García, 2001). Por este motivo se han realizado tanto estudios básicos como aplicados para desarrollar su cultivo (Strüssmann, 1989; Reartes, 1995; Grosman y Gonzalez Castelain, 1996; Gómez, 1998; Miranda y Somoza, 2001; Somoza *et al.*, 2008). No obstante aún no se han obtenido tasas de crecimiento y supervivencia satisfactorias para su cul-

tivo comercial (Strüssmann *et al.*, 1993; Somoza *et al.*, 2008).

En los últimos años, se realizaron pruebas de cría intensiva con las que se obtuvieron resultados promisorios (Berasain *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2006; Velasco *et al.*, 2008). Aunque los costos de producción de larvas y juveniles no están calculados se estima que la cría intensiva podría no ser rentable. En este sentido, una alternativa innovadora para pejerrey sería la cría en jaulas flotantes y posterior engorde hasta la talla comercial en estanques, mediante técnicas de cría intensiva. Este sistema disminuiría los cos-

tos que insumen la alimentación de los peces, las instalaciones requeridas y la mano de obra durante el primer año de cría.

En este sentido, el objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad de emplear un sistema mixto de cría para el pejerrey utilizando jaulas en ambientes naturales durante el primer año y una segunda etapa de cría intensiva en estanques hasta alcanzar la talla comercial de aproximadamente 250g.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ovas de pejerrey obtenidas naturalmente de los planteles de reproductores del IIB-INTECH en diciembre de 2005, fueron incubadas hasta su eclosión a una salinidad de 5 g L⁻¹ a 18° C. Una vez eclosionadas, 10.000 larvas fueron transferidas a una cava de 250 m² que había sido fertilizada un mes antes con 75 kg de guano de pollo, 2,67 kg de urea y 0,66 kg de superfosfato e inoculada con agua de la laguna de Chascomús. Allí se mantuvieron, con reposición del agua perdida debido a evaporación e infiltración. Desde el llenado de la cava, cada tres días se midió el pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y transparencia (disco de Secchi) y se controló la abundancia zooplanctónica filtrando 20 litros de agua con una red de 70µ de abertura de malla. Las muestras obtenidas fueron analizadas cualitativa y cuantitativamente en cámaras de conteo Sedgwick-Rafter y Bogorov y se calculó el peso seco (ps) total del zooplancton utilizando los métodos descritos por Bottrell *et al.*, (1976) y Dumont *et al.*, (1975). Después de 25 días (2 de enero de 2005), 4 lotes de 800 juveniles fueron transferidos a 4 jaulas flotantes de 16 m³ instaladas en la laguna Lacombe (35.833°S, 57.887°W) perteneciente al partido de Chascomús donde se mantuvieron sin otro alimento que el natural desde enero de 2006 a noviembre del mismo año. El tamaño de malla

inicial de las jaulas fue de 2x2 mm y luego de tres meses se cambió por uno de 4x8 mm para favorecer el intercambio de agua y zooplancton entre la jaula y la laguna.

Durante los primeros sesenta días del experimento se tomaron muestras de peces, de zooplancton (como fue descrito previamente) y ambientales (pH, conductividad, oxígeno disuelto y turbidez) cada 15 días. Posteriormente las muestras se tomaron cada intervalos de aproximadamente 30 días. En el momento del cambio de mallas y al final del cultivo en la laguna se contó el número total de individuos por jaula. La temperatura se midió de manera continua cada una hora utilizando un registrador automático de temperaturas (*termologger*). En cada fecha de muestreo se midió el largo total (LT, 1mm de precisión) y el peso (P, 0,001g) de 10 peces por jaula.

Luego de 11 meses en las condiciones descritas, 400 ejemplares fueron transportados al IIB-INTECH donde se colocaron en un estanque exterior de 20.000 litros con recirculación de agua (7 renovaciones diarias), salinidad 15 g L⁻¹, una temperatura promedio de 18 °C y un fotoperiodo natural, manteniéndose bajo estas condiciones hasta mayo de 2008. Los peces fueron alimentados a saciedad dos veces por día con alimento artificial pelletizado para pejerrey. Mensualmente se midió el LT y el P en 40 ejemplares previamente anestesiados con benzocaína (100 ppm).

Los datos fueron analizados estimando las tallas y pesos medios con sus respectivos desvíos para cada fecha de muestreo y representándolos en el eje de tiempo al igual que las variables de cultivo consideradas.

RESULTADOS

Los valores promedio y los desvíos estándares de los parámetros limnológicos tomados en la cava mostraron poca variación: pH = 8,14 ± 0,14, salinidad = 1,51 ± 0,19 g.100g⁻¹, oxígeno

disuelto = $14.03 \pm 2,56$ mg L⁻¹, temperatura = $26.18 \pm 4,43$ °C y transparencia = $46.83 \pm 8,44$ cm.

El análisis del zooplancton de la cava durante la etapa sin peces mostró un pico de abundancia de rotíferos de la especie *Brachionus plicatilis*, de más de 2000 ind. L⁻¹ a los 10 días del llenado y otros dos picos con valores superiores a 1000 ind. L⁻¹ a los 18 y 25 días, identificándose este último como el momento conveniente para la siembra de las larvas. Dicha especie de *Brachionus sp.* puede vivir en am-

plios rangos de salinidad y se multiplica rápidamente (Yin y Zhao, 2007). A su vez también se encontraron larvas nauplii de copépodos y ostrácodos adultos, aunque en baja abundancia. Se identificó una diatomea (*Campylo-discus clypeus*) que mostró una disminución en su número en esta etapa desde 290 ind. L⁻¹ al principio hasta casi desaparecer en los momentos en que los rotíferos alcanzaron su máxima abundancia.

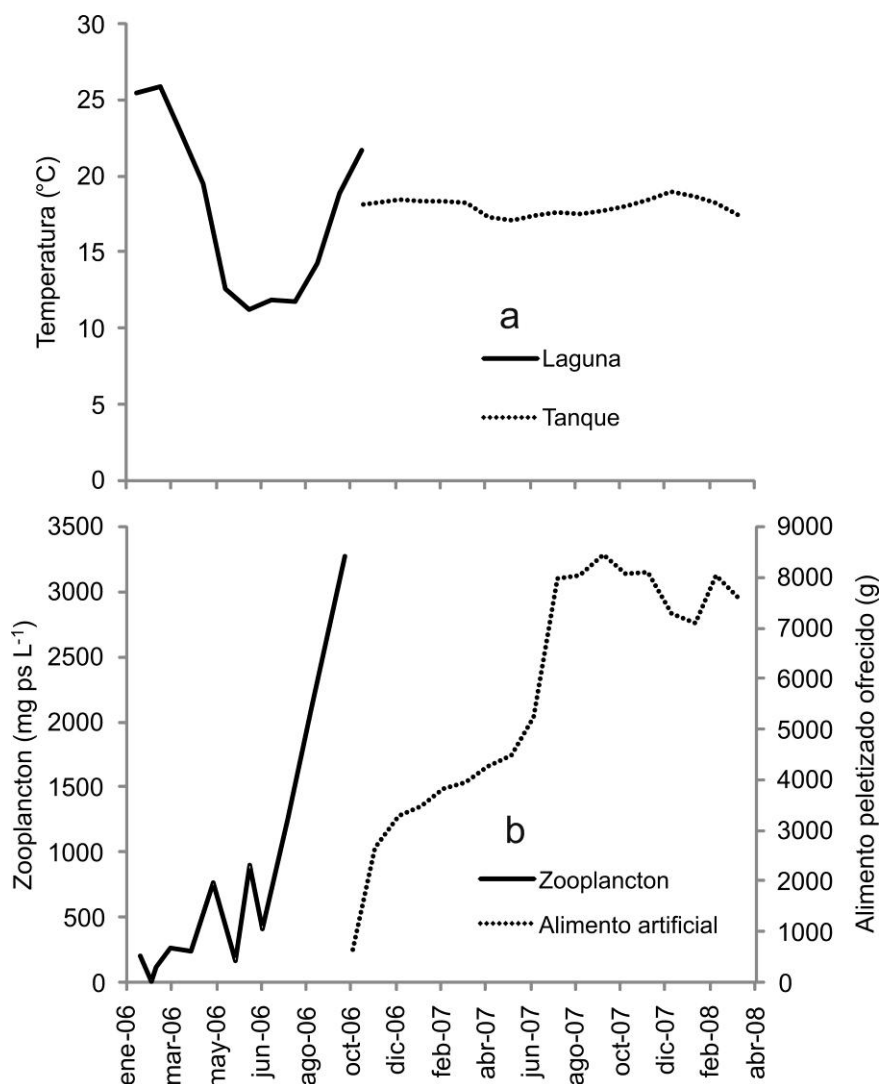
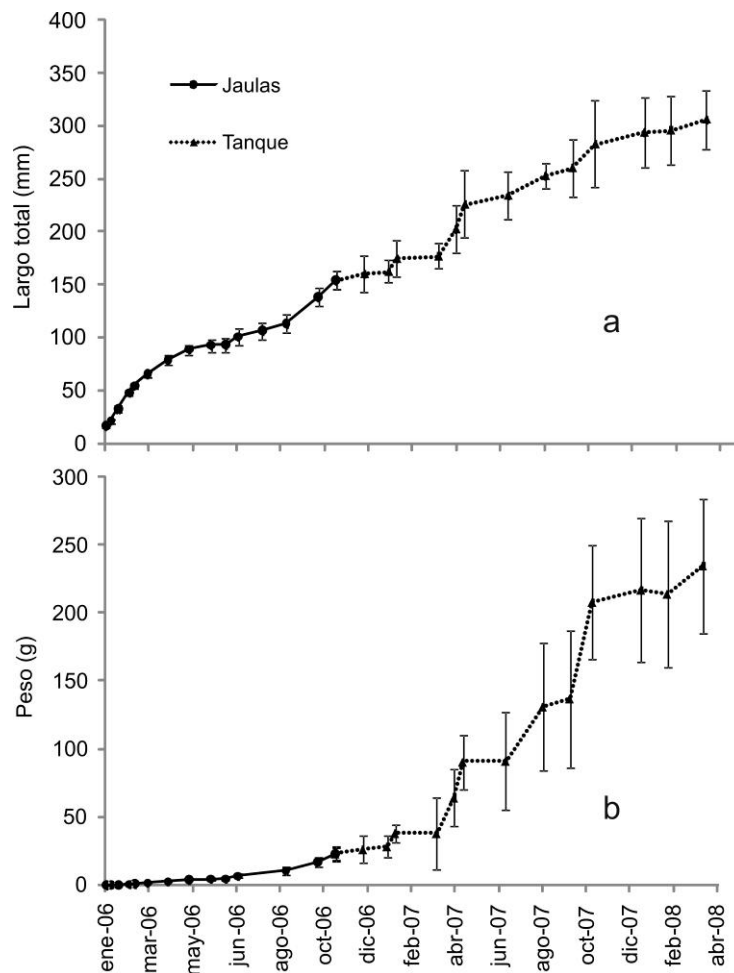


Figura 1a. Temperaturas medias diarias del agua durante la etapa de cultivo en jaulas en la laguna Lacombe y en tanques en el INTECH. **1b.** Disponibilidad media de alimento natural (zooplancton) durante la etapa de cultivo en jaulas en la laguna Lacombe y cantidad de alimento artificial ofrecido durante la etapa de cría en tanques en el INTECH.

En presencia de las larvas de pejerrey los rotíferos alcanzaron la abundancia máxima (2150 ind. L⁻¹) luego de 5 días, mostrando a partir de este momento una clara tendencia a disminuir hasta casi desaparecer a los 22 días de vida de las larvas. Al cabo de su etapa de cría en la cava, los pejerreyes alcanzaron una talla promedio de 16,24 mm \pm 1,69, registrándose una supervivencia de aproximadamente el 60% de los individuos.

Durante los 11 meses de cría en jaulas algunas variables ambientales no mostraron variaciones importantes registrándose los siguientes valores promedio: pH = 9,89, conductividad 2560 μ S cm⁻¹, turbidez 20 cm y oxígeno disuelto 9 mg L⁻¹. En el caso de la temperatura se observó que sus valo-

res siguieron un fuerte patrón estacional con promedios máximos diarios de 26 °C en verano y mínimos de 9 °C en invierno (Figura 1a). La disponibilidad de zooplancton resultó altamente variable, sin embargo, pudo observarse un progresivo incremento desde el inicio al final del cultivo en jaulas (Figura 1b). Las densidades variaron de 30 a 2605 ind. L⁻¹ en la laguna y de 55 a 2448 ind. L⁻¹ en las jaulas, registrándose también un máximo de biomasa zooplanctónica de 3269 μ g ps L⁻¹ en octubre. En todos los casos la comunidad estuvo dominada en abundancia por larvas nauplii, con picos de copépodos y cladóceros en septiembre y octubre.



Figuras 2a y 2b. Crecimiento en longitud y en peso de los pejerreyes durante las etapas de cultivo en jaulas en la laguna Lacombe y en tanques en el INTECH. Las figuras muestran los valores medios alcanzados en cada muestreo con sus respectivos desvíos estándar.

Luego de los 11 meses de cultivo en la laguna, los peces alcanzaron una LT de $15 \pm 0,9$ cm y un P de $25,27 \pm 1,5$ g (Figuras 2a y 2b). Las supervivencias correspondientes a esta etapa fueron en promedio el 59% a los 110 días y del 18 % al final.

A los 26 meses desde la eclosión, y luego de 15 meses de cría en el estanque, los peces alcanzaron una LT promedio de $30,6 \pm 6,5$ cm y un P de $254,79 \pm 9,72$ g, registrándose una supervivencia del 95 % (Figuras 2a y 2b).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de los primeros días de cultivo en una cava pueden considerarse satisfactorios ya que las tallas alcanzadas son similares a las obtenidas por otros autores para el primer mes de cría usando tanques y sistemas intensivos (Miranda *et al.*, 2006; Berasain *et al.*, 2006; Velasco *et al.*, 2008). Consideramos que los resultados obtenidos se deben a que al momento de la siembra la cava presentaba condiciones óptimas en cuanto a la densidad de zooplankton (Morris y Mischke, 1999) y especialmente de rotíferos que es bien sabido que por su tamaño son el componente ideal de la dieta de alevinos de pejerrey (Ringuelet *et al.*, 1980; Zagarese, 1996; Escalante, 2001)

El crecimiento de los pejerreyes en la etapa de cultivo en jaulas flotantes (ver Figura 3) resultó similar al registrado por otros autores aplicando diferentes técnicas (Berasain *et al.*, 2000; 2001; Colautti y Remes Lenicov, 2001). La supervivencia parcial registrada en las jaulas (110 días) tuvo niveles satisfactorios comparados con trabajos previos (Luchini, 1984; Berasain *et al.*, 2000; Colautti y Remes Lenicov, 2001; Berasain *et al.*, 2006; Miranda *et al.*, 2006; Velasco *et al.*, 2008) aunque la final (315 días) no resultó alta. Los resultados de esta etapa de cultivo en jaula sugieren que

si se tienen en cuenta las características del ambiente y el momento de la cosecha el método permite la obtención masiva de juveniles de pejerrey (Colautti *et al.*, 2009). Por otra parte posibilita reducir los costos tradicionales, debido a que la alimentación de los peces está basada en el zooplankton natural, no demanda atención permanente por parte de personal técnico y tampoco depende de suministros de energía artificial.

El tamaño comercial del pejerrey en la Argentina es de aproximadamente 200-250g y ha sido reportado que estos tamaños pueden lograrse en sistemas de cría intensiva en tanques con dietas artificiales en un tiempo promedio de dos años (Somoza *et al.*, 2008). Las curvas de crecimiento obtenidas en la segunda etapa de cría intensiva, muestran valores similares a los obtenidos en Japón y en la Argentina utilizando metodologías similares (Toda *et al.*, 1995; Miranda *et al.*, 2007). Cabe destacar que la variabilidad observada en el crecimiento de los ejemplares durante esta etapa podría explicarse por una adaptación diferencial de los individuos al cambio de las condiciones de cultivo.

Es importante mencionar que los pejerreyes cultivados en este sistema mixto no presentaron las deformaciones de esqueleto axial que resultan bastante comunes en peces criados bajo regímenes intensivos posiblemente debido a una deficiencia en la alimentación. También debe destacarse el hecho de que se pudo manipular a la especie cambiándola de ambiente en cuatro oportunidades sin generar pérdidas masivas de individuos lo cual es indicador de los avances que se han logrado en el manejo del pejerrey.

En resumen, los resultados obtenidos en este trabajo muestran que pueden obtenerse pejerreyes de tamaño comercial en 26 meses empleando un sistema de cría mixto utilizando jaulas en ambientes naturales y tanques en una segunda etapa de cría intensiva con dietas artificiales. Si bien no fue posible acortar los tiempos

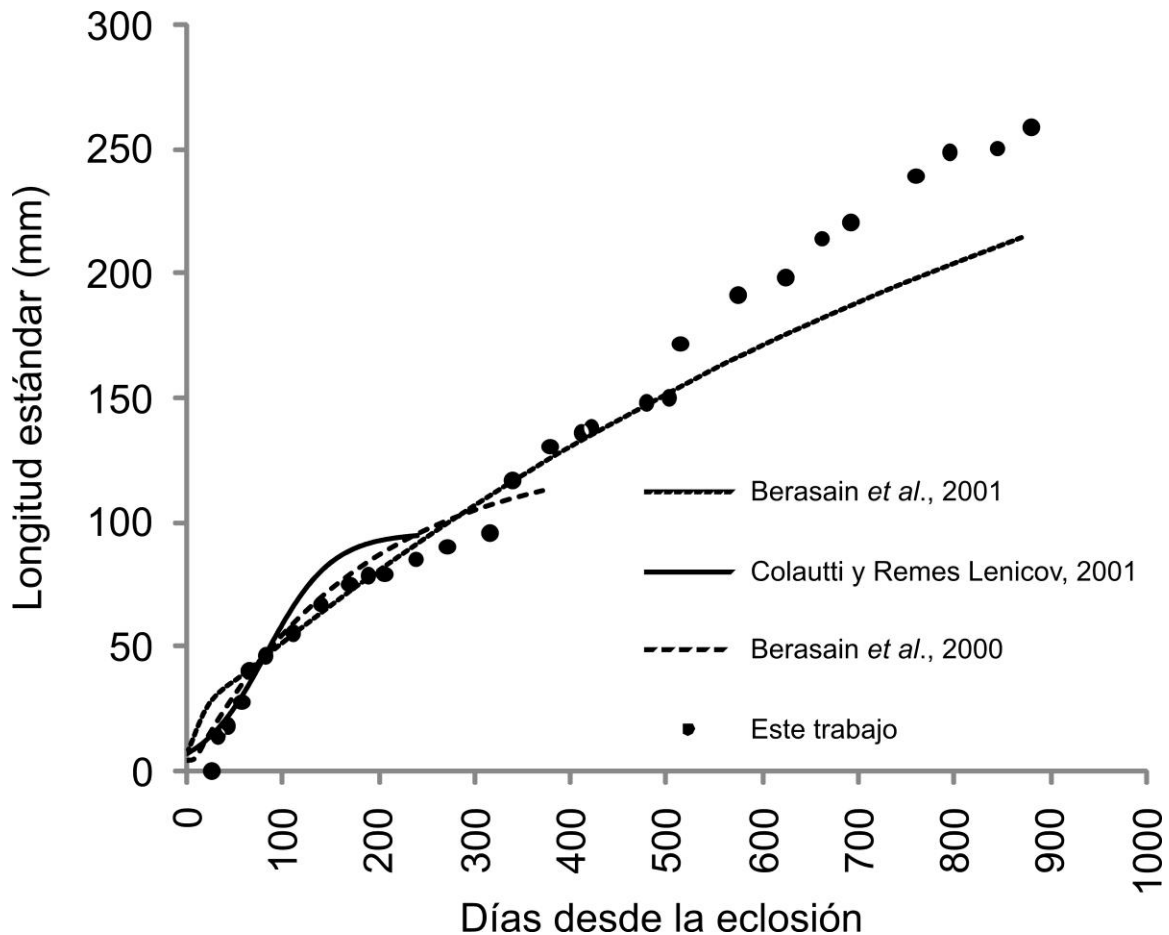


Figura 3. Curvas de crecimiento en longitud del pejerrey obtenidas por otros autores mediante diferentes sistemas de cría, comparadas con los valores de talla medios logrados en este trabajo en tiempos equivalentes.

de producción de pejerrey, sí se han reducido los costos del primer año de cría, creando también la alternativa de producir juveniles por un lado y realizar el engorde a tallas comerciales como actividades productivas independientes.

AGRADECIMIENTOS

Es nuestro deseo agradecer a Tomas Chalde y a Horacio Sandoval por la asistencia técnica en la realización de este trabajo. También a Claudio Baigún y Leandro Balboni por su valiosa colaboración en la etapa de cultivo en jaulas. Este trabajo se realizó

con fondos de la AMPCyT (PICTR 528) y del CONICET (PIP 5442).

BIBLIOGRAFÍA

- Berasain G., Colautti D. y Velasco M.** 2000. Experiencias de Cría de pejerrey *Odontesthes bonariensis* durante su primer año de vida. Revista de Ictiología, 8 (1/2): 1-7.
- Berasain G., Velasco C. y Colautti D.** 2001. Experiencias de cultivo intensivo de larvas, juveniles y reproductores de pejerrey *Odontesthes bonariensis*. En: F. Grosman (Ed.). Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Editorial Astyanax, Azul: 33-40.

- Berasain, G., C. Velasco, Y. Shiroyo, D. Colautti y M. Remes Lenicov.** 2006. Cultivo intensivo de juveniles de Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en estanques. Actas del IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. www.civa2006.org
- Bottrell, H. H., A. Duncan, Z.M., Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson y T.Weglenska.** 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. Norwegian Journal of Zoology, 24: 419-456.
- Colautti, D. y M. Remes Lenicov.** 2001. Cría y engorde de larvas y juveniles de pejerrey en jaulas. En: F. Grosman (Ed.). Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Editorial Astyanax, Azul: 53-61.
- Colautti, D., J. Garcia, L. Balboni y C. Baigún.** 2009 (en prensa) . Extensive cage culture of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) in a shallow pampean lake in Argentina. Aquaculture research. (En prensa).
- Dumont H. J., I. Van de Velde y S. Dumont.** 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. Oecología (Berl.), 19: 75-97.
- Escalante, A. H.** 2001. Alimentación natural del pejerrey. En: F. Grosman (Ed.) Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Editorial Astyanax, Azul: 67-75.
- Gómez, S. E.** 1998. Consideraciones sobre producción, cultivo y comercialización del pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Atherinidae) en la provincia de Buenos Aires (Argentina). Aprona, Boletín Científico, XI (34): 2-8.
- Grosman, F. y J. Gonzalez Castellain.** 1996. Experiencias de alimentación y crecimiento con alevinos de pejerrey *Odontesthes bonariensis* dirigidas a optimizar la siembra. Revista de Ictiología, 4(1-2): 5-10.
- López, H. L. y M. L. García.** 2001. Aspectos históricos e importancia del pejerrey bonaerense: 15-20. En: F. Grosman (Ed.) Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Editorial Astyanax, Azul: 15-20.
- Luchini, L., R. Quiros y T. Avendaño.** 1984. Cultivo del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) en estanques. Memorias de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, 5(3): 581-587.
- Miranda, L. A. y G. M Somoza.** 2001. Biología reproductiva del pejerrey *Odontesthes bonariensis*: Diferenciación sexual y endocrinología de la reproducción. Aspectos básicos y su potencial aplicación en acuicultura. En: F. Grosman (Ed.) Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Editorial Astyanax, Azul: 41-45.
- Miranda, L. A., G. E Berasain, C. Velasco, Y. Shiroyo y G. M. Somoza.** 2006. Natural spawning and intensive culture of pejerrey *Odontesthes bonariensis* juveniles. Bio-cel, 30(1): 157-162.
- Miranda, L.A., F. Shalon y G. M. Somoza.** 2007. Relación entre la temperatura, alimentación y desoves obtenidos en el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). I Reunión Conjunta de Sociedades de Biología de la República Argentina. Huerta Grande, Córdoba, Argentina.
- Morris J. E. y C. C. Mischke.** 1999. Plankton management for fish culture ponds. Technical Bulletin Series #114.
- Reartes, J.** 1995. El pejerrey (*Odontesthes bonariensis*): métodos de cría y cultivo masivo. COPESCAL (FAO) Documento Ocasional, 9: 1-35.
- Ringuelet, R. A., R. Iriart, y A. Escalante.** 1980 Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*

- bonariensis*) en la laguna de Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiología*, 1: 447-460.
- Somoza, G. M., L. A. Miranda, G. E. Berasain, D. Colautti, M. Remes Lenicov y C. A. Strüssmann.** 2008. Historical aspects, current status and prospects of pejerrey aquaculture in South America. *Aquaculture Research*, 39: 784-793.
- Strüssman, C.** 1989. Basic studies on seed reproduction of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Tesis Doctoral, Tokyo University of Fisheries, Tokyo, Japan.
- Strüssmann, C. A., N. B. Chon, F. Takashima y T. Oshiro.** 1993. Triploidy induction in an Atherinid fish, the pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *The progressive fish-culturist*, 55: 83-89.
- Toda, K., N. Tonami, N. Yasuda y S. Suzuki.** 1995. Cultivo del pejerrey en Japón. Ed. Prel. De Técnicas de cultivo del pejerrey, publicada en Japón por la New Fish Development Association. 69 pp.
- Velasco, C. A., G. E. Berasain y M. Omashi.** 2008. Producción intensiva de juveniles de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Biología Acuática*, 24: 53-58.
- Yin, X. W. y W. Zhao.** 2007. Studies on life history characteristics of *Brachionus plicatilis* O. F. Müller (Rotifera) in relation to temperature, salinity and food algae. *Aquatic Ecology*, DOI 10.1007/s10452-007-9092-4.
- Zagarese, H.E.** 1996. Growth of *Odontesthes bonariensis* (Atherinidae) larvae feeding on suboptimal zooplankton densities. *Environmental Biology of Fishes*, 45: 191-219.