

AVANCES EN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA MOJARRA (*Cheirodon interruptus*) COMO ALTERNATIVA A LA EXPLOTACIÓN DE POBLACIONES SILVESTRES

T. MAIZTEGUI, D. CAMPANELLA & D. C. COLAUTTI

IIB-INTECH. Instituto Biotecnológico Chascomús. UNSAM. CONICET.
7130 - Chascomús

maiztegui@intech.gov.ar / da.campanella@gmail.com / colautti@intech.gov.ar

ABSTRACT. The use of *Cheirodon interruptus* as a sport fishing bait puts under serious pressure the pampean shallow lakes ecosystems, because it is mostly obtained from natural environments. This project aims to evaluate the possibility of developing the technological and biological know-how for a production system in captivity for sustainable use of the resource. We used a system with a low daily water renovation rate and a 150 % daily recirculation rate through a biofilter. Fishes in every ontogenetic stage in the system showed good health conditions and high acceptance to artificial diet formulations. Two spawning events were registered during spring season and the development of larvae through its juvenile stage went by with no further requirements than isolation from adults and granulometry variation of food. Although the character of this trial is just preliminar, we may conclude that a massive production system is possible, in order to make this bait market a sustainable activity not only in the commercial aspect but in its ecological as well.

Key words: *Cheirodon*, sport-fishing, bait, Pampean shallow lakes.

Palabras clave: *Cheirodon*, pesca deportiva, carnada, laguna somera pampeana.

INTRODUCCIÓN

La pesca deportiva del pejerrey *Odontesthes bonariensis* es la que cuenta con más adeptos en las aguas interiores de la provincia de Buenos Aires y la región pampásica. Entre los implementos con que debe contar el pescador en cada salida, la carnada resulta imprescindible y juega un rol fundamental, ya que el éxito de la pesca depende en buena medida de su calidad. La carnada más apropiada para la pesca de pejerrey es la "mojarra" o "morena" que no debe superar los 4 cm de longitud y debe mantenerse viva hasta el momento de ser colocada en el anzuelo. En la actualidad, la totalidad de las mojarra que se comercializan para abastecer las necesidades de más de dos millones de pescadores que se dedican a la pesca

de pejerrey en la región pampeana provienen de ambientes naturales. Esta situación por un lado nos da una idea de la magnitud de este mercado y por otro lado sugiere la importante presión que se ejerce sobre los ecosistemas para satisfacer la demanda.

Los períodos de sequía e inundación propios de la región determinan que la cantidad y calidad de mojarra disponible en cada temporada resulte altamente variable e impredecible, por lo cual aquellos que se dedican a la actividad de extracción y venta no pueden planificar su crecimiento comercial ni tampoco ofrecer de manera permanente y estable un producto que satisfaga las expectativas del pescador deportivo en cuanto a calidad o precio.

La captura de mojarra se realiza en ambientes de aguas someras, en la costa de lagunas o en arroyos utili-

zando normalmente redes de arrastre confeccionadas con mallas de pequeña abertura (1,5 x 1,5 mm). En los ecosistemas acuáticos someros, éstas áreas constituyen hábitats de cría para muchas especies de peces y otros organismos que no sólo son capturados durante la extracción de mojarra, sino que también luego de los arrastres ven reducidas sus posibilidades de supervivencia debido a que su ambiente es perturbado y desestructurado (López, *et al.* 2001).

Aunque las aguas dulces de la región pampásica están pobladas por varias especies de mojarra (Ringuelet, 1967; López, *et al.* 2008) sólo algunas son aptas como carnada para el pejerrey y entre éstas, la “colita negra” (*Cheirodon interruptus*) es la más adecuada debido a que su talla máxima nunca supera el tamaño apropiado, a que es la especie más eurioica (Lopez *et al.*, 2008) y a que se adapta mejor que las otras al manipuleo.

A pesar de la relevancia que presenta la venta de esta especie, no existen antecedentes sobre el cultivo de mojarra en la región y la información acerca de la biología de las mismas es muy limitada (Escalante, 1982; 1983a,b; Lopez Cazorla y Sidorkewicz, 2005; Sendra y Freyre 1981a,b)

Ante esta situación y el alto impacto que genera la extracción de carnada en la región pampásica (Lopez *et al.* 2001), se impone la necesidad de desarrollar conocimientos biológicos y tecnológicos orientados a generar avances que resulten útiles en el desarrollo de la acuicultura de esta especie. La producción masiva de carnada bajo condiciones controladas representaría una salida para disminuir la alta presión que se está ejerciendo sobre los ecosistemas pampásicos y adicionaría mayor previsibilidad y sustentabilidad a esta actividad productiva.

En este trabajo se presentan los avances logrados en un proyecto innovador cuyo objetivo es generar los conocimientos biológicos y tecnológicos necesarios para poner a punto un sis-

tema de producción masiva de *C. interruptus* para ser comercializada como carnada para la pesca deportiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron 8 estanques rectangulares, de paredes y fondo negro de 1,80 x 1 x 0,60 m. bajo un tinglado semi-cubierto en el Instituto Tecnológico Chascomús, y dos cisternas, una de recuperación, bajo nivel y otra de provisión elevada a 2 m de altura. Para mantener niveles bajos y estables de compuestos nitrogenados (NH₄, NO₂, NO₃) uno de los estanques fue acondicionado como biofiltro, mientras que los 7 restantes quedaron disponibles para la siembra de peces. El sistema fue llenado con agua de pozo admitiendo un volumen total de aproximadamente 7700 litros de agua. Para minimizar el consumo de agua se implementó un sistema de circulación semi-cerrado que posibilita la recirculación dentro del sistema mediante una bomba centrífuga entre ambas cisternas. Ésta se encuentra controlada por dos dispositivos eléctricos que garantizan un nivel mínimo permanente de agua en la cisterna de provisión a fin de posibilitar un flujo de agua continuo en los estanques y el biofiltro. Paralelamente el sistema admite renovaciones parciales sin alterar su nivel de agua mediante un flujo de agua constante suministrado a la cisterna de provisión. El líquido excedente es exportado del sistema mediante una purga ubicada en la cisterna de recuperación (Figura 1).

Durante el lapso que duró el estudio se midieron el oxígeno disuelto y la temperatura con un oxímetro electrónico (Lutron DO-5508), la salinidad se midió con un salinómetro (Atago S-10), el pH, y los compuestos nitrogenados se midieron con kits marca Tetra.

Los ejemplares utilizados para este estudio fueron obtenidos en estaciones de venta de carnada. Entre los peces adquiridos se detectó la presen-

cia de varias especies, por lo que fue necesario seleccionar a los ejemplares de *Cheirodon interruptus*, los cuales fueron separados por sexo, reconociendo a los machos por la presencia de espinas en los radios de la aleta anal.

El trabajo realizado con estos ejemplares se dividió en dos etapas:

Etapas I

En febrero de 2008 se colocaron en el sistema 622 individuos (310 machos y 312 hembras) cuyas longitudes totales superaban los 24 mm, por lo cual se trataba de ejemplares adultos conforme lo determinado por Sendra y Freyre (1981). Estos peces se mantuvieron hasta Octubre de 2008 separados por sexos en dos estanques diferentes. En este período se les suministró raciones de formulaciones dietarias artificiales dos veces al día hasta satisfacer la demanda, 6 días a la semana. El alimento proporcionado consistió en escamas y pellet de diferente granulometría (2-5mm) flotantes; ambos marca Shullet para peces de acuario y para pejerrey, respectivamente. También se les proporcionó balanceado extrusado sumergible marca Fundus para pejerrey. En cada oportunidad que se alimentó a los peces se evaluó la aceptación a los distintos tipos de alimento, así como también, se prestó especial atención a la conducta de los ejemplares hasta el momento de saciedad.

Etapas II

En la primera semana de octubre de 2008, con la intención de obtener desoves, con la totalidad de los individuos se formaron dos planteles de reproductores uno de 184 individuos y otro de 386. La relación de sexos fue 1:1. Ambos planteles fueron confinados en jaulas de 1 x 1 x 0,30 m confeccionadas con malla plástica rígida (5 x 5 mm de abertura), las cuales se dispusieron en dos de los estanques según se muestra en la Figu-

ra 1, con la finalidad de permitir la precipitación de los huevos a través de la malla en caso de existir desoves. Este mecanismo garantizaría una incubación y desarrollo larval en un recinto del estanque diferente al de los peces adultos. Paralelamente, esta jaula posibilita el traslado del pool de reproductores a otro estanque, en caso de comprobarse desoves (Figura 1). Esta estrategia de manejo permite el desarrollo de los huevos y larvas en el estanque en que se produjo la fecundación y da la posibilidad de obtener nuevos desoves en otro estanque. A los planteles se los alimentó con pellets (5 mm, marca Shullet) siguiendo el mismo procedimiento previamente descrito. Una vez al día se realizó una inspección del estanque con el objeto de detectar la presencia de huevos o larvas.

RESULTADOS

El sistema funcionó de manera constante durante el lapso que duró el estudio, ya que las pérdidas por filtración o evaporación de agua del sistema fueron compensadas por la pequeña entrada permanente de agua (1,87 % por día) en la cisterna de provisión. En tres ocasiones el sistema dejó de funcionar debido a problemas con los dispositivos controladores de la bomba, lo cual generó que se detuviera la recirculación y el sistema perdiese solamente el volumen de agua que contiene la cisterna de provisión.

Durante el período que duró el experimento, los valores medios y sus respectivos desvíos estándar fueron para el pH ($8,35 \pm 0,317$), la salinidad ($2,31 \pm 0,492$ g/L), el oxígeno disuelto ($7,94 \pm 1,35$ mg O₂/l) y los compuestos nitrogenados ($0,32 \pm 0,37$ ppm para nitritos y $30,83 \pm 11,66$ ppm para nitratos). Las variaciones de la temperatura ($16,06 \pm 4,37$ °C) se presentan en la Figura 2 junto a la curva de fotoperiodo. La transparencia del agua siempre resultó elevada permitiendo ver sin inconvenientes desde la superficie al fondo de los estanques.

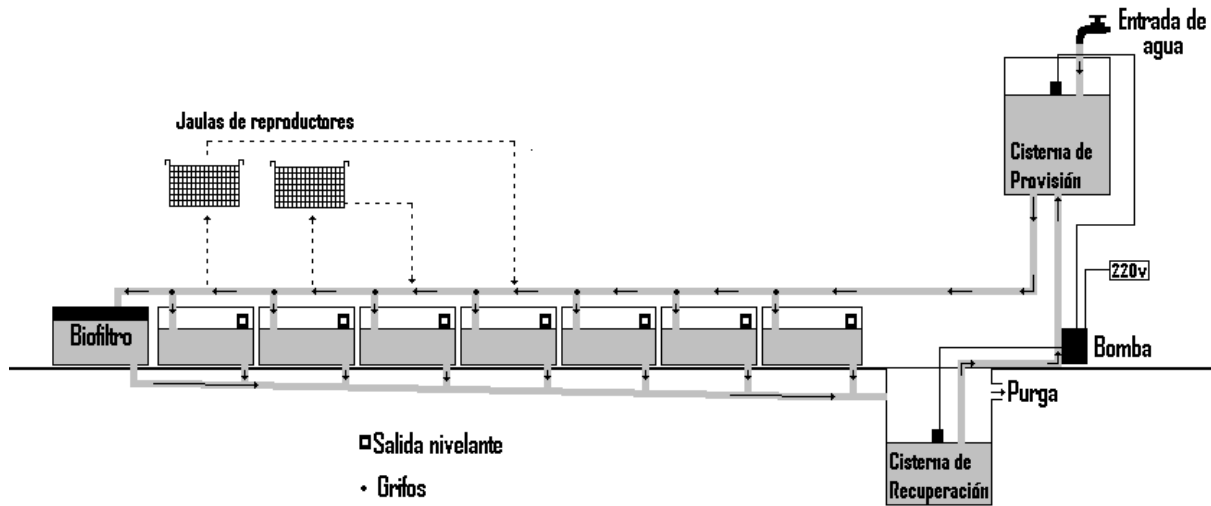


Figura 1. Esquema del sistema de cultivo experimental en el que se realizaron las diferentes etapas del estudio sobre cultivo de *Cheirodon interruptus*. Se detallan sus diferentes componentes y dirección del flujo de agua.

Etapa I

Desde las pocas horas de haber sido introducidos en el sistema, los peces se organizaron en cardúmenes que mostraron movimientos de natación ágiles, coordinados, rápida respuesta a estímulos externos, y una marcada tendencia a agruparse en los sectores más profundos y menos iluminados del estanque. Los escasos individuos que no siguieron los patrones de comportamiento descritos terminaron muriendo, por este motivo se considera que los peces utilizados se encontraban en condiciones de salud apropiadas.

Independientemente de cuál formulación dietaria artificial se les haya provisto, los individuos presentaron una rápida aceptación caracterizada por la desorganización del cardumen seguida de una inmediata reacción de consumo del alimento acompañada de trayectorias de natación veloces e individuales. Se consideró como momento de saciedad a aquel en el cual los peces comenzaban a reorganizar el

cardumen y los movimientos coordinados colectivos, se imponían sobre los individuales. Entre todos los alimentos utilizados en esta etapa, los pellets flotantes de 5mm permitieron evaluar con mayor facilidad el grado de saciedad y los patrones de conducta pre y post ofrecimiento de ración, debido a que por su tamaño y flotabilidad resultaron fáciles de identificar en el estanque no solo en la superficie sino también debajo de la superficie durante la manipulación por parte de los peces. Por este motivo se utilizó este alimento en la segunda etapa del trabajo.

A lo largo de toda la primera etapa del estudio murieron 35 individuos arrojando un porcentaje de supervivencia de 94,74%.

Etapa II

Las inspecciones realizadas en los estanques no permitieron detectar presencia de huevos pero si la de larvas de pocos días de vida en dos oportunidades. Dichos eventos ocurrieron en la tercera semana de octubre y du-

rante la tercera semana de noviembre. En ambas ocasiones la aparición de larvas sucedió de manera simultánea en ambos estanques.

Luego del primer evento reproductivo las jaulas con reproductores fueron trasladadas a otros estanques en las cuales ocurrió el segundo evento reproductivo. Es importante destacar que desde el inicio de esta etapa hasta su finalización en enero de 2009 no se registraron muertes de ejemplares.

Las larvas y juveniles fueron alimentados con polvo de los pellets con que se alimentó a los reproductores, observándose que comenzaron a consumirlo luego de una semana. Una vez que estos peces alcanzaron un tamaño de aproximadamente 10 mm se procedió a juntar los peces de los cuatro estanques en un estanque común, comprobándose que sumaban un total de 223 correspondiendo 122 al plantel de reproductores de mayor densidad y 101 al plantel de reproductores de menor densidad.

DISCUSIÓN

La rápida aclimatación a un sistema de cultivo es un requisito indispensable que debe cumplir cualquier especie para su producción en acuicultura bajo condiciones intensivas o semi-intensivas. En este sentido Los resultados obtenidos indican que *C. interruptus* se adaptó de manera satisfactoria a las condiciones de un sistema semicerrado con baja tasa de renovación y alta de recirculación de agua, lo que sería un indicador de sus potencialidades para ser producido en acuicultura.

Un requisito elemental que debe satisfacer cualquier especie que intente cultivarse a altas densidades es la aceptación de alimento artificial. Con relación a esto último, merece destacarse la alta admisión que tuvo esta mojarra a diferentes fórmulas dietarias artificiales de composición y calidad variadas a lo largo de todos los estadios ontogenéticos. A pesar de que

durante todo el estudio se utilizaron alimentos formulados para otras especies, la baja mortalidad registrada sumada a la sucesión de eventos reproductivos podrían considerarse fuertes indicadores de que no existieron deficiencias nutricionales. Sin embargo, dado el amplio espectro trófico de la especie en ambientes naturales (Escalante, 1983) es muy factible que la producción natural de algas y microorganismos ocurrida en los estanques haya sido aprovechada por los peces para obtener aquellos componentes esenciales de la dieta ausentes en la formulación artificial, particularmente en el pasaje de larva a juvenil.

En los meses de octubre y noviembre se registraron desoves simultáneos en ambos estanques y a partir de diciembre no se observó ningún tipo de actividad reproductiva. Lo ocurrido bajo las condiciones de cautiverio a la que estuvieron expuestos los ejemplares es coincidente con lo descrito por Sendra y Freyre (1981) en poblaciones silvestres. De acuerdo con el seguimiento de las horas de luz y la temperatura que son las variables ambientales clave en la maduración de las gónadas, los desoves ocurrieron dentro de un rango de fotoperiodo de 12 a 14 horas y las temperaturas oscilaron alrededor de los 20° (Figura 2). Dentro de estos rangos se encontraría la combinación óptima de ambos factores ambientales para que ocurra la puesta. Por este motivo, es factible que la especie también en cautiverio efectúe un desove de menor intensidad durante el otoño, tal cual fue observado por Sendra y Freyre (1981) en la laguna de Chascomús ya que es el único momento del año en que las variables que se discuten asumen valores similares a los de primavera. Conforme a las observaciones realizadas, *C. interruptus* se ajustaría entonces al patrón general de estacionalidad reproductiva en los charácidos de la región subtropical (Lampert et. al. 2007).

Los resultados de este estudio indicarían que es posible el mantenimiento y la reproducción de *C. interruptus* en cautiverio, lo que indica que es posible su cultivo así como también su uso como animal pampásico experimental tanto en laboratorio como en campo.

Aunque el carácter de éste trabajo puede considerarse preliminar, el conocimiento biológico y tecnológico obtenido indica que sería factible el de-

sarrollo de sistemas de producción masiva capaces de mitigar la alta presión que se está ejerciendo sobre los ecosistemas pampásicos en función de la elevada demanda de la especie como carnada. De este modo, la actividad de venta resultaría sustentable no sólo desde el punto de vista comercial, sino también desde el ecológico.

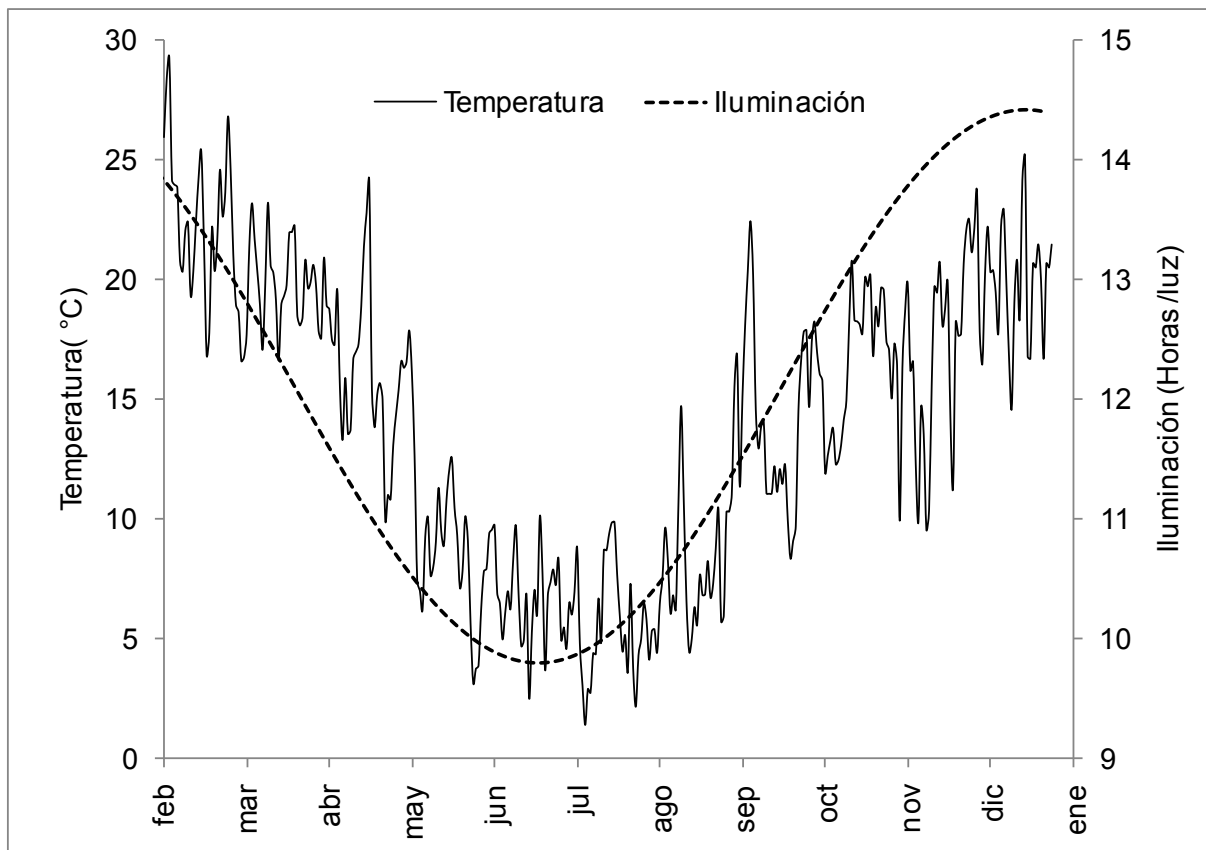


Figura 2. Variación de la temperatura y fotoperiodo durante el estudio.

AGRADECIMIENTOS

A Mario Daniel Campanella cuyo espíritu inquieto, eterna curiosidad y soporte financiero hicieron posible la realización de los ensayos. Al resto del

equipo del Laboratorio de Ecología y Producción Pesquera, sin cuya colaboración éste trabajo no podría haberse llevado a cabo. Al revisor del manuscrito, cuyos comentarios contribuyeron de manera significativa a la elaboración de la versión definitiva.

BIBLIOGRAFIA

- Burns, J., Stanley, H., Weitzman and Malabarba L. R.** 1997. Insemination in Eight Species of Cheirodontine Fishes (Teleostei: Characidae: Cheirodontinae) *Copeia*, Vol. 1997, No. 2. (May 13, 1997), pp. 433-438.
- Escalante, A. H.** 1982. Contribución al conocimiento de las relaciones tróficas de peces de agua dulce del área platense. I. *Astyanax eigenmaniorum* (Osteichthyes Tetragonopteridae). *Limnobios* 2(5): 311-322.
- Escalante, A. H.** 1983a. Contribución al conocimiento de las relaciones tróficas de peces de agua dulce del área platense. II. Otros Tetragonopteridae. *Limnobios* 2(6): 379-402.
- Escalante, A. H.** 1983b. Contribución al conocimiento de las relaciones tróficas de peces de agua dulce del área platense. III. Otras especies. *Limnobios* 2(7): 453-463.
- Grosman, F., González Castelain, J. R. y Usunoff, E.** 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.
- Lampert, V. R., Azevedo M. A. and Fialho C. B.** 2007. Reproductive Biology of *Bryconamericus stramineus* Eigenmann, 1908 (Ostariophysi: Characidae) from the Rio Ibicuí, RS, Brazil. *Brazilian Archives Of Biology and Technology*, Vol.50, n. 6: pp.995-1004. November 2007.
- Lopez Cazorla, A. y Sidorkewicz N. S.**, 2005. Edad y crecimiento de *Cheirodon interruptus* (Characiformes: Tetragonopteridae) en la cuenca alta del Río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires. *Biología Acuática* (22) p 189-196.
- Lopez, H., Baigún, C., Iwaskiw, J., Delfino R. y Padin O.** 2001. La cuenca del río Salado: Uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Editorial de la Universidad de La Plata, La Plata 2001.
- Lopez, H., Menni R. C., Mariano D. and Miquelarena A, M.** 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. *Journal of Biogeography* (2008) 35, 1564-1579.
- Malabarba, R.** 1994. Sistemática e filogenia de Cheirodontinae (Ostariophysi: Characiformes: Characidae). Unpubl. Ph.D, diss., Univ. de Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil.
- Masson, I., Stone, N. and -Woo Lee, Y.** 2006. Developing Methods for Harvesting Rosy Red Fathead Minnow Eggs. *North American Journal of Aquaculture* 68:296-305, 2006 Copyright by the American Fisheries Society 2006 DOI: 10.1577/A05-079.1.
- Nelson, K.** 1964. Behavior and morphology in the glandulocaudine fishes (Ostariophysi, Characidae). *Univ. Calif. Publ. Zool.* 75:59-152.
- Sendra, E. D. y Freyre L. R.** 1981. Estudio demográfico de *Cheirodon interruptus interruptus* (pisces Tetragonopteridae) de la Laguna de Chascomús. I Crecimiento. *Limnobios*, vol 2, Fasc. 2 pag 111-126. La Plata.
- Sendra, E. D. y Freyre L. R.** 1981. Estudio demográfico de *Cheirodon interruptus interruptus* (pisces Tetragonopteridae) de la Laguna de Chascomús. II. Supervivencia y evaluación de modelos demográficos. *Limnobios*, vol 2, Fasc. 2 pag 265-272. La Plata.