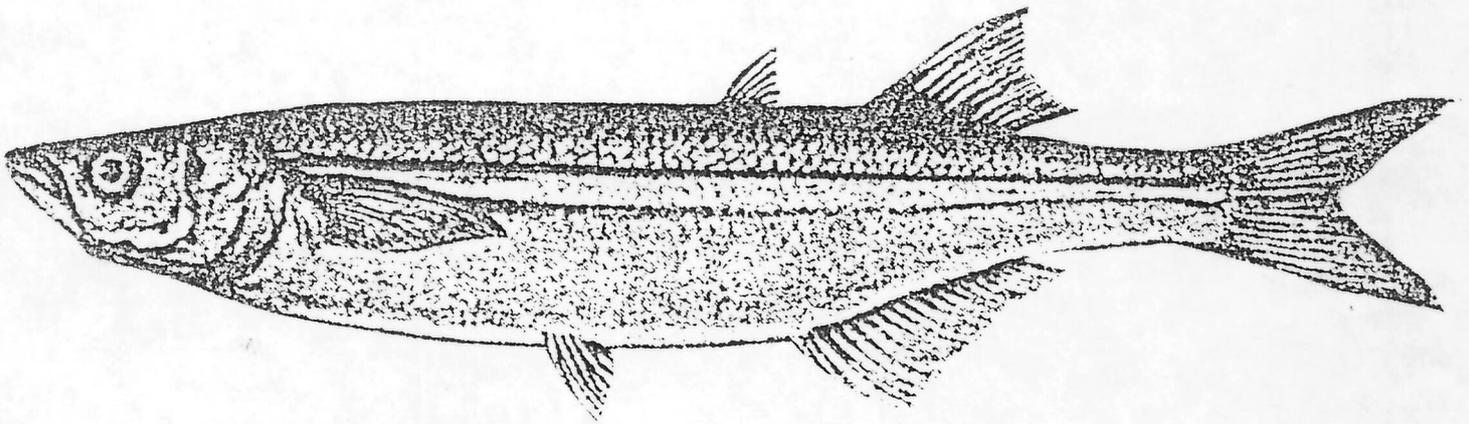


027/94



PEJERREY ARGENTINO
(*Odontesthes bonariensis*)

UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias, Departamento de Ciencias Ecológicas

PROYECTO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE EXPLOTACION
COMERCIAL DEL PEJERREY ARGENTINO (*Odontesthes
bonariensis*) Y PROCESAMIENTO DE SUS OVAS PARA
OBTENER UN SUCEDANEO DEL CAVIAR DE ESTURION

Irma Vila
Manuel Contreras
Jaime Pizarro
Hernan Thielemann
Wilma Barrera

Santiago, Abril 1996

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO.....	3
1. INTRODUCCION.....	6
2. OBJETIVOS.....	10
3. ACTIVIDADES.....	11
4. EL PRODUCTO. CARACTERISTICAS.....	13
4.1 Características. Sistemáticas. Identificación....	13
4.2 Distribución y pesquerías.....	14
4.3 Alimentación natural.....	18
4.4 Edad y crecimiento.....	19
4.5 Reproducción.....	20
4.5.1 Reproducción natural.....	20
4.5.2 Reproducción artificial.....	22
4.6 Depredadores y enfermedades.....	24
5. EL CULTIVO DEL PEJERREY.....	26
5.1 Cultivo del pejerrey en Sudamérica.....	26
5.2 Calidad del agua.....	28
5.3 Alimentación artificial.....	28
.....	28
5.3.2 Alimentación artificial en estanques.....	29

5.4 Transporte.....	30
5.4.1 Transporte de ovas.....	30
5.4.2 Transporte de juveniles.....	31
5.4.3 Transporte de adultos.....	33
5.4.3.1 Transporte en estanques.....	33
5.4.3.2 Transporte en bolsas de polietileno.....	34
5.5 Métodos de incubación artificial.....	34
5.5.2 Temperaturas de incubación.....	35
5.6 Cría masiva de larvas.....	36
5.7 Producción masiva de alevines.....	37
5.8 Producción de juveniles de 3 a 10 cm de longitud en estanques de cemento y jaulas.....	38
5.8.1 Estanques abonados.....	39
5.8.2 Cultivo en jaulas.....	40
 6. PRODUCCION DE ALIMENTO PARA LA CRIA DEL PEJERREY...	41
6.1 Producción masiva de microalgas.....	41
6.2 Producción de zooplancton.....	44
6.2.1 Cladóceros.....	44
6.2.2 Rotíferos.....	48
 7. LIMITACIONES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE PEJERREY ARGENTINO.....	50
8. CONCLUSIONES.....	52
9. BIBLIOGRAFIA.....	55

RESUMEN EJECUTIVO

Los estudios limnológicos y biológico-pesqueros realizados en los embalses Rapel, Peñuelas y La Paloma, sistemas característicos de Chile Central, muestran que en este tipo de cuerpos de agua se desarrollan naturalmente abundantes poblaciones de "pejerrey argentino" Odontesthes bonariensis, las cuales se autoregulan y autosustentan.

Los estudios acerca de las estimaciones de abundancia en el embalse Rapel, con un área de 13750 hectáreas, señalan una biomasa estimada de 500 kg/ha. Una producción similar se estima para otros embalses de Chile. Estos peces son actualmente usados para pesca deportiva. Este proyecto planteó evaluar la factibilidad económica de la pesca artesanal conjuntamente con la generación de los antecedentes requeridos para generar métodos que permitieran sostener una pesquería de la especie en los embalses y tranques de la zona central del país.

Los resultados obtenidos y las experiencias anteriores tanto nacionales como internacionales permiten concluir que se puede realizar actividades pesqueras a nivel artesanal con el "pejerrey argentino". En las condiciones actuales, la posibilidad de éxito tanto desde el punto de vista económico como también de factibilidad biológica y ecológica, es una realidad.

Los "pejerreyes", conocidos internacionalmente como "silversides" se consumen en Europa, Estados Unidos, Asia y

América Latina. Las actividades económicas actuales del rubro "pejerrey" se basan exclusivamente en actividades extractivas. Sin embargo recientemente se ha desarrollado tecnología de cultivo artificial de esta especie en Argentina, Brasil y Japón.

La cantidad de lagos artificiales y tranques utilizados para riego en la zona central del país es alta y permite recomendar fuertemente su uso complementario en pesca artesanal de la especie. Con miras a evitar la inversión alta en la infraestructura y mantención que implica el cultivo intensivo, se propone el **manejo extensivo** de estos sistemas acuáticos de acuerdo con la conservación de la calidad del agua, manejo de zonas de reproducción y reglamentación de artes y períodos de pesca.

Actualmente se prohíbe la pesca comercial en los sistemas continentales de Chile, de aquellas especies no cultivadas artificialmente. Sin embargo el manejo de los embalses y la repoblación periódica con alevines obtenidos en centros de alevinaje, permitirían suplir las poblaciones locales. Además, la especie presenta alta capacidad reproductiva y en muchos casos podría sustentar una pesca extractiva controlada. En el caso de tranques pequeños, éstos podrían ser fertilizados con abonos animales para aumentar la abundancia de zooplancton, alimento del "pejerrey".

Por lo tanto, se concluye que es posible establecer una actividad económica basada en la utilización de "pejerrey argentino", especialmente para asegurar un abastecimiento más regular de este producto. El complementar la pesca con la

elaboración de un sucedáneo del caviar permitiría asegurar una rentabilidad adecuada para este producto.

1. INTRODUCCION

El uso de los embalses para el cultivo intensivo ó extensivo de peces de valor comercial es uno de los principales beneficios secundarios que se obtiene de ellos en muchos países, alcanzándose rendimientos económicos favorables, que benefician normalmente áreas rurales de baja productividad agrícola y deprimidas económicamente.

China obtiene un rendimiento de 90 kg/ha en pequeños embalses (FAO, 1983), la represa de Akosombo en el Volta alcanzó una producción pesquera estimada en 40.000 toneladas/año en 1979. Los embalses del sudeste brasilero, así como los cubanos se usan exitosamente con propósitos pesqueros (Bonetto y Castello, 1985).

Estudios limnológicos realizados en los embalses Rapel, Peñuelas y La Paloma, sistemas característicos de Chile Central, muestran que en este tipo de cuerpos de agua se desarrollan naturalmente abundantes poblaciones de "pejerrey argentino" las cuales se autoregulan y autosustentan. Nuestros estudios acerca de las estimaciones en relación con la abundancia en el embalse Rapel, con un área de 13750 hectáreas, señalan una biomasa estimada de 500 kg/ha. Una producción similar se estima para otros embalses de Chile (Vila et al. 1986).

Las condiciones limnológicas imperantes en estos lagos artificiales son propias de climas templados, presentando una producción biológica que varía desde alta a moderada productividad. Esto significa que estos cuerpos de agua son

capaces de sustentar abundantes poblaciones de peces que actualmente son solamente usados para pesca deportiva y podrían transformarse en recurso para pesca artesanal (Vila et al. 1986, 1989).

Una especie interesante para desarrollar cultivos de tipo extensivo, según la experiencia que este grupo de trabajo, corresponde al "pejerrey argentino", que presenta condiciones biológicas y ecológicas muy favorables, destacándose su excelente adaptación en los medios lacustres así como el hecho de que no produce impactos directos conocidos sobre los peces autóctonos.

Su presencia ayuda a su vez a mantener la calidad del agua utilizando recursos del ecosistema que no son explotados por otras especies (Vila y Soto 1981).

En consideración al gran número de embalses existentes y proyectados para su construcción en Chile, la posibilidad de realizar un aprovechamiento integral de estos lagos artificiales puede tener un impacto socioeconómico positivo sobre las comunidades aledañas.

Este recurso íctico es susceptible de ser utilizado como pesquería comercial asociada a piscicultura extensiva por las comunidades locales, permitiendo desarrollar y mejorar la calidad de vida de las poblaciones de escasos recursos que usualmente viven en las zonas colindantes a los embalses.

Las tierras que rodean los embalses en Chile son generalmente de escaso valor económico sin alternativas agrícolas importantes, por lo que es prioritario poder generar actividades económicas sustentables en el tiempo; en este caso el recurso más

inmediato susceptible de ser explotado comercialmente, garantizando la sustentabilidad económica y ambiental mediante la resiembra controlada, corresponde al pejerrey argentino.

La explotación comercial de este tipo de recursos, bajo criterios de sustentabilidad de la pesquería, permitirá el manejo permanente de un recurso existente no explotado, independiente de quienes sean sus usuarios.

La información internacional señala la necesidad creciente para el desarrollo de la acuicultura y pesca en lagos y embalses, y así lo recomiendan las instituciones especializadas como FAO (1994). Se agrega a ésto los estudios de investigadores que informan acerca del alto valor comercial de esta especie en Europa y Japón, por la calidad y sabor de su carne (Strussman, 1991).

En la actualidad la producción de un sucedáneo del caviar de esturión de menor costo que éste, aparece como interesante. La demanda mundial de caviar natural se ha incrementado en los últimos años en relación con la producción (Mena-Millar Oficial Pesquero, FAO, Comunicación personal). Este hecho ha estimulado la generación de productos sucedáneos del caviar de esturión tales como huevos de caracol y de otros peces marinos, los cuales tienen buena demanda y un adecuado nivel de precios, especialmente en países europeos.

El "pejerrey argentino" se reproduce entre los meses de agosto y diciembre, las hembras representan un 50% de la población y al ser comercializadas se debe extraer sus ovas, las que son un porcentaje significativo (10-20%) del peso de estos

peces.

Se plantea realizar en conjunto con el estudio de factibilidad de comercialización de pejerrey argentino, el utilizar las ovas para probar su posible utilización como sucedáneo del caviar natural.

2. OBJETIVOS TECNICOS

2.1 Objetivos generales:

2.1.1 Generar pesca artesanal de pejerrey argentino en embalses de Chile Central con el objeto de comercializar su carne en el mercado interno y eventualmente externo.

2.1.2 Evaluar la factibilidad de fabricar con las ovas de pejerrey un sucedáneo del caviar.

2.2 Objetivos específicos:

2.2.1 Elaboración de un manual de pesca y reproducción artificial.

2.2.2 Estudio del mercado potencial del pejerrey argentino.

2.2.3 Estudio de la calidad proteica y bacteriológica de las ovas de pejerrey.

2.2.4 Estudio del teñido, tratamiento, técnicas de conservación y envasado de ovas de pejerrey.

3. ACTIVIDADES

Unidad proponente. Ubicación:

Santiago:

-Laboratorio de Limnología, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

-Programa Interdisciplinario de Administración para el Desarrollo de Empresas. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Chile.

Embalse Rapel:

-Estación de Limnología, Las Balsas, Universidad de Chile.

En este lugar se realiza investigación desde 1975 y corresponde al Centro donde ha sido estudiada la biología básica, reproducción artificial, abundancia y distribución de estos peces conjuntamente con la calidad del agua, información que se adjunta en la bibliografía.

3.1 Actividades desarrolladas:

3.1.1 Implementación en el Embalse Rapel de un Centro de producción artificial de ovas y alevines de pejerrey argentino con fines de repoblación en embalses.

-1 galpón de madera de 50m² para sala de reproducción artificial.
-Instalación de 7 estanques de fibra de vidrio para mantención de peces. Bombas de agua y conexión de surtidores de agua.

3.1.2 Investigación de la tecnología de pesca para la extracción sustentable de pejerrey argentino.

3.2 Obtención del "pejerrey argentino". Se capturaron "pejerreyes argentinos" con redes de enmalle ó agalleras costeras de 1' a 5' de diámetro de abertura de malla colocadas durante la noche y paralelas a la costa, conjuntamente con pesca eléctrica, las pescas fueron realizadas quincenalmente durante noviembre 1994 a marzo de 1995.

La captura de peces permitió efectuar las actividades que a continuación se detallan:

3.2.1 Obtención de peces para fecundación e incubación artificial.

3.2.2 Obtención de alevines para experimentos de alimentación.

3.2.3 Obtención de ovas para experimentos de teñido y evaluación bacteriológica.

4. EL PRODUCTO. CARACTERISTICAS

Los antecedentes aquí recabados en relación con los aspectos biológicos, ecológicos y económicos acerca de esta especie, señalarían la factibilidad exitosa de su explotación comercial en el país.

Los aspectos relacionados con la factibilidad económica de comercialización de esta especie se explicitan en el documento "Estudio de mercado el pejerrey argentino (Odontesthes bonariensis) y sus Anexos "Pejerrey nacional y Mundial de Pesca".

La información obtenida en relación con la factibilidad de obtener un sucedáneo del caviar se detallan en el documento adjunto "Informe sobre el proceso de elaboración de un símil de caviar a partir de ovas de pejerrey argentino (Odontesthes bonariensis).

Se describen a continuación los antecedentes acerca de las características biológicas, ecológicas y de experiencias de cultivo de la especie. Estos antecedentes se pueden utilizar en la elaboración de un manual de manejo y cultivo del "pejerrey argentino".

4.1 Características. Sistemáticas. Identificación

El pejerrey argentino Odontesthes bonariensis pertenece al Orden Atheriniforme y a la Familia Atherinidae para la cual se describen uos 29 géneros de distribución tanto marina como límni- ca en el mundo.

La información siguiente es resumida de Ringuelet 1967, Nelson 1984 y Bonetto y Castello 1985.

Cuerpo cilíndrico, fusiforme, más o menos comprimido. Es de coloración plateada y con una franja más clara lateral siempre presente. La cabeza es aplanada superiormente; Los premaxilares son protractiles, la boca es terminal hendida oblicuamente, y se abre en embudo. El maxilar es excluido del borde de la maxila superior y terminado en punta en su extremidad posterior. Hay presencia de placas faríngeas para la trituración de moluscos y crustáceos. Las escamas de tipo cicloídeo son medianas o pequeñas; El aparato branquial presenta un opérculo sin espinas ni puntas. El rastrillo branquial tiene 5 pares de branquiespinas; Las mejillas y las piezas operculares son escamosas. Las agallas son anchas. Las aletas presentan las características siguientes: Dos dorsales bien separadas: la anterior con tres a ocho espinas delgadas y flexibles, la posterior membranosa. Ventrals pequeñas más o menos distantes de las pectorales. La inserción de las pectorales es muy elevada, encontrándose a nivel del ángulo pósterior superior del opérculo. Anal con una espina débil, caudal en forma de horqueta.

4.2 Distribución y pesquerías

Area de distribución original. El pejerrey argentino es originario del río de La Plata, Argentina, Uruguay y Sur de Brasil. En la Argentina es más abundante en lagunas de la región pampeana y penetra en los sistemas de los ríos Paraná, Uruguay y de la Plata.

Area de dispersión actual. Actualmente el pejerrey se encuentra en una amplia región de Sudamérica que comprende además de los países mencionados anteriormente, el altiplano boliviano y la Sierra Peruana. Ha sido introducido en Italia, Japón, e Israel para ser probado como pez de cultivo en estanques (Hepher, 1981).

El pejerrey argentino, es un pez muy valorado en varios países de América del Sur especialmente Argentina, Bolivia, Sur de Brasil, Paraguay y Perú, en los cuales es considerado como un producto de calidad. En toda esta amplia región existen lagos, lagunas y embalses en los cuales se han desarrollado numerosas pesquerías naturales y en las que se practica una intensa actividad extractiva, tanto artesanal como deportiva. En Chile, desde su introducción en el Embalse Peñuelas durante 1940, se ha desarrollado una importante pesquería deportiva especialmente en los embalses de la zona central (Rapel, Peñuelas, La Paloma, Recoleta).

El pejerrey tolera una amplia gama de salinidades y calidad del agua lo que explica la amplitud y variedad de su área de distribución actual que va desde sus ambientes de origen, las lagunas pampeanas en la Argentina, hasta los ríos y lagos de montaña en Bolivia y Perú y zonas francamente subtropicales del sur de Brasil.

En la casi totalidad de este área la demanda de pejerrey fresco no llega a satisfacerse plenamente por parte de las pesquerías continentales debido al retroceso de los stocks por

sobrepesca o falta de metodologías adecuadas de pesca.

En lo relacionado con el tamaño de consumo, éste presenta variaciones regionales. Así en la Argentina el pejerrey se consume en dos clases de talla: juveniles de unos 7 cm de longitud y 10 g de peso ("cornalitos") y adultos a partir de los 180-200 grs. En países andinos, como por ejemplo Bolivia, la tallas de consumo parecen variar con la disponibilidad. En el mercado de los Yungas, ubicado en La Paz, se ofrecen desde pejerreyes de medio kilo hasta ejemplares de menos de 100 g. Según Wurtsbaugh (1974, en Rivas Plata y Llanos U., 1989), más del 95% de los pejerreyes capturados en el lago Titicaca tienen una longitud promedio de 20 cm.

En ciertas zonas tales como la depresión del Salado en la Provincia de Buenos Aires y el Sur de Córdoba se alcanza una densidad muy elevada de lagunas sembradas con pejerreyes originando un tipo de explotación de carácter muy extensivo.

Otra de las regiones en las cuales se encuentran importantes pesquerías continentales de pejerrey está constituida por el altiplano boliviano y sur de la sierra peruana. Allí, luego de ser introducido desde Argentina, se distribuye por la cuenca de los lagos Uru-Uru, Poopó y Soledad (Bolivia) y Titicaca (Perú y Bolivia) y el lago Pacucha (Apurímac, Perú). En el lago Titicaca por ejemplo se extraían en el año 1988, 2400 toneladas anuales de pejerrey (Vera Rivas Plata, 1989). Acorde a este autor en el lago Titicaca se calculó una biomasa de pejerrey de 20 000 toneladas.

Similarmente las expectativas y la necesidad de incrementar y manejar la producción de pejerreyes se manifiesta marcadamente en la región andina de Bolivia y Perú así como en Uruguay y sur de Brasil.

Sólo en tiempos muy recientes se ha podido realizar el ciclo completo y ensayos de cría masiva de pejerrey (Reartes, 1987; Luchini et al 1983. Reartes, et al., 1995). Los avances realizados son significativos en los aspectos siguientes: alimentación de larvas y alevines mediante la producción masiva de alimento vivo; Mantención de ejemplares adultos mediante la aplicación de métodos adecuados de anestesia. De acuerdo con Reartes (1995), hoy existe un método seguro de producción masiva de alevines y juveniles de pejerrey el cual permitiría desarrollar la pesquería de la especie.

La implementación de métodos masivos de producción de alimento vivo ha sido especialmente determinante en los avances logrados (Reartes. 1983; Reartes et al., 1989).

No obstante en toda el área sudamericana de distribución del pejerrey, restan aún por realizar progresos en aspectos importantes para el desarrollo de su cultivo como alternativa de producción.

Así, la obtención de ovas fecundadas depende aún exclusivamente de las capturas de reproductores en ambientes naturales; es imperativa la generación de stocks de reproductores "domesticados" a partir de la segunda o tercera generación nacida en cautiverio. La domesticación puede permitir la selección de

caracteres deseables tales como velocidad de crecimiento, tolerancia a la manipulación y resistencia a las enfermedades.

Dado que la adopción de métodos masivos de producción de alimento vivo ha sido especialmente determinante en los avances realizados para la alimentación de larvas y juveniles de pejerrey se reseñan más adelante los métodos empleados en la producción masiva de esta especie (Reartes 1995).

4.3 Alimentación natural

Es un pez oportunista en alimentación, es decir consume un amplio espectro de items alimenticios. Durante los estadios larvarios y juveniles y practicamente hasta el primer año de vida, es zooplanctófago consumiendo especialmente microcrustáceos los cuales se encuentran en abundancia en los ambientes temperados de su área de distribución. A medida que crece consume insectos acuáticos y terrestres, caracoles y a tallas superiores a 30 cm es ictiófago y especialmente de hábitos canibalistas depredando sobre ejemplares de los cardúmenes de tallas inferiores de su misma especie. Se reconocen cuatro etapas en sus hábitos alimentarios:

1.larval: consumo de vitelo. dos a cinco días.

2.post-larval: Hasta los tres meses. Microcrustáceos inferiores a 100 micrones, diatomeas y otras algas.

3.Juvenil a adulto: microcrustáceos planctónicos mayores a 100 micrones, insectos acuáticos y terrestres.

4. Adultos mayores a tres años: Ictiófagos especialmente canibalistas.

Vera, J. *et al.* (1989). Analiza los hábitos alimentarios del pejerrey en ambientes andinos. Califica al pejerrey como eurífago, con acentuada tendencia carnívora e ictiófaga en el Lago Titicaca. En ambientes fluviales de la región, la dieta del pejerrey se basa casi exclusivamente en insectos acuáticos.

4.4 Edad y crecimiento

Los antecedentes disponibles de edad y crecimiento de O. bonariensis de Argentina y Chile coinciden con los De Buen (1953) en Uruguay, quien calculó que los promedios de longitudes totales para esta especie correspondían a 138 mm, 243 mm, 349 mm, 430 mm y 498 mm para 1 a 5 años de edad respectivamente (Freyre, 1976; Vila y Soto, 1981).

Los métodos de lectura de escamas y el análisis de frecuencia de tallas coinciden en estimar siete grupos de edad. Las longitudes promedios calculadas para cada edad se detallan en la Tabla I. La fig. 1 detalla las curvas de crecimiento para machos y hembras de acuerdo con la información disponible.

El análisis de la información existente para ambientes diferentes especialmente las lagunas bonaerenses de Argentina y embalses de Chile se pueden concluir lo siguiente: Para alcanzar las tallas más comercializables en la Argentina, (270 mm y 300

g, se necesitaría un lapso entre dos y tres años.

En Chile, los ejemplares más capturados en la pesca deportiva oscilan entre los 150 y 300 mm, los cuales también corresponden a especímenes de dos a tres años de edad.

4.5 Reproducción

4.5.1 Reproducción natural

Odontesthes bonariensis alcanza su primera madurez sexual aproximadamente al primer año de vida. Coincidimos con Calvo y Dadone (1972) que esta madurez puede ser anterior al año de vida y se relaciona más bien con tallas alcanzadas que con edad. Para Argentina las tallas mínimas citadas son de 140 mm de L.T., en Chile central hemos encontrado que la primera madurez ocurre después del primer invierno, con ejemplares maduros ya a los 100 mm de L.T.

El período de desove se extiende entre Agosto y Noviembre en Argentina, Uruguay y Chile. Además, la información bibliográfica coincide en afirmar la existencia de un segundo desove en Enero a Abril (Cabrera, 1959; Calvo y Dadone, 1972). Este se inicia cuando la temperatura del agua alcanza 13°C como promedio diario. El porcentaje más alto de individuos maduros se encuentra generalmente en Octubre, Ringuelet (1967) informa que la temperatura óptima para el desove y desarrollo de los huevos es de 17°C. El diámetro de los oocitos maduros (1.1 m a 1.4 m) es también similar (Ringuelet, 1967; Calvo y Dadone, 1972). También

hay coincidencia en los valores de fecundidad que oscilan entre 1.170 oocitos en las hembras más pequeñas a 30.300 en los ejemplares más grandes. Cuando se realizan los cálculos de fecundidad absoluta se encuentra que los valores obtenidos son excepcionalmente altos para las hembras adultas y cada hembra tiene en teoría la posibilidad de reproducirse al menos cinco veces durante el transcurso de su vida. Se encuentra que la fecundidad puede expresarse acorde a una relación exponencial con respecto a la longitud, peso y edad. La longitud total es un buen parámetro para estimar fecundidad en esta especie.

Calvo, J. y Dadone, L. (1972) al analizar las gónadas de 1062 reproductores de ambos sexos capturados en la Laguna de Chascomús en Argentina concluyen: para los testículos los valores del índice de madurez, relación de longitudes e índice gonadal van disminuyendo desde el principio de la temporada de desove hasta el fin de la misma, lo cual podría indicar un estado de emisión continua o casi continua de esperma durante la época del desove, con progresivo agotamiento del testículo. Los ovarios cercanos a la madurez es decir ovarios voluminosos y turgentes (en los cuales las ovas maduras son expulsadas con una leve presión, las ovas maduras libres en el lumen ovárico son de un diámetro de 1.65 a 1.80 mm, translúcidas, de color amarillo limón pálido con tintes verdosos; presentan gotas de aceite aumentadas de tamaño y reunidas en un solo grupo; los filamentos coriónicos están sueltos.

La variación estacional de oocitos en los ovarios encontrada en Argentina y Chile es la siguiente:

Septiembre-octubre, $b=107.17$ ovas/cm

Noviembre-diciembre $b=47.68$ ovas/cm

Febrero-abril $b=33.44$ ovas/cm

Juntamente con esta disminución porcentual de ovas maduras con el avance de la estación también se observa un descenso del índice gonadal (IG), es decir la relación entre el peso del cuerpo y de las gónadas de las hembras maduras, que llega a un mínimo en diciembre, elevándose nuevamente en enero. A partir del análisis de las camadas ovocitarias presentes en los ovarios maduros se concluye que la distribución de las camadas ovocitarias se ajusta al modelo de distribución bimodal. El desove del grupo mayor es seguido por el desarrollo y posterior maduración de uno o mas grupos adicionales derivados de las camadas intermedias.

4.5.2 Reproducción artificial

Para efectuar fecundación artificial se seleccionan machos y hembras maduros de 20 a 40 cm de longitud total; el sexo puede determinarse comprimiendo ligeramente la pared abdominal para observar los gametos, (óvulos o semen), o por la mayor dilatación de la abertura genital de la hembra. Al año de edad, los machos y hembras alcanzan la madurez sexual. Una hembra puede liberar entre 2000 ovas (1 año) y 45.000 ovas (4 años), aunque en algunos

casos las cifras son bastante superiores.

Las ovas de tres o cuatro hembras se fertilizan con el líquido espermático de dos machos. El contenido de la cápsula de Petri, donde se realiza la fecundación artificial, se agita, se deja en reposo durante un minuto y, luego, se le agrega 10 ml de agua (decolorada previamente por burbujeo). Después de 5 minutos de reposo se reúne el contenido de varias cápsulas en jarras de vidrio de diseño especial denominadas botellas McDonald, las cuales son jarras de vidrio con una entrada de agua en su parte superior y una salida en la inferior para permitir que el agua circule en su interior.

Al contacto con el agua los óvulos se hidratan, aumentan levemente de volumen, se endurecen y adquieren una consistencia firme; este proceso dura entre dos y tres horas. Con tijeras se cortan los filamentos que aglutinan los huevos, con lo que se reduce mucho la mortalidad. Finalizado el proceso de separación y lavado de impurezas, se hace el recuento volumétrico; en condiciones normales se obtiene aproximadamente 200 huevos /cm³. El agua debe tener un pH próximo a 7 y la temperatura debe permanecer entre 18 y 21°C, con una variación máxima de 3°C, ya que más allá de estos límites la incubación parece resentirse, incrementándose la mortalidad de ovas.

Los huevos, que tienen de 1,2 a 1,8 mm de diámetro son de color amarillento a verde pálido y cada uno tiene una corona de filamentos adhesivos por lo que, al ser liberados del ovario, se

aglutinan formando un racimo. En la naturaleza, los filamentos permiten la adherencia de los huevos a la vegetación sumergida e impiden así que los mismos caigan al fondo fangoso de la masa de agua en la que el contenido del oxígeno disuelto es menor. Sin embargo, los "pejerreyes" desovan también en aguas de poca profundidad donde el fondo es de tosca.

Debido a que el "pejerrey" es un pez muy frágil, que sucumbe fácilmente a la manipulación, no es conveniente guardar reproductores en estanques, por lo que la fecundación artificial se realiza con ejemplares recién capturados, cuya carne puede ser utilizada.

Los huevos incubados entre 18°C y 21°C (temperatura natural del agua entre septiembre y diciembre) eclosionan a los 15-20 días a esta temperatura. Los alevines se mantienen en recipientes plásticos y se alimentan desde el tercer día y/o se siembran en zonas costeras de baja profundidad.

4.6 Enfermedades

Rivas Plata y Llanos Urbina (1989) recopilan información que da cuenta de la presencia de nemátodos en la primera porción del estómago de pejerreyes del lago Titicaca, siendo su incidencia mayor en ejemplares de talla superior a los 21 cm.

Zavaleta (en Rivas P. y Llanos U., 1989) determinan una parasitosis por cestodos en un 2.46% y por nemátodos en un 71.5%, al analizar una muestra de 407 ejemplares provenientes del lago

Titicaca. No se detectaron daños considerables, como tampoco daños al hombre.

En la Argentina central ha sido frecuentemente señalada la infestación de pejerreyes por *Myxosoma cerebralis*, la cual puede llegar a afectar hasta el 100% de los individuos examinados.

Entre las aves depredadoras en Argentina y Chile merecen destacarse el huairavo (*Nycticorax nycticorax*), el martín pescador (*Megaceryle torquata*), los cormoranes o yecos (*Phalacrocorax olivaceus*). la garza grande (*Ardea Cocoi*), la garza chica (*Cosmerodius albus*), la gaviota (*Larus maculipenis*) y la huala (*Podiceps major*). En el caso de estanques de juveniles si estos no estan protegidos por redes puede diezmar los cultivos de alevines y juveniles. El martín pescador preda asimismo sobre peces de mayor tamaño pero se le ahuyenta mediante la colocación de líneas longitudinales de alambre liso sobre la superficie del estanque (situados unos 50 a 70 cm de distancia entre sí). Para el caso de estanques mayores y represas se debe apelar a balones inflables ahuyentadores.

5. EL CULTIVO DEL PEJERREY

5.1 Cultivo del "pejerrey" en Sudamérica.

El cultivo del pejerrey preferentemente mantiene la modalidad de piscicultura de repoblación.

En América del sur y especialmente Argentina, los esfuerzos han sido canalizados en la producción de alevines con vesícula destinados a la siembra en lagunas y embalses, actividad que data en la Argentina desde principios de siglo. Reartes (1995) informa que desde la década de los cuarenta ya estaban desarrollados los métodos de desove artificial, incubación de ovas y transporte y siembra de ovas embrionadas y alevines que se aplicarían durante las cinco décadas posteriores.

En 1954 se publica un manual sobre piscicultura del "pejerrey" en Argentina (Regalado, T.y V. Mastrarrigo (1954) donde se desarrollan los temas relacionados desde la captura de reproductores hasta la alimentación de alevines y su cultivo en estanques y presas. Cuarenta años más tarde las técnicas de cultivo masivo de microcrustáceos y rotíferos para la primera alimentación de alevines, permitiría por primera vez una acuicultura experimental del pejerrey (Reartes *et al.*, 1989).

Hasta la fecha, se puede afirmar que en toda el área de su distribución actual en Sudamérica se practica con el pejerrey una piscicultura de repoblación. Al respecto, Vera Rivas y Llanos Urbina (1989) realizan una revisión del estado de la acuicultura del pejerrey en los diversos países de la región, trabajo del cual se extrae el siguiente resumen:

Argentina: tradicionalmente se practica acuicultura de repoblación.

Brasil: básicamente se trata de incrementar la productividad natural mediante la siembra y repoblación de lagos y embalses e intentos de producción en corrales. Para este efecto, (Viruez Mardini y Porto da Silva, 1979), se practica el abonado orgánico de pequeños embalses y la distribución en los mismos de alimento artificial de elaboración artesanal para complementar el alimento natural.

Uruguay: producción artificial de alevinos para la repoblación.

Bolivia: acuicultura de repoblación.

Perú: se practica la piscicultura de repoblación desde 1978, con campañas de siembra en lagos y lagunas de varios departamentos del país.

A escala de ensayos piloto se han producido juveniles en estanques abonados orgánicamente. La producción obtenida alcanza hasta 600 kg/ha en un período de algo más de cuatro meses mediante el sólo empleo de abonos orgánicos y sin complementar con alimento artificial (Reartes, 1987). Pero especialmente se ha mejorado sustancialmente la producción masiva de larvas y alevines adoptando sistemas intensivos de recirculación y el empleo de alimento vivo cultivado. (Reartes, 1983; Reartes et al., 1995).

Tanto en el área de los andes peruano-bolivianos, como en la Pampasia argentina y en el Uruguay y sur del Brasil existe un creciente interés por la producción de pejerreyes en estanques

para incrementar la productividad.

5.2 Calidad del agua

El pejerrey es un pez tolerante a incrementos paulatinos en la salinidad. Así en la Laguna Mar Chiquita (Provincia de Córdoba) cuya salinidad actual fluctúa entre 24 y 35 por mil, poblaciones de pejerreyes provenientes de ambientes de agua dulce sostienen actualmente una pesquería importante.

Los niveles elevados de anhídrido carbónico son propios de ambientes eutróficos y la tolerancia por parte de los pejerreyes es alta, ya que ellos viven generalmente en ambientes de mediana a alta eutrofía. Algo similar ocurre con amoniaco. Con respecto a la temperatura, los pejerreyes parecen evitar las temperaturas por encima de los 30°. Por otra parte toleran sin sufrir consecuencias negativas, temperaturas cercanas al congelamiento temporal de la superficie del agua.

5.3 Alimentación artificial

5.3.1 Alimento del pejerrey en estanques abonados

Son muy escasos los trabajos sobre alimentación del pejerrey bajo condiciones de cultivo en estanques. Se resume a continuación el trabajo realizado en estanques de concreto de 15 x 3 m y 1, 2 m de profundidad en la Estación de Piscicultura del Dique San Roque en la Provincia de Córdoba, Argentina (Reartes 1995).

Los "pejerreyes" se sembraron como larvas en medio enriquecido orgánicamente mediante la adicción de guano de vacuno. Esta práctica estimula el desarrollo del zooplancton (compuesto principalmente por Cladóceros). Las determinaciones de biomasa de zooplancton alcanzaron un máximo de 1.68 g/m^3 . Efectuado el análisis del alimento (porcentajes de frecuencias) del contenido del tubo digestivo de los pejerreyes entre 40 y 140 días de edad, los tubos digestivos estaban llenos a repleción por zooplancton, predominantemente Cladóceros. El zooplancton manifestó su presencia en el 93 % de los tubos digestivos de los peces examinados. Otros alimentos frecuentes fueron insectos y algas verdes filamentosas. Asimismo es muy elevado el porcentaje de detritos registrados como material indeterminado (presente entre el 40 y el 64 % de los individuos examinados). Se ha considerado como importante los detritos encapsulados por bacterias como integrantes de la dieta de peces en estanques abonados orgánicamente.

En las algas verdes filamentosas que se adhieren a las paredes de los estanques se desarrollan densos agrupamientos de cladóceros, los cuales se incorporan al alimento.

5.3.2 Alimentación artificial en estanques

La experiencia señala que los "pejerreyes" de criadero, tanto los juveniles como los adultos, rápidamente se acostumbran a comer alimento artificial en forma de masa húmeda colocado en bandejas dentro del estanque. También el pejerrey puede ser

habitudo a ingerir alimento seco pelletizado, formulado para truchas. Esto se logra tanto con peces nacidos en cautiverio como aquellos provenientes de ambientes naturales.

5.4 Transporte

5.4.1 Transporte de ovas

González Regalado y Mastrarrigo (1954) describen el método empleado en la época para el transporte de ovas embrionadas, el cual se continúa usando hasta hoy. En el traslado es importante observar las precauciones siguientes:

a) Las ovas destinadas al transporte deben haber alcanzado el estado de desarrollo con ojos, éstos deben estar bien visibles y pigmentados. En este estadio las ovas toleran muy bien la manipulación, reduciendo al mínimo las pérdidas. Las ovas embrionadas se disponen en bandejas. En una bandeja de 20 x 25 cm pueden acomodarse unas 15 000 ovas.

b) mantener la temperatura lo menos variable que se pueda en un ambiente húmedo y fresco en el interior de los recipientes. En lo posible, temperaturas que no excedan los 15° C.

c) Disponer las ovas en capas simples, separadas entre sí para facilitar una conveniente aireación.

5.4.2 Transporte de juveniles

El pejerrey es un pez sumamente sensible a la manipulación debido a lo cual el transporte de ejemplares vivos exige precauciones especiales, de acuerdo con las recomendaciones de Reartes (1995) y las sugeridas para otras especies (Piper, et al., 1982; Huet, M. 1981; Leitritz & Lewis, 1976; G. Regalado y Mastrarrigo, 1954; Bertoletti, 1985).

Los alevines con vesícula son los más fáciles de transportar; también se realiza exitosamente el transporte de juveniles de entre 2 y 5 cm de longitud. La sobrevivencia disminuye para las tallas mayores, las cuales son especialmente sensibles a la manipulación.

Los factores de mayor importancia que inciden en la sobrevivencia de los peces transportados son los siguientes:

1. Stress: Estos peces son muy sensibles a la manipulación, la cual es inevitable durante el transporte. El stress resultante puede causar pérdidas totales, parciales o una mortalidad diferida luego del transporte, el cual de acuerdo con Reartes (1995), puede prolongarse hasta más allá de las dos semanas posteriores al traslado. El origen de los pejerreyes, ya sean provenientes de criaderos o silvestres capturados en ambientes naturales, incide marcadamente en la sobrevivencia de los mismos. Los pejerreyes de criadero se aclimatan mejor a la manipulación.

La mortalidad atribuible al stress, de juveniles criados a alta densidad en sistemas cerrados, es prácticamente nula

(Reartes *et al.*, 1989). Los peces silvestres en cambio son muy afectados por el stress.

2. Oxígeno: el consumo de oxígeno se incrementa dramáticamente con el transporte. Se requiere un mínimo de 6 mg/l de oxígeno disuelto. El oxígeno debe ser calculado en exceso ; el consumo de oxígeno por parte de los peces se incrementa con el aumento del anhídrido carbónico.

3. Temperatura: de manera similar a lo que sucede con otras reacciones biológicas, el consumo de oxígeno se incrementa al aumentar la temperatura. El empleo conjunto de cajas aislantes de plumavit o tergopol y hielo es suficiente para transportes de corta duración.

4. Amonio. Los peces eliminan el amonio metabólico principalmente a través de las branquias, el cual puede ser altamente tóxico. Para evitarlo se recomienda no alimentar los peces a trasladar durante 24 y 48 antes de su transporte, para lo cual se les mantiene con agua circulante limpia y se suspende la alimentación.

5. Dióxido de carbono: proviene de la respiración de peces y bacterias. también es un gas tóxico cuando se acumula en el agua. En general por cada mililitro de oxígeno consumido por un pez se producen 0.9 ml de dióxido carbónico. La aireación lo elimina a

la atmósfera. Algunos autores (Piper et al., 1982) aconsejan el empleo de buffers para minimizar las variaciones en el pH durante el transporte. Se recomienda especialmente un buffer orgánico, el trihidroximetilaminometano; la tasa de aplicación fluctúa entre 1.3 y 2.6 g/l.

6. Anestésicos: El empleo de anestésicos tiene como objetivo el bajar la actividad metabólica de los peces; como efectos benéficos se producen descensos en el consumo de oxígeno, la excreción de desechos nitrogenados y la producción de anhídrido carbónico. (Piper et al., 1982). El cloruro de benzocaína ha sido probado exitosamente con un mínimo de mortalidad en pejerreyes juveniles (Reartes 1995).

5.4.3 Transporte de adultos

5.4.3.1 Transporte en estanques

Juveniles y adultos de tamaño reducido se transportan en pequeños bidones de 50 a 100 l a una densidad de 1 individuo (80-150 g) cada 10 l de agua. En tales casos es imprescindible bajar la temperatura hasta unos 15-17 C° mediante el agregado de hielo. Cuando la duración del tiempo de transporte es reducida (alrededor de una hora) se alcanza una tasa de sobrevivencia elevada sin burbujeo de aire ú oxígeno. No es conveniente transportarlos durante el día en verano ni en días muy cálidos.

Para viajes de mayor duración y a densidad más elevada es indispensable la utilización de burbujeo de aire ú oxígeno y/o anestésicos.

5.4.3.2 Transporte en bolsas de polietileno

Se recomienda para cantidades menores de peces de pequeño tamaño. Las bolsas de polietileno se llenan con 1/3 de agua y se inflan con oxígeno los 2 tercios restantes. Para alevines de 3 a 4 cm de longitud se recomienda una tasa 10 alevines por litro de agua (Bertoletti, J. 1985). Los sacos con peces una vez cerrados se colocan en cajas de plumavit o tergopol, pudiéndose agregar hielo en el fondo de las mismas. Tal densidad deberá disminuirse a la mitad si la duración del viaje es superior a las 12 horas o la temperatura ambiente es muy elevada (Bertoletti, J. 1985). De todas maneras, a igualdad de condiciones se debe tener en cuenta que en un mismo volumen de agua podrá colocarse menor peso total de peces de pequeña talla que de tallas mayores en razón de la más elevada tasa metabólica de los peces jóvenes.

5.5 Métodos de incubación artificial

5.5.1 Captura de reproductores

En este tipo de operaciones se emplean redes de arrastre de tamaño de abertura de malla mayor a 3 cm, caladas durante la noche. También se puede utilizar redes fijas verticales, cuyas

mallas se ajustan al tamaño de los reproductores que se deseen obtener. Las redes pueden calarse por la tarde para levantarlas a la mañana siguiente o bien simplemente efectuar lances en semicírculo en el mismo momento de iniciar el desove artificial. Al obtener los ejemplares se separa por sexos para disponerlos en forma separada en bidones o cajas plásticas de unos 60 l de capacidad. De tales envases se extraen los ejemplares seleccionados (en relación aproximada de 3 machos por hembra). La operación requiere un cierto entrenamiento para realizarla lo más rápidamente posible dado que los reproductores viven como máximo una media hora. Los pejerreyes no sobreviven a la manipulación asociada con la reproducción artificial.

Las ovas de pejerrey son adherentes y forman grupos compactos que en general se separan cortando los filamentos, una vez extraídas las ovas y colocadas en agua para su hidratación. Es posible utilizar agua de la llave la cual se ha burbujeado con aire para quitar el cloro.

5.5.2 Temperaturas de incubación

Como temperatura promedio óptima para el desarrollo embrionario de la especie se considera rangos entre los 18° y 20°C.

A su vez Gonzalez Regalado y Mastrarrigo (1954) aconsejan como temperaturas óptimas de incubación las situadas entre 15° a 21° C° con una media de 18° C; Dentro del rango de temperaturas a las cuales éstos se desarrollen, los peces necesitan

acumular entre 180° y 220° C totales para su eclosión.

La incubación se realiza en botellas de vidrio con circulación constante. Una alternativa es descrita por Viruez Mardini y Porto da Silva (1979) que sugiere el empleo de pequeñas cantidades de ovas con ojos, las que son colocadas en una fuente enlozada, recubierta con una malla plástica de entre 5 y 10 mm de abertura. El conjunto se coloca en el fondo de estanques o lagunas de 50 cm de profundidad y al abrigo de corrientes de importancia. Los alevines son protegidos por la malla a través de la cual pueden abandonar el recipiente una vez reabsorbido el saco vitelino.

5.6 Cría masiva de larvas

Los "pejerreyes" nacen con una reserva de vitelo, el cual, para unos 20° C de temperatura dura entre 3 y 5 días. Una vez reabsorbido el contenido de la vesícula vitelina se debe disponer de alimento para evitar mortalidad por hambruna.

Reartes (1995), detalla métodos de cría masiva de alevines de pejerrey bajo condiciones controladas. Los alevines son mantenidos en acuarios de PVC de 128 l de capacidad. Cada acuario tiene una entrada individual de agua que es recirculada con pequeñas bombas centrífugas a través de un filtro de arena de alta presión o un filtro de goteo, acorde a la carga de peces.

Como primera alimentación se emplean larvas de artemia, o mejor aún rotíferos (*Brachionus sp*). Esta alimentación ha sido

utilizada con éxito en Chile.

5.7 Producción masiva de alevines

Densidad. Tipo de alimento

Reartes *et al.* (1989) comparan el efecto de dos tipos de dietas artificiales y una natural sobre el crecimiento y sobrevivencia de alevines de pejerrey. Una de las dietas artificiales es un alimento micronizado especialmente producido para larvas de peces por la firma Zeigler de Estados Unidos; el otro alimento es la dieta para alevines de trucha en base a hígado molido formulada por Phillips (1975). La dieta natural consistió en Cladóceros cultivados masivamente en estanques de 2500 l, abonados orgánicamente.

Los alimentos se suministraron en exceso cuatro veces por día, siete días por semana. Se emplearon alevines alimentados con nauplios de artemia como primer alimento exógeno hasta cumplir un mes de vida, edad a partir de la cual se da comienzo a las experiencias.

Al promediar la segunda semana de cultivo, la mortalidad entre los peces alimentados ya sea con micropellets o con hígado molido era casi diez veces superior a la mortalidad registrada entre los alevines alimentados con zooplancton. Asimismo las experiencias prueban que los pesos de los alevines alimentados con zooplancton son significativamente superiores a los que lo fueron con las restantes dietas.

Se utilizó un sistema cerrado de cultivo con un volumen de unos 3 000 l constituido por seis estanques de PVC de 65 l de capacidad cada uno, en los cuales se mantuvieron los grupos individuales de alevines en experimentación; el filtrado biológico se realiza a través de un filtro húmedo de goteo. El filtro está diseñado de manera de poder trabajar eficientemente con una carga máxima de hasta un kg diario de alimento artificial.

Viruez Mardini, C. y C. Porto da Silva (1979) aconsejan el empleo de dietas artificiales para complementar el alimento natural, en la composición de las mismas se incorporan harinas animales y vegetales.

5.8 Producción de juveniles de 3 a 10 cm de longitud en estanques de cemento y en jaulas.

La revisión de la bibliografía especializada señala que los intentos sistemáticos de cría de pejerrey en condiciones controladas son muy escasos y con resultados confusos. Las experiencias realizadas por (Reartes, 1987) realizadas en estanques de cemento de 15 x3 m y 1.2 m de profundidad en la Estación de Piscicultura del Dique San Roque, Provincia de Córdoba, Argentina, han sido exitosos. El trabajo experimental efectuado por este grupo de trabajo indica que los alevines alimentados con nauplius de Artemia salina se desarrollan normalmente.

5.8.1 Estanques abonados

Si se abona orgánicamente 10 días antes de la introducción de las larvas de pejerrey y con densidades relativamente bajas: 13.3 y 5.6 larvas por metro cuadrado de estanque, al cabo de transcurridos algo más de 4 meses (141 y 130 días respectivamente) se obtuvieron producciones de 456 y 594 kg/ha, cifra que en términos anuales significan entre 1 184 y 1661 kg/ha. La mortalidad para la densidad más baja fue del 10.8% y para la más elevada del 66%. El peso promedio de los peces producidos (entre 10.10 y 11.9 g) está comprendido en la categoría de consumo llamada cornalitos en Argentina (Reartes 1995).

La producción en estanques abonados orgánicamente de juveniles de "pejerrey" destinados al consumo humano constituye una técnica que en líneas generales ha demostrado factibilidad económico-técnica. Resta aún evaluar la existencia de problemas sanitarios dado que los cornalitos se consumen no eviscerados.

Otro de los problemas a solucionar está representado por la carencia de fuentes de producción de alevines destinados a la venta de potenciales productores en la cantidad que la actividad lo requiera. Las ventajas potenciales del desarrollo de una acuicultura de fases juveniles de "pejerrey" es evidente. En algo más de 4 meses, con el sólo insumo representado por la distribución de abono y la eventual aireación mecánica del medio se obtienen en términos absolutos entre 450 y 590 kg del producto.

5.8.2 Cultivo en jaulas

Se ha podido comprobar que el pejerrey se desarrolla normalmente en jaulas, tanto en aguas quietas como en corrientes artificiales de moderado caudal. En efecto en el Instituto Tecnológico de Chascomús, se han criado juveniles de pejerrey en jaulas colocadas en estanques circulares y canales rectangulares los cuales estaban integrados en sistemas cerrados de recirculación de agua provistos de filtros biológicos. La densidad está de acuerdo con la talla: 250 ejemplares por metro cúbico para juveniles de 10 g de peso promedio.

En el caso de los canales rectangulares (0.30 x 0.45 x 5.00 las jaulas (en forma de prisma) eran recorridas por un caudal continuo de agua de alrededor de 40 l por minuto.

En ninguno de los casos pudieron atribuirse pérdidas a las condiciones de confinamiento en jaulas. Los trabajos de referencia se extendieron por algo más de dos años e implicaron el empleo de diversos lotes de peces Reartes (1995).

6. PRODUCCION MASIVA DE MICROALGAS Y ZOOPLANCTON DESTINADOS A LA CRIA DEL PEJERREY

Dado que el pejerrey argentino se alimenta principalmente de zooplancton desde alevín hasta que alcanza las tallas comerciales más usuales, su producción en estanques, se torna más económica ya que basta con una adecuada práctica de abonado con guanos animales para que se produzca una sustancial mejora tanto cualitativa como cuantitativa en el alimento vivo que se genera en el estanque, especialmente zooplancton constituido principalmente por Rotíferos, Cladóceros y Copépodos.

6.1 Producción masiva de microalgas

En sistemas intensivos de cultivos de organismos acuáticos, en los cuales no se emplean ni abonos orgánicos ni fertilizantes inorgánicos, es usual la utilización de microalgas como aditivos alimentarios en razón de su elevado contenido en ácidos grasos polinsaturados de cadena larga (PUFA), muchos de estos PUFA son esenciales para larvas y alevines de peces especialmente marinos. Asimismo las microalgas constituyen fuentes naturales de vitaminas y pigmentos. Todas estas razones inciden en el incremento progresivo del empleo de microalgas en acuicultura. Una de las microalgas mas fáciles de cultivar y de las mas empleadas en acuicultura es la cianofícea Spirulina platensis. Los alevines responden muy favorablemente a la inclusión de entre un 1 y un 3% de Spirulina en su dieta.

Es posible mantener en producción cultivos de algas en escala suficiente para responder a las demandas de una piscicultura de pejerrey si pueden cumplir los siguientes requisitos:

- Asegurar un aporte continuo de los nutrientes requeridos por el alga en cultivo. En general en la bibliografía especializada se describen medios de cultivo y de mantenimiento especialmente formulados para las principales especies de microalgas explotables por el hombre. (Borowitzka, M. and L. Borowitzka. 1988).

a) La temperatura diurna debe mantenerse en el óptimo de la especie en cultivo en forma permanente.

b) Se debe asegurar el tiempo necesario de exposición a la luz a cada una de las células en cultivo. Esto se obtiene por la agitación mecánica del medio, la cual permite también una mayor oxigenación.

c) Las turbulencias generadas durante la agitación del medio favorecen también la difusión hacia la atmósfera del oxígeno en exceso producido durante las horas de luz. Las concentraciones muy elevadas de oxígeno producen efectos inhibitorios (fotooxidación) sobre la fotosíntesis y el crecimiento de las algas (Vonshak y Richmond, 1988).

d) Es necesaria la existencia de un razonable aislamiento del cultivo del medio externo con el fin de minimizar los riesgos de contaminación con bacterias, polvo, insectos, etc.

e) Se debe mantener el cultivo con los rangos de variables físicas y químicas adecuadas para la especie en cultivo. El nivel de nutrientes (se agregan en exceso), la temperatura y el pH son los que revisten mayor importancia.

Ciertos constituyentes bioquímicos de las microalgas pueden ser empleados como estimadores de biomasa, entre ellos la determinación de la clorofila "a" y proteínas, los cuales se agregan a la determinación de peso seco.

Los sistemas de cultivo se realizan en una simple bolsa de polietileno provista con aire enriquecido en 1% de gas carbónico (innecesario en el caso de Spirulina, hasta reactores de elevada eficiencia en los cuales la producción puede alcanzar valores sumamente elevados (entre 20 y 30 g/m cuadrado y por día).

Para el caso de producciones experimentales de alevines de "pejerrey" es suficiente una batería de mangas de polietileno (38 cm de diámetro) con unos 15 l de cultivo de "Spirulina" cada una, de manera de totalizar unos 90 l de cultivo para cada una de las cuatro semanas del mes. Esta posteriormente se deshidrata.

6.2 Producción de zooplancton

Los grupos integrantes del zooplancton cuyo cultivo es conveniente para ser destinados a la cría de alevinos y juveniles de pejerrey son: el rotífero *Brachionus plicatilis* y Cladóceros pertenecientes al género *Daphnia*. A continuación se analizan los fundamentos de sus respectivos métodos de cultivo y la manera en que se integran a la producción masiva del pejerrey.

6.2.1 Cladóceros

Los cladóceros son microcrustáceos filtradores de pequeño tamaño (1 y 3 mm de longitud). Las características de los cladóceros que los hacen aptos para su empleo en acuicultura derivan de: pequeño tamaño; ciclo de vida relativamente corto dado que maduran y se reproducen en pocos días de manera que se cuenta en un tiempo reducido con un número importante de individuos; debido a que su reproducción puede ser limitada a la producción de hembras por partenogénesis diploides, es posible mantener cultivos con constancia génica. A las anteriores características debemos agregar su valor nutritivo: alrededor de 60% de contenido proteico constituido por proteínas de elevada calidad biológica. Los antecedentes acerca de los requerimientos biológicos de esta especie se encuentran en Anderson y Jenkins 1942, Nadin Hurley & Duncan, 1976 y Tappa, 1965, siendo las microalgas importantes y los detritos orgánicos los componentes principales de su alimentación. Cabe recordar el concepto de detrito el cual engloba a todo tipo de material biogénico en

varias etapas de descomposición microbiana (Darnell, 1964). Algunos de los métodos más exitosos y antiguos en acuicultura emplean guanos animales los cuales por la acción de los microorganismos del agua se convierten en detritos, incrementándose sustancialmente la productividad natural del ambiente.

Los guanos animales (vacunos y de aves de corral) constituyen alimentos de muy pobre calidad en el momento en que ingresan al estanque de cultivo. Allí se transforma en un alimento de excelente calidad (Schroeder 1987). Ha sido encontrado que la producción media de Daphnia es significativamente mayor en los estanques que no están sometidos a aireación.

El rol de los microorganismos en la alimentación de Daphnia también ha sido investigado por Tezuka (1974). Esta puede reproducirse durante varias generaciones cuando es alimentada con una dieta consistente en una mezcla de P. caudatum y bacterias. La capacidad de Daphnia para ingerir presas del tamaño de P. caudatum podría explicarse debido a que estos protozoarios son muy plásticos y por ende susceptibles de sufrir deformaciones las cuales facilitarían su ingesta.

Además del sistema convencional de filtrado Daphnia puede ocasionalmente en ambientes naturales alimentarse directamente de los sedimentos del fondo. En tales casos puede ingerir partículas de considerable tamaño; se piensa que la ingesta, en tales casos, está constituida por bacterias y material orgánico.

Las especies del género *Daphnia* se reproducen ya sea mediante partenogénesis cíclica u obligada y las poblaciones ordinariamente están constituidas íntegramente de hembras. El número de huevos producido por hembra adulta depende de la ingesta alimenticia. Si esta ingesta sólo es suficiente para balancear los requerimientos energéticos, no habrá producción de huevos. Individuos que no se reproducen o que lo hacen a tasas muy reducidas son frecuentes en cultivos de laboratorios en los cuales la cantidad de alimento disponible está limitada por alguna circunstancia. De manera similar a lo que sucede con otros organismos existen numerosos sistemas de cultivo para cladóceros especialmente de especies pertenecientes a los géneros *Daphnia* y *Moina*.

En pequeña escala se han empleado concentrados de algas, levaduras y/o protozoarios para la alimentación de los cladóceros en cultivo (Ivleva, 1969). Posteriormente se han introducido otros materiales especialmente desechos agrícolas (Masters, 1970; Ventura y Enderez 1980; Reartes, 1983). Los desechos agrícolas tales como salvados de cereales y guanos de animales de granja han evidenciado una potencialidad aún no suficientemente desarrollada en la producción masiva de zooplancton. Así en experiencias piloto diseñadas con la finalidad de cotejar la influencia de salvado de arroz y agua de lavado de porquerizas en la producción masiva de *Daphnia magna* (Reartes, 1983) se alcanzó una densidad máxima de 11 950 indiv/l en algo más de dos

meses para lo cual se emplearon 3.5 grs de salvado de arroz por día y por litro de cultivo.

El método que empleamos para cultivar y cosechar Cladóceros (*Daphnia*) destinados a la alimentación del pejerrey se basa en los siguientes requisitos:

a) Reciclaje de un desecho, especialmente estiércol vacuno, mediante su incorporación al medio de cultivo.

b) Una vez que la calidad del medio ha evolucionado y el mismo puede calificarse como biológicamente activo, se procede al repicaje con cladóceros provenientes de otros cultivos. Los indicadores de calidad son tanto de naturaleza química (niveles de amonio, nitritos, nitratos, anhídrido sulfídrico, oxígeno).

c) Es necesario evitar la proliferación masiva de algas clorofíceas.

d) Dada la relevancia que adquieren los detritos y las bacterias en la alimentación de Daphnidos es muy importante mantener una adecuada concentración de detritos mediante su incorporación frecuente o diariamente.

e) Mediante el empleo de estiércol vacuno, para estanques de 3000 l cuya agua se mantiene a una temperatura promedio de entre 17.5 y 19.5 C, se cosechan cotidianamente una media de entre 12 y 16 g (peso húmedo, con 92% de agua) de cladóceros sin que la población se vea afectada. La cantidad anterior corresponde a la

cosecha (standing crop) diaria proveniente del filtrado de 1 m³ del agua del tanque de cultivo. Los cladóceros recogidos pueden ser filtrados por tamices de distintas aberturas de malla para obtener alimento adecuado para las diversas tallas de alevines de pejerrey (Reartes, 1987).

6.2.2 Rotíferos

La mayoría de ellos son organismos de distribución cosmopolita. El género Brachiunus presenta varias especies usadas en cultivo siendo B. plicatilis la más frecuente.

Normalmente la reproducción de *B. plicatilis* es partenogénica y pueden superar condiciones ambientales sumamente adversas. Para el cultivo se requiere de:

- a) salinidad entre 1 y 97 g de ClNa/l
- b) pH: 5 a 10. Los cambios bruscos en el pH no parecen afectarlo.
- c) Temperatura : 5 a 29 C.
- d) Oxígeno : toleran bien bajos tenores de oxígeno disuelto.

Los métodos de cultivo pueden estar comprendidos en diversas modalidades:

extensivos en estanques de más de 50m³ e intensivos en estanques pequeños; otra categoría puede ser el tipo batch acorde al cual una vez alcanzada la densidad esperada se realiza la cosecha total.

El tipo más avanzado responde al modelo del quemostato. El alimento es adicionado en forma continua a medida que se va

realizando la cosecha. Es también el método más eficiente. El mejor alimento son las microalgas vivas, no obstante también se utilizan las levadura enriquecidas en ácidos grasos polinsaturados de cadena larga.

En China se emplean grandes estanques de entre 1 000 y 2 000 m² los cuales son llenados con agua al 18 por mil de salinidad, abonados e inoculados. El llenado y abonado se realiza en la época de reproducción de peces.

Las ventajas que reporta el empleo de rotíferos como alimento inicial de larvas de pejerrey (y de otros peces) derivan del hecho de ser un alimento vivo de pequeño tamaño, fácil de producir y cosechar masivamente. Además de poseer el tamaño adecuado y constituir un alimento de excelente calidad biológica los rotíferos proveen de enzimas proteolíticas de las cuales el aún rudimentario sistema digestivo de las larvas de peces pueden carecer en esta temprana etapa con lo cual ayudan a la propia digestión del rotífero y de otros alimentos. Debido a que es un filtrador no selectivo se emplea para bioencapsular desde antibióticos hasta aditivos alimenticios. Su producción en grandes cantidades es más barata y menos engorrosa que la incubación masiva de cantidades importantes de cistos de artemia.

7. LIMITACIONES QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE PEJERREY ARGENTINO

El cultivo del pejerrey si bien no ha salido aún de la fase de piscicultura de repoblación, muestra en los últimos años progresos importantes en las etapas de producción masiva de semillas. En las condiciones actuales representa uno de los cuellos de botella que pueden restringir la expansión de la actividad. Es necesario mejorar la sobrevivencia de los reproductores con los cuales se practica la freza artificial recurriendo a la domesticación, selección genética y empleo de tranquilizantes. Es necesario poner a punto técnicas que permitan el empleo de antiaglutinantes con el objeto de disminuir la pérdida de ovas que se produce actualmente con el empleo de medios mecánicos de separación de las mismas.

Al evaluar las dietas artificiales, tanto el contenido proteico como la composición en ácidos grasos poli-insaturados de la dieta parecen ser dos de los aspectos más relevantes a investigar. El análisis económico de la rentabilidad potencial debe realizarse teniendo en cuenta dos etapas diferentes del manejo de la explotación (Hepher y Pruginin, 1981):

1. Antes de establecer la unidad de producción, a los efectos de determinar si la operación es o no rentable y a qué nivel de intensidad debe operarse el sistema para lograr esa rentabilidad.
2. Continuamente durante el manejo de la pesquería para determinar en los hechos si realmente la operación es rentable y examinar vías de mejorar dicha rentabilidad.

Como ejemplo de los elementos a tener en cuenta en el análisis económico de la explotación de una pesquería en un sistema a dos niveles de intensificación, pueden consultarse en Hopher y Pruginin (1981) tablas elaboradas por el Ministerio Israelí de Agricultura.

Se resumen los antecedentes entregados por Reartes (1995) en relación con comercialización de esta especie. El kilo de "pejerrey" entero (no eviscerado) alcanza los US\$ 0.10 en la sierra peruana (datos de 1989, acorde a Rivas Plata y Llanos Urbina, 1989). En la zona productora de la Argentina el valor del mismo fluctúa entre US\$ 2.5 y US\$ 6 (lo que equivale a US\$ 5-12/kg de filet). Si bien Perú es un productor de primer orden de harina de pescado, constituyente básico de los alimentos artificiales, parece problemático que dicho insumo por sí solo pueda justificar económicamente el empleo de dietas artificiales elaboradas comercialmente en la producción de "pejerrey": con una tasa de conversión de 2: 1 el costo del alimento debería situarse por debajo de los US \$ 0.05/Kg para dejar un mínimo margen de beneficio bruto.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por este proyecto y las experiencias anteriores tanto nacionales como internacionales permiten concluir que se puede realizar actividades pesqueras a nivel artesanal con el "pejerrey argentino".

En las condiciones actuales la posibilidad de éxito tanto desde el punto de vista económico como así también desde la factibilidad biológica en el cultivo del pejerrey en forma extensiva e intensiva es una realidad.

Los pejerreyes, conocidos internacionalmente como "silversides" se consumen en Europa, Estados Unidos, Asia y América Latina. Las actividades económicas actuales del rubro "pejerrey" se basan exclusivamente en actividades extractivas. Sin embargo, recientemente se ha desarrollado tecnología de cultivo artificial de esta especie en Argentina, Brasil y Japón.

La cantidad de lagos artificiales y tranques utilizados para riego en la zona central del país es alta y permite recomendar fuertemente su uso complementario en pesca artesanal de la especie. Con miras a evitar la inversión alta en la infraestructura que implica el método de cultivo intensivo, se propone el manejo extensivo de estos sistemas acuáticos de acuerdo con las recomendaciones siguientes:

a) Conservación de la calidad del agua acorde con los requerimientos de la especie.

b) Manejo de zonas de reproducción y distribución de larvas y alevines. Estas zonas se asocian a aguas ribereñas de poca profundidad y con vegetación de macrófitas.

c) Vedas de captura total de ejemplares de modo que se proteja el período de reproducción, el cual ocurre durante los meses de Agosto a Octubre.

d) El uso de redes de enmalle o agalleras sobre dos pulgadas de diámetro de abertura de luz de malla.

e) Prohibición total del uso de espineles en la captura.

Actualmente se prohíbe la pesca comercial en los sistemas continentales en Chile de aquellas especies no cultivadas artificialmente. Sin embargo, el manejo de los embalses y la repoblación con alevines obtenidos en Centros de alevinaje permitirían suplir las poblaciones locales.

En el caso de tranques pequeños, éstos podrían ser fertilizados con abonos animales para aumentar la alimentación de los "pejerreyes".

Los experimentos iniciales de teñido de las ovas de esta especie lo señala como un hecho factible para las ovas maduras. Se requiere realizar experiencias complementarias con el objeto de definir el estado de madurez de las gónadas y los aspectos

microbiológicos asociados a su uso como caviar. El valor asociado al uso del caviar es alto y sería importante el realizarlo a futuro.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, B. and J. Jenkins. 1942. A Time study of Events in the Life Span of *Daphnia magna*. The Biol. Bull, 83 (1): 260-272.
- Bahamonde, I., D. Soto e I. Vila. 1979. Hábitos alimentarios de los pejerreyes (Pisces: Atherinidae) del embalse Rapel, Chile. Medio Ambiente, 4(1): 3-18.
- Bertoletti, J. 1985. PEIXE-REI (*Basilichthys bonariensis*). Captura, Acondicionamento, Transporte e Colocacao de Alevinos em novo ambiente. Gov. Estado Rio Grando do Sul, Sec. Da Agricultura, 11 pp.
- Borowitzka, M. and L. Borowitzka. 1988. Micro-Algal Biotechnology. Cambridge Uuniv. Press, 457 pp.
- Boschi, E. y Fuster de Plaza, M. 1959. Estudio biológico pesquero del pejerrey (*Basilichthys bonariensis*) del embalse el Rio III. Dep. Investig. Pesqueras, Publicación n° 8.
- Buen, F. de, 1953. Las familias de peces de importancia económica. 1. Santiago, Chile, Oficina Regional para América Latina, 331 p.
- Burbidge, R., M. Carrasco y P. Brown. 1974. Age, growth, length-weight relationship, sex ratio and food habits of the Argentina pejerrey, *Basilichthys bonariensis* (Cuv. and Val.) from Lake Peñuelas, Valparaíso, Chile. J.Fish.Biol. 6:299-305.

Cabrera, S.E., 1959. Estudio sobre el crecimiento del pejerrey del río de La Plata. Atherinidae: Basilichthys bonariensis (C. y V.). En Actas y trabajos del Primer Congreso Sudamericano de Zoología, 4: 9-15.

Cabrera, S. 1962. La alimentación natural del pejerrey del Río de la Plata. Boletín Secret. Estado Agricult. y Ganader. de la Nación, 27. pp.

Cabrera, S.E. et al., 1966. Alimentación natural del pejerrey (Basilichthys bonariensis) de Punta Lara (Río de La Plata). Río de Janeiro, FAO, Oficial Regional de Pesca para América Latina, CARPAS/3/Doc.Téc., 17:7 p. (mimeo).

Cabrera, S.E. et al., 1977. Características limnológicas del embalse Rapel, Chile Central. En Seminario sobre Medio Ambiente y Represas. O.E.A. Folleto Departamento de Asuntos Científicos y Tecnológicos, 1: 40-61.

Calvo, J. y Dadone, L. 1972. Fenómenos reproductivos en el pejerrey Basilichthys bonariensis I. Escala y Tabla de Madurez. Rev. Mus. La Plata (Nueva Ser.) (Secc. Zool.), (11) 102: 153-163.

Calvo, J. y E. Morriconi. 1972. Fenómenos reproductivos en el pejerrey. III Estudio de la fecundidad, época y número de desoves. Anal. Soc. Cientf. Argent. 193 (1-2): 75-84.

Calvo, J. et al. 1977. Fenómenos reproductivos en el pejerrey (O. bonariensis). Proporción de sexos y desplazamientos reproductivos. *Physis* sec. B, 36 (92): 135-139.

COPESCAL Documento Técnico. 4. 1984. Taller Internacional sobre Ecología y Manejo de Peces en Lagos y Embalses. Ed. I. Vila y E. Fagetti.

Darnell, R. 1964. Organic detritus in relation to secondary production in aquatic communities. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 15: 462-470.

División de Pesca y Caza. 1977. Situación actual de la acuicultura continental en Chile. En Simposio sobre Acuicultura en América Latina. Montevideo, Uruguay, 26 de noviembre a 2 de diciembre de 1974.

Durigneux, J. 1978. Composición química de las aguas y barros de la laguna Mar Chiquita en la Provincia de Córdoba. *Anales Academ. Nac. de Ciencias, Córdoba*, pp 1-12.

Freyre, L., O.H. Padin y M.A. Denegri. 1981. Metabolismo energético de peces dulceacuícolas. 2. El pejerrey, Basilichthys bonariensis, Cuvier y Valenciennes (Pisces Atherinidae). *Limnobiología*, 2(4): 227-32.

Freyre, L. et al. 1983. Demografía del pejerrey (Basilichthys bonariensis) en el embalse Río Tercero. Biol. Acuát. nº4: 1-39, La Plata, Argentina.

Getachew, T. 1987. A study on an herbivorous fish, Oreochromis niloticus L., diet and its quality in two Ethiopian Rift Valley lakes, Awasa and Zwai. J. Fish. Bio, 30: 439-449.

Gonzalez Regalado y Mastrarrigo, 1954. El pejerrey.

Hebert, P. 1978. The Population Biology of Daphnia. Biol. Rev. 53: 387-426.

Hephert, B and Y. Pruginin. 1981. Commercial Fish Farming. WileyInterscience, New York, 261 pp.

Huet, M. 1973. Tratado de Piscicultura. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 725 pp.

Ivleva, I. 1969. Mass cultivation of invertebrates, biology and methods. Trans., from russian. Israel Program. for Scientific. Translt. 193 pp.

Lahille, F. 1929. El Pejerrey. Boletín Ministerio de Agricultura de la Nación, 28 (3): 260-395

Lopez, H. et al. 1987. Lista de los peces de agua dulce de la Argentina. Biología acuática # 12: 50 pp.

- Luchini, L., R. Quiros & Avendano, T. 1983. Cultivo del pejerrey (Basilichthys bonariensis) en estanques. Contrib.Inst.Nac.Invest.Desarr.Pesq., Mar del Plata, (434): 8 p.
- Masters, C. 1970. A general method for the monoxenic cultivation of the Daphnidae. Biol. Bull., 139: 321-332.
- Nadin-Hurley, C. and Dauncan, A. 1976. A comparison of daphnid gut particles with the sestonic present in two Thames Valley reservoirs throughout 1970 and 1971. Freshwat. Biol. 6: 109-123.
- Nelson, J. 1984. Fishes of the World, pp: 1-522, Wiley-Interscience.
- Phillips, A. 1975. Alimentos y alimentacion de la trucha. Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). Mejico, 41 pp.
- Piper, R. et al. 1982. Fish hatchery management. USFWS, 517 pp.
- Post, G. 1979. Carbonic acid anesthetic for aquatic organisms. Progr. Fish Cult., 41 (3).
- Reartes, J. 1981. Ms. Sc. Thesis, Univ. Católica de Lovaina, Bélgica.
- Reartes, J. 1983. Empleo de salvado de arroz y agua de porquerizas en cultivos masivos de Daphnia magna Straus. Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult., 5 (2): 361-367.

Reartes, J. 1987. Evaluación del pejerrey (Basilichtys bonariensis) para el cultivo en estanques. In J. Verreth et al Eds. Proc. IFS Workshop on Aquaculture Research in Latin America, pp: 149-157, PUDOC, Wageningen, Holanda.

Reartes, J. y O. Donatti, 1987. El rotífero Brachionus plicatilis y el alga Spirulina sp. como alimento inicial de larvas de pejerrey. Comunic. Primera Reunión Argent. de Acuicult, pp1-5

Reartes, J. et al. 1989. Cría de alevinos y juveniles de pejerrey en un sistema cerrado utilizando diversos tipos de alimento. Tercera Reun. Argentina de Acuicult., Ushuahia mayo de 1989., pp. 1-6.

Ringuelet, A.R. 1942. Ecología Alimenticia del pejerrey. Rev.Mus.La Plata (Nueva Ser.), 2(17): 427-61.

Ringuelet, A.R., R.H. Aramburu y A.A. De Aramburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. Comisión de Investigación Científica (Gobernación) Provincia de Buenos Aires. La Plata, Dirección de Impresiones del Estado y Boletín Oficial, 600 p.

Schroeder, G. 1978. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensily manured fish ponds, and related fish yields. Aquaculture 14: 303-325.

Taub, F. and A. Dollar. 1968. The nutritional inadequacy of *Chlorella* and *Chlamydomonas* as food for *Daphnia pulex*. *Limnol. Oceanogr.*, 13 (4): 607-617.

Tappa, D. 1965. The dynamics of the association of six limnetic species of *Daphnia* in Azicoos lake, Main. *Ecol. Monogr.*, 35: 395-423.

Tezuka, Y. 1974. An experimental study on the food chain among bacteria, *Paramecium* y *Daphnia*. *Int. Revue ges. Hydrobiol.*, 59 (1) 31-37. Ventura, R. and E. Enderez. 1980. Preliminary studies on *Moina* sp. production in freshwater tanks. *Aquaculture*, 21: 93-96.

Vera Rivas Plata, J, 1989. El pejerrey de la cuenca del Lago Titicaca. Publ. Centro de Investigación y Desarrollo Agro Pesquero (CEIDAP). Lima, Perú.

Vila, I., D. Soto e I. Bahamondes. 1981. Age and growth of *Basilichthys australis* (Eigenmann, 1927) in Rapel reservoir, Chile. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, (16): 9-22.

Vila, I. and D. Soto. 1981. Atherinidae (Pisces) of Rapel Reservoir, Chile. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 1334-1338.

Viruez Mardini y Porto da Silva (1979). Instrucoes para a ciracao de peixe-rei. Documento ocasional número 3: 16 pp., Sec. Agricultura, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Vonshak, A y A. Richmond. 1988. Mass production of the blue-green alga *Spirulina*. Biomass 15 (1988): 233-247.

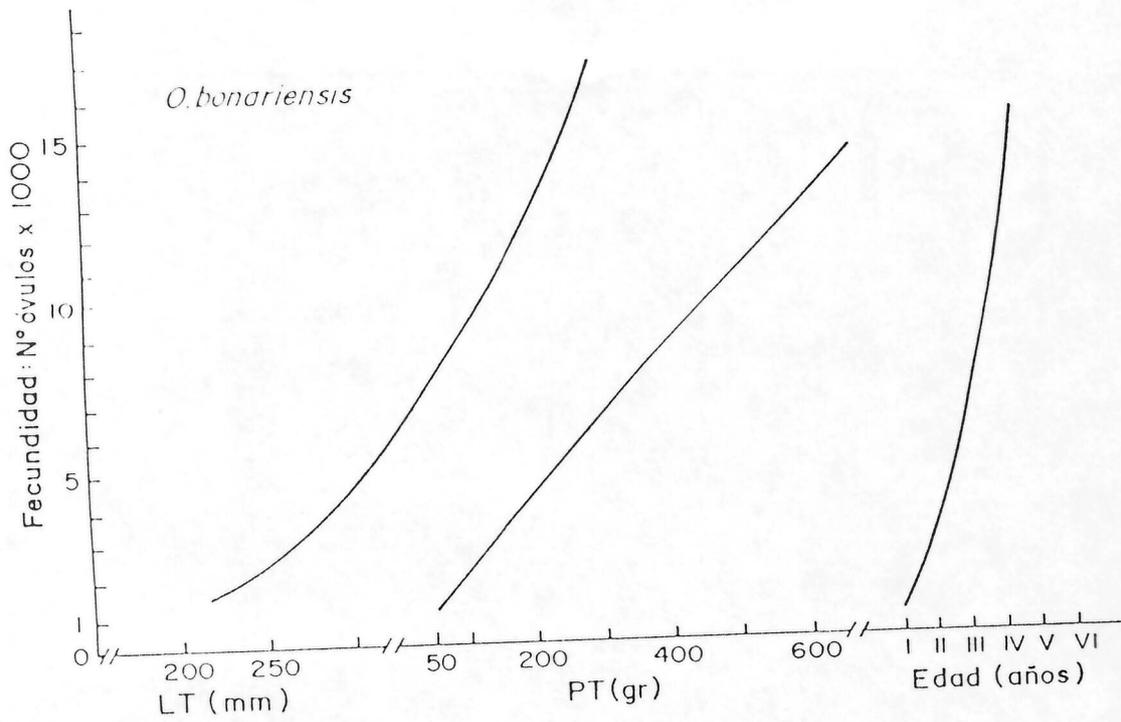


Fig. 1. Correlación de fecundidad con longitud (L.T. mm), peso (W g) y edad (A años) de *O. bonariensis*

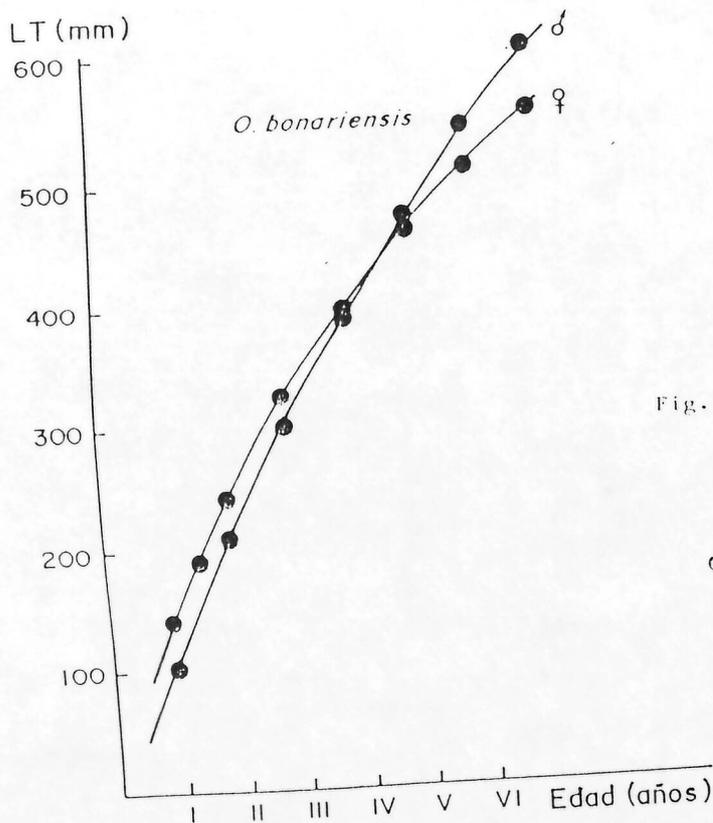


Fig. 2. Crecimiento estimado de *B. bonariensis*:

$$\begin{aligned} \text{♀} \quad O_{L_t} &= 837 (1 - e^{-0.1528 (t+0.2357)}) \\ \text{♂} \quad O_{L_t} &= 1283 (1 - e^{-0.094 (t-0.0913)}) \end{aligned}$$

Tabla 16. Longitud total promedio retrocalculada (mm) para ejemplares de cada grupo de edad de *O. bonariensis* en Rapel 1979. (Modificada de Vila & Soto 1986).

Grupo de edad	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	X	DS	X	DS										
N ejemplares														
22	120.8	29.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7	111.9	28.6	206.7	17.3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	142.3	--	234	--	303	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1	142	--	233	--	332	--	450	--	--	--	--	--	--	--
2	139.1	62	243.5	45	349.6	14.8	419	31.8	474	5.7	--	--	--	--
1	145	--	219	--	307	--	383	--	473	--	500	--	--	--
1	133	--	218	--	276	--	380	--	473	--	488	--	520	--
17	119.5	35.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8	107.7	28.8	193	24.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	110.7	28.7	227.5	23.3	270	28.3	--	--	--	--	--	--	--	--
1	97	--	204	--	266	--	370	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	145.5	53	238	39.6	297	24	387.5	2.12	465	4.95	526	11.3	--	--
Total 65	126.2	17	221.7	16.5	300.1	29.7	394.8	32.7	471.2	4.19	504.7	19.4	520	--