



Evaluación de la calidad de ovas del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en ambientes controlados de agua dulce y salobre

Quality evaluation of pejerrey eggs *Odontesthes bonariensis* in controlled environments of fresh and brackish water

Jaime Pérez Inca¹; Fernando Galecio Regalado^{1*}; Gustavo Emilio Berasain²

¹ Facultad de Pesquería, Departamento de Acuicultura e Industrias Pesqueras, Universidad Nacional Agraria La Molina. Email: fgalecio@lamolina.edu.pe

² Estación Hidrobiológica Chascomús, Subsecretaría de Actividades Pesqueras, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Recepción: 25/10/2018; Aceptación: 05/01/2019

Resumen

El objetivo del presente estudio consistió en evaluar el efecto de la salinidad en diferentes concentraciones (0,5, 5 y 12 ppm) sobre la calidad de las ovas de reproductores de pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*). El trabajo experimental fue realizado en las instalaciones de la Estación Hidrobiológica de Chascomús, situada en la provincia de Buenos Aires, República Argentina. Se emplearon seis tanques circulares, de los cuales cuatro fueron de 2m³ (0,5 y 5 ppm) a escala experimental, y dos tanques fueron de 20m³ (12 ppm) a escala productiva. La relación de macho/ hembra para las tres concentraciones fue de 1:1. De los desoves obtenidos quincenalmente se determinó los porcentajes de fertilización, sobrevivencia hasta embrión ova con ojo y éxito en la eclosión. El diseño estadístico aplicado fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar con tres tratamientos (concentraciones de salinidad) y tres bloques (factor tiempo: quincena). Los datos obtenidos fueron sometidos a un Análisis de varianza y a la prueba de comparaciones múltiples de Tukey a un nivel $\alpha=0,05$. Asimismo, se realizó la regresión lineal entre los porcentajes de fertilización y porcentajes de ova ojo y eclosión. Se determinó que la mejor calidad de ova se obtiene con concentraciones moderadas de salinidad, que corresponde al tratamiento T2 (5 ppm) y T3 (12 ppm), los cuales obtuvieron porcentajes de fertilización de 87,08% y 78,31%; porcentajes de ova ojo de 85,12% y 80,68% y porcentaje de eclosión de 65,41% y 62,63%, respectivamente. Además, estos mismos tratamientos obtuvieron correlaciones estadísticamente positivas y mediciones de peso relativo (Wr) entre regular y bueno, siendo estos valores de 79,45 (T2) y 82,29 (T3).

Palabras clave: pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*); calidad de ovas; salinidad; porcentaje de fertilización; porcentaje ova con ojo; porcentaje de eclosión; desove.

Forma de citar el artículo: Pérez *et al.*, 2019. Evaluación de la calidad de ovas del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en ambientes controlados de agua dulce y salobre. Anales Científicos 80 (1): 168-180 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i1.1382>

Autor de correspondencia (*): Fernando Santiago Galecio Regalado. Email: fgalecio@lamolina.edu.pe

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the effect of salinity at different concentrations (0,5, 5 and 12ppm) on the quality of the Argentinian pejerreybreeder's eggs (*Odontesthes bonariensis*). The experimental work was carried out in the facilities of the Chascomús Hydrobiological Station, located in the Province of Buenos Aires, Republic of Argentina. Six circular tanks were used; of which four had a capacity of 2m³ (0,5 and 5ppm) on an experimental scale, and two tanks had a 20m³ (12ppm) capacity on a productive scale. The male/female ratio for the three concentrations was 1: 1. The percentage of fertilization, survival to embryo ova with eye and success in hatching was determined from the spawning obtained fortnightly. The statistical design applied was a completely randomized block design with three treatments (salinity concentrations) and 3 blocks (time factor: fortnight). The data obtained was subjected to an Analysis of variance and Tukey's multiple comparisons test at a level $\alpha = 0,05$. Likewise, linear regression was performed among the fertilization percentages; and percentages of eye ova and hatching. It was determined that the best egg quality is obtained with moderate salinity concentrations, which corresponds to the treatment T2 (5ppm) and T3 (12ppm), which obtained a fertilization percentage of 87,08% and 78,31%; eye ova percentages of 85,12% and 80,68%; and, percentage of hatching 65,41% and 62,63% respectively. In addition, these same treatments obtained statistically positive correlations and measurements of relative weight (Wr) between regular and good, being these values of 79,45 (T2) and 82,29 (T3).

Keywords: argentine pejerrey (*Odontesthes bonariensis*); quality of eggs; salinity; percentage of fertilization; percentage ova with eye; percentage of hatching; spawning.

1. Introducción

La especie *Odontesthes bonariensis* (Valenciennes, 1835), conocido como pejerrey argentino, es un atherinido de temperaturas y clima subtropical de Sudamérica. Debido a su popularidad en la pesca deportiva y una buena aceptación en los mercados, esta especie se ha reproducido artificialmente en Argentina durante casi un siglo, siendo introducido con el mismo propósito en muchos países, entre ellos el Perú (Bonnetto y Castello, 1985 citado en Tsuzuki *et al.*, 2000). Sin embargo, en el país la producción de esta especie depende únicamente de la extracción de los cuerpos de agua naturales y, actualmente, solo se realizan escasos trabajos de repoblación de lagos y lagunas en los diferentes departamentos donde se encuentra la especie. Asimismo, para lograr el repoblamiento, se viene realizando la reproducción artificial mediante la técnica de stripping. No obstante, esta técnica es muy poco eficiente, por observarse bajas tasas de fertilización y además por la dependencia de reproductores silvestres para su ejecución.

Las actividades piscícolas se basan en la capacidad de producir las nuevas generaciones de especímenes de alta calidad biológica ("semillas") para iniciar una nueva fase de engorde en forma exitosa

(Valdebenito *et al.*, 2009). Por ello, para lograr ser eficaz, todo sistema de producción debe disponer de unos conocimientos previos acerca de los patrones y mecanismos reproductores de las nuevas especies que se pretende cultivar (Gracia y Valdebenito, 2009). Existen dos factores fundamentales que han influenciado en la disminución de las poblaciones naturales y extracción del pejerrey argentino en el Perú. En primer lugar, se encuentra la actividad pesquera (Claude, 2005) y, en segundo lugar, la falta de investigación en la acuicultura en nuevas especies promisorias.

La finalidad de comparar la calidad de las ovas procedente de reproductores de pejerrey argentino mantenidos bajo condiciones controladas en agua salobre y dulce permite obtener la información necesaria sobre la viabilidad técnica para la instalación de una *hatchery* de la especie en cuerpos de agua con bajas concentraciones de salinidad (<12 ppm NaCl). En el Perú la obtención de ovas de pejerrey argentino proviene de reproductores silvestres, principalmente de la laguna Pacucha (Andahuaylas), mediante el método stripping; sin embargo, en los últimos años se ha producido una sobreexplotación del recurso pejerrey disminuyendo la disponibilidad de reproductores, limitando con ello el desove artificial y la producción

de ovas de pejerrey (Campos, 2006).

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo evaluar comparativamente la calidad de las ovas (porcentaje de fecundación, porcentaje de ova ojo y porcentaje de eclosión) procedente de reproductores de pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*), obtenidas de los tanques de reproducción con agua dulce y salobre. Además, se correlacionó los parámetros reproductivos para ver el efecto de las concentraciones de salinidad y se estimó el factor de condición (peso relativo) de los reproductores mantenidos en cautiverio en tres concentraciones de salinidad diferente.

2. Materiales y métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Estación Hidrobiológica de Chascomús, en el partido de Chascomús, ubicado a 120 km de la ciudad de Buenos Aires, en la provincia de Buenos Aires, República Argentina, y a 300 metros de la línea de la costa de la laguna Chascomús. El trabajo preexperimental contó con siete días de acciones previas a la ejecución del experimento, tiempo en el cual se prepararon los tanques (instalándolos, limpiándolos, entre otros), se seleccionaron y aclimataron los reproductores a salinidades. Terminadas las acciones previas, los reproductores se distribuyeron en los tratamientos completamente al azar; en la relación de cuatro parejas (4 machos y 4 hembras) por tanque, dando inicio el día 23 de noviembre del 2009 y finalizando el 10 de enero del 2010.

El trabajo comprendió la evaluación comparativa de tres concentraciones de salinidad experimentales (tratamientos) en los tanques de reproducción (Tabla 1).

Tabla 1: Concentración de salinidad para cada tratamiento

Tratamiento	Concentración de salinidad en el agua de cultivo (ppm NaCl-)	Escala
T1	±0,5	Experimental
T2	±5	Experimental
T3	±12	Productiva

Las salinidades experimentales se obtuvieron del agua del acuífero Puelchense del partido de Chascomús de dos puntos diferentes; con una concentración de salinidad de 5 ppm y 12 ppm aprox. El agua dulce (± 0,5 ppm NaCl-) se obtuvo por una decoloración del agua de red del partido de Chascomús; mediante el reposo del agua en un tanque con aireación constante por el lapso de 24 horas.

Tabla 2: Características y dimensiones de las unidades experimentales

Características	Para la escala experimental (0,5 y 5 ppm NaCl-)	Para la escala productiva (12 ppm NaCl-)
Forma	Circular	Circular
Radio	1m	2,5m
Altura	1m	1,3m
Nivel del agua	0,6m	1m
Volumen de agua	1,89 m ³	19,64 m ³
Tipo de desagüe	Central	Central pivotante

Para las unidades experimentales con concentraciones de salinidades ±0,5 y ± 5 ppm NaCl- (escala experimental), no se utilizó un flujo de agua abierto. Sin embargo, para las unidades experimentales con concentraciones de salinidad de ± 12 ppm NaCl- (escala productiva), se utilizó un sistema de agua de flujo abierto, con ± 2 recambios/día.

Los peces utilizados en la experiencia fueron seleccionados de uno de los planteles de reproductores de la Estación Hidrobiológica de Chascomús, siendo criados desde su nacimiento en las instalaciones de la Estación Hidrobiológica (Tabla 3).

El alimento utilizado fue de la marca Ganave y la tasa de alimentación utilizada fue de aproximadamente 1%, la cual se obtuvo experimentalmente por el centro de producción. La frecuencia de alimentación fue distribuida en dos raciones (9:00 y 15:00 horas) durante todo el experimento, distribuidas manualmente mediante el método de boleó. Con respecto a los parámetros físicos-químico, el control de la temperatura se realizó diariamente, con una frecuencia de 3 veces/día, en los siguientes

horarios: 8:00, 12:00 y 16:00 horas y la determinación de la concentración de salinidad se realizó cada tres días.

Para la evaluación de la calidad del huevo, estos fueron obtenidos diariamente mediante el uso de rastrillos de plástico y sifoneo de fondo. Luego, se procedió al lavado de la masa de huevos con agua limpia y a la separación, mediante el método de frotación con las manos. Posteriormente, mediante el método volumétrico se procedió a contar el número de ovas obtenidas en cada tanque. La toma de muestras representativas para cada una de las evaluaciones se realizó mediante un muestreo aleatorio simple, escogiendo al azar submuestras del total de la población hasta completar el tamaño muestral previsto, dicho tamaño muestral fue calculado utilizando la fórmula de determinación de muestra de una población finita.

Tabla 3: Distribución de individuos para cada tratamiento

Tratamiento	Número de peces	Relación Macho/Hembra	Capacidad de carga (kg/ m ³)
T1	16	1:1	6,6
T2	16	1:1	6,6
T3	150	1:1	5,4

Evaluación del porcentaje de fertilización

Para la evaluación del éxito de la fertilización, se tomó una muestra de aproximadamente 500 ovas de cada desove en cada tanque, utilizando una placa petri y una lupa. Para el cálculo del porcentaje de fertilización se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Fertilización = (n*100)/N \text{ (Araneda, 2004)}$$

Donde n es el número de ovas fecundadas y N es la muestra representativa de ovas.

Evaluación del porcentaje de ova-ojo

A fin de evaluar la supervivencia de embriones (porcentaje ova-ojo), los huevos del desove de cada quincena fueron individualmente incubados. Para el cálculo del porcentaje ova-ojo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%Ova \text{ Ojo} = (n*100)/N \text{ (Araneda, 2004)}$$

Donde n es el número de ovas con ojo y N es la muestra representativa de ovas.

Evaluación del porcentaje de eclosión

Las larvas fueron recolectadas en baldes especialmente acondicionados, para evitar la fuga de los individuos. De esta manera, se realizó el conteo una vez iniciada la eclosión hasta el 4° día. El cálculo del porcentaje de eclosión se realizó según la siguiente fórmula:

$$\%Eclosión = (n_{ie} * 100)/N \text{ (Araneda, 2004)}$$

Donde n_{ie} es el número de larvas eclosionadas hasta el cuarto día y N_t es el número total de ovas incubadas.

Evaluación de la condición del pejerrey

Para comparar la condición física de los pejerreyes utilizados en la experiencia (al inicio y al final) con respecto a los estándares de la especie, se calculó el peso relativo *Wr* según la fórmula propuesta por [Wege y Anderson \(1978\)](#):

$$Wr = (W/W) * 100$$

Donde W, es el peso observado de los individuos de la experiencia y *Ws* es el peso estandarizado para un individuo de la misma talla.

Para el análisis estadístico, se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con 3 tratamientos (concentraciones de salinidad) y 3 bloques (factor tiempo: quincena). Para todos los tratamientos se utilizaron material biológico homogéneo (edad, longitud y peso). Se aplicó un Análisis de Varianza de una sola vía y una prueba posteriori de Duncan y Tukey, por medio del programa estadístico (Sistema SAS versión 7) a un nivel $\alpha = 0,05$ y 0,01. Además, se realizó un análisis de regresión lineal entre los parámetros reproductivos para evaluar la correlación entre las variables.

3. Resultados y discusión

Parámetros físico-químicos del agua

a) Temperatura:

Durante el desarrollo del experimento (Figura 1) se obtuvo una temperatura promedio de 20,50 °C, siendo la temperatura óptima para el éxito de la etapa reproductiva; según [Toda et al. \(1998\)](#) la época de reproducción alcanza su máxima intensidad con temperaturas entre 18 y 20 °C; aunque si se mantiene alrededor del 17 °C, se prolonga durante casi todo el año. Asimismo, [Strüssmann \(1989\)](#) menciona que hembras bajo los 22 °C-16L (°C – horas luz) mantienen una intensa actividad reproductiva que consiste en cortos ciclos de regresión/descanso y desoves

espontáneos; además, la gametogénesis y los desoves son distribuidos bimodalmente y más sincrónicamente entre hembras a 22 °C-8L (°C – horas luz) ([Tabla 4](#)).

b) Salinidad:

Durante todo el experimento se llevó un registro de la salinidad para verificar que las salinidades experimentales estaban dentro de los valores propuestos, obteniéndose de esta manera los valores promedio, que fueron: tratamiento 1; 0,89 ± 0,21 ppm NaCl; tratamiento 2; 5,21 ± 0,26 ppm NaCl y tratamiento 3; 11,39 ± 0,79 ppm NaCl ([Figura 2](#)).

Tabla 4: Temperaturas promedio, máxima y mínimas quincenalmente por tratamiento

Quincena	Temperatura °C								
	T1 (0,5 ppm)			T2 (5 ppm)			T3 (12 ppm)		
	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM	MIN	MAX	PROM
1°	14	25	20,45	14	25	20,19	18,5	24	20,33
2°	15	25	20,8	15	25	20,7	19	24	20,85
3°	19	25,4	22,34	19	25	22,28	20,5	25	22,63

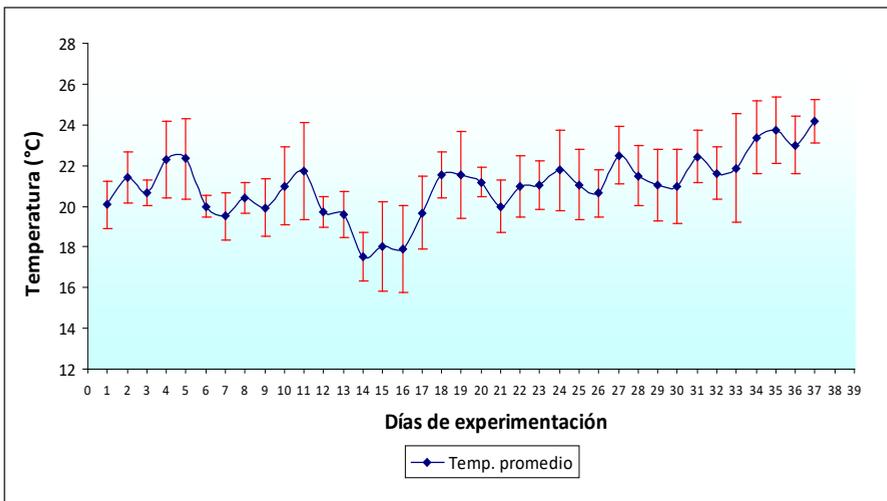


Figura 1: Variación de la temperatura promedio (°C) del agua durante el periodo experimental

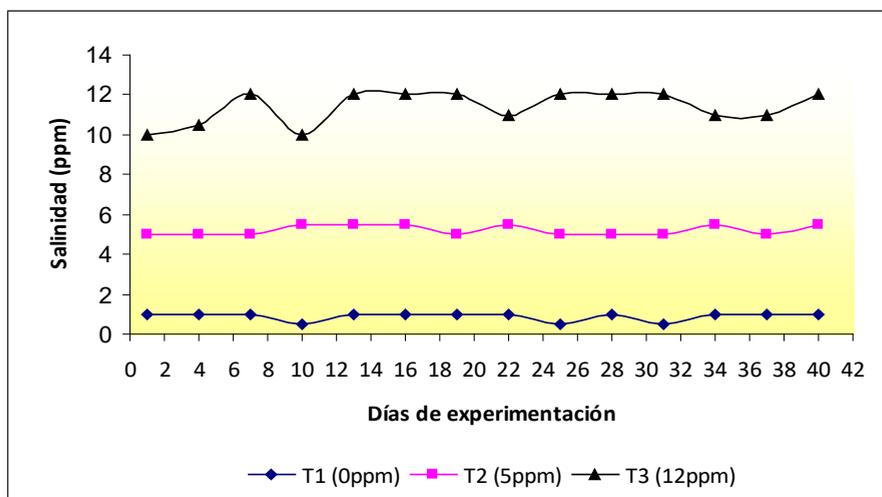


Figura 2: Salinidad promedio (ppm NaCl) del agua en las unidades experimentales

Evaluación de los parámetros reproductivos

El número de desoves durante toda en la experiencia en cada tratamiento fueron los siguientes: 6, 7 y 17 desoves para los tratamientos 0,5 ppm, 5 ppm y 12 ppm, respectivamente. El tratamiento T3 (12 ppm NaCl) presentó mayor número de

desoves, debido a la mayor disponibilidad de reproductores que existe en una escala productiva. Contrariamente a lo observado en los tratamientos T1 (0,5 ppm) y T2 (5 ppm) (ambos a escala experimental), donde se presentó un desove en cada quincena con su respectiva repetición, con intervalos de tiempo de 10 a 20 días por desove en cada tanque de reproducción (Tabla 5).

Tabla 5: Parámetros del desove de reproductores de pejerrey argentino en tanques de reproducción con diferentes salinidades (0,5 ppm, 5 ppm y 12 ppm)

Parámetros reproductivos	T1 ($\pm 0,5$ ppm)			T2 (± 5 ppm)			T3 (± 12 ppm)		
	n	Prom.	D.E.	n	Prom.	D.E.	n	Prom.	D.E.
Fecundidad (x1000 huevos)	8	22,3	(5,07)	7	25,03	(9,17)	17	182,13	(123,36)
Fertilización %	7	69,78	(7,04)	6	87,08	(5,24)	17	78,31	(8,90)
Producción de huevos viables (x1000 huevos)	8	15,67	(4,48)	7	21,51	(6,48)	3	164,05	(50,53)
Ova con ojo %	6	72,42 ^c	(6,23)	6	85,12 ^a	(3,49)	6	80,68 ^b	(6,02)
Eclósión %	6	35,31 ^b	(17,00)	6	65,41 ^a	(10,75)	6	62,63 ^a	(8,47)

n= número de observaciones.

Medias con letras semejantes (filas) no difieren significativamente ($P > 0,05$).

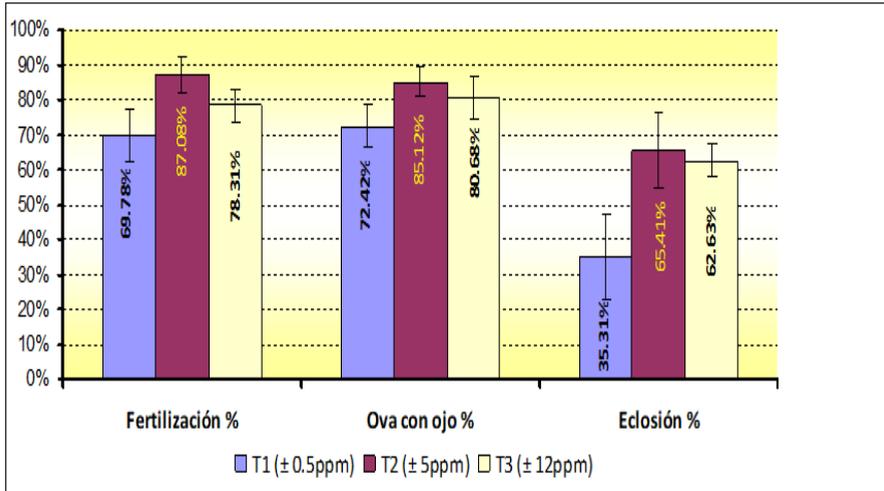


Figura 3: Resumen del promedio de porcentaje de fertilización, porcentaje de ova-ojo y porcentaje de eclosión de las ovas obtenidas en los tanques de reproducción de pejerrey argentino a diferentes salinidades. Medias con letras semejantes no difieren significativamente ($P>0,05$).

Evaluación del porcentaje de fertilización

Es importante destacar el alto porcentaje de fertilización promedio alcanzado en esta experiencia, donde se utilizó la relación de un macho por una hembra (87,08%; 78,31% y 69,78% para T2 (5 ppm), T3 (12 ppm) y T1 (0,5 ppm) respectivamente; asimismo, los valores de los tratamientos T2 y T3 son superiores al promedio alcanzado por Berasain *et al.* (2008) (74,17%) y, a la vez, por otros autores que utilizaron una mayor relación de machos por hembras, por ejemplo Miranda *et al.* (2006) obtuvieron un 52% de fecundación con una relación de 1,5 machos por hembra y el promedio de fecundación de la Prefectura de Kanagawa fue del 50% (Ohashi, comunicación personal, citado en Berasain *et al.*, 2008). Según Berasain (comunicación personal), los valores de fertilización superiores al 70% se pueden considerar huevos de buena calidad para pejerrey argentino. Por otro parte, según el ANVA no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos. Sin embargo, según los resultados obtenidos, el tratamiento T2 (± 5 ppm NaCl), fue el que obtuvo los mejores resultados en cuanto a porcentajes de fertilización.

También que las mayores diferencias en los porcentajes de fertilización entre los tratamientos se presentan en la tercera

quincena, donde el mínimo valor lo obtuvo el tratamiento T1 ($\pm 0,5$ ppm), de esta manera se vería reflejado el efecto negativo que pudiera causar las mínimas concentraciones de salinidad en la reproducción de pejerrey, si se extendiera el tiempo de crianza más allá de la experiencia. Pudiendo ser este efecto negativo ocasionado por el estrés que se presenta en el pejerrey al estar en mínimas concentraciones de salinidad. Como resultado probable del estrés se tiene la regresión y reabsorción en los ovarios de los peces que han llegado hasta la etapa de maduración y ovulación en condiciones naturales (Strüssmann, 1989). Por otro lado, otro factor que pudo haber influenciado en la calidad de los espermatozoides en el tratamiento 1 durante la experiencia, es la osmolaridad del medio; pues según lo mencionado por Renard *et al.* (1994), el factor que bloquea la motilidad del espermatozoide de pejerrey es la disminución en la osmolaridad; en otros términos, los espermatozoides son móviles en medio hipotónico a ligeramente hipertónico en relación al fluido seminal. De esta manera, se sabe que la presión osmótica del agua dulce es aproximadamente de 1 mOsm/kg, mientras que del fluido seminal de pejerrey es de 331 mOsm/kg (Regard *et al.*, 2004), presentándose un medio hipertónico en relación al fluido seminal.

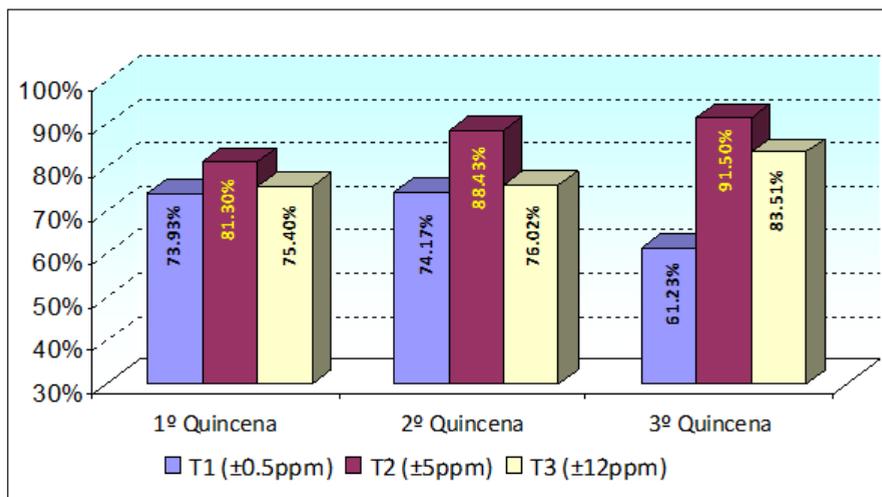


Figura 4: Porcentaje de fertilización por tratamiento en cada quincena evaluada

Evaluación del porcentaje ova-ojo

Aunque no existen experiencias relacionadas con la evaluación de este parámetro reproductivo en el *O. bonariensis*, se puede predecir que son valores muy elevados para la especie, comparados con los valores propuestos para ovas de buena calidad para las especies como el puye (*G. maculatus*), donde Araneda (2004) considera porcentajes de ova ojo $>70\%$ y para la trucha arco iris (*O. mykiss*) Bromage y Roberts (1995) proponen valores sobre el 85% de ova ojo. Asimismo, mediante los análisis de varianza se reportaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0,01$). Posteriormente, fue corroborado mediante la comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey, en donde también se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre todos los tratamientos. Lo que indicaría que los huevos desovados de los reproductores del tratamiento T2 (5 ppm) tendrían una mayor sobrevivencia de embriones hasta ova con ojo, seguido por el tratamiento T3 y T1, respectivamente.

Evaluación del porcentaje de eclosión

Mediante experiencias anteriores en la Estación Experimental de Pesquería de la Prefectura de Kanagawa (Toda et al., 1998),

se obtuvieron porcentajes de eclosión en el rango de 70% y 80%, los cuales fueron incubados a una concentración de salinidad en el agua de 5 ppm NaCl; la misma que se utilizó en esta experiencia para la incubación de cada lote de huevos y en donde los tratamientos T2 y T3 se acercan más a este rango.

Según el análisis de varianza, existe diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) entre las medias de los tratamientos. Además, mediante la comparación múltiple de medias utilizando la prueba de Tukey se corroboró dichas diferencias, reportando que existe diferencia estadísticamente significativa entre los Tratamientos T2 y T1 y T3 y T1. Mientras que no se reportaron diferencias entre los tratamientos T2 y T3. Según las diferencias encontradas entre las medias de los tratamientos, se comprueba que una concentración de salinidad cercana a 0 ppm NaCl, puede influenciar en el éxito reproductivo al disminuir los parámetros de sobrevivencia del embrión y, por consiguiente, disminuir el éxito de la eclosión. Tal como afirma Campbell (1994, citado por Brooks, 1997) el alto estrés durante el periodo de desarrollo ovárico afecta posteriormente en las tasas de sobrevivencia de la progenie, esto lo corrobora Schreck (2001) quien obtiene similares resultados en trucha arco iris.

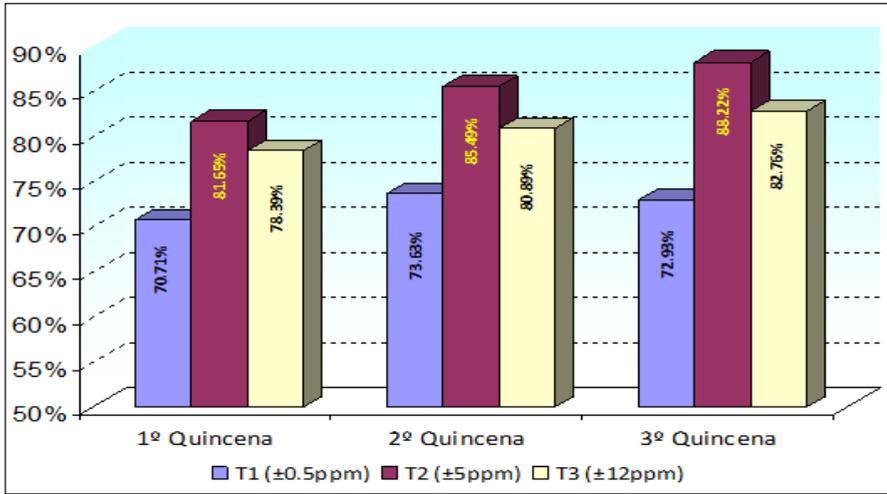


Figura 5: Porcentaje de ova-ovo por tratamiento en cada quincena evaluada

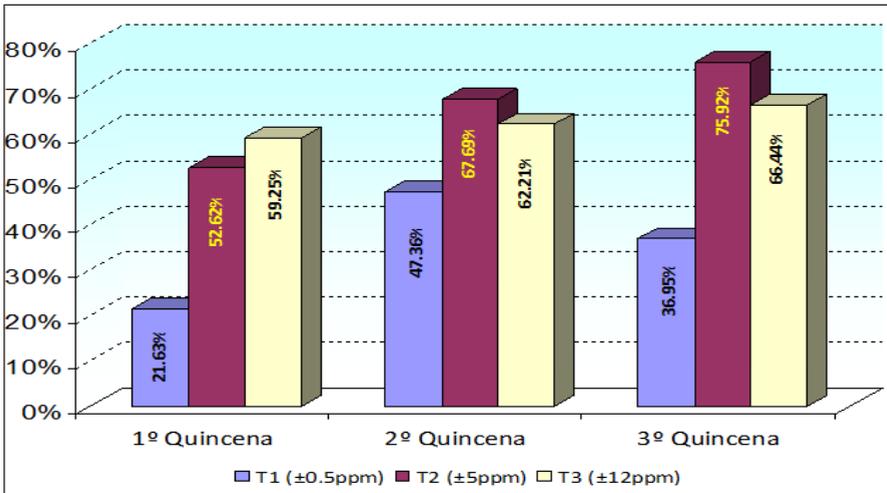


Figura 6: Porcentaje de eclosión por tratamiento en cada quincena evaluada

Análisis de regresión lineal entre los parámetros reproductivos

Los análisis de regresión lineal indican que no hubo correlación significativa entre el porcentaje de fertilización y el porcentaje de ova ojo, porcentaje de fertilización y porcentaje de eclosión del tratamiento 1. Mientras que, para el tratamiento T2, se obtuvo un $P < 0,05$ y $R^2 = 0,769$ para la relación entre porcentaje de fertilización y porcentaje de ova-ojo; asimismo, se obtuvo un $P < 0,01$ y $R^2 = 0,913$ para la relación entre porcentaje de fertilización y porcentaje de eclosión, mostrando una correlación altamente significativa entre estos dos parámetros. Por último, el tratamiento T3 obtuvo los siguientes valores $P < 0,05$ y $R^2 = 0,6793$ para la relación porcentaje de fertilización y porcentaje de ova-ojo; asimismo, para la relación porcentaje de fertilización y porcentaje de eclosión, se registraron $P < 0,05$ y $R^2 = 0,7621$.

De esta manera, se aprecia que hubo una correlación positiva estadísticamente significativa entre los parámetros reproductivos para los tratamientos T2 y T3. Indicando que las salinidades en los tanques de reproducción entre 5 – 12 ppm NaCl serían las óptimas para obtener una buena calidad de huevos durante la época reproductiva. Pues según Bromage *et al.* (1995), una buena correlación entre el porcentaje fertilización y el porcentaje ova con ojo demostraría ovas de buena calidad. Asimismo, las salinidades moderadas mejoran el éxito reproductivo en la especie, al disminuir el estrés causado por las diferentes actividades realizadas en un *hatchery*, coincidiendo con lo mencionado por Tsuzuki *et al.* (2001) donde afirma que

una concentración de salinidad de 5 ppm impide los aumentos de cortisol y glucosa en la sangre y además acelera el regreso de estos parámetros a niveles basales y ayuda a estabilizar los niveles de electrolitos en la sangre (Figura 7).

Evaluación del peso relativo (Wr)

Según varios estudios, se ha documentado que Wr está relacionado con las tasas de crecimiento, potencial reproductivo, reclutamiento, tasas de producción de biomasa, abundancia de alimento, densidad poblacional, índices estructurales y variables ambientales como superficie, profundidad, salinidad, temperatura promedio y producción primaria (Guy y Willis, 1991; Liao *et al.*, 1995; Marwitz y Hubert, 1997; Blackwell *et al.*, 2000 cit. en Colautti *et al.*, 2006).

De esta manera, la salinidad puede ser un factor que influyó en la disminución del Wr en el tratamiento T1 y, a la vez, mantuvo en una condición de regular a buena a los tratamientos T2 y T3. Aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas, se puede predecir que concentraciones de salinidad alrededor de 0,5 ppm no son óptimas para el manejo en cautiverio de pejerrey. En efecto, durante la experiencia se pudo observar que los individuos del tratamiento T1, demoraron más tiempo en adaptarse a comparación de los individuos del tratamiento T2, percibiéndose, en el nado lento al nivel de la superficie de los tanques, continuos golpes dados en las paredes de los tanques, la inapetencia y las mortalidades al inicio de la experiencia.

Tabla 6: Peso relativo (máximo, mínimo y promedio) de los individuos utilizados al inicio del experimento y al finalizar cada tratamiento

	n	Máximo	Peso relativo (Wr)		
			Mínimo	Promedio	Desv. Est.
Inicio experimento	51	103,65	55,07	78,36	10,21
T1 (\pm 0,5 ppm)	10	87,97	58,89	73,61	9,00
T2 (\pm 5 ppm)	10	92,16	62,94	79,45	10,00
T3 (\pm 12 ppm)	32	103,86	59,94	82,29	10,83

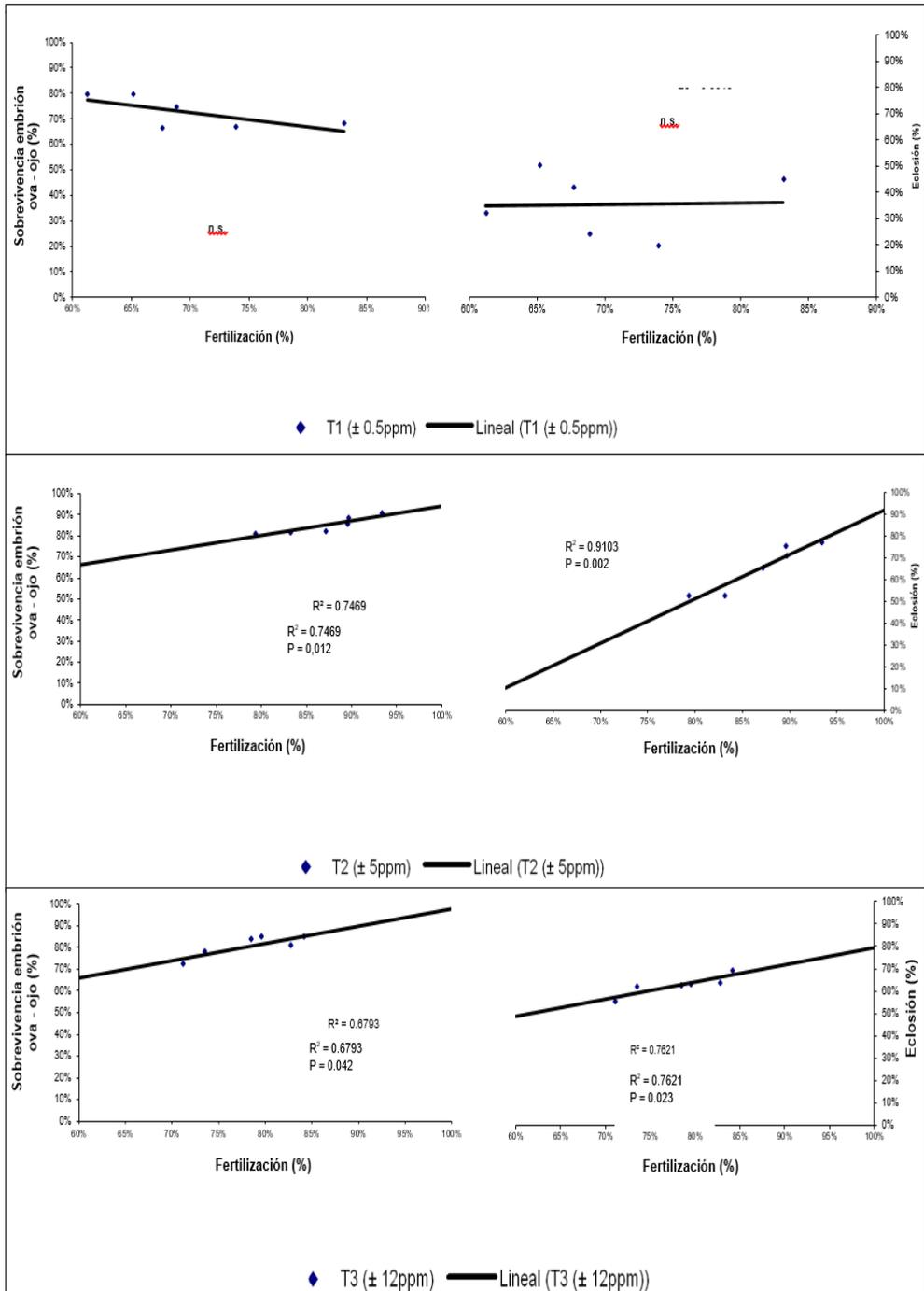


Figura 7: Correlación lineal entre los parámetros de producción (éxito de la fertilización) y parámetros de sobrevivencia (ova-ojo y éxito de la eclosión) de los huevos colectados de *O. bonariensis*, a lo largo de la experiencia. Cuando existe correlación estadísticamente significativa, se muestra el valor de significancia (P) y el coeficiente de correlación (R^2). La ausencia de correlación es indicada por “ns” (no significativo)

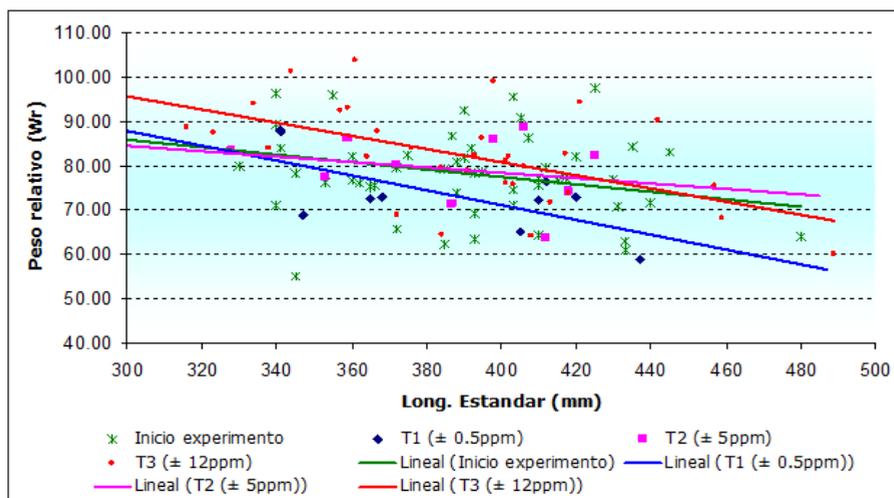


Figura 8: Peso relativo promedio (Wr) obtenido en función de la longitud estándar (LSt) de los pejerreyes mantenidos a diferentes concentraciones de salinidad durante toda la experiencia

4. Conclusiones

La calidad de la ova de pejerrey argentino (*O. bonariensis*) se ve influenciada por el efecto interactivo de la salinidad en el agua sobre el estrés en los reproductores. Concentraciones de salinidad, en los tanques de reproducción, entre 5 -12 ppm NaCl permiten obtener ovas de buena calidad, logrando obtener un mayor éxito en la reproducción, al obtener valores de fertilización superiores a 70%, supervivencia de embriones hasta ova con ojo alrededor del 80% y tasas de eclosión alrededor de los 60%. Además, existe una correlación significativamente positiva entre porcentaje de ova ojo y de fertilización y porcentaje de eclosión y fertilización, al utilizar moderadas concentraciones de salinidad (5 – 12 ppm NaCl) en los tanques de reproducción; obteniendo una buena calidad de ovas. Finalmente, los valores obtenidos de peso relativo (Wr) para las concentraciones de salinidad entre 5 – 12 ppm NaCl permiten mantener a los reproductores en los tanques de cultivo en una mejor condición a comparación de 0,5 ppm.

5. Agradecimiento

A la Estación Hidrobiológica Chascomús, Subsecretaría de Actividades Pesqueras,

Ministerio de Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

6. Literatura citada

- Berasain, G.E.; Velasco, C.A.; Mir, F.; Padín, D. 2008. Producción intensiva de ovas embrionadas de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) a partir de reproductores mantenidos en cautiverio. Instituto de Limnología “Dr. R. A. Ringuelet”. Revista Biología Acuática 24: 11-16.
- Bromage, N.; Roberts, R. 1995. Broodstock management and egg and larval quality. In Bromage, N.; Roberts, R. (Eds.). Blackwell Science, 424 p.
- Brooks, S.; Tyler, C.R.; Sumpter, J.P. 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg? Fish Biology and Fisheries 7(4): 387–416.
- Campbell, P.M.; Pottinger, T.G.; Sumpler, J.P. 1994. Preliminary evidence that chronic confinement stress reduced the quality of gametes produced by brown and rainbow trout. Aquaculture 120: 51- 169.
- Campos, O. 2006. Producción y transporte de ovas embrionadas de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) en

- el Centro Piscícola de Pacucha Provincia de Andahuaylas-Región Apurímac. Trabajo monográfico del examen profesional. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú.
- Claude, M. 2005. Sobreexplotación pesquera. Diario Chilóe, Chile. Disponible en http://www.laestrellachiloe.cl/prontus4_nots/antialone.html?page=http://www.laestrellachiloe.cl/prontus4_nots/site/artic/200502017/pags/20050201230758.html.
- Colautti, D.; Remes, M.; Berasain, G. 2006. A standard weight equation to assess the body condition of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Symposium: Biology and culture of silversides (pejerrey). *Biocell* 30(1): 31-135.
- Gracia L., V.; Valdebenito I., I. 2009. Reproducción de peces marinos y de agua dulce en Latinoamérica. 645 – 718. En Carrillo E. (Ed.), Reproducción de peces: Aspectos básicos y sus aplicaciones en acuicultura. Publicaciones científicas y tecnológicas de la Fundación Observatorio español de acuicultura, Madrid, España. 645 – 718 p.
- Miranda, L.A.; Berasain, G.E.; Velasco, C.A.; Shirojo, Y.; Somoza, G.M. 2006. Natural spawning and intensive culture of pejerrey *Odontesthes bonariensis* juveniles. *Biocell* 30(1): 157-162.
- Renard, P.; Strüssmann, C.A.; Ling, H.; Takashima, F. 1994. Evaluation of extenders for Pejerrey *Odontesthes bonariensis* sperm. *Fis Sci* 60(6): 661-666.
- Schreck, C.; Contreras, W.; Fitzpatrick, M. 2001. Effect of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture* 197: 3- 24.
- Strüssmann, C.A. 1989. Basic studies on seed production of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Tesis Doctoral. Universidad de Pesquerías de Tokio, Tokio. 351 p.
- Toda, K.; Tonami, N.; Yasuda, N.; Suzuki, S. 1998. Cultivo del pejerrey en Japón. En: Prel. De Técnicas de cultivo del pejerrey (Ed.). New Fish Development Association, Japón.
- Tsuzuki, M.Y.; Aikawa, H.; Strüssmann, C.A.; Takashima, F. 2000. Comparative survival and growth of embryos, larvae, and juveniles of pejerrey *Odontesthes bonariensis* and *O. hatcheri* at different salinities. *J. Appl. Ichthyol.* 16: 126-130.
- Tsuzuki, M.Y.; Ogawa, K.; Strüssmann, C.A. 2001. Physiological responses after stress and subsequent recovery at different salinities in adults pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Aquaculture* 200: 349-362.
- Valdebenito, I.; Fletcher, C.; Vera, V.; Fernández, J. 2009. Factores fisicoquímicos que regulan la motilidad espermática en peces: aspectos básicos y aplicados. Una revisión. *Arch. Med. Vet.* 41: 97-106. Escuela de Acuicultura, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile.
- Wege, G.J.; Anderson, R.O. 1978. Relative weight (Wr): a new index of condition for largemouth bass. In: Novinger, G.D.; Dillard, J.G. (Eds.). New approaches to the management of small impoundments. American Fisheries Society, North Central Division, Special Publication 5: 79-91.