

REPRODUCCIÓN Y APORTE DE CRÍAS DE *Carassius auratus* “GOLDFISH” CON DIFERENTE ALIMENTO EN SISTEMA CERRADO

Reproduction and breeding of *Carassius auratus* “goldfish” fry with different food in closed system

Alina Zafra-Trelles¹, Kriss Vela-Alva²

Laboratorio de Acuicultura. Departamento de Pesquería. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo-Perú¹. PezVela Centro de peces ornamentales. Trujillo²

azafra@unitru.edu.pe¹

RESUMEN

Se investigó la reproducción y el aporte de crías de *Carassius auratus* “goldfish” con diferente alimento en sistema cerrado en Trujillo-Perú 2015. Se experimentaron con cinco reproductores maduros sexualmente, los cuales se acondicionaron en acuarios de 140 L con líneas de aire, luz y filtros mecánico y biológicos para conseguir el número de puestas, frecuencia, fecundidad, tiempo de eclosión de huevos, número de crías y supervivencia. Se les alimentó con 70 % de alimento vivo y 30 % de Nutrafin Max alimento tipo escamas a una tasa de alimentación del 2%. La reproducción de los goldfish machos Yamagata 1, Yamagata 2 y Oranda con la Redcap hembra se obtuvo desde agosto a octubre con una proporción sexual de 3:1. La puesta promedio fue de 5000 huevos y 3750 crías con 85% de supervivencia alimentadas con nauplios de *Artemia franciscana* y *Tubifex tubifex*.

Palabras clave: Reproducción, crías, *Carassius auratus*, goldfish, alimento, sistema cerrado.

ABSTRACT

The reproduction and breeding of *Carassius auratus* "goldfish" fry with different food in closed system in Trujillo-Peru 2015 was investigated. It was experimented with five brood stock of sexual maturity, which were conditioned in 140 L aquaria with air lines, light and mechanical and biological filters to get the number of start, frequency, fecundity, timing of hatching eggs, the number of offspring and survival. They were fed with live food (70%) and Nutrafin Max food flakes (30 %) with a feed rate of 2%. The reproduction of goldfish Yamagata 1, Yamagata 2 and Oranda males with Redcap female was obtained from August to October with a sex ratio 3:1. The spawn average was 5000 eggs and 3750 fry with a survival of 85% fed with *Artemia franciscana* nauplii and *Tubifex tubifex*.

Key words: Reproduction, fry, *Carassius auratus*, goldfish, food, closed system.

Recibido: 20 Abril de 2016

Aceptado: Diciembre de 2016

INTRODUCCIÓN

La Acuicultura ornamental a nivel mundial destaca el comercio de peces, crustáceos, moluscos y equinodermos mayormente con algunas características de forma, color, tamaño, rareza que permite el interés en el mercado nacional e internacional. El movimiento económico en el comercio mayorista de estas especies es de U.S. \$900 x 10⁶ y el comercio minorista es de U.S. \$ 3000 x 10⁶ con 4000 especies de agua dulce y 1400 especies marinas¹.

Los mercados internacionales que más abastecen de peces ornamentales son los países asiáticos y Estados Unidos² en Latinoamérica se mencionan a Colombia, Brasil, Perú y Venezuela. En cuanto a Perú reportan que los peces ornamentales provienen del amazonas con un ingreso de U.S. \$ 2,5 a 3 x 10⁶ en las exportaciones de las siguientes especies: *Otocinclus affinis*, *Osteoglossum bicirrhosum* y *Corydoras julii* principalmente a Estados Unidos.³

Una de las especies comerciales que destaca por su coloración y forma es *Carassius auratus* conocida como goldfish con precios en el mercado internacional de U. S. \$0,10 a 0,20¹, son nativos de Asia Central, China y Japón⁴, AL-Noor⁵ reporta que los goldfish pertenecen a la familia de los cyprinidos, pueden alcanzar los 6 a 7 años.

Además, se caracterizan por ser de hábito alimentario omnívoro y pueden habitar aguas dulces y salobres. Entre sus características se mencionan que toleran el frío, los contaminantes orgánicos y bajos niveles de oxígeno.⁶

En la etapa de alevines, el alimento vivo es indispensable, se les puede brindar *Brachionus calciflorus*, nauplios y cistos descapsulados de *Artemia*⁷, otros investigadores reportan que el fitoplancton es un buen alimento de inicio como las diatomeas entre ellas *Synedra ulna*, o de los géneros *Cymbella* y *Melossira*, también consumen algas verdes como *Scenedesmus*, *Cosmarium* y *Spirogyra*. También pueden consumir zooplancton entre los que destacan los rotíferos, copépods y cladoceros como las pulgas de agua, las larvas de zancudo además del alimento balanceado.^{5,8,9,10,11,12}

Entre sus características reproductivas, se señalan que las hembras pueden madurar sexualmente entre el primer y segundo año de vida, alcanza longitudes de 17 cm con pesos de 23 g, además su fecundidad relativa puede variar entre 96,66 a 107,14^{6,8,13,14,15}. Tienen un desove extendido con índice gónado somático de 9,52 a 13,13 %. Los huevos presentan un diámetro de 348 a 430 micras.^{6,16}

En la actualidad, debido a los avances en reproducción selectiva y la hibridación existen numerosas variedades con colores diferentes y con patrones en la variación de aletas y formas como los goldfish Cometa, Calico, Fan tail, Oranda, Pyukin, Lion head, Pearl scale, Bubble eye, y Telescope, reportando más de 100 variedades de goldfish originados de la especie *Carassius auratus*.⁴

Con respecto al manejo de los goldfish, Damas⁸ indica que la densidad de siembra es de 132 g /m² y la reproducción natural se realiza en estanques naturales con aireación y circulación de aire y se colocan sustratos artificiales.

Entre las técnicas reproductivas utilizan la hormona gonadocoriónica para estimular la reproducción, aunque también se han probado con prostaglandinas y la gonadotrofina.^{13,14} Ortega y Reyes¹⁶ mencionan que es fundamental colocar sustratos para que se adhieran los huevos y mantener elevada supervivencia lo que permite un aporte de larvas mayor al 50 %.

Las investigaciones en *C. auratus* presentan importancia científica por tener un elevado potencial biótico, e igualmente manejar las características reproductivas permitiría la producción de semilla en cualquier época del año, con un considerable aporte económico estableciéndose mercados nacionales e internacionales. Por ello, el objetivo de la investigación fue reproducir y obtener el aporte de crías de *Carassius auratus* "goldfish" con diferente alimento en sistema cerrado.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el laboratorio de Acuicultura de la Universidad Nacional de Trujillo, y en PezVela Centro de peces ornamentales de Trujillo de julio a diciembre 2015. Se comenzó con cinco reproductores de *C. auratus* "goldfish" de un año de edad a quienes se les aclimató a temperatura de 25 ° C y luego se procedió a mantenerlos en cuarentena por dos semanas en acuarios de 100 L con agua de cloruro, 0,5 ml de azul de metileno y 30 g de cloruro de sodio acondicionados con líneas de aire y un filtro mecánico-biológico realizando controles de temperatura y pH.

Luego se procedió a registrar las características de los reproductores, considerando variedad, sexo, coloración, además de la talla (cm) y el peso (g). A los reproductores se les alimentó con una tasa de alimentación del 2 % con 70% de alimento vivo y 30% de alimento artificial.

Se realizó el monitoreo diario a los reproductores de goldfish para observar amplitud de abdomen, papila genital o realizar masajes ventrales para conocer si estaban próximos al desove.

Se preparó el acuario de 140 L para el desove con línea de aire y agua de cloruro de sodio además se le agregó listones de pajarrafia y se trabajó con una proporción sexual de 3:1 considerando tres machos y una hembra, igualmente se procedió a registrar la conducta reproductiva del desove, la frecuencia de este a través del tiempo, el número de huevos y sus características, mortalidad, tiempo de la eclosión a larvas, número de crías y supervivencia de estas. Después de ocurrido el desove, los reproductores fueron colocados externamente outdoor en pozas de 3 m² hasta el inicio de otro evento reproductivo.

Después de cada puesta a los reproductores se les separaba a pozas artificiales externas outdoor para lograr los descansos reproductivos alimentándolos con 70 % de alimento vivo *Tubifex tubifex* y 30% de alimento tipo escamas Nutrafin Max de 42% de proteínas con una tasa de alimentación del 2% hasta el próximo desove (Fig. 2).

En cuanto a las crías de *C. auratus* se colocaron en acuarios de 100 L y luego pasaron a tanques de 0,5m³. Se les preparó alimento vivo eclosionando cistos de *Artemia* a 35 ppt cada 24 horas. A estas se les brindó 100 % de alimento vivo ad libitum y luego se aplicó una tasa de alimentación del 7%. Se realizaron muestreos biológicos a las crías de goldfish para determinar la talla (mm) y el peso (g), y se registró la coloración durante los dos meses además del porcentaje de supervivencia. Finalmente se aplicaron parámetros estadísticos como porcentajes y promedios.

RESULTADOS

Los reproductores machos de *C. auratus* de un año de edad se caracterizaron por presentar un rango de longitudes entre 9,50 y 14,9 cm y de 24 a 51 g de pesos, con las variedades Yamagata 1, 2 y Oranda mientras que las hembras fueron más grandes y las variedades Yamagata (Fig. 1) y Redcap fluctuaron entre 18,5 a 13,6 cm con pesos entre 237 y 115 g donde predominó la coloración mayormente naranja (Tabla 1).

Tabla 1. Características biométricas y externas de los reproductores de *Carassius auratus*

<i>Especie</i>	<i>Longitud (mm)</i>	<i>Peso (g)</i>	<i>Color</i>	<i>Nado</i>
<i>Machos</i>				
<i>C.auratus Yamagata 1</i>	14,9	28	Naranja, amarillo	Rápido en toda la columna de agua
<i>C.auratus Yamagata 2</i>	10,0	24	Naranja, amarillo	Rápido en toda la columna de agua
<i>C.auratus Oranda</i>	9,50	51	Naranja, amarillo	Rápido en toda la columna de agua
<i>Hembras</i>				
<i>C. auratus Yamagata</i>	18,5	237	Rojo, naranja, amarillo y blanco	Lento, desplazamiento fondo de acuario
<i>C.auratus Redcap</i>	13,6	115	Rojo, blanco, naranja	Lento, desplazamiento fondo de acuario

La reproducción de *C. auratus* se realizó con reproductores de un año de edad con una proporción sexual de 3:1 conformada por los machos de *C. auratus* Yamagata 1, Yamagata 2 y Oranda con la hembra *C. auratus* Redcap, el cortejo sexual fue agresivo por parte de los goldfish machos que perseguían y golpeaban la parte ventral lateral y abdominal para estimular el desove de la hembra. La puesta de los óvulos por la hembra se caracterizó porque los distribuyó y esparció por todo el acuario quedando adheridos a la pajarrafia y al fondo del acuario donde inmediatamente los fertilizaron los machos.

Se obtuvieron tres eventos reproductivos de agosto a octubre 2015 (Tabla 2), el primer desove ocurrió el 31 de agosto 2015 y luego ocurrieron en forma mensual hasta octubre, en noviembre y diciembre estos no lograron tener la madurez suficiente para desovar. La puesta tuvo un rango entre 4200 y 5800 con un promedio de 5000 huevos.



Fig.1. Reproductora de goldfish de 243 g de la variedad Yamagata con amplio abdomen de capucha roja cuerpo dorado de colores rojo naranja, blanco y amarillo.

Los huevos se caracterizaron por tener forma redonda, eran transparentes y adherentes a sustratos como la pajarrafia con un tamaño de 1400 a 1600 micras. La eclosión de los huevos de *C. auratus* ocurrió a las 48 horas con una mortalidad del 25%.

Tabla 2. Eventos reproductivos mensuales con desoves de *C. auratus*, número de huevos, crías y mortalidad.

<i>Desoves</i>	<i>Número de huevos</i>	<i>Mortalidad de huevos (%)</i>	<i>Crías</i>	<i>Mortalidad de crías (%)</i>
31/agosto/2015	4200	25,0	3150	15,0
30/setiembre/2015	5000	25,0	3750	14,8
29/octubre/2015	5800	24,8	4350	15,2
<i>PROMEDIO</i>	5000	25,0	3750	15,0

Las condiciones de temperatura y pH fueron variables con temperaturas de aire 28,9 a 29,2 °C, temperaturas del agua entre 25,1 y 25,4° C y pH entre 7,0 y 7,5 para agosto, setiembre y octubre. En noviembre y diciembre las temperaturas del agua se incrementaron. El rango del aporte de crías de los goldfish fue de 3150 a 4350. La talla inicial de las larvas fue de 3,5 mm a 4,0 mm y presentaron nado libre a las 48 horas después de la reabsorción del saco vitelino, la coloración predominante de las crías fue gris (Fig. 3).

En cuanto a los muestreos biométricos realizadas a las crías de goldfish se obtuvieron tallas de 12 a 20 mm a los 17 días de edad, con pesos de 0,07 a 0,10 g con larvas de color gris y a los 57 días alcanzaron entre 22 a 36 mm con pesos de 0,44 a 1,14g con color naranja a los cuales se les consideró como semilla (Tabla 3).



Fig.2. Pozas artificiales outdoor de descanso reproductivo para reproductores hembras(izquierda) y machos (derecha) de *C. auratus*.

Las dos primeras semanas se les alimentó con nauplios de *Artemia* y posteriormente con *Tubifex tubifex*, desde la etapa larval hasta semilla fueron alimentados con 100% de alimento vivo logrando una supervivencia del 85 %.

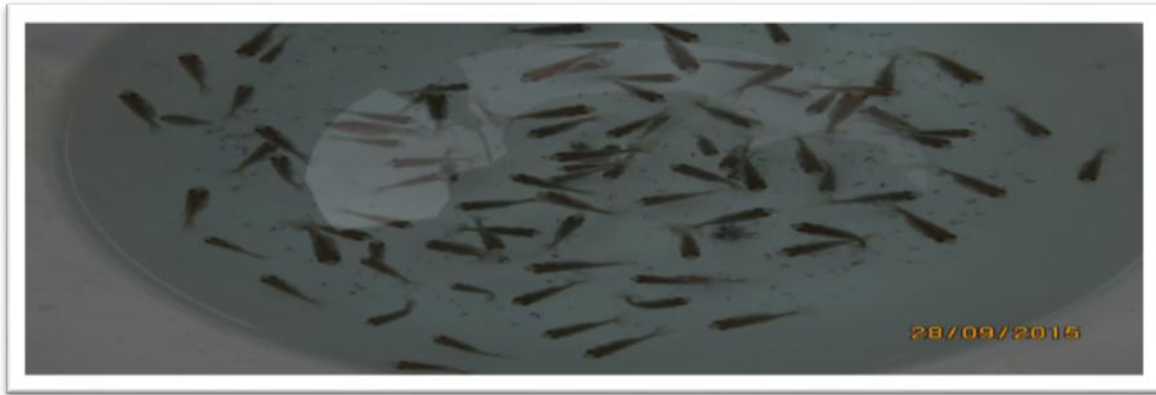


Fig. 3. Las crías de goldfish con 26 días de vida con predominio de color verde oliva y tonalidades naranja de algunos individuos.

Tabla 3. Muestreo biométrico de las crías de *Carassius auratus* considerando el tiempo de vida, el rango de tallas, pesos y color realizadas de setiembre a octubre 2015.

Días evaluación	Tiempo de vida(días)	Rango de tallas (mm)	Rango de pesos (g)	Color
1	17	12 a 20	0,07 a 0,10	gris
23	38	21 a 29	0,24 a 0,48	Verde oliva
34	49	22 a 29	0,30 a 0,53	Naranja-verde
42	57	22 a 36	0,44 a 1,14	Naranja

DISCUSIÓN

El plantel de reproductores de *C. auratus* de las variedades Yamagata1, 2, Oranda, Yamagata y Redcap presentaron tallas y pesos diferentes a los recomendados por Ortega y Reyes¹⁶ con 37,3 a 38,0 g con una fecundidad de 2347, Jagtap¹⁴ indica que los mejores pesos de los reproductores fluctúan entre 20 a 50 g con puestas huevos de 3333.33 pero se coincidió con Mohanta y col.⁴ quienes experimentado con reproductores de 40 a 100 g obtuvieron fecundidades de 2500 a 3000 aunque al usar reproductores de mayor amplitud de peso se obtuvo una fecundidad promedio de 5000 huevos.

Los pesos de los reproductores fueron importantes porque intervienen en la proporción sexual que se usa para la reproducción, si estos pesos son iguales entre machos y hembras se necesitaría de una proporción sexual 1:1 como en *Pterophyllum scalare*¹⁷, pero si se una proporción de 1:2 como en *Garra ceyloronsis*⁹ significa que el macho es de mayor peso que las hembras, debido a ello, la proporción sexual usada en *C. auratus* fue de 3:1 para asegurar la fertilización de los óvulos de una hembra de 115 g.

El periodo reproductivo de los goldfish fue amplio, Lorenzoni y col.¹⁵ reportan que este ocurre de marzo a junio, mientras que Al-Noor⁵ indican que el desove se realiza de marzo a setiembre, en este caso se tuvo la reproducción de agosto a octubre, lo que nos estaría

indicando que prefiere el cambio estacional para reproducirse en otoño, invierno y primavera.

Entre los factores que afectan la reproducción se considera a la temperatura, que para la reproducción de *C. auratus*, Jagtap¹⁴ recomienda que esta se encuentre en el rango de 20 a 22 °C y Damas⁸ y Mohanta y col.⁴ de 20 a 23 °C comparando con esta investigación está se desplazó al límite superior entre 24,0 a 25,5 °C, y él no haber obtenido reproducción en noviembre y diciembre del 2015 podría deberse a que la temperatura superó los 30 °C, lo que es corroborado por Guillet y col.¹³ donde reportan que las altas temperaturas inhiben la reproducción de los goldfish.

Otro factor que interviene en la reproducción fue el fotoperiodo, se considera que 19 horas de luz y 5 de oscuridad son usados para acelerar la actividad gonadal en los goldfish¹⁸, aunque en las pozas artificiales los goldfish tuvieron fotoperiodo de 12:12 fue necesario mantenerlos externamente outdoor.

En cuanto a la alimentación fue diferente para los reproductores que algunos alimentan con *Daphnia magna*¹⁶ otros con *Artemia* o Tubifex, observando la preferencia por este último alimento y alimento artificial tipo escamas con 42% de proteína.¹⁷

Las crías de *C. auratus* se alimentaron con nauplios de *Artemia* y *Tubifex tubifex* a frecuencias de 4 a 6 veces diarias mientras que a los reproductores la frecuencia fue de dos veces al día.¹³ A pesar de ser omnívoro y necesitar de 30 % de proteínas, las actividades de reproducción y crecimiento de las crías necesitaron de un alto requerimiento proteico.⁴

La alimentación está relacionada a la supervivencia de las crías, así los goldfish logran supervivencias de 72,5%¹² al brindarle alimento con un alto requerimiento de proteína del 53 %, lo que concuerda con esta investigación debido a que el alimento vivo presentó más del 50% de proteína logrando supervivencia en las crías de goldfish de 85%. En cuanto al aporte de crías de goldfish, en esta investigación se logró un promedio de 3750 con el 100 % de alimento vivo y la crianza larval fue fundamental como indica Mohanta y col.⁴ a estas se las alimenta con algas verdes, *Daphnia* y Tubifex. Asimismo, en esta investigación a las dos meses *C. auratus* alcanzó 1g con una coloración naranja mientras que Damas⁸ indica que necesitan de 90 días para considerarlos como alevinos.

CONCLUSIONES

La reproducción de *Carassius auratus* “goldfish” entre Yamagata 1, Yamagata 2, Oranda (machos) con la Redcap (hembra) alimentados con 70% de *Tubifex tubifex* y 30% de Nutrafin Max en escamas tuvieron tres eventos reproductivos de agosto a octubre 2015, con una puesta de huevos y aporte de crías promedio de 5000 y 3750 respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Panné, S. y L. Luchini. Panorama actual del comercio internacional de peces ornamentales. Dirección de Acuicultura- Argentina. 2008, 27 pp.

2. Hill, J. & R. Yanong. Freshwater ornamental fish commonly cultured in Florida. Circular 54. UF. University of Florida. IFAS extension. Institute of Food and Agriculture Sciences. 2010, p.5.
3. Panné, S., M. Álvarez y L. Luchini. Aspectos de la comercialización de peces ornamentales en Argentina (Importación y Exportación, periodo 1999-2003). Dirección de Acuicultura- Argentina. 2004, 11 pp.
4. Mohanta, K., S. Subramanian, N. Komarpart & A. Nininale. Breeding of Gold fish Fishery Science. Section ICAR Research Complex for GOA, India. Technical Bulletin (16):1-19, 2008.
5. Al-Noor, S. Population status of goldfish *Carassius auratus* in restored East Hammar Marsh, Southern Iraq. JKAU:Mar Sci; 21(1):65-83, 2010.
6. Jagtap, H. and S. Kulkarni. Evaluation of reproductive performance and morphometric parameters of goldfish *Carassius auratus*. IJSR- International Journal of Scientific Research 2(7): 15-22, 2013
7. Chuan, L., P. Dhent & P. Sorgeloos. Recent development in the application of live feeds in the fresh water ornamental fish culture. Aquaculture 227(2003):319-336, 2003.
8. Damas, T. Sistema de cría del *Carassius auratus* (Goldfish). Centro de Preparación Acuícola Manposton CPAM. ACPA. Notas técnicas. Revista ACPA (2):18-19, 2005.
9. Vallipuram, T., U. Edirisinghe & M. Bandera. Breeding and larval rearing of threatened endemic stonesucker. Aquaculture Research 36(2):196-201, 2005.
10. Navarrete, S., N. Soriano, A. Contreras, R. Duarte, M. Sánchez y T. Guzmán. Alimentación de la carpa dorada *Carassius auratus* (Pisces; Cyprinidae) en el Embalse San Miguel Arco. Estado de México. Revista de Zoología [acceso: 11/12/14], 2006. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49861702>.
11. Valero, N., E. Melean, M. Maldonado, M. Montrel, Y. Larreal y L. Marina. Capacidad larvívora del goldfish (*Carassius auratus auratus*) y del Guppy salvaje (*Poecilia reticulata*) sobre larvas *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. Revista Científica FCV-LUZ:Vo. XVI(4):414-419, 2006.
12. Moreira, R., J. Da Costa, E. Teixeira, A. Moreira, P. de Moura, R. Rocha y R. Vieira. Performance of *Carassius auratus* with different food strategies in water recirculation system. Arch. Zootec. 60(232):1203-1212, 2011.
13. Gillet, C., B. Breton y R. Billard. Seasonal effects of exposure to temperature and photoperiod regimes on gonad growth and plasm gonadotrysin in goldfish (*Carassius auratus*). Ann Biol. Anim. Bioch. Biophys. 18(4):1045-1049, 1978.

14. Jagtap, H. Comparative study on induction of spawning in goldfish (*Carassius auratus*) by prostaglandins other inducing agents. Indian J. Sci. Technol. 9th ISRPF, 4(8):225-226, 2011.
15. Lorenzoni, M., L. Ghetti, G. Pedicillo & A. Carosi. Analysis of the biological features of the goldfish *Carassius auratus* in lake Trasimeno (Umbria, Italy) with a view to drawing up plans for population control. Folia. Zool. 59(2):142-156., 2010.
16. Ortega, A. y H. Reyes. Initial sexual maturity and fecundity of the goldfish *Carassius auratus* (Perciformes: Cyprinidae) under semi-controlled conditions. Rev. Biol. Trop. 4(4):1113-1116, 2006.
17. Zafra, A. y K. Vela. Producción de semilla de *Pterophyllum scalare* “pez angel” en sistema cerrado, Trujillo, Perú. REBIOL, 35(1):95-98, 2015.
18. Sarkar, A. & B. Upadhyay. Influence and photoperiod and temperature on reproduction and gonadal maturation in gold fish: *Carassius auratus*, International Journal of Applied. Biology and Pharmaceutical Technology-IJACPT. ISSN0976 4550. 2(4):352-358, 2011.

