

CULTIVO DE ALIMENTO VIVO Y SU UTILIZACIÓN CON RELACIÓN AL TAMAÑO DE LA BOCA DE PECES ORNAMENTALES

LIVE FOOD CULTURE AND ITS USE IN RELATION TO
THE MOUTH SIZE OF THE ORNAMENTAL FISH

Judith García-Rodríguez¹, José Figueroa¹, Migdalia Díaz-Vargas¹,
Marco Polo Franco Archundia², Elsay Arce Uribe^{1*}

¹Laboratorio de Acuicultura e Hidrobiología, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México. Tel: +52- 7773162354.

²Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

*Autor para correspondencia: elsah.arce@uaem.mx. orcid.org/0000-0002-9815-2525

RESUMEN

Las cinco especies de peces más populares de importancia ornamental requieren alimentación que les brinde los nutrientes necesarios para su éxito en el cultivo. El cultivo de alimento vivo conformado por especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas es esencial para cubrir esta demanda nutricional. El cultivo de fitoplancton y zooplancton fue realizado para identificar las principales especies que lo conforman y su abundancia. Los tanques fueron fertilizados con gallinaza y monitoreados diariamente por 15 días. Durante este periodo la temperatura (24.9 ± 0.06 °C), pH (9.5 ± 0.08), conductividad eléctrica (446.66 ± 26.90 μ S) y el total de sólidos disueltos (223.33 ± 13.71 ppm) fue similar en todos los tanques de cultivo ($P > 0.05$). La especie de fitoplancton que

representó el 95 % de la abundancia del cultivo fue *Chlorella* sp. El zooplancton en los tanques de cultivo estuvo constituido por rotíferos (*Conochilus* sp. y *Philodina* sp.), cladóceros (*Moina* sp.) y larvas de díptero (*Culex quinquefasciatus*). En este trabajo se demuestra que la gallinaza es un recurso importante para la producción de alimento vivo empleado en la alimentación de peces ornamentales.

Palabras clave: Alimento vivo, fitoplancton, zooplancton, peces de ornato.

ABSTRACT

The five most popular ornamental species of fish require food that provides them with the nutrients necessary for their success in culture. The live food culture

made up of phytoplankton and zooplankton species is essential to cover this nutritional demand. The cultivation of phytoplankton and zooplankton was conducted to identify the main species that comprise it and their abundance. The tanks were fertilized with chicken manure and monitored daily for 15 days. During this period the temperature (24.9 ± 0.06 °C), pH (9.5 ± 0.08), electric conductivity (446.66 ± 26.90 μ S) and the total dissolved solids (223.33 ± 13.71 ppm) was similar in all culture tanks ($P > 0.05$). The phytoplankton species that represented 95% of the abundance in the culture tanks was *Chlorella* sp. The zooplankton of the live food culture consisted of rotifers (*Conochilus* sp. and *Philodina* sp.), Cladocerans (*Moina* sp.), and dipterous larvae (*Culex quinquefasciatus*). In this work, it is demonstrated that chicken manure is an important resource for the production of live food used in the feeding of ornamental fish.

Keywords: *Live food, phytoplankton, zooplankton, ornamental fishes.*

INTRODUCCIÓN

Los peces ornamentales más comercializados en el mundo son el pez japonés (*Carassius auratus*), pez guppy (*Poecilia reticulata*), pez ángel (*Pterophyllum scalare*), pez cebra (*Danio rerio*), pez Betta (*Betta splendens*) y carpa koi (*Cyprinus carpio*) (Yanar et al., 2019). El éxito de la producción de estas especies depende de las condiciones de cultivo, particularmente de su alimentación. La principal limitante para una apropiada alimentación en las primeras etapas de desarrollo es el tamaño de boca de los alevines (Dabrowski y Bardega, 1984). La alimentación de los organismos en cultivo no únicamente debe considerar el tamaño de la boca de los consumidores, adicionalmente deberá reunir los requerimientos particulares de las especies (Rivera y Botero, 2009). El alimento vivo es una alternativa que brinda diversos beneficios nutricionales como su alto contenido proteínico, digestibilidad y fácil cultivo (Luna-Figueroa y Arce, 2017).

Ante esta situación, la utilización de microalgas se ha vuelto esencial en la producción de peces, particularmente cuando los animales en cultivo se encuentran en estados larvarios (Gouveia et al., 1997). Las microalgas proporcionan alimento no únicamente a los peces, adicionalmente son fuente de alimentación para el zooplancton (Torrissen et al., 1990). Estos microorganismos fotosintéticos son la base de la cadena trófica en ambientes acuáticos, ya que al ser generadores de nutrimentos fundamentales para del resto de los organismos en un sistema, brindan una amplia variedad de vitaminas, minerales y ciertos pigmentos importantes en la coloración de los peces como lo son los carotenoides. Peces ornamentales y de consumo humano obtienen los carotenoides de la alimentación de microalgas o presas zooplanctónicas que han acumulado estos pigmentos (Sales y Janssens, 2003). A pesar de que los peces metabolizan los pigmentos de manera específica por especie, es importante suministrar alimentos que contengan los pigmentos como las microalgas y las especies zooplanctónicas alimentadas con microalgas (Kopecký, 2015).

Los ciclos de cultivo de organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos están regulados por las características propias de cada individuo, como la temperatura, la deposición de huevos, los periodos de diapausa, el sedimento, los estadios larvales y la disponibilidad de nutrientes (Roshier et al., 2001). El estudio y la comprensión de estos factores y su variación, permite realizar un uso adecuado de este recurso como alimento para peces en cultivo. En este trabajo se describe el ciclo de crecimiento de alimento vivo de especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas y la temporalidad del uso adecuado de este recurso en la nutrición de los peces de acuerdo al tamaño de la boca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cultivos de fitoplancton y zooplancton fueron preparados en seis

tanques de 590 L y fertilizados con un kilo de gallinaza. La evaluación del nitrógeno de la gallinaza empleada para la fertilización se llevó a cabo en el Laboratorio de Edafología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, en Cuernavaca, Morelos, México. La gallinaza empleada tuvo 1.20% de nitrógeno, mientras que el sedimento de los tanques de cultivo 1.6% de nitrógeno.

Los parámetros ambientales (temperatura, pH, conductividad eléctrica y total de sólidos disueltos) de los tanques del cultivo de fitoplancton y zooplancton fueron registrados diariamente y contrastados con una prueba de Kruskal Wallis con la finalidad de evaluar si existieron diferencias en los tanques de cultivo.

A partir del día uno de la fertilización y hasta el día 15 se realizó un conteo e identificación diaria de especies de fitoplancton y zooplancton. El fitoplancton fue recolectado manualmente empleando un vaso de precipitado de 100 ml, para el zooplancton se utilizó una red de cuchara de 0.25 mm. El fitoplancton fue identificado con la elaboración de preparaciones semipermanentes montadas en gelatina glicerizada para la cuantificación y reconocimiento taxonómico de las especies (González-González y Novelo, 1986). Posteriormente las preparaciones fueron observadas en un microscopio compuesto Leica DM500 con cámara Leica ICC50 HD en campo claro (software Leica LAS V4.5). El conteo de organismos se hizo realizando recorridos horizontales sobre el cubreobjetos, los resultados fueron expresados en cels/ml. Para el reconocimiento de las especies fitoplanctónicas se utilizaron claves taxonómicas, trabajos especializados y bases de datos (Bourrelly, 1972; Comas, et al., 2007, Novelo, 2012; Guiry y Guiry, 2012). El zooplancton fue colocado en cámaras Sedgewick Rafter para su conteo utilizando una alícuota de 2 ml, para el reconocimiento de las especies se emplearon los trabajos especializados de Pennak (1978) y Elías-

Gutiérrez (2008), utilizando un microscopio compuesto de campo claro Leica DM500.

Las principales especies de peces de importancia ornamental fueron investigadas y el tamaño de su boca fue comparado con el tamaño del fitoplancton y del zooplancton que estas especies pueden ingerir.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros ambientales del cultivo de fitoplancton y zooplancton para la alimentación de peces ornamentales fueron semejantes en todos los tanques de cultivo de alimento vivo ($K= 2.66$, $P> 0.05$, Cuadro 1). Los resultados de las condiciones físicas y químicas del agua fueron adecuados para el cultivo de fitoplancton y zooplancton y se mantuvieron constantes durante todo el ciclo, siendo la única limitante el contenido de nutrientes de los tanques, por ello la importancia de la fertilización cíclica (Islam et al., 2020).

La especie de fitoplancton que representó el 95 % de la abundancia fue *Chlorella* sp. La abundancia de fitoplancton se incrementó a partir del día siete y decreció a partir del día 14 (Figura 1). El zooplancton estuvo constituido por rotíferos (*Conochilus* sp. y *Philodina* sp.), cladóceros (*Moina* sp.) y larvas de díptero (*Culex quinquefasciatus*) y presentó dos periodos en los que puede emplearse como alimento para peces ornamentales, del día 7-8 y del día 14-15 (Figura 2).

La especie de fitoplancton, *Chlorella* sp. es adecuada para la alimentación de las cinco especies de peces ornamentales (*Carassius auratus*, *Poecilia reticulata*, *Pterophyllum scalare*, *Danio rerio*, *Betta splendens* y *Cyprinus carpio*) en su estadio larval (Cuadro 2). La alimentación de los peces en los primeros días de desarrollo es vital para el éxito en el cultivo de estos organismos. La principal limitante del alimento vivo para una apropiada alimentación es el tamaño de boca de los alevines. El tamaño de la abertura de boca

de varias especies de peces de menos de dos semanas de edad, tiene un rango entre 0.05-0.35 mm (Sarma *et al.*, 2003). Esta condición dificulta la correcta alimentación de los peces en cultivo. En estas etapas de desarrollo se recomienda el empleo de microalgas como alimento básico para su

nutrición. Las microalgas son bien aceptadas por la mayoría de los peces de producción y este alimento proporciona los nutrientes necesarios para el buen desarrollo de los peces en cultivo (Sergejevova y Masojidek, 2013).

Cuadro 1. Parámetros ambientales del ciclo de cultivo de especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas para la alimentación de peces. Se muestran los valores promedio y el error estándar. Se señalan los valores de significancia de la prueba de Kruskal-Wallis.

Parámetro	Promedio \pm EE	P
Temperatura ($^{\circ}$ C)	24.9 \pm 0.06	> 0.05
pH	9.5 \pm 0.08	> 0.05
Conductividad eléctrica (μ S)	446.66 \pm 26.90	> 0.05
Total de sólidos disueltos (ppm)	223.33 \pm 13.71	> 0.05

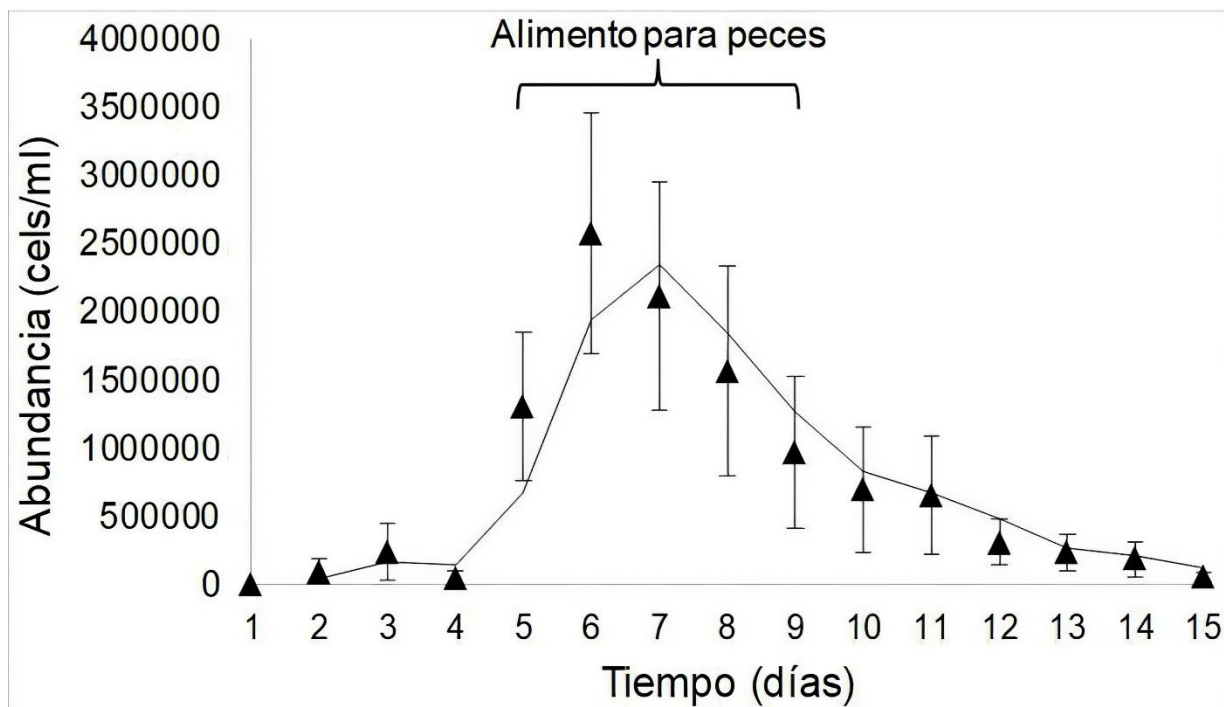


Figura 1. Abundancia de especies fitoplanctónicas en los tanques de cultivo de alimento vivo (valores promedio y desviación estándar).

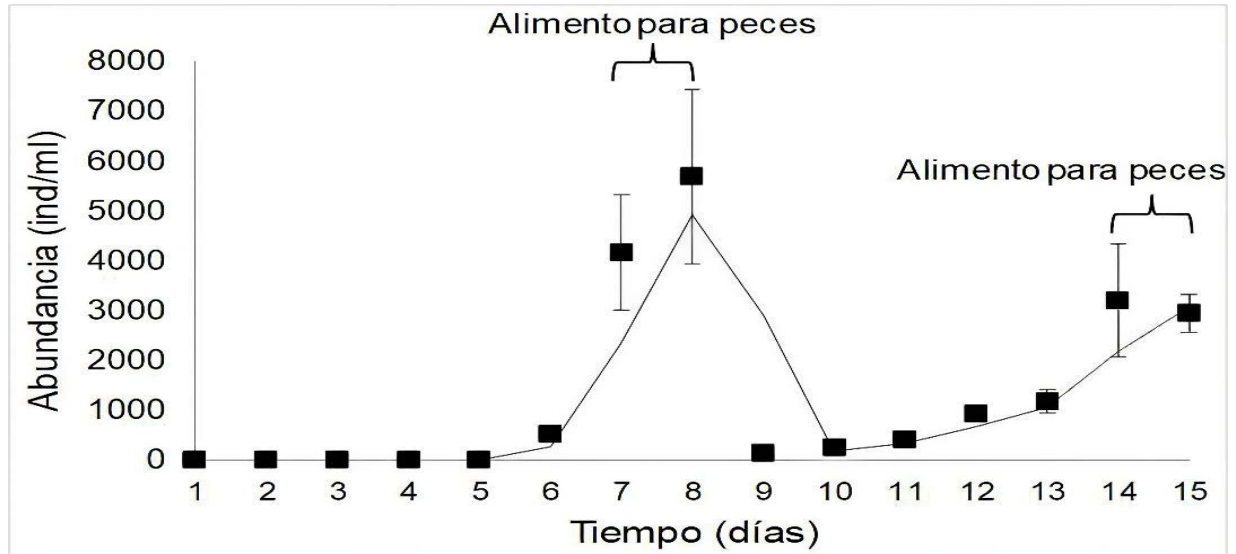


Figura 2. Abundancia de especies zoopláncticas en los tanques de cultivo de alimento vivo. Se muestran los valores promedio y la desviación estándar.

Cuando estos peces están en esta etapa de desarrollo pueden alimentarse también de rotíferos como *Chonoquilus* sp. y *Philodina* sp. En estado larval, *C. auratus* y *C. carpio*, pueden alimentarse de *Moina* sp. En estado adulto, algunos peces como *D. rerio* y *P. scalare* pueden consumir *Moina* sp. y cuando *C. auratus*, *C. carpio*, *D. rerio* y *P. scalare* se encuentran en estado adulto pueden consumir larvas de *C. quinquefasciatus* (Cuadro 2). Cuando los peces en cultivo han pasado la etapa crítica de desarrollo, requieren continuar una correcta alimentación, que además de proporcionar los nutrientes esenciales, favorezca la conducta natural de caza, mantenga un buen funcionamiento del sistema inmune y mejore su coloración (Arce et al., 2018). El zooplancton se vuelve entonces esencial en la siguiente fase de desarrollo de los peces, cuando estos tienen una apertura de boca mayor (≥ 0.5 mm). A partir de este momento, los peces pueden alimentarse de cladóceros, rotíferos y larvas de insectos (Cuadro 2). El zooplancton brinda a los consumidores beneficios en su alimentación tales como alto contenido proteínico, fácil digestibilidad, mejora de la respuesta inmune, optimización del

crecimiento y de la coloración de los peces en cultivo (Krogdahl et al., 2005).

CONCLUSIONES

En este trabajo quedó demostrado que una fuente natural de fertilización orgánica como la gallinaza, es un recurso importante para la producción de alimento vivo (fitoplancton y zooplancton) para la alimentación de peces ornamentales. En un ciclo de cultivo de 7 a 14 días se obtiene el alimento requerido para la alimentación de las principales especies de peces de importancia ornamental.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a PRODEP por el apoyo para el fortalecimiento del cuerpo académico "Estudio integral de los recursos acuáticos" y al laboratorio de edafología del CIB-UAEM por el apoyo brindado para el análisis de nitrógeno de la gallinaza y sedimento. Adicionalmente, agradecemos a Sandra Montes de Oca,

Cuadro 2. Principales especies de peces ornamentales que pueden alimentarse de especies fitoplanctónicas y zooplanctónicas en cultivo, relacionados al tamaño de su boca (L= larva y A= adulto).

Especie de pez ornamental	Tamaño de boca (mm)	Fitoplancton Zooplancton
<i>Betta splendens</i> (L)	0.21 (Ogata y Kurokura, 2012)	<i>Chlorella</i> sp., <i>Conochilus</i> sp., <i>Philodina</i> sp.
<i>Carassius auratus</i> (L-A)	0.5-5.0 (Xiong et al., 2019)	<i>Chlorella</i> sp., <i>Conochilus</i> sp., <i>Moina</i> sp., <i>Philodina</i> sp. (L), <i>Culex quinquefasciatus</i> (A)
<i>Cyprinus carpio</i> (L-A)	0.9-2.1 (Hasan y Macintosh, 1992)	<i>Moina</i> sp. (L), <i>Culex quinquefasciatus</i> (A)
<i>Danio rerio</i> (L-A)	0.15-0.5 (Goolish et al., 1999)	<i>Chlorella</i> sp., <i>Conochilus</i> sp., <i>Philodina</i> sp. (L). <i>Moina</i> sp., <i>Culex quinquefasciatus</i> (A)
<i>Poecilia reticulata</i> (A)	1.5 (Dussault y Kramer, 1981)	<i>Moina</i> sp., <i>Culex quinquefasciatus</i>
<i>Pterophyllum scalare</i> (L-A)	0.15-2.10 (Sarma et al., 2003)	<i>Chlorella</i> sp., <i>Conochilus</i> sp., <i>Philodina</i> sp. (L). <i>Moina</i> sp., <i>Culex quinquefasciatus</i> (A)

Alberto Tapia, Dylan Zepeda, Emmanuel Paniagua, Yuritzi Castillo, Dejanira Arizmendi y Olivia De los Santos por su apoyo técnico para la fertilización de los tanques de cultivo de alimento vivo.

LITERATURA CITADA

- Arce U.,E., P.F. Archundia M., and J. Luna-Figueroa. 2018. The effect of live food on the coloration and growth in guppy fish *Poecilia reticulata*. *Agriculture Science* 9: 171-179.
- Bourelly, P. 1972. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les algues verdes. I. N. Boubée et Cie., Paris.
- Comas, A., E. Novelo, and R. Tavera. 2007. Coccal green algae (Chlorophyta) in shallow ponds in Veracruz, México. *Archiv für Hydrobiologie Supplement/ Algological Studies* 124: 29-69.
- Dabrowski, K., and R. Bardega. 1984. Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species. *Aquaculture* 40(1): 41-46.
- Dussault, G. V. and D. L. Kramer. 1981. Food and feeding behavior of the guppy, *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae). *Canadian Journal of Zoology* 59(4): 684-701.
- Elías-Gutiérrez, M. 2008. Cladocera y Copepoda de las aguas continentales de México. 322 pp.
- González-González, J. and E. Novelo. 1986. Algas. En Lot A. y F. Chiang (Comps). Manual de herbario. Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de Flora de México. p. 41-54.
- Goolish, E. M., K. Okutake and S. Lesure. 1999. Growth and survivorship of larval zebrafish *Danio rerio* on processed diets. *North American Journal of Aquaculture* 61(3): 189-198.

- Gouveia, L., E. Gomes and J. Empis. 1997. Use of *Chlorella vulgaris* in diets for rainbow trout to enhance pigmentation of muscle. *Journal of Applied Aquaculture* 7: 61-70.
- Guiry, M.D. and G.M. Guiry. 2012. Algae Base. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>
- Hasan, M.R. and D.J. Macintosh. 1992. Optimum food particle size in relation to body size of common carp *Cyprinus carpio* L., fry. *Aquaculture Research* 23(3): 315-325.
- Islam, M. M., P. Chowdhury, and M. S. Rahman. 2020. Effects of different kinds of fertilizers on growth and production of fishes in polyculture system. *Journal of Fisheries and Aquaculture Research* 5(1): 085-092.
- Kopecký, J. 2015. The effect of astaxanthin and β -carotene on the colour of the Kissing Gourami (*Helostomatemminckii*). *Animal Science and Biotechnologies* 48: 104-107.
- Krogdahl, A., G.I. Memre, and T.P. Mommsen. 2005. Carbohydrates in fish nutrition: digestion and absorption in postlarval stages. *Aquaculture Nutrition* 11: 103-122.
- Luna-Figueroa, J., and E. Arce. 2017. A diverse and nutritional menú in fish diets: "live feed". *Agroproductividad* 10: 112-116.
- Novelo, E. 2012. Chlorophyta Pascher. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. México: Instituto de Biología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ogata, Y. and H. Kurokura. 2012. Use of the freshwater rotifer *Brachionus angularis* as the first food for larvae of the Siamese fighting fish *Betta splendens*. *Fisheries science* 78(1): 109-112.
- Pennak, R. 1978. Freshwater Invertebrates of the United States. John Wiley Sons, Inc. USA. 803 pp.
- Rivera C.M. and Z.M. Botero. 2009. Alimento vivo enriquecido con ácidos grasos para el desarrollo larvario de peces. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 22: 607-618.
- Roshier, D.A., P.H. Whetton, R.J. Allan and A.I. Robertson. 2001. Distribution and persistence of temporary wetland habitats in arid Australia in relation to climate. *Austral Ecology* 26: 371-384.
- Sales, J. and P. X. Janssens. 2003. Nutrient requirements of ornamental fish. *Aquatic Living Resources* 16: 533-540.
- Sarma, S., S.S., J. A. López-Rómulo and S. Nandini. 2003. Larval feeding behaviour of blind fish *Astyanax fasciatus* (Characidae), black tetra *Gymnocorymbus ternetzi* (Characidae) and angel fish *Pterophyllum scalare* (Cichlidae) fed zooplankton. *Hydrobiologia* 510(1-3): 207-216.
- Sergejevova, M. and J. Masojidek. 2013. *Chlorella* biomass as feed supplement for freshwater fish: sterlet, *Acipenserruthenus*. *Aquaculture Research* 44: 157-159.
- Torrissen, O.J., R.W. Hardy, K.D. Shearer, T.M. Scott and F.E. Stone. 1990. Effects of dietary canthaxanthin level and lipid level on apparent digestibility coefficients for canthaxanthin in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 88: 351-362.
- Xiong, X., Y. Tu, X. Chen, X. Jiang, H. Shi, C. Wu, and J.J. Elser. 2019. Ingestion and egestion of polyethylene microplastics by goldfish (*Carassius auratus*): influence of color and morphological features. *Heliyon* 5(12): e03063.
- Yanar, M., E. Erdoğan, and M. Kumlu. 2019. Thermal tolerance of thirteen popular ornamental fish Species. *Aquaculture* 501: 382-386