

## ARTÍCULOS

# Contaminantes y su efecto en el comportamiento de peces cíclidos

## *Contaminants and their effect on the behavior of cichlid fish*

### **Elsah Arce Uribe**

ORCID: 0000-0002-9815-2525/elsah.arce@uaem.mx

Laboratorio de Acuicultura, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

### **Hugo F. Olivares-Rubio**

ORCID: 0000-0002-7082-4588/hugolivares@yahoo.com.mx

Facultad de Ciencias Biológicas (CIB), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

#### RESUMEN

La contaminación en ambientes dulceacuícolas es un tema de creciente preocupación. Los cíclidos son un grupo relevante de peces, dado que algunas de sus especies son comestibles —como la tilapia— y otras son utilizadas como peces ornamentales. Los hábitos alimenticios, el cortejo, el cuidado parental y la agresividad son aspectos ecológicos esenciales para el equilibrio de la población de los cíclidos; sin embargo, se han hallado diversos contaminantes, como los derivados de productos farmacológicos, plaguicidas y desechos mineros, que afectan su comportamiento. El análisis de este tipo de agentes es importante para el manejo y la conservación de las poblaciones de la mojarra mexicana.

#### PALABRAS CLAVE

contaminación, peces cíclidos, comportamiento, dulceacuícolas, daño ambiental

#### ABSTRACT

Pollution in freshwater environments is an issue of growing concern. Cichlids are a relevant group of fish, since some of their species are edible or used as ornamental fish. Feeding habits, courtship, parental care and aggressiveness are essential ecological aspects for the balance of the cichlid population. However, contaminants such as derivatives of pharmacological products, pesticides and mining waste have been found, which affect the behavior of cichlid fish. This type of analysis is important for the management and conservation of Mexican tilapia populations.

#### KEY WORDS

pollution, cichlid fish, behavior, freshwater, environmental damage

### **El adverso escenario de la contaminación**

En casi todas las actividades que hacemos día a día se producen residuos que, por sus características, pueden considerarse sólidos, como los electrodomésticos descompuestos y desechos plásticos; gaseosos y encontrarse en el aire, como las emisiones generadas por los autos, o aquellos que afectan al agua, por ejemplo, los detergentes. Lamentablemente, muchos de estos desechos no pueden ser tratados y terminan depositados en casi todos los ambientes del planeta.

Dichos residuos en conjunto afectan el equilibrio de los ambientes y son conocidos como contaminantes. Estos contaminantes pueden ser físicos, como el ruido y otras vibraciones; biológicos, como los microorganismos, los cuales producen enfermedades; y químicos, que son aquellos que modifican la composición del aire, suelo y agua. Durante muchos años, los ríos, lagos y mares han recibido una enorme variedad de sustancias contaminantes; y a pesar de que se ha logrado remover muchas de éstas o de que se ha reducido su presencia, la gran mayoría sigue afectando la calidad del agua que usamos y dañando la salud de los animales, plantas y microorganismos que habitan tales ambientes acuáticos.

### **Daño ambiental y su repercusión en la salud de organismos acuáticos**

Diversos tipos de contaminantes participan en las alteraciones ambientales; por ejemplo, los residuos del ineficiente uso de los combustibles fósiles, incendios y derrames de petróleo; plaguicidas utilizados en los cultivos de frutas y verduras, y que luego se encuentran en alimentos de origen animal, así como los metales pesados liberados por la extracción minera.

Actualmente, existen otros contaminantes denominados *emergentes*, cuyos efectos en el ambiente ya son estudiados, tales como los productos farmacológicos y de cuidado personal, los químicos empleados como retardantes de flama, las nanopartículas y los microplásticos. La ciencia estudia las consecuencias de estos contaminantes en la salud de peces, microalgas y crustáceos con la finalidad de estimar el grado de los daños que han ocasionado y proponer posibles soluciones para contrarrestarlos.

Los peces, uno de los grupos de organismos más estudiados, habitan en casi todos los ambientes acuáticos del mundo; los podemos encontrar en ríos, lagos, mares y océanos, e incluso en sitios inimaginables, como cavernas, donde no hay acceso a la luz, y en charcas en los desiertos. Los peces son sensibles a los cambios en el ambiente y a los efectos de los contaminantes. Los daños que éstos les causan pueden ser a nivel del material genético, proteínas, membranas celulares, hormonas; en tejidos como las aletas, branquias y piel; así como en la conducta, pues pueden provocarles cambios en la capacidad de alimentación, de encontrar pareja reproductiva, de evadir a sus depredadores y de hallar refugios.

## **El caso de los peces cíclidos**

Uno de los grupos de peces dulceacuícolas habitantes de ríos y lagos más populares del mundo es el de los cíclidos. Los cíclidos son peces que seguramente todos hemos visto alguna vez, dado que son de los más utilizados en los acuarios. Ejemplos de éstos son el amenazante pez óscar, los multicolores peces discos y los llamativos peces escalares. Dentro de los cíclidos también se encuentran las tilapias, que son comestibles y muy consumidas en diversas partes del mundo.

En nuestro país, la cuenca del río Balsas es sumamente importante debido a que alberga muchos ambientes acuáticos con equilibrio ecológico sensible y aporta importantes volúmenes de agua a las poblaciones humanas del centro de México. La mojarra mexicana es una especie nativa y representativa de esta región del país y sus poblaciones se han visto afectadas por factores como la llegada de especies invasoras y la contaminación (De la Torre et al., 2018). En este sentido, conocer la biología, ecología y toxicología de contaminantes relevantes en la mojarra mexicana es indispensable para la conservación del equilibrio de los ambientes que habita.

Los cíclidos se ven afectados por insecticidas y herbicidas. El lindano y la deltametrina, usados contra las infestaciones de piojos, y la bifentrina, utilizada para el control de cucarachas, termitas, moscas y mosquitos, son insecticidas capaces de generar cambios fisiológicos y en el comportamiento en el pez cíclido crómido naranja y en la tilapia, tales como pérdida de equilibrio, disminución de la velocidad del nado, hiperventilación y agresividad (Bijoy Nandan y Nimila, 2012; Farag et al., 2021; Yildirim et al., 2006).

Otro insecticida tóxico para la tilapia es el carbofurano, empleado para el control de plagas de cultivos, el cual le produce pérdida de la visión, disminuye su capacidad para cazar presas e incrementa su vulnerabilidad ante la depredación (Pessoa et al., 2011). La pendimetalina es un herbicida que se ha utilizado para el control de la maleza y que causa en la tilapia nado errático en la superficie y movimientos rápidos del opérculo, lo que provoca que con el tiempo estos peces se vuelvan más inactivos (El-Sayed et al., 2015).

En años recientes, el cuidado de la salud mental ha incrementado y, en consecuencia, el consumo de productos farmacológicos para tratar diversos padecimientos de este tipo. Por ejemplo, la fluoxetina es un medicamento empleado para contrarrestar los síntomas de la depresión y el metilfenidato es usado para atender el trastorno de déficit de atención. Ambos medicamentos tienen efectos negativos en peces cíclidos. El primero es capaz de reducir la ingesta de alimento en el pez cíclido acara (Dorelle et al., 2020), mientras que el segundo aumenta la agresividad y reduce la concentración de dopamina y serotonina en la tilapia (Batalhão et al., 2019), neurotransmisores que tienen funciones benéficas en la salud del sistema nervioso central de este pez.

Otros contaminantes, como el cianuro de sodio utilizado en la extracción de oro y plata; las nanopartículas de óxido de zinc empleadas en productos electrónicos, cosméticos, pinturas y el mercurio también han sido objeto de estudio sobre el efecto que causan en el comportamiento de peces cíclidos. El cianuro de sodio es capaz de aumentar el movimiento opercular en la tilapia y de provocarle nado irregular, pérdida del equilibrio y agresividad (Prashanth, 2012). Las nanopartículas de óxido de zinc acumuladas en el cuerpo de los peces provocan pérdida del apetito y modifican su comportamiento defensivo frente a la depredación (De Campos et al., 2019), y el mercurio es capaz de reducir el nado, pero también de aumentar la agresividad en la tilapia (Abu Zeid et al., 2021).

### **¿Hacia dónde vamos?**

A pesar de que se han realizado varios esfuerzos para explorar los efectos de algunos contaminantes en el comportamiento de los peces cíclidos, aún se carece de información sobre otros grupos importantes de este tipo de agentes, como los productos de combustión de las gasolinas, diésel y leñas, así como de los metales pesados, cuya presencia abunda en los ambientes acuáticos.

Adicionalmente, es necesario conocer los efectos tóxicos de otros contaminantes emergentes en el comportamiento de los peces cíclidos, tales como productos farmacológicos, incluyendo analgésicos y estatinas; de cuidado personal, agentes plastificantes y retardantes de flama e incluso en mezclas complejas como ocurre en el ambiente. Aunque abundan los estudios sobre la tilapia, pez de interés comercial, es indispensable conocer los efectos de los contaminantes en el comportamiento de los peces cíclidos nativos con reducida distribución geográfica, que forman parte del patrimonio de nuestro país. La mojarra mexicana está siendo estudiada en estos aspectos.

Actualmente, se evalúa el efecto del plomo —un metal pesado con presencia en la cuenca del río Balsas— en la agresividad de dicha especie y en la del cíclido convicto, una especie invasora de dicha cuenca. Se espera que este contaminante influya en el tiempo que le lleva a estas especies ganar un combate por recursos esenciales para su biología, como alimento y refugio. Este tipo de análisis es crucial para el manejo y la conservación de las poblaciones de la mojarra mexicana.

### **Referencias**

Abu Zeid, E. H., Khalifa, B. A., Said, E. N., Arisha, A. H. y Reda, R. M. (2021). Neurobehavioral and immune-toxic impairments induced by organic methyl mercury dietary exposure in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquatic Toxicology*, 230. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105702>

- Batalhão, I. G., Lima, D., Russi, A. P. M., Boscolo, C. N. P., Silva, D. G. H., Pereira, T. S. B., Bainy, A. C. D. y De Almeida, E. A. (2019). Effects of methylphenidate on the aggressive behavior, serotonin and dopamine levels, and dopamine-related gene transcription in brain of male Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiology Biochemistry*, 45, 1377-1391. <https://doi.org/10.1007/s10695-019-00645-2>
- Bijoy Nandan, S. y Nimila, P. J. (2012). Lindane toxicity: histopathological, behavioural and biochemical changes in *Etroplus maculatus* (Bloch, 1795). *Marine Environmental Research*, 76, 63-70. [10.1016/j.marenvres.2011.10.011](https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2011.10.011)
- De Campos, R. P., Chagas, T. Q., da Silva Alvarez, T. G., Mesak, C., de Andrade Vieira, J. E., Chaves Paixão, C. F., de Lima Rodrigues, A. S., de Menezes, I. P. P. y Malafaia, G. (2019). Analysis of ZnO nanoparticle-induced changes in *Oreochromis niloticus* behavior as toxicity endpoint. *Science of the Total Environment*, 682, 561-571. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.183>
- De la Torre Zavala, A. M., Arce, E., Luna-Figueroa, J. y Córdoba-Aguilar, A. (2018). Native fish, *Cichlasoma istlanum*, hide for longer, move and eat less in the presence of a non-native fish, *Amatitlania nigrofasciata*. *Environmental Biology of Fishes*, 101, 1077-1082. <https://doi.org/10.1007/s10641-018-0761-z>
- Dorelle, L. S., Da Cuña, R. H., Sganga, D. E., Rey Vázquez, G., López Greco, L. y Lo Nostro, F. L. (2020). Fluoxetine exposure disrupts food intake and energy storage in the cichlid fish *Cichlasoma dimerus* (Teleostei, Cichliformes). *Chemosphere*. 238. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124609>
- El-Sayed, Y. S., Samak, D. H., Abou-Ghanema, I. Y. y Soliman, M. K. (2015). Physiological and oxidative stress biomarkers in the freshwater monosex Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., exposed to pendimethalin-based herbicide. *Environ Toxicol*, 30(4), 430-438. <https://doi.org/10.1002/tox.21919>
- Farag, M. R., Mahmoud, H. K., El-Sayed, S. A. A., Ahmed, S. Y. A., Alagawany, M. y Abou-Zeid, S. M. (2021). Neurobehavioral, physiological and inflammatory impairments in response to bifenthrin intoxication in *Oreochromis niloticus* fish: Role of dietary supplementation with *Petroselinum crispum* essential oil. *Aquat Toxicol*, 231. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2020.105715>
- Pessoa, P. C., Luchmann, K. H., Ribeiro, A. B., Veras, M. M., Correa, J. R. M. M., Nogueira, A. J., Bainy, A. C. D. y Carvalho, P. S. M. (2011). Cholinesterase inhibition and behavioral toxicity of carbofuran on *Oreochromis niloticus* early life stages. *Aquatic Toxicology*, 105(3-4), 312-320. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2011.06.020>
- Prashanth, M. S. (2012). Acute toxicity, behavioral and nitrogen metabolism changes of sodium cyanide affected on tissues of *Tilapia mossambica* (Peters). *Drug and Chemical Toxicology*, 35(2), 178-183. <https://doi.org/10.3109/01480545.2011.589608>

Yildirim, M. Z, Benli, A. C, Selvi, M., Ozkul, A., Erkoç, F. y Koçak, O. (2006). Acute toxicity, behavioral changes, and histopathological effects of deltamethrin on tissues (gills, liver, brain, spleen, kidney, muscle, skin) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fingerlings. *Environmental Toxicology*, 21(6), 614-620. <https://doi.org/10.1002/tox.20225>