

Comportamiento de juveniles de *Poecilia reticulata* ante diferentes frecuencias acústicas

Lorena Paredes Pampín

Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias, España. E-mail: lorena.ppampin@gmail.com

RESUMEN

Se observa que los juveniles de *Poecilia reticulata* responden de forma diferente a tonos puros sonoros de frecuencias entre 500 y 2500 Hz, mostrando distintas pautas de comportamiento. Ante sonidos de entre 1000 y 2000 Hz, los individuos se mostraban esquivos, invirtiendo más tiempo refugiados entre las plantas, suspendidos sobre el sustrato y/o realizando movimientos esporádicos.

Palabras Clave: Guppies, *Poecilia reticulata*, sonidos de tonos puros, estrés, audición.

ABSTRACT

It is observed that the fry of *Poecilia reticulata* responds to pure tones sound frequency between 500 and 2500 Hz, showing different patterns of behavior. When sound between 1000 and 2000 Hz were produced, individuals showed elusive, spending more time refugees between plants, suspended over the substrate and/or making sporadic movements.

Keywords: Guppies, *Poecilia reticulata*, pure tone sounds, stress, hearing.

INTRODUCCIÓN

Los peces ornamentales utilizados en acuariofilia están sometidos a múltiples sonidos producidos por la actividad antropogénica, así como los emitidos por los elementos mecánicos necesarios para mantener los acuarios en funcionamiento. Las consecuencias de la contaminación acústica han sido estudiadas en profundidad para los mamíferos marinos (Richardson *et al.*, 1995; Arch-Tirado *et al.*, 2004), pero no tanto en los peces (McCauley *et al.*, 2003; Popper, 2003; Hasting y Popper, 2005, Ortega-López, 2009, entre otros).

Se han realizado diferentes estudios (Hastings y Popper, 2005; Smith *et al.*, 2006, entre otros) que han llevado a concluir sobre los efectos negativos del ruido ambiental en el crecimiento, comportamiento y niveles de estrés. No obstante, existe cierta controversia sobre la relevancia de estos efectos (Sun *et al.*, 2001; Scholik y Yan, 2002; Wysocki *et al.*, 2007; Davidson *et al.*, 2009), si afectan más a unas especies que a otras, dependiendo de sus umbrales de audición, y en qué fases del desarrollo los efectos son más perniciosos. Este papel negativo del ruido ambiente puede ser importante para el desarrollo de la industria de la acuicultura.

En este estudio se pretende analizar la influencia de los sonidos

en juveniles de guppy (*Poecilia reticulata*). Se ha escogido esta especie debido a su gran demanda en actividades de acuariofilia. Sobre el efecto del ruido ambiental en esta especie se han realizado varios estudios (Smith *et al.*, 2004; Ortega-López, 2009, entre otros), sometiendo a los peces a frecuencias sonoras de hasta 4000 Hz. En este estudio se pretende determinar el comportamiento de los juveniles de guppy cuando son expuestos a sonidos puros de entre 500 y 2500 Hz, asumiendo su insensibilidad a frecuencias superiores a 3000 Hz (Wysocki y Ladich, 2001).

Un problema obvio que presenta este estudio es determinar el nivel de estrés causado por los sonidos en los peces. El estrés es un factor complicado de estudiar, esto se debe a los efectos de las condiciones ambientales. La demostración más visual del estrés es la hiperventilación (Popper *et al.*, 2005). Sin embargo, y dado que los individuos sobre los que se desarrollará este experimento son tan pequeños que sus movimientos operculares son muy leves, lo que imposibilita su observación a simple vista, se evaluará el nivel de estrés mediante su comportamiento, particularmente el relativo al ocultamiento.

MATERIAL Y METODO

Para este estudio se seleccionaron 10 juveniles de *Poecilia reticulata*, de aproximadamente 1 centímetros de longitud total. Cada pez se mantuvo aislado en un acuario de 4 litros y sometido a tonos puros de sonidos con frecuencias de 500, 1000, 1500, 2000 y 2500Hz (para ello se tuvo en cuenta las condiciones descritas por Aparicio *et al.*, 2009).

Cada sonido, con una duración de 3 segundos, fue emitido cada 30 segundos durante un período total de 3 minutos por individuo. Se realizaron tres repeticiones con cada pez. Los sonidos fueron emitidos desde el interior del acuario, con un intervalo de descanso para cada individuo de treinta minutos entre repeticiones. Las repeticiones de las diferentes frecuencias sonoras se realizaron en distintos días.

Los tonos se emitieron empleando el software Audacity (Mazzoni y Dannenberg, 1999), a través de un altavoz previamente impermeabilizado para su introducción en el acuario.

El estrés se midió mediante los movimientos natatorios esporádicos (movimientos que implican un cambio brusco de velocidad en desplazamientos rápidos y recorriendo distancias relativamente grandes), tiempo de permanencia refugiados entre las plantas (se asume una relación directa entre tiempo oculto y estrés), y tiempo suspendido inmóviles sobre el sustrato (cuanto menos

tiempo, menos estrés, al asumirse que la inmovilidad es una respuesta al riesgo de predación como forma de pasar desapercibido) durante el tiempo de exposición al sonido (ver Shaklee, 1963; Cottee, 2012). También se observó si los individuos se acercaban o no a la fuente de emisión del sonido.

La intensidad sonora se mantuvo constante en todas las repeticiones y con todos los individuos a 13 dB.

Se tomó como referencia tres repeticiones realizadas sin sonido.

RESULTADOS

Se observó que los juveniles de guppies mostraban un mayor nivel de estrés ante la presencia de sonidos de entre 1000 y 2000 Hz. A partir de estas frecuencias la respuesta disminuye.

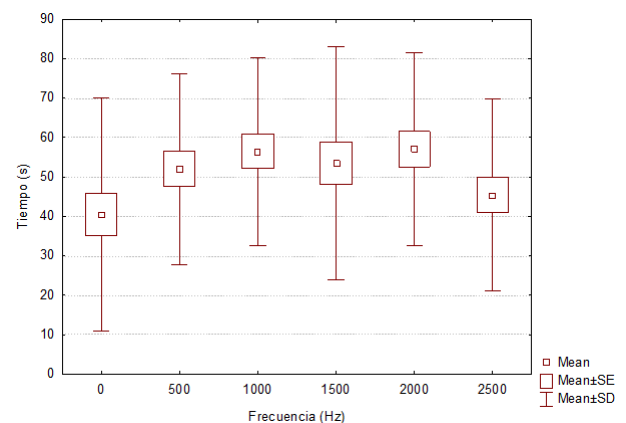


Figura 1: Tiempo de permanencia oculto entre las plantas por parte de los juveniles de guppies según la frecuencia del sonido ambiental.

El estrés se mostró mediante un incremento, aunque no significativo, del tiempo de permanencia ocultos entre las plantas (Fig. 1), una disminución del tiempo suspendido inmóviles sobre el sustrato (Kruskal-Wallis test, $H=70,02$; $N=180$; $P<0,0001$; Fig. 2), y un aumento del número de movimientos bruscos (Kruskal-Wallis test, $H= 78,83$; $N=180$; $P<0,0001$; Fig. 3).

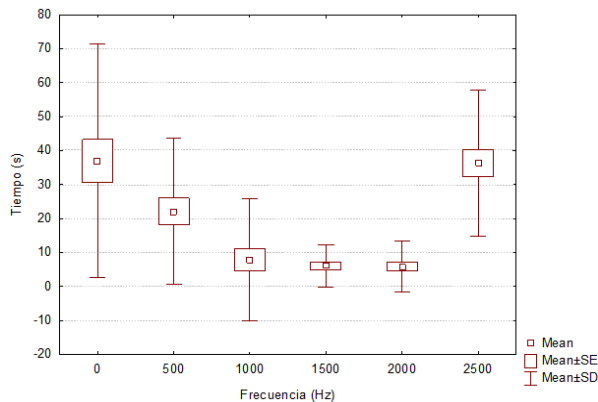


Figura 2: Tiempo de permanencia sobre el sustrato por parte de los juveniles de guppies según la frecuencia del sonido ambiental.

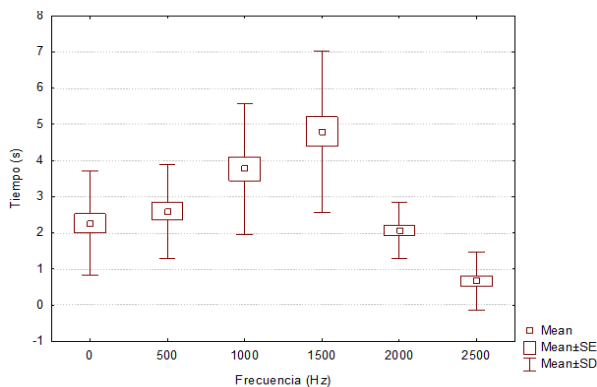


Figura 3: Numero de movimientos bruscos realizados por parte de los juveniles de guppies según la frecuencia del sonido ambiental.

Se constata que existe un umbral de reacción a los sonidos en torno a los 1500 Hz. A esta frecuencia se observó además la aparición de respuestas agresivas hacia la fuente sonora en el 60% de los ensayos.

DISCUSIÓN

Los peces son sensibles a un rango bastante restringido de frecuencias sonoras, incluso el más capacitado de los peces es insensible a sonidos de frecuencias superiores a los 2 ó 3 KHz, con la excepción de ciertas especies de la familia Clupeidae (Blaxter y Hoss, 1981). Dentro de este limitado rango de frecuencias muchos peces son enormemente sensibles al sonido. El que un pez sea sensible a la velocidad de las partículas o a la presión sonora depende de la presencia de vejiga natatoria (Schellart y Popper, 1992). Este órgano juega un papel esencial en la audición, al igual que en la generación de sonidos (Skoglund, 1961). La presión sonora incidente causa la compresión del cuerpo gaseoso dentro del órgano, generando una amplitud mucho mayor del movimiento de las partículas (Popper, 1974).

Los peces son incluso capaces de distinguir entre señales que difieran en amplitud (Hawkins, 1993). Los principales receptores de sonido de los peces son los otolitos, que son estructuras de carbonato cálcico, en una matriz proteica,

situadas en el oído interno de los peces y que han sido objeto de estudio en numerosos trabajos (Rogers *et al.*, 1988; Popper y Zhongmin, 2000).

Los juveniles de *Poecilia reticulata* muestra alta sensibilidad a tonos entre 500 y 2000 Hz, coincidiendo con los resultados obtenidos por otros autores (Smith *et al.*, 2004; Ortega-López, 2009). No obstante, el rango de frecuencia sonora en el que esta especie es más sensible está entre los 1000 Hz a los 2000 Hz, mostrando su umbral de respuesta de estrés a los 1500 Hz. Dicho estrés se muestra en un incremento en el tiempo que los individuos permanecen ocultos entre las plantas, la disminución del tiempo inmóviles sobre el sustrato y el aumento de los movimientos natatorios bruscos.

Por otra parte, el pez muestra una cierta respuesta de habituación a medida que transcurren los tonos puros emitidos, disminuyendo su actividad, como respuesta de adaptación a los cambios en el nivel de ruido ambiental. Es posible también que el aumento progresivo de la frecuencia del sonido cause una respuesta de saturación en los sensores acústicos, provocando incluso daños, los cuales pueden ser reversibles con el crecimiento (Smith *et al.*, 2006). No obstante, pensamos que la respuesta observada no obedece a una cuestión de saturación sensorial ya que el sonido no se emitió nunca de forma constante y durante tiempos

muy prolongados, con objeto de provocar cambios repentinos en el ambiente y dar lugar a respuestas de alarma en los individuos (sensus Schreck, 2000).

En este estudio, en el cual los individuos han estado sometidos a una alta estimulación sensorial, se observaron más alteraciones que las descritas previamente. Así, cierto número de peces presentaban una natación constante alrededor o cerca de la fuente sonora, mientras que otros mostraban una natación constante hacia los laterales del acuario. También se reflejó un comportamiento agresivo hacia el foco de emisión, mordiendo los altavoces.

BIBLIOGRAFIA

Aparicio, J., E. García, A. Jiménez, F. Álvarez y J. Ureña. 2009. Modelos de Propagación de Señales Acústicas en Entornos Subacuáticos (I). 2009. GM2 Publicaciones Técnicas, S.L. (http://www.geintra-uah.org/system/files/modelos_de_propagacion_de_senales_acusticas_en_entornos_subacuaticos_i_y_ii-vdef.pdf) (última visita 15/01/2013).

Arch-Tirado E., M.A. Collado-Corona y J.J. Morales-Martínez. 2004. Comunicación y comportamiento auditivo obtenidos por medio de los potenciales evocados auditivos en mamíferos, aves, anfibios y reptiles. *Cir. Ciruj.*, 72(4): 309-315.

- Blaxter, J.H.S. y D.E. Hoss. 1981. Startle response in Herring: The effect of sound stimulus frequency, size of fish and selective interference with the acoustico-lateralis system. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 61: 871-879.
- Cottee, S.Y. 2012. Are fish victims of "speciesism"? A discussion about fear, pain and animal consciousness. *Fish Physiol. Biochem*, 38:5-15.
- Davidson, J., J. Bebak y P. Mazik. 2009. The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, *Onchorynchus mykiss*. *Aquaculture*, 288(3-4):337-343.
- Hastings, M.C. y A. Popper. 2005. Effects of Sound on Fish. Final Report # CA05-0537, Project P476 Noise Thresholds for endangered fish. California Department of Transportation, Sacramento, CA 95819.
- Hawkins, A.D. 1993. underwater sound and fish behaviour. In: Pitcher, T.J. (ed). *Behaviour of teleost fishes*, 2nd. Ed.. Fish and Fisheries Serie 7, Chapman & Hall, pp: 129-170.
- McCauley, R.D., J. Fewtrell y A.N. Popper. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *J. Acoust. Soc. Amer.*, 113(1): 638-642.
- Mazzoni, D. y R. Dannenberg. 1999. Audacity, el editor de audio libre. <http://audacity.sourceforge.net/about/credits?lang=es> (última visita el 15/01/2013).
- Ortega-López, I. 2009. Estudio del estrés sonoro en *Carassius aurata* (Pisces: Cyprinidae). *An. Univ. Etol.*, 3:18-22.
- Popper, A.N. 1974. The response of the swim bladder of the Goldfish (*Carassius Auratus*) to acoustic stimuli. *J. Exp. Biol.*, 60:295-304.
- Popper, A.N. 2003. Effects of antropogenic sound on fishes. *Fisheries*, 28:24-31.
- Popper, A.N., M. E. Smith. P. A. Cott, B. W. Hanna., A. O. MacGillivray, M. E. Austin y D. A. Mann. 2005. Effects of exposure to seismic airgun use on hearing of three fish species. *J. Acoust. Soc. Am.*, 117(6):3958-3971.
- Popper, A.N y L. Zhongmin. 2000. Structure-function relationships in fish otolith organs. *Fish. Res.*, 46:15-25.
- Richardson, W.J., C.R. Greene, C.I. Malme y D.H. Thomson. 1995. Marine mammals and noise. Academic Press. San Diego.
- Rogers, P.H., A.N. Popper, M.C. Hastings y W.M. Saidel. 1988. Processing of acoustic signals in the auditory system of bony fish. *J. Acoust. Soc. Am.*, 83(1):338-349.
- Schellart, N.A.M. y A.N. Popper. 1992. Functional aspects of the evolution of the auditory system of actinopterygian fish. In: Webster D.B., A.N. Popper y R.R. Fay (eds.), *The evolutionary biology of hearing*.

Springer Verlag, New York, pp:295-322..

Scholik, A.R y H.Y. Yan. 2002. Effects of boat engine noise on the auditory sensitivity of the fathead minnow, *Pimephales promelas*. *Env. Biol. Fish.*, 63:203-209.

Schreck, C. B. 2000. Accumulation and long-term effects of stress in fish. In: Moberg, G.P y J.A. Mench (eds.). *The Biology of Animal Stress - Basic Principles and Implications for Animal Welfare*. New York: CABI Publishing, pp.147-158.

Shaklee, A.B. 1963. Comparative studies of temperament: Fear responses in different species of fish. *J. Gen. Physiol.*, 102:295-310.

Skoglund, C.R. 1961. Functional analysis of swim-bladder muscles engaged in sound production of the toadfish. *J. Cell Biol.*, 10:187-200.

Smith, M.E., A. S. Kane y A. N. Popper. 2004. Noise-induced stress response and hearing loss in goldfish (*Carassius auratus*). *J. Exp. Biol.*, 207, 427-435.

Smith, M.E., A. B. Coffin, D. L. Miller y A. N. Popper. 2006. Anatomical and functional recovery of the goldfish (*Carassius auratus*) ear following noise exposure. *J. Exp. Biol.*, 209: 4193-4202.

Sun, Y., Y. Song, J. Zhao, J. Chen, Y. Yuan, S. Jiang y D. Zhang. 2001. Effect of drilling noise and vibration on growth of carp (*Cyprinus carpio*) by cut-fin marking. *Mar. Fish. Res.*, 22(1):62-68.

Wysocki, L.E. y F. Ladich. 2001. The ontogenetic development of auditory sensitivity, vocalization and acoustic communication in the labyrinth fish *Trichopsis vittata*. *J. Comp. Physiol. A.*, 187:177-187.

Wysocki, L.E., J.W. Davidson, M.E. Smith, A.S. Frankel, W.T. Ellison, P.M. Mazik, A.N. Popper y J. Bebak. 2007. Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 272(1-4):687-697.