

Efecto del color del oponente en el desencadenamiento de la agresividad en los machos de *Betta splendens*

Estíbaliz Remón Ugarte

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: estivaliz.remon101@alu.ulpgc.es

RESUMEN

Los machos de *Betta splendens* se muestran más agresivos ante la presencia de otros machos de la misma especie y color similar al suyo, en comparación con la agresividad desplegada ante machos de tonalidad distinta.

Palabras clave: *Betta splendens*, agresividad, color corporal.

ABSTRACT

Betta splendens males show greater aggressive responses when facing against other conspecific males of similar color in comparison with males of different color.

Keywords: *Betta splendens*, aggressiveness, body color.

INTRODUCCIÓN

El pez luchador de Siam, *Betta splendens*, es un pez de agua dulce muy utilizado en acuariofilia por sus características ornamentales, valorado por su intenso colorido y su capacidad de sobrevivir sin demasiados cuidados (Wolfsheimer, 2001). Estos peces son originarios del río Mekong (sureste asiático), aunque actualmente sus poblaciones se han extendido a zonas del sudeste de India, Tailandia, Vietnam y península de Malasia (Lertpanich y Aranyavalai, 2007). En libertad, habitan planicies inundadas y zonas de arrozales caracterizados por fondos fangosos, aguas pobres en oxígeno y de escaso movimiento, ya que han desarrollado un sistema con el que pueden tomar oxígeno directamente de la superficie del agua (órgano laberinto) (Castro, 2001).

Estos peces suelen alcanzar una talla máxima de 5 a 7 cm. y son carnívoros (Rainboth, 1996; James y Sampath, 2002). Presentan colores diversos e intensos que van desde el azul al rojo (Rainboth, 1996; Clotfelter *et al.*, 2007) y combinaciones de éstos. Los machos de esta especie son peces muy agresivos entre sí (Elwood y Rainey, 1983), comportamiento que ha sido objeto de múltiples estudios, así como la secuencia de acciones que ocurre durante una interacción agonística (Hogan, 1967; Simpson, 1968; Bronstein, 1983a; Evans, 1985; Matos y McGregor, 2002).

Cuando dos machos se enfrentan se suceden una serie de cambios profundos en su coloración, expansión de sus aletas y orientación característica, formando normalmente, ángulos rectos entre sí. Tras esto se desarrolla una serie de pautas de comportamiento amenazantes que normalmente incluyen mordiscos, infligiendo un daño considerable a su oponente (Braddock y Braddock, 1955; Klein *et al.*, 1976; Evans, 1985). Se sabe que los machos de pez luchador muestran respuestas agresivas ante cualquier otro elemento o modelo que simule a otro macho de su especie o ante su propio reflejo en un espejo (Simpson, 1968; Meliska *et al.*, 1980). Además, los colores rojo, azul y morado son estímulos que liberan estos actos agresivos (Halperin *et al.*, 1997).

Los patrones de color en los peces son frecuentemente señales multicomponentes, basadas en estructuras pigmentadas, que pueden ser usadas para comunicar entre las especies, en interacciones inter e intrasexuales y entre especies (Price *et al.*, 2008). La naturaleza de los patrones de pigmentación depende no sólo de la dinámica del patrón de desarrollo y la regulación fisiológica sino también de los roles comportamentales jugados por estos patrones de color (Price *et al.*, 2008). En este sentido, los colores llamativos parecen tener un papel importante en la selección sexual (Houde, 1997; Kodric-Brown, 1998; Magurran, 2005). También existe

una estrecha asociación entre coloración y agresividad, no solamente en peces sino también en otros vertebrados (Horth, 2003).

El objetivo de este trabajo es evaluar los niveles de agresividad de los machos de *Betta splendens* en función de los tres colores que desencadenan su agresividad (rojo, azul y morado) según los trabajos realizados por García-Alves (2008) y Martínez-Díez (2008).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se seleccionaron 8 machos adultos de *Betta splendens*, similares en talla (aproximadamente 6 cm de longitud total). De éstos, dos ejemplares mostraron una coloración corporal roja, dos de color azul, dos de color morado y otros dos, anaranjado (Fig. 1). Todos los ejemplares fueron obtenidos en tiendas especializadas en acuariofilia. Todos los peces fueron aislados e introducidos en peceras idénticas, de 2 litros de capacidad. Durante una semana se mantuvieron en agua dulce, previamente dechlorada, renovada diariamente, a 21-22 °C (rango ligeramente inferior al óptimo dado por Hess, 1953), hasta alcanzar la aclimatación. Los peces no podían verse entre sí. Fueron alimentados con comida en escamas especial para esta especie.

Tras la adaptación, se dispuso una serie de enfrentamientos/ exposiciones entre parejas de peces, tanto de colores

distintos como iguales, tomando como blanco la imagen de un macho de la especie sobre un folio. Cada pez se mantuvo siempre en su recipiente respectivo, de manera que pudieran verse, y se desencadenara la respuesta agresiva, pero sin que tuviese contacto físico directo. Asimismo, los tanques fueron rodeados por papel blanco para evitar que su atención fuese desviada por la presencia de elementos y/o colores ajenos al objeto de análisis, al tiempo que se les mantuvo en un ambiente sin ruidos externos.

Cada exposición duró 10 minutos y fue repetida 3 veces con cada pareja, distanciadas entre sí de 3 a 4 horas, tiempo en el cual los peces permanecían aislados. Tras las confrontaciones, los peces fueron alimentados, para asegurar que tuvieran tiempo suficiente para recuperarse del posible estrés sufrido.

Durante las exposiciones, se contabilizó el número y tipo de acciones agresivas que manifestaban cada uno de los peces, tomando como éstas el despliegue de aletas, la apertura opercular, los mordiscos al cristal y el comportamiento denominado "trashing", en el que nadan rápidamente en un movimiento amplio alejándose de su agresor para cargar después (sensus Clayton y Hinde, 1968; Hogan y Bols, 1980; Bronstein, 1983b,1994; Cantalupo *et al.*, 1996; García-Alves, 2008; Martínez-Díez, 2008).



Figura 1: Machos de los diferentes colores utilizados en las confrontaciones agonísticas.

RESULTADOS

Los machos de *Betta splendens* mostraron siempre una mayor agresividad hacia otros individuos con una tonalidad de color corporal similar a la suya propia o a su propio reflejo. Así, los peces de color rojo se mostraron significativamente más agresivos ante individuos de color rojo (test de Fischer, $F=82,186$; $p<0,001$). De igual forma, los individuos de color naranja también se mostraron significativamente más agresivos con los peces de color naranja y rojo (test de Fischer, $F=2166,047$, $p<0,001$), especialmente si se compara con la desplegada ante individuos de tonos azules. No obstante, los peces morados fueron más agresivos con los individuos de color morado o azules, en comparación con el despliegue realizado ante peces de color naranja o rojo (Test de Fischer, $F=1108,628$, $p<0,001$). También, los peces de color azul fueron más agresivos hacia sus coespecíficos azules que con aquéllos de otro color (Test de Fischer, $F=2726,650$, $p<0,001$).

En todas las interacciones agonísticas realizadas por los distintos peces pudimos comprobar que los peces recurrían más frecuentemente a las aperturas operculares que a la extensión de aletas, y ésta fue más común que las pautas de mordiscos y “trashing” (Test de Fischer, $F=164,970$, $p<0,001$; Fig. 6). No obstante, los peces de color azul mostraron un comportamiento más agresivo (Test de Fischer, $F=7,616$, $p<0,001$).

DISCUSIÓN

Las distintas especies de *Betta splendens* que nos encontramos hoy en día en las tiendas de animales han sido obtenidas a partir de combinaciones y cruces genéticos para obtener colores vistosos y llamativos, así como aletas más grandes para llamar la atención de las personas interesadas en la acuariofilia de esta especie (Wolfsheimer, 2001). No obstante, esta selección genética también ha estado orientada a conseguir ejemplares más agresivos, debido al interés existente en su uso como combatientes en peleas celebradas en lugares de Tailandia e Indonesia (Monvises *et al.*, 2009). De forma general, se asume que los peces de color rojo son los más agresivos (Bando, 1991; García-Alves, 2008) y los preferidos a la hora de la reproducción por parte de las hembras (Clotfelter *et al.*, 2007), como parte del proceso de selección sexual en peces y la

teoría de la correlación entre los rasgos atractivos y los genes más adecuados para la supervivencia de los alevines (hipótesis de los buenos genes) (van Doorn *et al.*, 2009). Sin embargo, en el estudio aquí realizado se demuestra que los mayores niveles de agresividad no están ligados al color rojo o tonos próximos a este, sino que el despliegue agonístico depende del color del oponente, siendo éste más intenso en los contextos donde ambos oponentes son de igual color. Así, se ha podido observar que los peces de color azul realizaron un mayor número de acciones agresivas al ser enfrentados con otros machos de igual color que los realizados por otras parejas de peces de otros colores, lo que sugiere que los mayores niveles de agresividad en *Betta splendens* no están necesariamente ligados a la coloración rojiza.

El aislamiento social de los machos es uno de los factores que deben tenerse en cuenta en el análisis de la agresividad en estos peces, ya que éste provoca una ausencia de respuesta agresiva ante el primer estímulo social (Halperin *et al.* 1992, Halperin y Dunham, 1993; Heiligenberg, 1974). Hay una gran influencia ambiental y social en el comportamiento de estos peces (McGregor y Peake, 2000; McGregor *et al.*, 2001; Dugatkin, 2001), que socialmente aislados y agresivamente deprimidos, se convierten en muy agresivos tras enfrentarlos a un

estímulo durante varios minutos (Halperin *et al.* 1992), e incluso minutos después de que el estímulo haya desaparecido, como se ha podido comprobar durante toda la realización del presente estudio. El paso de un estado pacífico y de calma a una fase muy agresiva se conoce técnicamente como "priming" (fase de cebado) (Halperin *et al.*, 1998).

Por lo que se ha podido observar durante este estudio, así como en los trabajos de Simpson (1968), Halperin *et al.* (1997) y García-Alves (2008), entre otros, hay una clara conexión entre el color corporal en los machos y la intensidad de la respuesta agresiva ante la visualización de otro macho de la misma especie. Según Halperin *et al.* (1992, 1997), los colores que se consideran estímulos desencadenantes de respuestas agresivas son el rojo, el azul y el morado. Sin embargo, en el estudio realizado no se puede concluir que ninguno de estos tres colores provoque el desencadenamiento de reacciones considerablemente más agresivas que otro color, ya que los peces son más agresivos frente a aquellos contendientes de coloración similar y no frente a uno de ellos en mayor talla. Esto es debido a que al enfrentarse intercambian información sobre sus respectivas habilidades de lucha (proceso que podría denominarse de evaluación mutua) (Baerends & Baerends-van-Roon, 1950; Simpson, 1968; Parker, 1974; Huntingford *et al.*, 1990; Oliveira *et*

al., 1998; García-Alves, 2008), sabiendo así si el oponente es un rival de capacidad similar o superior de lucha, y reaccionando en función de ello. Por ello, los peces rojos tenderán a ser más agresivos con los de tonalidad rojiza y los azules con los de tonalidad azul. Sin embargo, al ser los peces de color rojo genéticamente más agresivos que los azules (Bando, 1991), estos últimos perderían los combates en un enfrentamiento mutuo. Por otro lado, los resultados aquí obtenidos ponen en duda la asunción de que estos peces no son capaces de autoreconocerse (Monvises *et al.*, 2009). Es posible que el hecho de que sean capaces de confrontar su color corporal con el del oponente implique una cierta capacidad de autoreconocimiento, quizás no de la propia imagen completa, pero sí de sus características fundamentales en el contexto ecológico en el que se desenvuelven, tales como, tamaño (relacionado con la capacidad física) y color. Procesos de autoreconocimiento han sido descritos en peces, fundamentalmente, a través de señales olorosas específicas utilizadas para individualizar a los miembros de un grupo familiar, incluido a sí mismo (Aeschlimann *et al.*, 2003; Rajakuna *et al.*, 2006).

BIBLIOGRAFÍA

Aeschlimann, P.B., M.A. Häberli, T.B.H. Reusch, T. Boehm y M. Milinski. 2003. Female sticklebacks *Gasterosteus aculeatus* use self-reference to optimize MHC allele

number during mate selection. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 54:119–126.

Baerends, G.P. y J.P. Baerends-van-Roon. 1950. An introduction to the study of the ethology of cichlid fishes. *Behaviour Supplement*, 1:1-242

Bando, T. 1991. Visual perception of textura in aggressive behavior of *Betta splendens*. *Journal of Comparative Physiology*, 169(1):51-58.

Braddock, J. C. y Z.I. Braddock. 1955. Aggressive behavior among females of the Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Physiological Zoology*, 28:152-172.

Bronstein, P.M. 1983a. Agonistic sequences and the assessment of opponents in male *Betta splendens*. *The American Journal of Psychology*, 96(2):163-177.

Bronstein, P. M., 1983b. Onset of combat in male *Betta splendens*. *Journal of Comparative Psychology*, 97(2): 135-139.

Bronstein, P.M., 1994. Aggression waxing (sometimes warning): Siamese fighting fish. En: M. Potegal, J.F. Knutson (Eds.), *The Dynamics of Aggression*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, pp. 113–122.

Cantalupo, C., A. Bisazza y G. Vallortigara. 1996. Lateralization of displays during aggressive and courtship behaviour in the Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Physiology and Behaviour*, 60(1):249-252.

Castro, A.D. 2001. A look at the Anabantoids. A new series on these versatile fishes. *AFM* 1//01.

- Clayton, F.L. y R.A. Hinde. 1968. The habituation and recovery of aggressive display in *Betta splendens*. *Behaviour*, 30(1):96-105.
- Clotfelter, E.D., D.R. Ardia y K.J. McGraw. 2007. Red fish, blue fish: trade-offs between pigmentation and immunity in *Betta splendens*. *Behavioral Ecology*, 18(6):1139-1145.
- Dugatkin, L.A. ,2001. Bystander effects and the structure of dominance hierarchies. *Behavioural Ecology*, 12:348–352.
- Elwood, R.W. y C.J. Rainey. 1983. Social organization and aggression with small groups of female Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Aggressive Behavior*, 9(4):303-308.
- Evans, C.S. 1985. Display vigour and subsequent fighting performance in the Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Behavioural Processes*,. 11: 113-121.
- García-Alves, L., 2008. Efecto de la especie y color de los oponentes en la agresividad de los machos de *Betta splendens*. *Anales Universitarios de Etología*, 2:37-42.
- Halperin, J.R.P., D.W. Dunham y S. Ye. 1992. Social isolation increases aggressive display after priming in *Betta splendens* but decreases aggressive readiness. *Behavioural Processes*, 28: 13–32.
- Halperin, J.R.P. y D.W. Dunham. 1993. Increased aggressiveness after brief social isolation of adult fish: a connectionist model which organizes this literature. *Behavioural Processes*, 28: 123–144.
- Halperin, J.R.P., T. Giri y D.W. Dunham. 1997. Different aggressive behaviours are exaggerated by facing vs. broadside subliminal stimuli shown to socially isolated Siamese fighting fish, *Betta splendens*. *Behavioural Processes*, 40: 1–11.
- Halperin, J.R.P., T. Giri, J. Elliott y D.W. Dunham. 1998. Consequences of hyperaggressiveness in Siamese fighting fish: cheaters seldom prospered. *Animal Behaviour*, 55:87–96.
- Heiligenberg, W. 1974. Processes governing behavioural states of readiness. *Advances in the Study of Behavior*, 5, 173–200.
- Hogan, J.A. 1967. Fighting and reinforcement in the Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 64(2):356-359.
- Hogan, J. A. y R.J. Bols. 1980. Priming of aggressive motivation in *Betta splendens*. *Animal Behaviour*, 28: 135-142.
- Horth, L. 2003. Melanic body colour and aggressive mating behaviour are correlated traits in male mosquitofish (*Gambusia hotbrookii*). *Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences*, 270:1033-1040.
- Houde, A.E. 1997. Sex, color, and mate choice in guppies. Princeton University Press. Princenton.
- Huntingford, F.A., N.B. Metcalfe, J.E. Thorpe, W.D. Graham y C.E. Adams. 1990. Social dominance and body size in Atlantic salmon parr, *Salmo salar*, L. *Journal of Fish Biology*, 36:877-881.

- James, R. y K. Sampath. 2002. Effect of different feeds on growth and fecundity in ornamental fish, *Betta splendens* (Regan). *Indian Journal of Fisheries*, 49(3):279-285.
- Klein, R.M., M.H. Figler y H.V.S. Peeke. 1976. Modification of consummatory (attack) behavior resulting from prior habituation of appetitive (threat) components of the agonistic sequence in male *Betta splendens* (Pisces, Belontiidae). *Behaviour*, 58: 1-25.
- Kodric-Brown, A. 1998. Sexual dichromatism and temporary color changes in the reproduction of fishes. *American Zoologist*, 38:70-81.
- Lertpanich, K. y V. Aranyavala. 2007. Species diversity, distribution and habitat characteristic of wild bubble nesting Betta (*Betta* spp.) in Thailand. *KMITL Science Journal*, 7(1): 6 pp
- Magurran, A.E. 2005. Evolutionary Ecology. The Trinidadian Guppy. Oxford University Press. New York.
- Martínez-Díez, I., 2008. Comportamiento agresivo en el pez luchador de Siam (*Betta splendens*). *Anales Universitarios de Etología*, 2:98-105.
- Matos, R.J. y P.K. McGregor. 2002. The effect of sex o fan audience on male-male disply of siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Behaviour*, 139(9):1211-1221.
- McGregor, P.K. y T.M. Peake. 2000. Communication networks: social environments for receiving signalling behaviour. *Acta ethologica*, 2(2):71-81.
- McGregor, P.K., T.M. Peake y H.M. Lampe. 2001. Fighting fish *Betta splendens* extract relative information from apparent interactions: what happens when what you see is not what you get. *Animal Behaviour*, 62:1059-1065.
- Meliska, C.J., J.A. Meliska, y H.V. Peeke. 1980. Threat displays and combat aggression in *Betta splendens* following visual exposure to conspecifics and one-way mirrors. *Behavioral & Neural Biology*, 28(4):473-486.
- Monvises, A., B. Nuangsaeng, N. Sriwattanothai y B. Panijpan. 2009. The siamese fighting fish: Well-known generally but little-known scientifically. *ScienceAsia*, 35:8-16.
- Oliveira, R.F., P.K. McGregor y C. Latruffe. 1998. Know thine enemy: fighting fish gather information from observing conspecific interactions. *Proceedings of the Royal Society*, 265(1401):1045-1049.
- Parker, G.A. 1974. Assessment strategy and the evolution of fighting behaviour. *Journal of Theoretical Biology*, 47:223-243.
- Price, A.C., C.J. Weadick, J. Shim y F.H. Rodd. 2008. Pigments, patterns, and fish behavior. *Zebrafish*, 5(4):297-307
- Rainboth, W.J. 1996. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. FAO, Rome, 265 p.
- Rajakaruna, R.S., J.A. Brown, K.H. Kaukinen y K.M. Miller. 2006. Major histocompatibility complex and kin discrimination in Atlantic salmon and brook trout. *Molecular Ecology*, 15:4569-4575.

van Doorn, S.G. P. Edelaar y F.J. Weissing. 2009. On the Origin of Species by Natural and Sexual Selection. *Science*, 326(5960):1704-1707.

Simpson, M.J.A. 1968. The display of the Siamese fighting fish, *Betta Splendens*. *Animal Behavior Monographs*, 1(1):1-73.

Wolfsheimer, G. 2001. *El luchador de Siam, Betta splendens: cuidados, crianza, variedad*. Hispano Europea. Barcelona 64 pp.