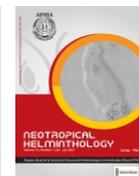




Neotropical Helminthology



RESEARCH NOTE / NOTA CIENTIFICA

WILL BRAIN GROWTH BE AN ADAPTATION TO THE ENVIRONMENTAL TOLERANCE CRITERION IN THE LARVAE CONTROLLING SPECIES *GAMBUSIA PUNCTATA* POEY, 1854?

¿EL CRECIMIENTO CEREBRAL SERÁ UNA ADAPTACIÓN AL CRITERIO DE TOLERANCIA AMBIENTAL EN LA ESPECIE CONTROLADORA LARVARIA *GAMBUSIA PUNCTATA* POEY, 1854?

George Argota-Pérez^{1*}; José Iannacone^{2,3} & Rigoberto Fimia-Duarte⁴

¹ Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente "AMTAWI". Puno, Perú.
george.argota@gmail.com

² Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de posgrado (EUPG). Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima, Perú.

³ Laboratorio de Parasitología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.
joseiannacone@gmail.com

⁴ Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería. Universidad Ciencias Médicas de Villa Clara. Villa Clara, Cuba.
Rigoberto.fimia66@gmail.com

*Corresponding Author: george.argota@gmail.com

George Argota-Pérez: <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

José Iannacone: <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>

Rigoberto Fimia-Duarte: <https://orcid.org/0000-0001-5237-0810>

ABSTRACT

The aim of the study was to measure brain growth in males of the larvae of *Gambusia punctata* Poey, 1854. The study was carried out in March 2021 and corresponded to two exposure stations in the lower part of the Almendares River, Havana, Cuba. For sampling, a professional rectangular 60 x 50 x 45cm jamo was used with mesh size of 0.5cm. Eighteen male individuals (station A = 11, station B = 7) well identified by their gonopod were sampled. For the extraction of the brain, individuals were placed in a ventral position and containment was by means of a smooth clamp. The cephalic region was peeled off until the brain was visualized, where its extraction was carried out with new smooth forceps until conization was left in the anatomical-cerebral region. Statistically significant differences were found in the brain growth of individuals between sampling stations A and B. It is concluded that the hypothesis that the greater growth of the brain in males of the larval bioregulatory species *G. punctata* apparently obeys the criterion of environmental tolerance, since from the base of empirical methods by observation and measurements that were carried out. The observations are considered to be of preliminary nature.

Keywords: biological theory – ecotoxicology – group damage – indicator – prediction

doi:10.24039/rmh20201511052

RESUMEN

El objetivo del estudio fue medir el crecimiento cerebral en machos de la especie controladora larvaria *Gambusia punctata* Poey, 1854. El estudio se realizó en marzo de 2021 y correspondió a dos estaciones de exposición en la parte baja del río Almendares (La Habana, Cuba). Para el muestreo se utilizó un jamo profesional rectangular de 60 x 50 x 45cm y luz de malla de 0,5cm. Se muestreó 18 individuos machos (estación A=11, estación B = 7) bien identificados por su gonopodio. Para la extracción del cerebro, los individuos se colocaron en posición ventral donde la contención fue mediante una pinza de sujeción lisa. Con otra pinza de disección bidentada se descamó la región cefálica hasta visualizar el cerebro donde su extracción se realizó con una nueva pinza de sujeción lisa hasta quedar la conización en la región anatómica-cerebral. Se halló diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento del cerebro de los individuos entre la estación de muestreo A y B. Se concluye que, se requiere profundizar en diversos análisis para demostrar, la hipótesis que el crecimiento mayor del cerebro en los machos de la especie biorreguladora larval *G. punctata* al parecer obedece al criterio de tolerancia ambiental, pues desde el basamento de los métodos empíricos por observación y de medición que se realizaron, solo significó un conocimiento preliminar.

Palabras clave: bioregulation – brain – environmental pollution – fish – growth

INTRODUCCIÓN

Los peces están dentro de los grupos taxonómicos con alto riesgo ante las presiones antropogénicas que afectan la calidad del agua (Gattuso *et al.*, 2015; Nagelkerken & Connell, 2015; Elleuch *et al.*, 2018), y por ende; existe afectación en la cadena trófica (Ullah *et al.*, 2018; Vinagre *et al.*, 2019). Ante los cambios que se producen en los ecosistemas acuáticos se requiere, caracterizar de forma rápida el estado y la sostenibilidad ecológica de los cuerpos hídricos (López *et al.*, 2020; Argota *et al.*, 2020a), donde los peces han sido seleccionados para la evaluación ambiental (AbdAllah, 2017; Argota & Iannacone, 2018).

A pesar, que la especie *Gambusia punctata* Poey, 1854 se reconoce como biorregulador de larvas de mosquitos de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), igualmente se utiliza para la bioevaluación de los ecosistemas acuáticos por ser, tolerante a la contaminación y luego, hacia la predicción del riesgo ambiental (Espinosa *et al.*, 2019; Argota *et al.*, 2020b). Una de las tendencias de selección durante la bioevaluación con la *G. punctata*, es el análisis con biomarcadores donde las branquias, hígado y el cerebro son órganos utilizados para diversos estudios en ecotoxicología acuática (Argota & Iannacone, 2017).

En el caso del cerebro, la enzima

acetilcolinesterasa se ha utilizado como biomarcador (Argota & González, 2013; Argota *et al.*, 2018); sin embargo, una observación con organismos machos requirió de motivación, pues al parecer, el cerebro resultó de mayor crecimiento que otros machos en estaciones menos contaminada.

El objetivo del estudio fue medir el crecimiento cerebral en machos de la especie controladora larvaria de *G. punctata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en marzo de 2021 y correspondió a dos estaciones de exposición en la parte baja del río Almendares (La Habana, Cuba). Para el muestreo se utilizó un jamo profesional rectangular de 60 x 50 x 45cm y luz de malla de 0,5cm. Se muestreó 18 individuos machos (estación A=11, estación B = 7) bien identificados por su gonopodio (Reznick, 1990; McPeck, 1992).

Para la extracción del cerebro, los individuos se colocaron en posición ventral donde la contención fue mediante una pinza de sujeción lisa. Con una pinza de disección bidentada se descamó la región cefálica hasta visualizar el cerebro donde su extracción se realizó con otra pinza de sujeción lisa

hasta quedar la conización en la región anatómica cerebral.

El programa profesional Statgraphics Centurion v.18 se utilizó para el análisis y tratamiento de los datos. Se utilizó la prueba t-Student para la comparación sobre el crecimiento del cerebro de la *G. punctata* Poey 1854. El resultado se consideró significativo al 95% de nivel de confianza. Una vez que se extrajo el cerebro, se midió su crecimiento con un pie de rey digital (marca: Tacklife $\pm 0,02\text{mm}$).

Aspectos éticos: Cumplimentándose la bioética del estudio, la eutanasia de los peces se realizó mediante bolsas con hielo que fueron depositadas

en diferentes recipientes de cristal con agua tratada procurando que durante la inmersión de los ejemplares, estos fueran tranquilizados para su disección (Argota *et al.*, 2018).

RESULTADOS

Se muestra el resumen estadístico según el crecimiento del cerebro de los individuos en las dos estaciones de exposición (Tabla 1). Se halló diferencias estadísticamente significativas en el crecimiento del cerebro de los individuos entre la estación A y B ($t = -4,09$; $p = 0,00$).

Tabla 1. Resumen estadístico / crecimiento del cerebro / *G. punctata*.

	Estación A	Estación B
	1,5	1,9
	1,6	1,8
	1,7	1,7
	1,6	1,8
	1,4	1,6
	1,6	1,8
	1,7	1,7
	1,6	
	1,6	
	1,5	
	1,5	
Estadígrafos	Estación A	Estación B
Número de individuos	11	7
Promedio	1,57	1,76
Desviación Estándar	0,09	0,10
Coefficiente de Variación (%)	5,75	5,55

DISCUSIÓN

Aunque, las dos estaciones corresponden a zonas contaminadas en el río Almendares (Olivares *et al.*, 2007), fue significativo que los machos de la estación B y que habitan en la parte más contaminada, registraran un crecimiento mayor del cerebro.

Se reporta que, el cerebro es rico en minerales de calcio, fósforo, sodio y magnesio, además, de vitaminas (Sujatha *et al.*, 2020), y es probable que sean significativas las concentraciones al comparar

con su contenido en el tejido esquelético-muscular. Sin embargo, dada la zona de estudio y donde existe probable limitación trófica dada la contaminación, entonces surgen dos preguntas:

1. ¿el cerebro puede ser mayor en aquellos organismos de la misma especie y que habitan en ambientes más contaminados?
2. ¿la tolerancia ambiental de una especie biomonitor se relaciona con el mayor crecimiento del cerebro para mantener la supervivencia?

La morfología y morfometría del cerebro, en

especial un aumento del tamaño del tectum óptico y capa molecular del cerebelo han sido observados en *Liza aurata* (Risso, 1810) en diferentes lugares de colecta, la cual se relaciona con las fluctuaciones estacionales de los niveles de contaminación por mercurio (Hg) (Puga *et al.*, 2018). De igual forma, se ha observado en otros grupos de vertebrados, el aumento del volumen cerebral ante el incremento de contaminantes ambientales (Markman *et al.*, 2008). En *Poecilia reticulata* Peters, 1859, especialmente en los machos se ha visto que cerebros de mayor tamaño aumentan la habilidad cognitiva, pero disminuyen el tamaño del tracto digestivo, un decrecimiento en el número de crías (Kotrschal *et al.*, 2013), y una etiología “más proactiva”, al ser más rápidos para habituarse y más exploratorios en pruebas de campo abierto, excretan menos cortisol en una situación estresante (confinamiento) y finalmente, ser más lentos para alimentarse de una nueva fuente de alimento (Kotrschal *et al.*, 2014).

Ante el resultado del estudio se propone la realización de evaluaciones con biomarcadores de estrés oxidativo (Moniruzzaman *et al.*, 2020). La principal limitación del estudio fue, no corroborar el crecimiento del cerebro con datos de limnología y considerarse, la comparación con otras zonas de exposición ambiental.

Se concluye que, existe la necesidad de profundizar en otros estudios para demostrar, la hipótesis que el mayor crecimiento mayor del cerebro en los machos de la especie biorreguladora larval *G. punctata*, al parecer obedece al criterio de tolerancia ambiental, pues desde el basamento de los métodos empíricos por observación y de medición que se realizaron, solo significó un conocimiento preliminar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AbdAllah, AT. 2017. *Efficiency of invertebrate animals for risk assessment and biomonitoring of hazardous contaminants in aquatic ecosystem, a review and status report*. Environmental Risk Assessment and Remediation, vol. 1, pp. 22-24.
- Argota, PG & González, PY. 2013. *Determinación enzimática y metales pesados em cérebro e hígado del modelo ecotoxicológico Gambusia punctata (Poeciliidae)*. MEDISAN, vol. 17, 221-229.
- Argota, PG & Iannacone, J. 2017. *Predicción cuantitativa mediante biomarcadores de uso permanente como nuevo criterio para biomonitores en ecotoxicología acuática*. The Biologist (Lima), vol. 17, pp. 141-153.
- Argota, PG & Iannacone, J. 2018. *Ecotoxicología como rama predictiva sobre la evolución sostenible de los ecosistemas acuáticos*. Biotempo, vol. 15, pp. 165-174.
- Argota, PG, Escobar, MF & Moreno, TEG. 2020a. *Calidad estacionaria del agua ante el costo ambiental sostenible relativo con agregación de biomarcadores: Bahía de Puno, lago Titicaca, Perú*. Revista de Investigaciones Altoandinas, vol. 22, pp. 146-154.
- Argota, PG, Fimia, DR, Iannacone, J & Alarcón-Elbal, PM. 2020b. *Crecimiento ante la respuesta visual y regímenes prolongados de alimentación en el biorregulador larval de mosquitos Gambusia punctata Poey, 1854*. Neotropical Helminthology, vol. 14, pp. 1-6.
- Argota, PG, Pérez, AIY, Iannacone J, Alvariano, L & Fimia, DR. 2018. *Comportamiento de refugio y actividad de la acetilcolinesterasa cerebral en Gambusia punctata (Poey, 1854) (Poeciliidae) por plomo biodisponible*. The Biologist (Lima), vol. 16, pp. 171-179.
- Elleuch, B, Bouhamed, F, Elloussaief, M & Jaghbir, M. 2018. *Environmental sustainability and pollution prevention*. Environmental Science and Pollution Research, vol. 25, pp. 18223-18225.
- Espinosa, RG, Costilla, SR, Pérez, VFJ, González, DJ, Flores, RR, Cuevas-Díaz, SMC, Medellín, GCE & Ilizaliturri, HA. 2019. *DNA damage in earthworms by exposure of Persistent Organic Pollutants in low basin of Coatzacoalcos River, Mexico*. Science of the Total Environment, vol. 651, pp. 1236-1242.
- Gattuso, JP, Magnan, A, Bille, R, Cheung, WWL, Howes, EL, Joos, F, Allemand, D, Bopp, L, Cooley, SR, Eakin, CM, Hoegh, GO, Kelly, RP, Portner, HO, Rogers, AD, Baxter, JM, Laffoley, D, Osborn, D, Rankovic, A,

- Rochette, J, Sumaila, UR, Treyer, S & Turley, C. 2015. *Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios*. Science, vol. 349, pp. 4722-4722.
- Kotrschal, A, Rogell, B, Bundsen, A, Svensson, B, Zajitschek, S, Bännström, I, Immler, S, Maklakov AA & Kolm, N. 2013. *Artificial selection on relative brain size in the Guppy reveals costs and benefits of evolving a larger brain*. Current Biology, vol. 23, pp. 168-171.
- Kotrschal, A, Lievens, EJP, Dahlbom, J, Bundsen, A, Semenova, S, Sundvik, M, Maklakov, AA, Winberg, S, Panula, P & Kolm, N. 2014. *Artificial selection on relative brain size reveals a positive genetic correlation between brain size and proactive personality in the guppy*. Evolution, vol. 68, pp. 1139-1149.
- López, PM, Varela, Z, Franco, D, Fernández, JA & Aboal, JR. 2020. *Can proteomics contribute to biomonitoring of aquatic pollution? A critical review*. Environmental Pollution, vol. 267, pp. 1-12.
- Markman, S, Leitner, S, Catchpole, C, Barnsley, S, Müller, CT, Pascoe, D & Buchanan, KL. 2008. *Pollutants increase song complexity and the volume of the brain area HVC in a songbird*. PLoS ONE, vol. 3, e1674.
- McPeck, M. 1992. *Mechanisms of sexual selection operating on body size in the mosquitofish (Gambusia holbrooki)*. Behavioral Ecology, vol. 3, pp. 1-12.
- Moniruzzaman, M, Mukherjee, M, Das, D & Chakraborty, SB. 2020. *Effectiveness of melatonin to restore fish brain activity in face of permethrin induced toxicity*. Environmental Pollution, vol. 266, pp. 1-11.
- Nagelkerken, I & Connell, SD. 2015. *Global alteration of ocean ecosystem functioning due to increasing human CO₂ emissions*. Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 112, pp. 13272-13277.
- Olivares, R.S, Lima, L, De la Rosa, D, Grahan, DW, Columbie, I, Santana, J & Sánchez, MJ. 2007. *Water hyacinths (Eichhornia crassipes) as indicators of heavy metal impact of a large land fill on the Almendares River near Havana, Cuba*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology; vol. 79, pp. 583-587.
- Puga, S, Cardoso, V, Pinto-Ribeiro, F, Pacheco, M, Almeida, A & Pereira, P. 2018. *Brain morphometric profiles and their seasonal modulation in fish (Liza aurata) inhabiting a mercury contaminated estuary*. Environmental Pollution, vol. 237, 318e328.
- Reznick, D. 1990. *Plasticity in age and size at maturity in male guppies (Poecilia reticulata): an experimental evaluation of alternative models of development*. Journal of Evolutionary Biology, vol. 3 pp. 185-203.
- Sujatha, K, Nallusamy, S, Senthilkumaar, P, Francis, PA. & Silambarasan, K. 2020. *Study of mineral content available in the brain of ten fishes from two fish landing centres in Tamilnadu and Andhra Pradesh*. Materials Today: Proceedings; vol. 37, pp. 810-816.
- Ullah, H, Nagelkerken, I, Goldenberg, SU & Fordham, DA. 2018. *Climate change could drive marine food web collapse through altered trophic flows and cyanobacterial proliferation*. PLoS Biology, vol. 16, pp. 1-21.
- Vinagre, C, Costa, MJ, Wood, SA, Williams, RJ. & Dunne, J.A. 2019. *Potential impacts of climate change and humans on the trophic network organization of estuarine food webs*. Marine Ecology Progress Series, vol. 616, pp. 13-24.

Received March 28, 2021.

Accepted April 16, 2021.