

1 Neotropical Helminthology, 2024, vol. 18 (2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.62429/rnh20242181834>

3 Este artículo es publicado por la revista Neotropical Helminthology de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad  
4 Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú auspiciado por la Asociación Peruana de Helmintología e Invertebrados Afines (APHIA). Este es un  
5 artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [[https://](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es)  
6 [creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es)] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra  
7 original sea debidamente citada de su fuente original.



9 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

10 PREDATORY BEHAVIOR OF *GAMBUSIA PUNCTATA* (POEY, 1854) ON *AEDE*  
11 *AEGYPTI* (LINNAEUS, 1762) LARVAE BASED ON VISUAL DETECTION IN A  
12 CONTROLLED EXPERIMENTAL SYSTEM

13  
14 COMPORTAMIENTO DEPREDATIVO DE *GAMBUSIA PUNCTATA* (POEY, 1854)  
15 SOBRE LARVAS DE *AEDE**AEGYPTI* (LINNAEUS, 1762) DADO SU DETECCIÓN  
16 VISUAL EN UN SISTEMA EXPERIMENTAL CONTROLADO

17  
18 George Argota-Pérez<sup>1,2\*</sup>; José Iannacone<sup>2,3,4,5</sup> & Rigoberto Fimia-Duarte<sup>6</sup>

19  
20 <sup>1</sup>Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio  
21 Ambiente “AMTAWI”. Ica, Perú. [george.argota@gmail.com](mailto:george.argota@gmail.com)

22 <sup>2</sup>Grupo de investigación One Health-Una Salud, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

23 <sup>3</sup>Laboratorio de Zoología. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP).  
24 Lima, Perú. [jose.iannacone@urp.edu.pe](mailto:jose.iannacone@urp.edu.pe)

25 <sup>4</sup>Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y  
26 Matemática. Lima, Perú.

27 <sup>5</sup>Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Escuela Universitaria de  
28 Posgrado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.

29 <sup>6</sup>Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería. Universidad Ciencias Médicas de Villa  
30 Clara. Villa Clara, Cuba. rigoberto.fimia66@gmail.com

31 \*Corresponding author: george.argota@gmail.com

32 Titulillo: Predatory response of *Gambusia punctata*

33

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

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

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

37

## 38 **ABSTRACT**

39 The objective was to evaluate the predatory behavior of *Gambusia punctata* (Poey, 1854) on  
40 *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) larvae given its visual detection in a controlled experimental  
41 system. Two males and eight females of *G. punctata* were placed in a plastic container with  
42 submerged aquatic plants in the first third of the container. For the first three days, 30 *A. aegypti*  
43 larvae were supplied daily. A device was designed to distribute the mosquito larvae uniformly  
44 across the container's surface. A vertical plastic sheet was introduced in the second third of the  
45 container, restricting the fish to the first third. Four millimeter mesh cylinders were placed near  
46 the vegetation, designed to confine two larvae within each cylinder. Predatory response was  
47 assessed based on detection time and near-total permanence of the fish close to the cylinders.  
48 The experiment was replicated twice. Detection times were similar between replicates  
49 ( $6.01 \pm 0.21$  s and  $6.04 \pm 0.18$  s), but replicate 1 showed greater variability and lower precision  
50 compared to replicate 2, which demonstrated higher consistency. No statistically significant  
51 differences were found. It was concluded that *G. punctata* effectively detects *A. aegypti* larvae

52 when visible, but detection decreases when larvae are hidden, suggesting the use of other  
53 senses. The variability in detection times highlights the influence of experimental factors.

54 **Keywords:** *Aedes aegypti* – *Gambusia punctata* – larvae – predation – visual detection

55

## 56 RESUMEN

57 El objetivo fue evaluar el comportamiento depredativo de la *Gambusia punctata* (Poey, 1854)  
58 sobre larvas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) dado su detección visual en un sistema  
59 experimental controlado. Se ubicaron dos machos y ocho hembras de la especie *G. punctata* en  
60 un recipiente plástico que contenía plantas acuáticas sumergidas en el primer tercio del  
61 recipiente. Durante los tres primeros días, se suministraron diariamente 30 larvas de mosquitos  
62 de *A. aegypti*. Se diseñó un utensilio para colorar simultáneamente las larvas de mosquitos en  
63 toda la superficie del recipiente. Se introdujo una mica plástica en forma vertical en el segundo  
64 tercio que limitó la presencia de ejemplares al primer tercio del recipiente. Se introdujeron  
65 cuatro cilindros de malla milimétrica cerca de la vegetación, diseñados para restringir la salida  
66 de dos larvas que se colocaron en cada interior de los cilindros. Se consideró la respuesta  
67 depredatoria, según el tiempo de detección y la permanencia casi total de los ejemplares  
68 cercanos a los cilindros. El experimento se replicó dos veces. Los tiempos promedio de  
69 detección fueron similares entre las réplicas ( $6,01 \pm 0,21$  s y  $6,04 \pm 0,18$  s), pero la réplica 1  
70 mostró mayor variabilidad y menor precisión. La réplica 2 mostró mayor consistencia. No hubo  
71 diferencias estadísticas significativas. Se concluye que, *G. punctata* detecta bien las larvas de  
72 *A. aegypti* cuando están visibles, pero la detección disminuye al estar ocultas, sugiriendo el uso  
73 de otros sentidos. La variabilidad en tiempos de detección destaca la influencia de factores  
74 experimentales.

75 **Palabras clave:** *Aedes aegypti* – depredación – detección visual – *Gambusia punctata* – larvas

76

## 77 INTRODUCCIÓN

78 El estudio de la alimentación en peces constituye un aspecto fundamental de la biología  
79 acuática, ya que la disponibilidad de alimento no solo define su crecimiento y bienestar, sino  
80 que también afecta su reproducción, longevidad y sistema inmunológico (Cominassi *et al.*,  
81 2020; Cruz *et al.*, 2023). Las fluctuaciones en la oferta alimentaria provocan respuestas  
82 adaptativas que permiten a los peces sobrevivir en condiciones adversas. Estas adaptaciones  
83 incluyen cambios metabólicos y conductuales que facilitan la búsqueda de alimento,  
84 especialmente en especies que dependen de presas específicas, como los peces larvívoros  
85 (Flourizel *et al.*, 2024). El género gambusia es conocido por su alta depredación de larvas de  
86 mosquitos (Steven *et al.*, 2021), siendo la *Gambusia punctata* (Poey, 1854), una de las especies  
87 representantes en Cuba (Argota *et al.*, 2013).

88 Varios estudios destacan la relevancia de los peces larvívoros en el control biológico de  
89 mosquitos, como *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), vector de enfermedades como el dengue y la  
90 fiebre amarilla. La especie *G. punctata* ha sido objeto de numerosas investigaciones por su  
91 eficiencia como depredador de larvas y su capacidad para aclimatarse a variaciones en la oferta  
92 de alimento (Rodríguez *et al.*, 2019; Argota *et al.*, 2020). Se reconoce que la respuesta visual  
93 de esta especie es crucial en la captura de larvas, especialmente cuando estas se encuentran en  
94 proximidad. Sin embargo, el uso de otros mecanismos sensoriales, como la detección acústica  
95 o química, recibe menos atención a pesar de su potencial relevancia en la depredación cuando  
96 las larvas están más distantes o en menor cantidad (Mearns *et al.*, 2020).

97 A pesar de la extensa investigación sobre la capacidad depredadora de *G. punctata*, no se  
98 comprende completamente cómo esta especie adapta su comportamiento y fisiología cuando  
99 las larvas de mosquito son escasas o difíciles de localizar visualmente. En particular, se  
100 desconoce hasta qué punto utiliza otros sentidos, como la detección de señales acústicas o  
101 químicas emitidas por las larvas, y cómo estos mecanismos influyen en la depredación cuando  
102 la visibilidad o proximidad de las presas es limitada. Este vacío en el conocimiento limita

103 nuestra comprensión de la capacidad adaptativa de la especie en ambientes fluctuantes, lo que  
104 obstaculiza el desarrollo de estrategias más efectivas durante los programas de control biológico  
105 contra las larvas de *A. aegypti*.

106 El objetivo fue evaluar el comportamiento depredativo de la *G. punctata* sobre larvas de *A.*  
107 *aegypti* dado su detección visual en un sistema experimental controlado.

108

## 109 MATERIALES Y MÉTODOS

110 Se ubicaron dos machos y ocho hembras de la especie *G. punctata* en un recipiente plástico:  
111 2,0 m de largo; 1,0 m de ancho y 1,0 m de altura. En el recipiente se colocaron cuatro plantas  
112 acuáticas sumergidas en el fondo del primer tercio del recipiente. Durante los tres primeros  
113 días, se suministraron diariamente 30 larvas de mosquitos (L3 o L4) de *A. aegypti* en la mañana  
114 (06:00-06:30 h) y la tarde (17:30-18:00 h). Se diseñó un utensilio para colorar simultáneamente  
115 las larvas de mosquitos en toda la superficie del recipiente (Figura 1).

116

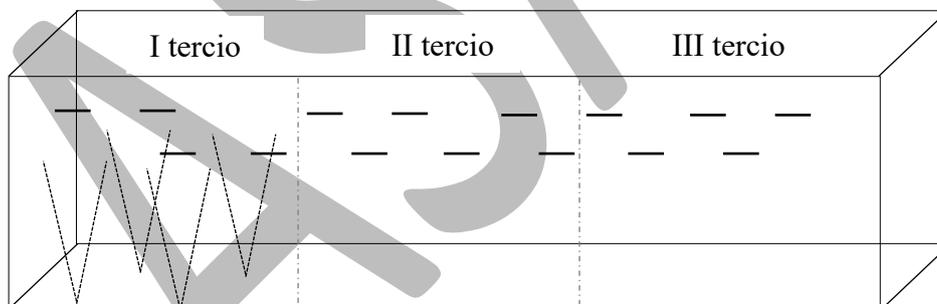
117

118

119

120

121



122 **Figura 1.** Vegetación acuática (∨) y presencia de larvas de *A. aegypti* (—) en la superficie  
123 del tanque de agua.

124

125 Durante el cuarto y quinto día, se colocó una mica plástica delgada sobre la superficie del primer  
126 tercio, donde igualmente se suministró el alimento. En esta condición experimental, se produjo  
127 una restricción a la disponibilidad alimentaria porque las larvas fueron depositadas encima de  
128 la mica plástica impidiendo su depredación. En el sexto día las larvas se concentraron en el  
129 último tercio del recipiente debido a que se introdujo, una mica plástica vertical en el segundo  
130 tercio que limitó la presencia de ejemplares en el primer tercio del recipiente. En esta fase, se

131 colocaron cuatro cilindros de malla milimétrica cerca de la vegetación, diseñados para restringir  
132 la salida de dos larvas de mosquitos que se colocaron en cada interior de los cilindros. En el  
133 séptimo día, se retiró la mica de la superficie del primer tercio como la mica vertical y de manera  
134 inmediata se suministraron larvas de mosquitos para su depredación.

135 Se consideró la respuesta depredatoria, según el tiempo de detección y la permanencia casi total  
136 de los ejemplares (desde seis individuos) cercanos a los cilindros que contenían las larvas de  
137 mosquitos. El experimento se replicó dos veces.

138 Para el tratamiento de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS v25. Se comparó el  
139 valor promedio del tiempo de detección y la permanencia mediante la prueba t-Student. Los  
140 resultados se consideraron significativos cuando  $p < 0,05$ .

141 **Aspectos éticos:** existió un adecuado parafraseo desde la literatura científica, no hubo  
142 manipulación intencional de los datos para cumplir con el objetivo del estudio y tampoco,  
143 existió subjetividad en la interpretación teórica de los hallazgos.

144

## 145 **RESULTADOS**

146 La Tabla 1 presenta una comparación de los tiempos de detección de los ejemplares cercanos a  
147 los cilindros con larvas de mosquitos en dos réplicas experimentales.

148

149 **Tabla 1.** Tiempo de detección (seg) y la permanencia casi total de los ejemplares cercanos a  
150 los cilindros con larvas de mosquitos.

151

Estadígrafos	Réplica 1	Réplica 2
	5,24	5,44
	5,53	5,57
	6,17	6,09
	6,26	6,33
	6,32	6,38
	6,51	6,41
Promedio	6,01	6,04
Desviación estándar	0,50	0,43

Coefficiente variación (%)	8,35	7,11
Error estándar	0,21	0,18

152

153 Los tiempos promedio de detección en ambas réplicas son similares, con  $6,01 \pm 0,21$  seg para la  
 154 réplica 1 y  $6,04 \pm 0,18$  seg para la réplica 2. La réplica 1 muestra una mayor variabilidad en los  
 155 tiempos de detección, con una desviación estándar de 0,50 segundos frente a 0,43 segundos en  
 156 la réplica 2. Además, el coeficiente de variación es algo más alto en la réplica 1 (8,35%) en  
 157 comparación con la réplica 2 (7,11%), indicando una menor consistencia en los tiempos de  
 158 detección en la primera. Los errores estándar también reflejan una mayor precisión en la réplica  
 159 2, con 0,18 seg frente a 0,21 seg en la réplica 1. En general, los resultados sugieren que, aunque  
 160 los tiempos promedio de detección son comparables, la réplica 2 presenta una menor  
 161 variabilidad y mayor precisión en las mediciones.

162 Al comparar los resultados entre ambas réplicas experimentales mediante la prueba t-Students,  
 163 no hubo diferencias estadísticas ( $t = 0,18$ ; valor  $p = 0,91$ ) (Figura 2).

164

165

166

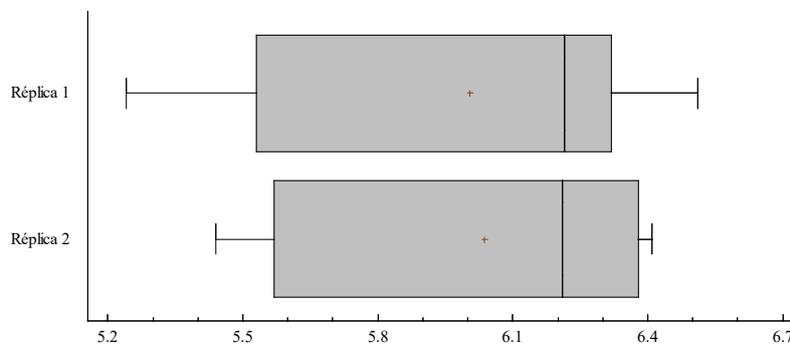
167

168

169

170

171



172 **Figura 2.** Caja y bigotes para la comparación de las réplicas experimentales sobre el tiempo  
 173 de detección y la permanencia casi total de los ejemplares cercanos a los cilindros con larvas  
 174 de mosquitos.

175

## 176 DISCUSIÓN

177 Los resultados señalaron cómo la especie *G. punctata* adapta su comportamiento depredador  
 178 en condiciones donde las larvas de *A. aegypti* están parcialmente ocultas dentro de los cilindros

179 y entre la vegetación acuática. Los resultados muestran que, aunque los tiempos promedio de  
180 detección entre las réplicas experimentales no difieren significativamente, la variabilidad en los  
181 tiempos de detección y la precisión en las mediciones sugieren aspectos relevantes sobre la  
182 capacidad de detección y adaptación de esta especie.

183 *Gambusia punctata* se ha identificado como una especie eficiente en la depredación de larvas  
184 de mosquitos, utilizando principalmente su capacidad visual para localizar presas (Argota *et*  
185 *al.*, 2020). Sin embargo, cuando las larvas están prácticamente escondidas dentro de los  
186 cilindros y camufladas en la vegetación, la detección visual directa se vuelve menos efectiva.  
187 Este escenario quizás pone en evidencia la importancia de entender cómo esta especie ajusta  
188 sus mecanismos sensoriales para compensar la dificultad de localización de las presas.

189 La respuesta adaptativa de *G. punctata* bajo estas condiciones puede involucrar una  
190 combinación de estrategias sensoriales. La detección visual sigue siendo crucial, pero el estudio  
191 plantea la necesidad de explorar otros mecanismos sensoriales como la percepción acústica y  
192 química. Aunque el análisis se centra en la detección visual, la capacidad de *G. punctata* para  
193 utilizar señales acústicas o químicas emitidas por las larvas podría explicar, cómo la especie  
194 logra detectar presas escondidas o en baja cantidad. Estos mecanismos adicionales pueden ser  
195 esenciales para la depredación eficiente en entornos complejos (Cohen *et al.*, 2023; Wang *et*  
196 *al.*, 2024).

197 A pesar de la eficiencia observada en la detección visual, la habilidad para detectar señales no  
198 visuales en condiciones de ocultamiento podría ser un factor crucial para el éxito de la  
199 depredación en ambientes naturales (Culp & Crowl, 1994; Naundorf & Freund, 2002; Zerulla  
200 & Stoddard, 2021; Hoover *et al.*, 2024).

201 La principal limitación del estudio fue que solo se consideró la depredación larvaria desde su  
202 detección visual, sin explorar otros posibles mecanismos sensoriales que podrían ser relevantes  
203 para la depredación efectiva en condiciones de ocultamiento de las larvas. Por lo tanto, la

204 investigación futura debería centrarse en cuantificar y comparar la eficacia de la detección  
205 visual frente a otros mecanismos sensoriales para obtener una imagen más completa de la  
206 estrategia depredadora de *G. punctata*. Este entendimiento ampliado podría mejorar las  
207 estrategias de control biológico de mosquitos y proporcionar una perspectiva valiosa sobre la  
208 ecología y comportamiento adaptativo de esta especie

209 Se concluye que, *G. punctata* tiene una capacidad efectiva para detectar larvas de *A. aegypti*  
210 cuando están cercanas y visibles. Sin embargo, la detección disminuyó cuando las larvas  
211 estuvieron ocultas entre los cilindros y la vegetación acuática, sugiriendo la posible utilización  
212 de mecanismos sensoriales adicionales, como la percepción acústica o química. La variabilidad  
213 en los tiempos de detección entre réplicas destaca la influencia de factores experimentales en  
214 la precisión de la detección.

215

216 **Author contribution:** CRediT (*Contributor Roles Taxonomy*)

217 **GAP** = George Argota-Pérez

218 **JI** = José Iannacone

219 **RFD** = Rigoberto Fimia-Duarte

220

221 **Conceptualization:** GAP, RFD

222 **Data curation:** GAP

223 **Formal Analysis:** GAP, JI, RFD

224 **Funding acquisition:** GAP

225 **Investigation:** GAP, JI, RFD

226 **Methodology:** GAP, RFD

227 **Project administration:** GAP

228 **Resources:** GAP, JI

229 **Software:** GAP

230 **Supervision:** RFD, JI

231 **Validation:** GAP, RFD

232 **Visualization:** RFD, JI

233 **Writing – original draft:** GAP

234 **Writing – review & editing:** GAP, RFD, JI

235

## 236 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

237 Argota, P.G., Fimia, D.R., & Iannacone, J. (2013). Características de la *Gambusia punctata*  
238 (Poeciliidae) para su selección como biomonitor en ecotoxicología acuática en Cuba. *The*  
239 *Biologist (Lima)*, *11*, 229-236.

240 Argota, P.G., Fimia, D.R., Iannacone, J., & María, A.P. (2020). Crecimiento ante la respuesta  
241 visual y regímenes prolongados de alimentación en el biorregulador larval de mosquitos  
242 *gambusia punctata poey, 1854*. *Neotropical Helminthology*, *14*, 111-116.

243 Cohen, R.M., Mazurais, D., & Bégout, M.L. (2023). Response to visual and mechano-acoustic  
244 predator cues is robust to ocean warming and acidification and is highly variable in  
245 European sea bass. *Frontiers in Marine Science*, *10*, 2296-7745.

246 Cominassi, L., Moyano, M., Claireaux, G., Howal, S., Zambodino, I.J.L., Mark, F.C., & Peak,  
247 M.A. (2020). Food availability modulates the combined effects of ocean acidification and  
248 warming on fish growth. *Scientific Reports*, *10*, 2338.

249 Cruz, S.M., Awruch, C.A., Somoza, G.M., Svagelj, W., & Palacios, M.G. (2023). Links  
250 between reproduction and immunity in two sympatric wild marine fishes. *Comparative*  
251 *Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, *287*, 111538.

252 Culp, J.M., & Crowl, T.A. (1994). Non-visual cues in benthic predator-prey systems:  
253 Introduction to a symposium. *Journal of The North American Benthological Society*, 13,  
254 266-267.

255 Flourizel, I., Ebimie, N.N., & Obadiah, N. (2024). The use of larvivorous fish species to control  
256 malaria transmission in Africa: A review. *International Journal of Fisheries and*  
257 *Aquaculture Research*, 10, 23-43.

258 Hoover, H., Manenti, R., & Melotto, A. (2024). The role of experience in the visual and non-  
259 visual prey recognition of fire salamander populations from caves and streams. *Diversity*,  
260 16, 312.

261 Mearns, D.S., Donovan, J.C., Fernandes, A.M., Semmelhack, J.L., & Baier, H. (2020).  
262 Deconstructing hunting behavior reveals a tightly coupled stimulus-response loop.  
263 *Current Biology*, 30, 54-69.

264 Naundorf, B., & Freund, J.A. (2002). Signal detection by means of phase coherence induced  
265 through phase resetting. *Physical Review*, 66, 040901.

266 Rodríguez, M.S., Hidalgo, G., Brito, L., Arrebola, M., Morales, L., Hernández, D., Sánchez,  
267 D., Rodríguez, G.J., & Ponce de León, J.L. (2019). Partial trophic segregation in co-  
268 occurring *Gambusia* species (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) in a natural wetland of  
269 Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*, 39, 117-130.

270 Steven, W., Ombeni, K., Kweka, E.J., Kimirei, M., & Cleopa, C. (2021). Predator preferences:  
271 a key to effective biological control design. *Journal of Health & Biological Sciences*, 9,  
272 1-4.

273 Wang, J., Lv, J., Wang, F., Chen, X., & Jia, Y. (2024). Light perception and related alternation  
274 of physiological performance in spotted knifejaw *Oplegnathus punctatus*. *Aquaculture*,  
275 592, 741224.

276 Zerulla, T.C., & Stoddard, P.K. (2021). The biology of polymorphic melanic side-spotting  
277 patterns in poeciliid fishes. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 608289.

278 Received February 23, 2024

279 Accepted September 13, 2024.

280

ASAP