

Factor de condición biológico-ambiental en la *Gambusia punctata* y sus efectos para el control biológico larval

Environmental and biological condition factor in the *Gambusia punctata* and its effects for larval biological control

MsC. George Argota Pérez y Dra. Sheila Tamayo Rivas

Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED), Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

En este artículo se evaluó el factor de condición biológico en la especie *Gambusia punctata* como expresión de daño ambiental del río San Juan de Santiago de Cuba, para lo cual se relacionó la longitud total de los peces con respecto al peso total. Fueron seleccionadas 2 estaciones de estudio en las cuencas alta y baja del río y los muestreos se realizaron durante la época poco lluviosa de 2011. Se escogieron individuos de ambos sexos, que biométricamente midieron entre 1,8 y 3,1 cm de longitud total y se establecieron 2 intervalos de clases. Los peces que habitaron en la parte alta del río presentaron mayor factor de condición biológico ($0,068 > 0,038$). Se concluyó que dado los valores de dicho factor, la calidad ambiental del ecosistema afecta el desarrollo de la especie, lo cual podría influir en su capacidad depredadora y, por tanto, como control biológico de larvas de mosquitos.

Palabras clave: factor de condición biológico, río, contaminación, *Gambusia punctata*, control biológico.

ABSTRACT

In this paper the biological condition factor was evaluated in the species *Gambusia punctata* as an expression of environmental damage of San Juan river in Santiago de Cuba, for which the total length of the fish was related to the total weight. Two study sites were selected in the upper and lower river basins, and samplings were performed during the dry season of 2011. Individuals of both sexes were chosen which biometrically measured between 1.8 and 3.1 cm in total length and 2 class intervals were established. The fishes living in the upper river had higher biological condition factor ($0.068 > 0.038$). It was concluded that given the values of this factor, the environmental quality of the ecosystem affects the development of the species, which could influence their predatory capacity and therefore as biological control of mosquito larvae.

Key words: biological condition factor, river, pollution, *Gambusia punctata*, biological control.

INTRODUCCIÓN

El dengue es una de las enfermedades transmitida por vectores que representa un importante problema de salud pública en el mundo y constituye la arbovirosis humana de mayor distribución mundial.¹

Durante el 2010 se notificaron en la región de América Latina y el Caribe más de 1,8 millones de casos, de los cuales 44 656 correspondieron a la forma grave y 1 167 fallecieron por esta causa, con una tasa de letalidad de 2,6 %. En este año, varios países de la región notificaron brotes de dengue con un número total de casos que sobrepasaron los datos históricos registrados.²

Aunque el control químico pudiera ser eficaz y es utilizado además como medida preventiva, una de las alternativas sostenibles ambientalmente para evitarlo es el control biológico del vector mediante peces larvívoros.

Las especies más importantes y mejor estudiadas están incluidas en las familias *Poeciliidae*, *Cyprinodontidae*, *Cyprinidae* y *Cyhlidae* todas pertenecientes al género *Gambusia*.³

Los peces de la familia *Poeciliidae* con 600 especies aproximadamente, se han introducido en muchas localidades del mundo, puesto que son útiles para el control biológico (biorreguladores) al eliminar larvas de mosquitos y así enfermedades transmitidas a los seres humanos, fundamentalmente los géneros *Anopheles* y *Aedes*, que constituyen un peligro importante para los cuerpos de agua naturales y artificiales.^{4,5}

A pesar de ello, los peces de agua dulce se encuentran hoy amenazados por la continua agresión del medio. Esto se debe a los vertimientos de residuales tanto domésticos como industriales que contaminan las aguas y provocan la muerte de las poblaciones existentes. Hay varias razones para considerar a los peces como organismos útiles en la evaluación de la degradación ambiental, ya que la ictiofauna actúa como integradora de los impactos directos e indirectos sobre el ecosistema acuático.⁶

Evaluar y estimar los efectos de la actividad humana sobre el ecosistema acuático es una tarea compleja. Debido a esto, han sido propuestos numerosos bioindicadores y pruebas a organismos para la evaluación de ecotoxicidad de compuestos antropogénicos en ambientes acuáticos, donde los peces representan, además, el principal nivel.⁷

El objetivo del estudio fue evaluar el factor de condición biológico en la especie *Gambusia punctata* del río San Juan de Santiago de Cuba como expresión de sus capacidades de desarrollo para el control biológico de larvas de mosquitos.

MÉTODOS

A. Época de muestreo y selección de las estaciones

El estudio se realizó en el río San Juan de Santiago de Cuba, cuyo sistema es de gran interés territorial. El muestreo se realizó durante los 6 meses de la época poco lluviosa de 2011. Fueron seleccionadas únicamente 2 estaciones de muestreo, correspondientes tanto a la parte alta como baja del río, las cuales fueron consideradas

críticas según el número de fuentes contaminantes, emisiones puntuales, limnología, movilidad y persistencia de contaminantes de interés (figura).

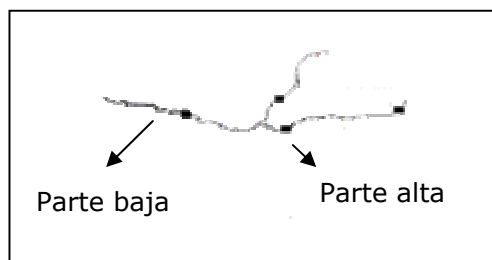


Fig. Estaciones de muestreo en el río San Juan de Santiago de Cuba

B. Análisis del factor de condición biológico

Se trabajó con 377 ejemplares adultos de la especie *Gambusia punctata* (156 machos y 221 hembras). Para el muestreo se utilizó un jamo profesional rectangular de 60x 50 cm, con profundidad de 45 cm y luz de malla de 0,5 cm.

El sexo en adultos se determinó por la presencia del gonopodio en machos, de acuerdo con determinados criterios.⁸⁻¹⁰

Todos los ejemplares fueron pesados mediante una balanza analítica marca METTLER AE- 163 pesados ($\pm 0,01$ g).

En el caso de las hembras, el peso total se calculó sin la presencia de la cámara incubatriz ($P = Pt - Pci$), donde P (peso), Pt (peso total) y Pci (peso de la cámara incubatriz).

Para analizar el desarrollo de los peces según las condiciones ambientales del medio se empleó el factor de condición biológico (FCB) para ambos sexos, el cual fue calculado mediante la ecuación: $CB = Pt/Lt^3 * 100$, Lt (longitud total).¹¹

Se utilizó el programa estadístico *Statgraphis versión 5.1*, donde la significación fue realizada mediante ANOVA. En los casos en que se encontraron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Student-Newman-Keuls, así como análisis de normalidad y homogeneidad de varianza eliminando posibles datos anómalos. Los análisis de varianza se realizaron sobre datos transformados en el caso que se comprobaron distribuciones no simétricas.

Los datos fueron comparados con resultados de investigaciones exploratorias realizadas en peces de la propia especie *G. punctata* pertenecientes al río Filé, utilizada como referencia ambiental en la propia localidad de Santiago de Cuba.

RESULTADOS

Para el análisis del crecimiento se midieron todas las hembras y los machos, donde a partir de la menor y mayor longitud total, que fueron de 1,8 y 3,1 cm, respectivamente se establecieron 2 intervalos de clases (1,8-2,4 y 2,5-3,1) con un rango o amplitud de 7,0 mm (tabla).

Tabla. Factor de condición biológico

Estaciones	Sexo	Intervalos de clases		Longitud total (cm)	Peso total (gramo)	%
		I	II	Media		
				2,85 *	0,9246 *	0,885 (estimado) *
Alta 1	machos	102	48	2,71	0,3012	0,073
	hembras	156	62	2,74	0,4938	
Alta 2	machos	122	46	2,73	0,2276	0,065
	hembras	102	48	2,71	0,3012	0,069
CB						0,068
Baja 1	machos	62	32	2,64	0,6477	0,045
	hembras	66	50	2,68	0,5329	
Baja 2	machos	64	34	2,69	0,2783	0,034
	hembras	72	38	2,66	0,5622	0,036
CB						0,038

* Referencia: *Gambusia punctata* del río Filé, Santiago de Cuba.

Al comparar la longitud total, el peso total promedio y el factor de condición biológico en cada sexo con el estimado en peces de la misma especie que habitan en el río de referencia se encontraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$); también se observó que los peces que habitan tanto en la parte alta como baja del río San Juan presentaron valores muy por debajo en relación con los obtenidos en la propia especie de referencia, lo cual evidencia que las condiciones ambientales para su desarrollo están siendo muy limitadas, lo cual puede influir en la función depredadora de las larvas de mosquitos.

DISCUSIÓN

El crecimiento en los machos es muy acelerado en comparación con las hembras, pero una vez alcanzada la madurez sexual, este se torna casi estático.

La madurez sexual se adquiere mucho más temprano que en las hembras, lo cual pudiera indicar que su ciclo de vida es mucho más corto aunque no existen datos que lo demuestren. En ambos sexos, el crecimiento es muy activo durante las primeras fases de vida y disminuye hasta alcanzar un determinado peso. Se ha comprobado para numerosas especies que a mayor tamaño menor es la tasa de crecimiento, siempre que existan condiciones ambientales favorables y el alimento no sea limitante.¹² El crecimiento de los peces dependerá, en gran medida, de la intensidad metabólica dentro de la población, siempre que el complejo corriente de energía (en la cadena trófica), factor físico y las acciones recíprocas con otras poblaciones lo permitan. Las condiciones del medio constituyen una de las razones fundamentales que regulan el crecimiento; cuando este se encuentra alterado y el hábitat en desequilibrio, influyen de manera directa en el crecimiento.¹³

De igual manera, el crecimiento y comportamiento de estos peces al igual que otros similares que se desarrollan en un medio natural, es estacional y dependiente de las condiciones ambientales como disponibilidad de alimentos y períodos de ayunos prolongados, dada algunas situaciones adversas existentes como contaminaciones

temporales, temperaturas y cuando el crecimiento se logra después que mejoran estas condiciones, los peces alcanzan un crecimiento compensatorio. En este tipo de crecimiento también es importante la edad, el estado nutricional, la posibilidad de realimentación, entre otros factores, y se produce en conjunto con las condiciones ambientales.¹⁴

La evolución en el coeficiente de condición pone de manifiesto la tendencia de los organismos a recuperar sus pesos corporales y cuando no se alcanza este factor de condición biológico, se indica el índice de adelgazamiento sufrido bajo cualquier situación estresante del medio y, por ende, de su capacidad larvívora. Comparar los valores del factor de condición biológico entre especies, resulta muy complicado, pues este índice depende de las especies, del estado de desarrollo, de las condiciones ambientales y de la intensidad y duración de los períodos de privación alimentaria, entre otros factores.¹⁵

Por otra parte, han sido encontradas hembras con tallas relativamente grandes en sitios contaminados del río Almendares de La Habana, lo cual se plantea que pudiera estar relacionado con una mayor disponibilidad de alimentos en los sitios más afectados, dada fundamentalmente por la eutrofización.¹⁶ Asimismo, estudios de impacto de este mismo río sobre la zona costera, mostraron que los individuos de la especie *Stegastes partitus* que habitaban cerca de la desembocadura de este, presentaron las mayores tallas y pesos;¹⁷ sin embargo, se ha observado una disminución de la talla y del peso en hembras de *Gambusia sp* en lugares contaminados por descargas de residuales de molinos de pulpa de madera.¹⁸

Los efectos del enriquecimiento por nutrientes y eventualmente de la eutrofización, dependen en gran medida del balance entre 2 aspectos: positivo (más alimento) y negativo (anoxia e incremento de materia orgánica en suspensión) de estos procesos.¹⁹

Finalmente, se expresa que las variaciones observadas en la calidad física de las aguas del río, tales como: su color, transparencia y olor, parecen estar afectando igualmente la tasa de supervivencia de la especie.

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo se ha establecido que el factor de condición biológico como expresión de desarrollo de la especie *Gambusia punctata* que habita en río San Juan está siendo muy limitado, lo cual podría influir en su capacidad depredadora y, de hecho, como control biológico de larvas de mosquitos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peláez O, Sánchez L, Mas Bermejo P, Pérez S, Kourí G, Guzmán MG. Prevalencia de síndromes febriles en la vigilancia del dengue. Ciudad de La Habana, 2007. Rev Cubana Hig Epidemiol. 2010; 48(1): 3-14.
2. Organización Panamericana de la Salud. Actualización sobre la situación del dengue en las Américas. Situación del dengue 2010-2011 [citado 4 Sep 2011]. Disponible en: http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2011/alerta_epi_2011_02_febrero_brote_dengue.pdf
3. Rojas JU, Soca DL, Sojo MM, Mazzarri PM, Pinto J, Almeira J, Romero J, García G. Estudio biosistemático y ecológico de los peces de la Laguna de Urao y sus

- implicaciones en el control de mosquitos, estado Mérida, Venezuela. Identificación de peces larvivoros. Bol Centro Invest Biol. 2003; 37(1):1-20.
4. Lee DK. Predation efficacy of the fish muddy loach, *Misgurnus mizolepis*, against *Aedes* and *Culex* mosquitoes laboratory and small rice plots. J Am Mosq Control Assoc. 2000. 16(3):61-258.
 5. Vargas VM, Vargas C. Male and mosquito larvae survey at the Arenal-Tempisque irrigation project, Guanacaste, Costa Rica. Rev Biol Trop. 2003; 51:759-62.
 6. Chapman PM. Integrating toxicology and ecology: putting the "eco" into ecotoxicology. 2002. Mar Pollut Bull. 2002; 44(1): 7-15.
 7. Nunes B, Carvalho F, Guilhermino L. Acute toxicity of widely used pharmaceuticals in aquatic species: *Gambusia holbrooki*, *Artenia parthenogenesis* and *Tetraselnius chuii*. Ecotox Env Saf. 2005; 61:413-9.
 8. Constantz GD. Reproductive biology of Poeciliid Fishes. In: Meffe GK, Snelson FF. Ecology and evolution of Livebearing fishes (Poeciliidae). New York: Academy of Science; 1989.
 9. Reznick D. Plasticity in age and size at maturity in male guppies (*Poecilia reticulata*): an experimental evaluation of alternative models of development. J Evol Biol. 1990; 3: 185-203.
 10. McPeck M. Mechanisms of sexual selection operating on body size in the mosquitofish (*Gambusia holbrooki*). Behav Ecol. 1992; 3(1):1-12.
 11. Rodríguez M. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. Mexico, DF: AGT; 1992.
 12. García GB. Factores que influyen sobre el consumo de oxígeno, ingesta y crecimiento en la dorada (*Sparus aurata L.*): una aproximación al crecimiento de modelos lineales. Tesis doctoral. Universidad de Murcia: Departamento de Fisiología y Farmacología; 1994.p. 231.
 13. Odum EP. Ecología.3ed. Barcelona: Editorial Vedral; 1986.p. 476.
 14. Rueda FM, Martínez FJ, Kenturi M, Ivanach D. Effect of fasting and refeedin on gruth and body composition of ned porgy, *Pagrus pagrus*. Aquaculture Reserch.1998; 29:447-52.
 15. Egea MA, Rueda GF, Martínez L, García GB. Efecto de la realimentación tras un período de ayuno sobre el crecimiento en el *Sargo picudo Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). Bol Inst Esp Oceanog. 2002; 18(1-4):357-62.
 16. Cabrera PY, Aguilar BC, González SG. Indicadores morfológicos y reproductivos del pez *Gambusia puncticulata* (Poeciliidae), en sitios muy contaminados del río Almendares, Cuba. Rev Biol Trop. 2008; 6 (44): 991-2004.
 17. Aguilar C, González G. Influencia de la contaminación de la Bahía de La Habana (Cuba) sobre las asociaciones de peces costeros. Abundancia y diversidad. Rev Inv Mar. 2000; 21:60-70.

18. Toft G, Baatrup E, Guillette L. Altered social behavior and sexual characteristics in *Gambusia halbrooki* living downstream of a paper mill. *Aquat Toxicol.* 2004;70: 213-22.
19. Breitburg D. Effects of hypoxia and the balance between hypoxia and enrichment, on coastal fish and fisheries. *Estuaries* 2002; 25:767-81.

Recibido: 1 de marzo de 2012.

Aprobado: 5 de mayo de 2012. □□

George Argota Pérez. Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED). Autopista Nacional, km 1 ½, Santiago de Cuba, Cuba. Correo electrónico: george@toxi.scu.sld.cu