

## **Análisis reproductivo y trófico en la especie *Gambusia punctata* (Cyprinodontiformes, poeciliidae) del río San Juan -** Aanalysis trophis and reproduction in the specie *Gambusia punctata* (Cyprinodontiformes, poeciliidae) of San Juan river

**George Argota Pérez <sup>1</sup>, Rigoberto Fimia Duarte <sup>2</sup>, José Iannacone Oliver <sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> Laboratorio de Ecotoxicología. Grupo de Estudios Preclínicos. Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED). Autopista Nacional Km. 1 ½. Telef: (53)(22) 64-40-95, AP 4033. Santiago de Cuba 90400, Cuba. Email: [george@toxi.scu.sld.cu](mailto:george@toxi.scu.sld.cu)

<sup>2)</sup> Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología (CPHEM) de Villa Clara, Cuba. Email: [capacitacionvec@dps.vcl.sld.cu](mailto:capacitacionvec@dps.vcl.sld.cu)

<sup>3)</sup> Laboratorio de Ecofisiología Animal. Universidad Nacional Federico Villareal (UNFV) - Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú. email: [joseiannacone@yahoo.es](mailto:joseiannacone@yahoo.es)

---

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo reproductivo y trófico en la especie *Gambusia punctata* que habita en el río San Juan de Santiago de Cuba. El estudio se realizó en tres estaciones correspondientes a la parte alta, media y baja del río principal de la cuenca hidrográfica durante el periodo poco lluvioso del 2011. Fueron seleccionados dos intervalos de clases según la longitud total que correspondieron a 2.1-3.0 cm y 3.1-4.0 cm respectivamente. Se analizó como biomarcadores reproductivos en machos el largo del gonopodio e índice gonadosomático y en las hembras fueron analizados el porcentaje con presencia de la cámara incubatriz, número de embriones e índice gonadosomático. Para la relación trófica se identificó el total de ejemplares contenidos en el tracto digestivo por clase taxonómica. En ambos sexos los mayores valores de índices gonadosomáticos se encontraron en la estación alta y los inferiores en la estación baja, donde el ANOVA arrojó que se encontró diferencia estadísticamente significativa entre estaciones e intervalos. En cuanto al número de ejemplares el orden taxonómico fue el siguiente: insectos > crustáceos > gasterópodos > arácnidos para ambos sexos. Se concluyó que el desarrollo reproductivo y trófico en la especie varía significativamente a lo largo del río.

**Palabras claves:** reproducción, alimentación, *Gambusia punctata*, río San Juan.

---

## ABSTRACT

The objective this research was to evaluate the reproductive and trophic development in *Gambusia punctata* specie that lived in San Juan river in Santiago de Cuba. It was carried out in three stations: high, mid and low of the main river of the hydrographic basin during the season of shortage rain in 2011. Two intervals of class were selected according to length: 2.1-3.0 cms y 3.1-4.0 cms respectively. It was analyzed as reproductive biomarkers in males, the length of the gonopodium and the rate gonadosomatic and in females, the percentage was analyzed at the presence of the camera incubatory, number of embryos a gonadosomatic index. For the trophic relation was identified the total of the specimen contained in the digestive tract by taxonomic class. In both sexes, the higher values of gonadosomatic rate were found in the high station and the lower values, in the low station where the ANOVA showed a significant statistic difference between the station and the intervals. As for the quantity of specimen the taxonomic order was as follows: insects > crustaceous > gastropods > arannics for both sexes. In short the reproductive and trophic development in the specie varies along the river significantly.

**Key words:** *reproduction, alimentation, Gambusia punctata, San Juan river*

---

---

## INTRODUCCIÓN

Evaluar y estimar los efectos de la actividad humana sobre el ecosistema acuático es tarea compleja. Debido a esto, han sido propuestos un gran número de bioindicadores y pruebas a organismos para la evaluación ecotoxicológica en ambientes acuáticos <sup>1</sup>.

En el caso de los peces, existen varias razones para considerarlos como organismos útiles en la medición de la degradación ambiental, ya que la ictiofauna actúa como integradora de los impactos directos e indirectos sobre las aguas <sup>2</sup>.

En la última década, el uso y desarrollo de biomarcadores han cobrado un interés creciente con el objetivo de evaluar el riesgo (probabilidad de producir efectos adversos) de una sustancia o mezclas químicas tóxicas.

Particularmente, los biomarcadores de efectos constituyen valiosos indicadores de sustancias exógenas presentes o cambios biológicos como respuestas a distintos xenobióticos <sup>3</sup>.

En la actualidad los esfuerzos de los científicos se han orientado recientemente en dirección a la identificación de biomarcadores específicos y tempranos de exposición a contaminantes.

La reproducción, es una conducta natural que indica la perpetuación de las especies o reflejo de expansión poblacional, la cual puede estar limitada según las condiciones ambientales del medio <sup>4</sup>, las cuales provocan además alteraciones en otras funciones vitales de las especies acuáticas determinando hasta su supervivencia.

Los peces del género *Gambusia* en general son organismos oportunistas, los cuales se alimentan de una gran variedad de presas donde se incluyen zooplancton, insectos acuáticos y superficiales, caracoles, algas, huevos, larvas y alevines de anfibios y otras especies de peces <sup>5,6</sup>. Su elevada voracidad motivó introducirlos como agente biológico para el control de vectores infecciosos al hombre, pudiendo estar disminuida esta función en condiciones ambientales desfavorables <sup>7</sup>.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo reproductivo y la alimentación en la especie *Gambusia punctata* que habita en el río San Juan de Santiago de Cuba.

## MÉTODOS

### A. Época de muestreo y selección de las estaciones

El estudio fue realizado en el río San Juan de Santiago de Cuba, cuyo sistema es de gran interés territorial. El muestreo se realizó durante el periodo poco lluvioso del 2011. Se escogieron tres sitios de exposición como estaciones de muestreo correspondientes a la parte alta, media y baja del río principal de la Cuenca Hidrográfica.

### B. Análisis reproductivo

La investigación se realizó sobre poblaciones naturales de peces, los cuales se capturaron utilizando un jamo profesional rectangular (60 x 50 x 45cm) y luz de malla de 0.5 cm.

Posteriormente, los ejemplares fueron trasladados al laboratorio y sacrificados para su estudio, identificándose los machos por la presencia de su gonopodio, refiriendo la reproducción al largo del gonopodio (LG) e índice gonadosomático (IGS). En el caso de las hembras, se consideró en la reproducción el número de hembras con cámara incubatriz, de embriones (NE) e índice igualmente gonadosomático. Las determinaciones fueron realizadas de forma total por estación.

El análisis de los índices anteriormente mencionados se realizó en los intervalos de clases de edades 2.1 - 3.0cm (I); 3.1 - 4.0cm (II), según las longitudes totales, estando las mismas en correspondencia con otros resultados obtenidos <sup>8</sup>.

- Índice gonadosomático:  $IGS = (PG / PSV) \times 100$

peso de las gónadas (PG), peso sin víscera (PSV): referido en el estudio a peso húmedo.

### C. Análisis trófico

Unas muestras de los ejemplares colectados fueron conservados en frascos de cristal con solución formaldehído al 4%. Posteriormente a los tres días se lavaron con agua corriente, donde se les extrajo el contenido del tracto digestivo completo. Se observó al microscopio estereoscopio la separación e identificación de las presas ingeridas. Aunque se realizó la identificación hasta la categoría taxonómica más precisa en dependencia del estado de conservación del material biológico, refiriéndose en este estudio solamente el número de ejemplares totales por clase taxonómica.

### D. Procesamiento estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico *Statgraphis versión 5.1*. Se analizó la normalidad de los datos mediante un análisis de varianza (ANOVA). En los casos en que la distribución de los datos no fue normal, se procedió a la transformación de los mismos para normalizar su distribución.

### E. Bioética en la investigación

Después de cada muestreo, se prepararon bolsas con hielo depositadas en diferentes recipientes de cristal con agua tratada, procurando que durante su inmersión fueran tranquilizados los ejemplares para su disección.

## RESULTADOS

Se muestrearon 428 individuos adultos de los cuales 193 fueron hembras (intervalo I: 122; intervalo II: 97), 235 machos (intervalo I: 141; intervalo II: 94). Fueron reincorporados al sistema nuevamente 539 juveniles o indeterminados. Los individuos que se incluyen en la categoría de juveniles o indeterminados son aquellos donde el sexo no está definido con seguridad o desarrollado.

**Tabla 1.** Índices reproductivos en machos.

Estaciones	No. Ejemplares	LG (mm)		LT (mm)		IGS (%)	
		I	II	I	II	I	II
Alta	114	12	17	28	37	3.769 ± 0.24	3.772 ± 1.65
Media	72	11	15	26	35	3.752 ± 1.05	3.765 ± 0.47
Baja	49	10	13	24	34	3.738 ± 0.44	3.761 ± 0.59

En la tabla 1 se observó, que los valores medidos en los biomacadores para cada estación se comportaron de la siguiente manera: alta > media > baja. El

ANOVA para la longitud total e índice gonadosomático, mostró diferencia estadísticamente entre las medias de estos dos biomarcadores a un nivel de intervalo de confianza del 95% entre las tres estaciones, no así para la longitud del gonopodio entre la estación alta y baja.

En la tabla 2 se observó, que los valores medidos en los biomacadores para las hembras en cada estación se comportaron de la misma manera: alta > media > baja. El ANOVA para el porcentaje de las hembras con cámara incubatriz, número de embriones y para el índice gonadosomático, mostró diferencia estadísticamente entre las medias de estos tres biomarcadores a un nivel de intervalo de confianza del 95% entre las tres estaciones.

En la tabla 3 se observó, el número de individuos por clase taxonómica ingeridos en las hembras y machos por cada intervalo de clases, donde el ANOVA arrojó que existió diferencia estadísticamente significativa entre hembras y machos, así como entre los intervalos de clases por sexo.

**Tabla 2.** Índices reproductivos en hembras.

Estaciones	No. Ejemplares	CI (%)		NE		IGS	
		I	II	I	II	I	II
Alta	86	37.82	20.37	181	144	4.010 ± 1.31	4.583 ± 1.76
Media	58	18.3	15.52	127	119	3.930 ± 1.22	4.236 ± 1.35
Baja	49	13.42	6.79	89	72	3.883 ± 1.14	4.131 ± 1.54

Comparativamente, el orden en cuanto al número de ejemplares contenidos en el tracto digestivo fue el siguiente: insectos > crustáceos > gastropodos > arácnidos.

**Tabla 3.** Número de individuos por clase taxonómica en hembras y machos.

Dieta ingerida	Hembras				Machos			
	I	%	II	%	I	%	II	%
Insectos	47	60.26	58	58.59	25	56.82	31	56.36
Arácnidos	5	6.41	9	9.09	4	9.09	5	8.93
Crustáceos	14	17.95	17	17.17	9	20.45	12	21.43
Gastropodos	12	15.38	15	15.15	6	13.64	8	14.29
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	100	<b>99</b>	100	<b>44</b>	100	<b>56</b>	100

## DISCUSIÓN

Algunos autores utilizan el largo del gonopodio como indicador de las condiciones ambientales acuáticas, planteando que una disminución del mismo se debe, a una alteración de la función endocrina cuando el macho está expuesto a contaminantes los cuales actúan como "disruptores endocrinos" <sup>9</sup>. Aunque no existen antecedentes de estudios que reporten evidencia de contaminantes hormonales activos en el río San Juan, se encontraron diferencias entre las medias del largo del gonopodio entre las tres estaciones solo para el intervalo de clase II y entre la estación alta y baja en el intervalo de clase I.

En el caso de la producción de huevos viables, está entre los indicadores más sensibles a la exposición de contaminantes. Se observó un bajo porcentaje de hembras con presencia de cámara incubatriz por cada estación y esto entre otras razones pudo estar asociado a que las hembras prefieren machos grandes <sup>10</sup>. Sin embargo, pudiera ser contradictorio este bajo porcentaje, pues al encontrarse menor número de hembras, el hostigamiento sexual por parte de los machos se hace mayor, indicando que la cópula no quede muy diluida debido al bajo número de hembras para formar bancos <sup>11, 12</sup>.

El recuento del número de embriones, pudiera dar información sobre las condiciones de la reproducción donde las hembras de estos peces, pueden viviparir varios alevines en cada ciclo de la preñez, así como camadas a lo largo de todo su ciclo de vida <sup>13</sup>, donde las hembras son un poco más numerosas que los machos dada la mayor tolerancia a las condiciones adversas del medio <sup>4</sup>, siendo significativo que el número de embriones encontrados además de ser bajos, fueron menores por estación y comparativamente con el intervalo II. Algunos autores plantean que el número de embriones está influenciado según las condiciones contaminadas del medio <sup>14</sup>.

En el caso del índice gonadosomático se plantea estar influenciado por factores ambientales como son los cambios de fotoperíodo, temperatura, concentración de oxígeno disuelto, niveles de agua, estimulación acústica por la lluvia, disponibilidad de comida y densidad de la población <sup>15</sup>. En este estudio los valores más bajos se encontraron en la estación baja y esto puede deberse a los efectos de movilidad y persistencia de contaminantes que son arrastrados desde la estación alta y media donde se encuentran las mayores fuentes tributarias identificadas. Asimismo, se han reportado disminuciones del índice gonadosomático en experimentos realizados con distintos contaminantes sobre los peces <sup>16</sup>.

El uso de índices bióticos asume que los lugares contaminados normalmente contienen un menor número de especies que los lugares no dañados o afectados por dicha contaminación. Igualmente, a lo largo de un gradiente de



contaminación, las especies tenderán a desaparecer de acuerdo con su grado de vulnerabilidad a la contaminación <sup>17</sup>.

Investigaciones realizadas con la misma especie y otra del mismo género, han encontrado números mayores de individuos y variada composición taxonómica, lo cual se corresponde con lo planteado por otros autores <sup>5,6</sup>.

Los peces en particular responden a los factores de estrés ambiental por medio de una variedad de mecanismos compensatorios <sup>18</sup>, donde en éste trabajo fueron seleccionados, ya que se pueden encontrar, prácticamente en cualquier lugar del medio acuático y tienen una gran importancia en los estudios de biomonitorización debido a sus especiales características biológicas como su tamaño corporal relativamente grande, ciclo de vida largo, fáciles de capturar y lo más importante, están en la cumbre de la cadena alimenticia y pueden afectar directamente a la salud humana, aumentando su importancia en estos estudios <sup>19</sup>.

El presente trabajo constituyó una primera base o aproximación al conocimiento de indicadores reproductivos en la especie *Gambusia punctata* que habita en el ecosistema San Juan, expuesto a contaminantes ambientales. Asimismo, es recomendable relacionar parámetros físico-químicos de las aguas y contenidos de contaminantes endocrinos con los biomarcadores reproductivos seleccionados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nunes B, Carvalho F, Guilhermino L. Acute toxicity of widely used pharmaceuticals in aquatic species: *Gambusia halbrooki*, *Artenia parthenogenesis* and *Tetraselnius chuii*. *Ecotox. Env. Saf.* 2005; 61: 413-419.
2. Chapman PM. Integrating toxicology and ecology: Putting the "eco" into ecotoxicology. *Mar. Pol. Bull. On the reproduction of female and male *Poeciliopsis gracillis* and *Poecillia sphenops**. *Acad. Sci.* 2002; 44: 7-15.
3. West, D.W.; Ling, N.; Hicks, B.J.; Tremblay, L.A.; Kim, N.D.; Van den Heuvel, M.R. "Cumulative impacts assessment along a large river, using brown bullhead catfish (*Ameiurus nebulosus*) populations." *Environmental Toxicology and Chemistry.* 2006; 25(7): 1868-1880.
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. García BE. Food of introduced mosquitofish: ontogenetic diet shift and prey selection. *Journal of Fish Biology.* 1999; 55: 135-147.
6. Offill A, Walton W. Comparative Efficacy of the Threespine Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) and the Mosquitofish (*Gambusia affinis*) for Mosquito Control. *Journal of the American Mosquito Control Association.* 1999; 15(3): 380-390.

7. Offill A, Walton W. Comparative Efficacy of the Threespine Stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) and the Mosquitofish (*Gambusia affinis*) for Mosquito Control. Journal of the American Mosquito Control Association. 1999; 15(3): 380-390.
8. Argota G, González Y, Argota H, Fimia R, Iannacone J. Desarrollo y bioacumulación de metales pesados en *Gambusia punctata* (Poeciliidae) ante los efectos de la contaminación acuática. REDVET Rev. electrón. vet. Volumen 13 N° 05B. 2012; ISSN 1695-7504.
9. Van den Broek JL, Gledhill K, Morgan DG. Heavy Metal Concentrations in the Mosquito Fish, *Gambusia holbrooki*, in the Manly Lagoon Catchment. En: UTS Freshwater Ecology Report 2002. Department of Environmental Sciences, University of Technology, Sydney.
10. Toft G, Edwards T, Baatrup E, Guillette LJr.. Disturbed sexual characteristics in male *Gambusia holbrooki* from a lake contaminated with endocrine disruptors. Env. Health Persp. 2003; 3: 695-701.
11. Bisazza A, Vaccari G, Pilastra A. Female mate choice in a mating system dominated by sexual coercion. Behavioral Ecology. 2001; 12:59-64.
12. Pilastra A, Benetton S, Bisazza A. Female aggregation and male competition reduce costs of sexual harassment in the mosquitofish *Gambusia holbrooki*. Anim. Behav. 2003; 65:1161-1167.
13. Dadda M, Pilastra A, Bisazza A. Male sexual harassment and female schooling behaviour in the eastern mosquitofish. Anim. Behav. 2005; 70, pp. 463- 471.
14. Fishbase en <http://www.fishbase.com/summary/SpeciesSummary>. Consultado abril, 2012.
15. Guidetti G, Fanelli F, Fraschetti A, Terlizzi F. Coastal fish indicate human induced change in the Mediterranean littoral. Mar. Env. Res. 2002; 53: 77-994.
16. Burns JR. The effect of low latitude photoperiods on the reproduction of female and male *Poeciliopsis gracillis* and *Poecilia sphenops*. Copeia 1985; 4: 961-965.
17. Mills LJ, Gutjarh GRE, Haebler RA, Borsay HDJ, Jayaraman S, Pruell RJ, McKinney RA, Gardner GR, Zarogian GE. Effects of estrogenic (o,p'-DDDT; octyphenol) and antiandrogenic (pp,p-DDDE) chemicals on indicators of endocrine status in juveniles males summer flounder (*Paralichthys dentatus*). Aquat. Toxicol. 2001; 52: 157-176.
18. Johnson RK. Indicator metrics and detection of impacts. 2001. Tema Nord No.563.



19. Van der Oost R, Beyer J, Vermeulen NPE. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. *Environ. Toxicol. Pharmacol* 2003; 13: 57-149.
20. Zhou Q, Zhang J, Fu J, Shi J, Jiang G. Biomonitoring: an appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Anal. Chim. Acta*. 2008; 606, 135-150.

### REDVET: 2013, Vol. 14 N° 6

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060613.html>  
concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060613/061306.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>