

Fecundidad, fertilidad e índice gonadosomático de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en Heredia, Costa Rica

Mario Urriola Hernández, Jorge Cabrera Peña y Maurizio Protti Quesada

Laboratorio de Recursos Naturales y Vida Silvestre (LARNAVISI), Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional. Apdo. Postal 86-3000 Heredia, Costa Rica; jcabrer@samara.una.ac.cr; mprotti@una.ac.cr

Recibido 25-V-2003. Corregido 26-XI-2003. Aceptado 12-I-2004.

Abstract: Fertility, fecundity and gonadosomatic index of *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) in Heredia, Costa Rica. Between September and November of 1998, 1 432 females of *Poecilia reticulata* were collected in a pond in Santo Domingo, Heredia, Costa Rica. The average total length of females was 34.43 ± 7.26 mm (range 17.80 and 51.50 mm) and the average total weight of 0.69 ± 0.48 g (range 0.06 and 2.32 g). This species is a viviparous matrotrophic and the specimens were sexually mature. The total length-fertility relationship was $F = 0.527e^{0.1171L_t}$ ($r^2 = 0.9404$). The average fertility was 56.1 ± 43.6 (eggs + embryos) (range 8.0 and 197.6). The total length-fecundity relationship was $F_o = 0.695e^{0.1076L_t}$ ($r^2 = 0.9376$). The average fecundity was of 49.0 ± 36.0 (oocytes + ova) (range 7.0 and 179.0). The total length-gonadosomatic index relationship was $IGS = 0.0014 e^{0.134L_t}$ ($r^2 = 0.8581$). The average gonadosomatic index was $0.25 \pm 0.27\%$ (range 0.02 and 1.31%). Rev. Biol. Trop. 52(4): 945-950. Epub 2005 Jun 24.

Key words: *Poecilia reticulata*, Poeciliidae, fertility, fecundity, gonadosomatic index, Costa Rica.

Poecilia reticulata, es una especie comúnmente conocida como gupi que presenta dimorfismo sexual. El sistema reproductor de las hembras está compuesto por ovarios pares fusionados dentro de una cápsula o saco largo, que en conjunto forman un órgano moderadamente vascularizado suspendido dorsalmente en el cuerpo. Cuando contiene ovocitos, óvulos, huevos y embriones, se distiende, ocupando la mayor parte de la cavidad peritoneal (Constantz 1989). Las hembras almacenan el esperma en los espacios reproductores para los meses de escasez de machos, lo cual les permite la fertilización para varias camadas sucesivas con una sola cópula, por lo que existen diversos mecanismos para la transferencia materno-fetal de nutrientes. Es común que las hembras mantengan embriones con diferentes edades, fenómeno conocido como superfecundación (Constantz 1989). La fertilización y desarrollo ocurre en los folículos ováricos; y

normalmente el parto coincide con la ovulación (Constantz 1989 y Bussing 1998).

Entre los principales trabajos que se relacionan con este estudio se encuentran los referentes a: impacto de la densidad sobre la regulación de la reproducción en *Poeciliopsis occidentalis* (Schoenherr 1977); efectos de tres niveles dietéticos diferentes de proteína en la fecundidad de *P. reticulata* (Dahegren 1980); fecundidad de *Gambusia gaigei* (Hubb y Dossier 1985); biología reproductiva en poecílicos (Constantz 1989); historia de vida de *Poecilia picta* (Reznick *et al.* 1992); fertilidad y fecundidad en *Poeciliopsis turribarensis* (Cabrera y Solano 1995); historia de vida de *Gambusia holbrooki* (Vargas y de Sostoa 1996); biología reproductiva de *G. holbrooki* (Fernández-Delgado y Rossmanno 1997); reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Gómez-Márquez *et al.* 1999).

El objetivo de este estudio es determinar la fecundidad, la fertilidad y el índice gonadosomático de *Poecilia reticulata*, en un estanque en Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 1 432 hembras de *P. reticulata*, recolectadas en una estanque permanente, localizado en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica (9°59'4" N y 84°5'54" W) entre setiembre y noviembre de 1998.

Las hembras utilizadas en este estudio provienen de recolectas con una red de mano de nylon rectangular de 60 x 50 cm, de 45 cm de profundidad y una luz de malla de 0.05 cm. Se realizaron dos muestreos por mes, con cuatro lances. Los peces recolectados fueron preservados en una solución de formaldehído al 10%.

A cada hembra se le midió la longitud total (Lt) (± 0.01 mm). El peso total (P) de cada una correspondió al peso sin la cámara incubatriz (Peso total de hembra = Peso total animal - Pci) (± 0.01 mm). Cada hembra fue disectada, extrayéndole la cámara incubatriz, la que posteriormente se pesó (Pci). Luego se agruparon arbitrariamente en 11 grupos de tallas: 1: 14.61-18.00 mm; 2: 18.01-21.40 mm; 3: 21.41-24.80 mm; 4: 24.81-28.20 mm; 5: 28.21-31.60 mm; 6: 31.61-35.00 mm; 7: 35.01-38.40 mm; 8: 38.41-41.80 mm; 9: 41.81-45.20 mm; 10: 45.21-48.60 mm; 11: 48.61-52.00 mm.

Posterior a la disección de la cámara incubatriz, se separaron y contaron los ovocitos (Novo), óvulos (No), huevos (Nh) y embriones (Ne); los que se clasificaron de acuerdo a Tavoga (Schoenherr 1977). Se calculó la fertilidad ($F = Ne + Nh$) y fecundidad ($Fo = No + Novo$), de acuerdo a Schoenherr (1977) y Cabrera y Solano (1995). Las ecuaciones de longitud total y fecundidad y longitud total y fertilidad se calcularon mediante las formula $Fo = a e^{bLt}$ y $F = a e^{bLt}$, respectivamente (Fernández-Delgado y Rossomanno 1997).

Las hembras juveniles presentaron un solo ovario simple y largo, como un órgano sacular moderadamente vascularizado y suspendido

dorsalmente a la cavidad peritoneal de acuerdo con Contanz (1989). Se calculó el índice gonadosomático ($IGS = 100 \times \text{peso de la cámara incubatriz}/\text{peso corporal}$), y la ecuación entre longitud total y el índice gonadosomático mediante la formula $IGS = a e^{bLt}$ de acuerdo con West (1990).

Para determinar superfetación, período de incubación, número de partos sin presencia de macho y período de gestación, se utilizaron hembras entre 45 y 50 mm y machos entre 26 y 29 mm de Lt mantenidos en el laboratorio (estanques de cultivo monosexo). Los experimentos, por triplicado, se realizaron en acuarios de 1 litro, donde se colocaron una hembra y un macho, ambos vírgenes y de talla conocida, durante 8 hrs y posteriormente se retiró el macho. Cada hembra fue usada para todo su período reproductivo y se alimentó con alimento comercial en hojuelas.

RESULTADOS

Los promedios y las desviaciones estándar del número de ovocitos, óvulos, huevos y embriones en función de la longitud total mostraron una relación directamente proporcional con el número de ovocitos, óvulos, huevos y embriones. Las mayores desviaciones estándar se obtuvieron a partir de las tallas 6 y 7 (Cuadro 1).

Los ejemplares juveniles fueron aquellos que se encontraron entre 21.41 y 24.80 mm de Lt. En ellos no se observaron óvulos, huevos ni embriones.

La fertilidad se explica mediante la ecuación $F = 0.527e^{0.1171Lt}$ ($r^2 = 0.9404$) (Fig. 1). El promedio de la fertilidad para la población de hembras fue de 56.1 ± 43.6 (huevos + embriones por hembra) con un ámbito entre 8.0 y 197.6 (huevos + embriones por hembra).

La fecundidad siguió el modelo: $Fo = 0.695e^{0.1076Lt}$ ($r^2 = 0.9376$) (Fig. 2). El promedio de la fecundidad para la población de hembras fue de 49.0 ± 36.0 (ovocitos + óvulos por hembra), con un ámbito entre 7.0 y 179.0 (ovocitos + óvulos por hembra).

CUADRO 1

Promedio del número de ovocitos, óvulos, huevos y embriones por ámbito de tallas en *P. reticulata*

TABLE 1

Average of oocytes, ova, eggs and embryos for length range in *P. reticulata*

Talla	Ovocitos				Óvulos				Huevos				Embriones			
	Prom	S	min	max	Prom	S	min	max	Prom	S	min	max	Prom	S	min	max
1																
2																
3	3.8	1.9	2	7												
4	13.3	8.1	6	22	5.3	2.6	2	9	5.0	2.6	1	10	6.1	3.0	1	17
5	16.5	15.2	4	54	8.3	5.1	1	18	10.5	7.0	2	35	11.6	6.2	2	22
6	17.2	13.4	3	60	15.3	10.3	3	34	18.0	13.1	2	58	21.3	7.4	13	35
7	18.2	12.3	2	42	16.5	10.9	2	34	21.2	14.4	3	66	24.8	15.2	1	64
8	19.6	11.4	2	40	18.5	16.6	1	64	35.4	21.9	2	71	27.4	12.1	4	41
9	27.4	16.7	6	66	26.5	19.1	1	72	50.7	24.1	5	82	55.5	15.9	36	80
10	35.6	18.3	20	56	51.6	32.5	2	88	55.6	28.5	10	87	56.2	9.8	68	45
11	45.3	19.6	32	42	71.7	37.1	108	45	58.5	54.5	97	20	62.0	25.2	104	45

Prom = promedio (average); S = desviación estándar (standard deviation); min = mínimo (minimum); max = máximo (maximum).

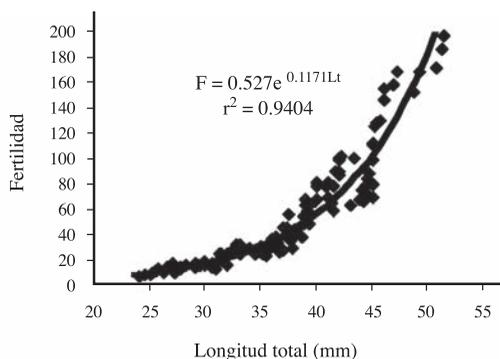


Fig. 1. Relación entre fertilidad y longitud total de *P. reticulata* en un estanque en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Fig. 1. Total length-fertility relationship of *P. reticulata* in a pond in Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

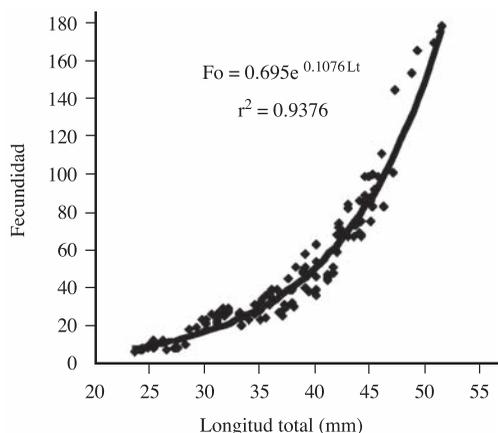


Fig. 2. Relación entre fecundidad y longitud total de *P. reticulata* en un estanque en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Fig. 2. Total length-fecundity relationship of *P. reticulata* in a pond in Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

El índice gonadosomático se rigió por la ecuación $IGS=0.0014e^{0.134Lt}$ ($r^2 = 0.8581$) (Fig. 3). El promedio del índice gonadosomático para la población de hembras fue de 0.25 ± 0.27 , con un ámbito entre 0.02 y 1.31.

El período de incubación fluctuó entre 28 y 35 días. Una vez fecundada la hembra, se observó que pueden realizar de tres a cinco partos sin presencia de macho y entre ellos se da un período de gestación que dura entre 1 y 30

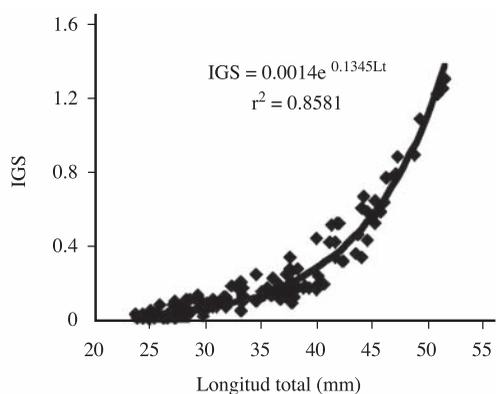


Fig. 3. Relación entre índice gonadosomático (IGS) y longitud total de *P. reticulata* en un estanque en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Fig. 3. Total length-gonadosomatic index relationship of *P. reticulata* in a pond in Santo Domingo, Heredia, Costa Rica.

días (promedio de 15.8 ± 8.3 días). Experimentalmente se obtuvo que para todo su período reproductivo, las hembras tienen un valor promedio de: 18.0 ± 14.6 ovocitos (ámbito entre 1 y 66), 18.6 ± 19.6 óvulos (ámbito entre 1 y 108), 25.4 ± 22.7 huevos (ámbito entre 1 y 97) y 20.3 ± 30.1 larvas (ámbito entre 1 y 104).

DISCUSIÓN

En general la fecundidad y fertilidad están positivamente relacionadas con la longitud total de la hembra, lo que coincidió con lo informado para *P. occidentalis* por Schoenherr (1977), para *P. turrubarensis* por Cabrera y Solano (1995), para *G. holbrooki* por Vargas y de Sostoa (1996) y para *H. bimaculata* por Gómez-Márquez *et al.* (1999).

Se determinó que las hembras de *P. reticulata*, poseían células reproductivas (ovocitos en diferentes grados de desarrollo y óvulos), huevos y embriones, lo que concuerda con lo informado por Constantz (1989) y Travis *et al.* (1990) para *Poecilia latipinna* y por Cabrera y Solano (1995) para *P. turrubarensis*.

La fertilidad promedio para *P. reticulata* (56.1) fue mayor que la informada por

Sterba (1973) para *P. turrubarensis* (40.0), por Schoenherr (1977) para *P. occidentalis sonoriensis* (34.1), por Cabrera y Solano (1995) para *P. turrubarensis* (31.4) y menor que la informada por Travis *et al.* (1990) para *P. latipinna* (68.2).

La fecundidad promedio estimada para *P. reticulata* (49.0) fue mayor que la informada por Schoenherr (1977) (10.1) para *P. occidentalis*, y por Cabrera y Solano (1995) (18.6) para *P. turrubarensis* y menor que lo informado por Hubbs y Dossier (1985) para *G. gaigei* (50 ó más).

La fecundidad y la fertilidad de *P. reticulata* con relación a la longitud, permite deducir que en esta especie se da un alto grado de matrotrofia y superfetación, ya que éstas pueden tener ovocitos, óvulos, huevos y embriones simultáneamente en la cámara incubatriz, estos últimos están cubiertos por una membrana, que les permite la transferencia de nutrientes desde la madre. Esta condición coincidió con lo informado por Cheong *et al.* (1984) para *Heterandria formosa*, por Constantz (1989) para *Poeciliopsis elongata* y por Cabrera y Solano (1995) para *P. turrubarensis*, lo que podría explicar la alta capacidad adaptativa a los diferentes ecosistemas ambientalmente inestables en los que ellos se encuentran.

Basado en el peso de la cámara incubatriz y las gónadas, el índice gonadosomático fluctuó entre 0.02 y 1.31 con un promedio de 0.25 ± 0.27 para la población de hembras. En machos, dado el poco tamaño y peso de las gónadas, el índice gonadosomático no se pudo determinar; sin embargo, se observó actividad reproductiva permanente. Esto coincide con lo informado por Jacobs (1970), Sterba (1983) y Halstead *et al.* (1989).

El período de incubación (28-30 días) fue semejante a lo observado por Halstead *et al.* (1989) para la misma especie y mayor que el registrado para *Poeciliopsis* (7-14 días) según Schultz (1961) y para *P. sonoriensis* (17.1 días) y *P. occidentalis* (21.2 días) (Schoenherr 1977).

El período de gestación difiere de lo informado por Halstead *et al.* (1989) (40 a 50 días)

y Reznick (1981) (25-35 días), para la misma especie.

Los resultados de este estudio permitieron reconocer un alto grado de oviparismo, lecitrofismo y superfetación, lo cual podría explicar la plasticidad de la especie a los ambientes naturales en que se encuentra en Costa Rica.

RESUMEN

Entre setiembre y noviembre de 1998 se determinó la fecundidad, fertilidad e índice gonadosomático de *Poecilia reticulata* (Peters 1859), a partir de especímenes recolectados en un estanque en Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Las hembras presentaron una longitud total promedio de 34.43 ± 7.26 mm con un ámbito entre 17.80 y 51.50 mm y un peso total promedio de 0.69 ± 0.48 g, con un ámbito entre 0.06 y 2.32 g. Se determinó que esta especie presenta superfetación, matrotrofia y se mantuvo sexualmente activa durante todo el período de estudio. La fertilidad se rigió por la ecuación $F = 0.527e^{0.1171L_t}$ ($r^2 = 0.9404$) y con una fertilidad promedio para la población de 56.1 ± 43.6 , con un ámbito entre 7.98 y 197.58 (huevos + embriones). La fecundidad se rigió por la ecuación $F_o = 0.695e^{0.1076 L_t}$ ($r^2 = 0.9376$) con una fecundidad promedio para la población de 48.95 ± 35.99 , con un ámbito entre 6.98 y 178.99 (ovocitos + óvulos). El índice gonadosomático en hembras se rigió por la ecuación $IGS = 0.0014e^{0.134 L_t}$ ($r^2 = 0.8581$) y se encontró un índice gonadosomático promedio de $0.25 \pm 0.27\%$ con un ámbito entre 0.02 y 1.31%.

Palabras clave: *Poecilia reticulata*, Poeciliidae, fertilidad, fecundidad, índice gonadosomático, Costa Rica.

REFERENCIAS

Bussing, W.A. 1998. Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 468 p.

Cabrera, J. & Y. Solano. 1995. Fertilidad y fecundidad en *Poeciliopsis turrubarensis* (Pisces: Poeciliidae). Rev. Biol. Trop. 43: 317-320.

Cheong, R.T., S. Henrich, J.A. Farr & J. Travis. 1984. Valoration in fecundity and its relationship to body size in a population of the least killifish, *Heterandria formosa*. Copeia 3: 720-726.

Constantz, G.D. 1989. Reproductive Biology of Poeciliid Fishes. pp. 33-50. In G.K. Meffe & F.F. Snelson Jr. (eds.). Ecology and Evolution of Livebearing fishes (Poeciliidae), Englewood Cliffs, Nueva Jersey, Estados Unidos.

Dahegren, B.T. 1980. The effects of three different dietary protein levels on the fecundity in guppy, *Poecilia reticulata* (Peters). J. Fish Biol. 16: 83-97.

Fernández-Delgado, C. & S. Rossomanno. 1997. Reproductive biology of the mosquitofish in a permanent natural lagoon in south-west Spain: Two tactics for one species. J. Fish Biol. 51: 80-92.

Gómez-Márquez, L., J.L. Guzmán-Santiago & A. Olvera-Soto. 1999. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. Rev. Biol. Trop. 47: 581-592.

Halstead, B., B. Landa & G.F. Sandstrom. 1989. A golden guide tropical fish. Golden Books. Wisconsin, Estados Unidos. 160 p.

Hubbs C. & D.T. Dossier. 1985. Fecundity of *Gambusia gaigei*. Copeia 4: 1063-1064.

Jacobs, K. 1970. Livebearing aquarium fishes. Studio Vista Leipzig, Alemania. 459 p.

Le Cren, E.D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol. 20: 201-219.

Reznick, D. 1981. The impact of life history evolution in Trinidadian guppy (*P. reticulata*). Evolution 36: 160-177.

Reznick, D.N., D.B. Miles & S. Winslow. 1992. Life history of *Poecilia picta* (Poeciliidae) from Island of Trinidad. Copeia 3: 782-790.

Schoenherr, A.A. 1977. Density dependent and density independent regulation of reproduction in the gila topminnow *Poeciliopsis occidentalis* (Baird and Girard). Ecology 58: 438-444.

Schultz, R.J. 1961. Reproductive mechanism of unisexual and bisexual strains of the viviparous fish *Poeciliopsis*. Evolution 15: 302-325.

Sterba, G. 1983. The Aquarium Encyclopedia. Dick Mills. 608 p.

Travis, J., J.C. Trexler & M. Mulvey. 1990. Multiple paternity and its correlates in female *Poecilia latipinna* (Poeciliidae). Copeia 3: 722-729.

Vargas, M.J. & A. de Sostoa. 1996. Life history of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro delta (NE Iberian peninsula). *Hydrobiology* 341: 215-224.

West, G. 1990. Methods of assessing ovarian development in fishes: A review. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41: 19-222.