

CRECIMIENTO Y MADUREZ EN MACHOS DE UNA POBLACIÓN DE GAMBUSIAS, *GAMBUSIA AFFINIS HOLBROOKI* (PISCES, POECILIIDAE)

M. PUIGCERVER

Puigcerver, M., 1992. Crecimiento y madurez en machos de una población de gambusias, *Gambusia affinis holbrooki* (Pisces, Poeciliidae). *Misc. Zool.*, 16: 139-145.

Growth and maturation of males in a population of mosquito fish, Gambusia affinis holbrooki (Pisces, Poeciliidae).—Recent laboratory studies have partially invalidated the generalized knowledge that males of the family Poeciliidae stop growing when they become sexually mature, although many authors still consider this theory reliable. This study uses the seasonal pattern of maturation and length to examine growth of mature males in a wild population of *Gambusia affinis holbrooki*. Student's t-tests show a significant difference between mean standart length (SL) of transforming and of mature males. Therefore, it is concluded that males continue growing after they become sexually mature.

Key words: Growth, Sexual development, *Gambusia affinis holbrooki*, Poeciliidae, Spain.

(*Rebut.*: 18 VI 92; *Acceptació condicional*: 25 I 93; *Acc. definitiva*: 23 II 93)

Marc Puigcerver, Unitat de Fisiologia Animal, Fac. de Ciències, edifici C, 08193 Bellaterra, Barcelona, Espanya (Spain).

INTRODUCCIÓN

Uno de los principios más extendidos en los estudios sobre la biología de poecilidos es que los machos de esta familia cesan su crecimiento una vez han llegado a la madurez sexual. La primera cita de esta generalización la dió TURNER (1941) en su artículo sobre la morfogénesis del gonopodio de la gambusia, y posteriormente otros investigadores la han corroborado (KRUMHOLZ, 1948, 1963; HUBBS, 1964; BOROWSKY, 1973a; KALLMAN et al., 1973; BAIRD, 1974; CONSTANTZ, 1975; SOHN, 1977; SNELSON & WETHERINGTON, 1980; MILTON & ARTHINGTON, 1983; PEÑAZ & ZAKI, 1985; BASOLO, 1990). De todos modos, algunos estudios recientes la han invalidado parcialmente, como el de KALLMAN & BORKOSKI (1978) que han descrito cierto crecimiento tras

la maduración en machos del platy verde *Xiphophorus maculatus*, y que han demostrado que este crecimiento está determinado genéticamente. SNELSON (1982) demostró que los machos del molly negro, *Poecilia latipinna*, continúan creciendo tras la madurez, aunque su crecimiento respecto del de las hembras es de un 35 a un 55 % menor. También en el platy variado *Xiphophorus variatus*, se ha descrito un crecimiento no calculado en machos adultos (BOROWSKY, 1973b). Estos trabajos se basan en estudios de laboratorio por lo que inevitablemente surgen las dudas sobre la aplicación de estos resultados en poblaciones naturales (SNELSON, 1982).

El presente estudio examina el crecimiento tras la maduración en machos de una población natural de *Gambusia affinis holbrooki* calculando la longitud media de cada grupo

en cada mes y comparándola con su estadio de desarrollo sexual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los individuos estudiados fueron capturados en un canal de riego de la desembocadura del río Llobregat, en el término municipal de Viladecans. La captura se efectuó los primeros días de cada mes, desde el 1 XI 1990 al 1 X 1991. Se utilizó un salabre de 2m de longitud, 0,65m de diámetro de boca y 0,5mm de luz de malla. Los individuos capturados se fijaron en formaldehído y posteriormente se conservaron en alcohol en las proporciones habituales. Se midió la longitud estándar (LS) de los machos con un calibrador de 0,05mm de precisión. En el laboratorio, los especímenes fueron sexados en base a su aleta anal.

MILTON & ARTHINGTON (1983) encontraron un límite mínimo de 15mm LS a partir del cual el gonopodio empieza a diferenciarse de la aleta anal, permitiendo así una fácil diferenciación entre los diferentes estadios de desarrollo; mientras que PEÑAZ & ZAKI (1985) comentan que este tamaño mínimo depende de la estación del año, ya que durante el periodo de máxima reproducción los individuos maduran con tamaños menores. Por todo esto se utilizó la morfogénesis de la aleta anal para clasificar a los individuos según su estadio de desarrollo sexual: juveniles, en proceso de transformación y maduros (tabla 1).

En esta población no se han encontrado machos maduros < 14mm LS, y tan sólo cinco (6,6 %) de los individuos < 12,5mm LS eran juveniles en fase de maduración. Por ello, los individuos < 12,5mm LS han sido excluidos del análisis. Para la elaboración de

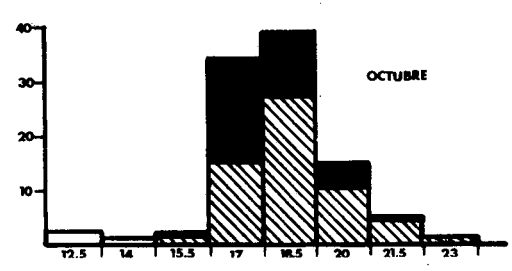
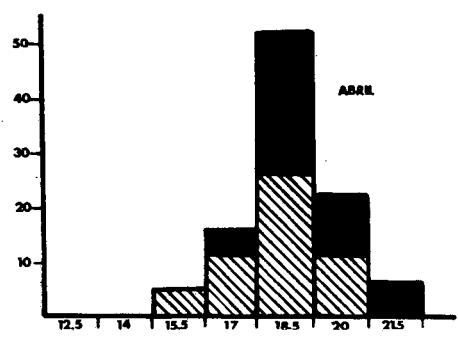
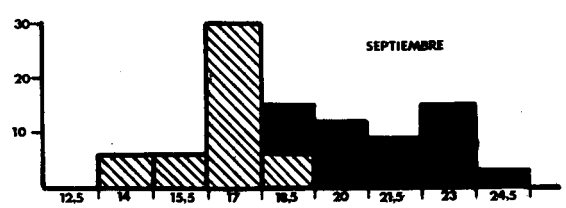
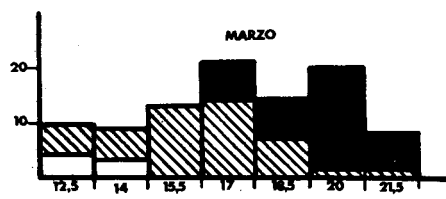
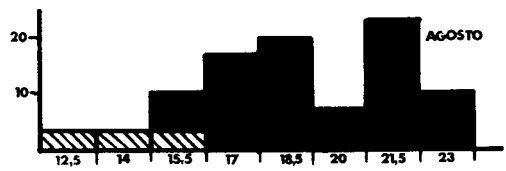
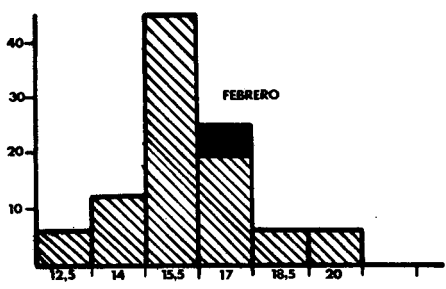
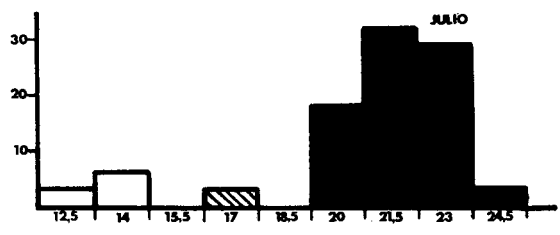
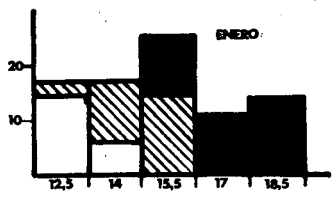
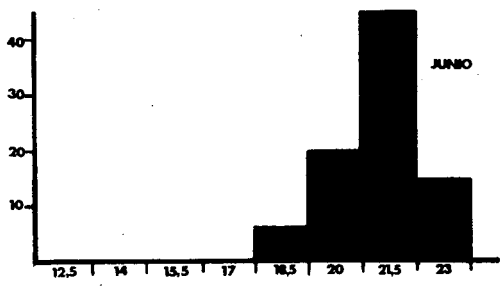
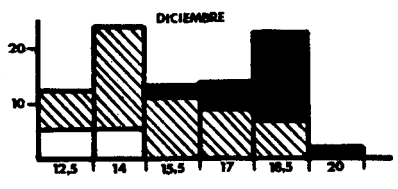
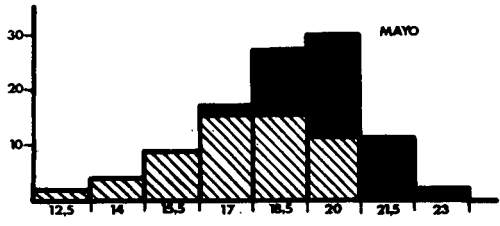
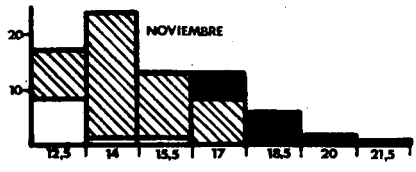
Tabla 1. Clasificación de machos de *Gambusia affinis holbrooki* en tres estadios de maduración según su tamaño y desarrollo de la aleta anal.

Classification of sexual maturation in male Gambusia affinis holbrooki in order to size and anal fin development

Características	Juveniles	En proceso de maduración	Maduros	
	(estadio 1)	(estadio 2)	(estadio 3)	
Tamaño	medio	medio	pequeño	grande
Longitud estándar (mm)	12	16	<19,75	>19,75
Nº segmentos radio 3, aleta anal	2-4	< 20	> 20	
Modificaciones radios 3-5 aleta anal	ninguna	fusión parcial y alargamiento	fusión total y alargamiento	

Fig. 1. Histogramas de frecuencia-longitud, de grupos de machos de *Gambusia affinis holbrooki* de 1,5mm: □ Juveniles; ▨ Machos en proceso de maduración; ■ Machos maduros.

Length-frequency histogram, groups of male Gambusia affinis holbrooki of by 1.5mm size : □ Juveniles; ▨ Transformers; ■ Mature males.



un histograma detallado se crean ocho intervalos de longitud de 1,5mm para cada uno de los estadios de desarrollo sexual: ("12,5"=12,5-13,9; "14"=14-15,4; "15,5"=15,5-16,9; "17"=17-18,4; "18,5"=18,5-19,9; "20"=20-21,4; "21,5"=21,5-22,9; "23"=23-24,4; "24,5"≥24,5) (fig. 1).

Las diferencias entre las longitudes estándar de los machos en transformación y los machos maduros se analizaron utilizando el test "t-Student". El modelo de von Bertalanffy no es aplicable en estudios de campo en esta especie ante la imposibilidad del cálculo de la edad de sus individuos que poseen una vida media de 14 meses.

RESULTADOS

En los canales de riego de Viladecans, la reproducción se inicia a mediados del mes de abril (fotoperiodo 14:10), encontrándose hembras en gestación en la captura de mayo y los primeros alevines en el mes de junio (no constan en los histogramas de la figura 1). El periodo reproductivo se alarga hasta el mes de septiembre. La presencia nula o baja de alevines durante los meses reproductivos (0 %-7,6 %) es debido posiblemente a la gran proporción de individuos maduros del año anterior respecto de los recién nacidos y al canibalismo inherente en esta especie agravado por la gran densidad de la población. Por lo contrario, en octubre, ya finalizado el periodo reproductivo se observa un incremento paulatino del porcentaje de juveniles debido entre otras causas a la desaparición masiva de individuos adultos.

Los juveniles en proceso de maduración no se encuentran distribuidos uniformemente durante el año. Puede observarse un pico de maduración, 93,75 % de los machos capturados, a mediados del invierno, en febrero (tabla 2).

Estos individuos provienen de la reproducción del año anterior, nacidos en el mes de septiembre-octubre, observándose su lenta maduración durante los meses de noviembre-febrero. Igualmente se observa durante estos meses un crecimiento muy lento. A mediados de marzo se inicia un incremento de machos maduros como resultado del proceso de maduración de los meses anteriores. En abril estos machos inician la reproducción, cerrando así un nuevo ciclo reproductivo.

Por otro lado, el verano (junio-septiembre) se caracteriza como un periodo de rápido crecimiento en los individuos maduros y de rápidos procesos de maduración en los primeros alevines, iniciándose esta maduración en el mes de julio y finalizando en el mes de octubre, formándose así los machos maduros pequeños, que son los que sobreviven el invierno.

DISCUSIÓN

La duración de la época de reproducción en *G. affinis* viene determinada por el fotoperiodo y la temperatura del agua (MILTON & ARTHINGTON, 1983). Según MEDLEN (1951), la reproducción de *G. affinis* se inicia cuando el fotoperiodo es mayor de 11:13, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en la población estudiada.

Los resultados de la tabla 2 sugieren que los machos maduros experimentan cierto crecimiento durante el año. Asimismo, los cambios en la distribución de los grupos de tamaño de machos maduros durante los meses de junio y julio apuntan a un crecimiento considerable. La desaparición del grupo de machos de 18,5mm no se puede achacar a la mortalidad por la mayor proporción de machos grandes que antes no había. Por otro lado, si los machos no crecieran tras la maduración, la media de la longitud estándar

Tabla 2. Porcentaje y longitud estandar media ($\bar{L}\bar{S}$) de los individuos masculinos juveniles, en transformación y maduros de una población de *Gambusia affinis holbrooki* de los canales de riego de Viladecans, Barcelona: * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$. No se aplicó la t en ausencia (N.A.) de media en uno u otro grupo.

*The frequency of occurrence and mean standard lenght (LS) of juvenile, transforming and mature males Gambusia affinis holbrooki in monthly samples from a population in the irrigation channels of Viladecans, Barcelona: * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$. The test was not applied (N.A.) when there was no mean.*

Mes/año	n	Juveniles		Madurantes		Maduros		p
		%	$\bar{L}\bar{S}$	%	$\bar{L}\bar{S}$	%	$\bar{L}\bar{S}$	
XI 90	102	31,37	11,80	54,90	15,19	13,73	19,02	***
XXI 90	43	23,26	12,21	53,49	15,92	23,26	19,75	***
I 91	36	22,22	13,32	41,67	16,26	36,11	19,37	***
II 91	16	0,00	–	93,75	18,39	6,25	17,00	N.A.
III 91	69	8,70	13,32	50,72	17,83	40,58	20,14	***
IV 91	19	0,00	–	52,63	18,84	47,37	19,79	*
V 91	53	0,00	–	54,72	18,88	45,28	20,75	***
VI 91	98	13,27	9,44	0,00	–	86,73	21,89	N.A.
VII 91	34	11,76	13,87	2,94	17,00	85,29	22,49	N.A.
VIII 91	30	3,33	9,50	13,33	13,96	83,33	20,27	***
IX 91	33	0,00	–	51,52	13,96	48,48	21,92	***
X 91	81	2,47	13,12	58,02	19,26	39,51	19,65	*
$\bar{L}\bar{S}$		9,70	12,07	43,97	16,86	46,33	20,17	
Nº total	614							

dar de los machos en transformación se asemejaría a la de los machos maduros. De hecho, la media de tamaño de los machos en transformación es menor que la de los machos maduros, siendo esta diferencia grande y en la mayor parte de los meses significativa (tabla 2). La media de la longitud total de los machos maduros durante los doce meses analizados fue de 20,17mm LS (N = 287) y los juveniles en maduración 16,86mm LS (N = 252).

En la figura 2 puede observarse el desplazamiento de los picos de los grupos de tamaño a lo largo del año, observándose una evolución bastante clara. La mayoría de los machos grandes desaparecen durante los meses de noviembre a febrero, por lo que se infiere que los que aparecen en junio provie-

nen de aquellos juveniles en proceso de transformación de grupos de tallas intermedias de principios de invierno. Suponiendo que los machos maduros más grandes presentes en el mes de junio provengan de aquellos juveniles en proceso de transformación más grandes del mes de febrero y suponiendo que la mortalidad no fue significativa en los distintos estadios y tamaños, se calculó el crecimiento medio post-maduración. Los mayores juveniles en transformación en el mes de noviembre medían de 17,65-22,7mm LS, (19,27±0,5mm) y los mayores machos maduros en marzo medían de 23,1-24mm LS, (23,62±0,08mm). Estos machos han crecido una media de 4,4mm en 120 días, aproximadamente unos 0,04mm/día. En acuario, machos grandes maduros crecieron una

media de 1,8mm LS en 30 días, aproximadamente 0,06mm/día (observaciones personales). Esta pequeña diferencia en la tasa de crecimiento diario puede ser debida a la ausencia de competencia y predación al igual que unos recursos alimentarios satisfactorios.

Según TURNER (1947), *G. affinis* necesita 50 días a temperatura ambiente para desarrollar totalmente el gonopodio. Así, si se adopta la media de crecimiento de 0,05mm/día, un individuo crece durante su desarrollo sexual un total de 2,5mm. Si se compara la media de tamaños entre los machos en transformación

y la de los machos maduros se comprueba que la diferencia es de 3,60mm, es decir, los machos ya maduros tienen un crecimiento ulterior medio de 1,1mm.

Los datos obtenidos muestran que los machos de mayor tamaño posponen su maduración hasta alcanzar una talla mayor, continuando posteriormente con su crecimiento tras la maduración. Así, el tamaño y crecimiento de los machos maduros de *G. affinis holbrooki* está en función de la edad y del tamaño con el que inician el proceso de transformación, que a su vez depende del mes en que nacieron.

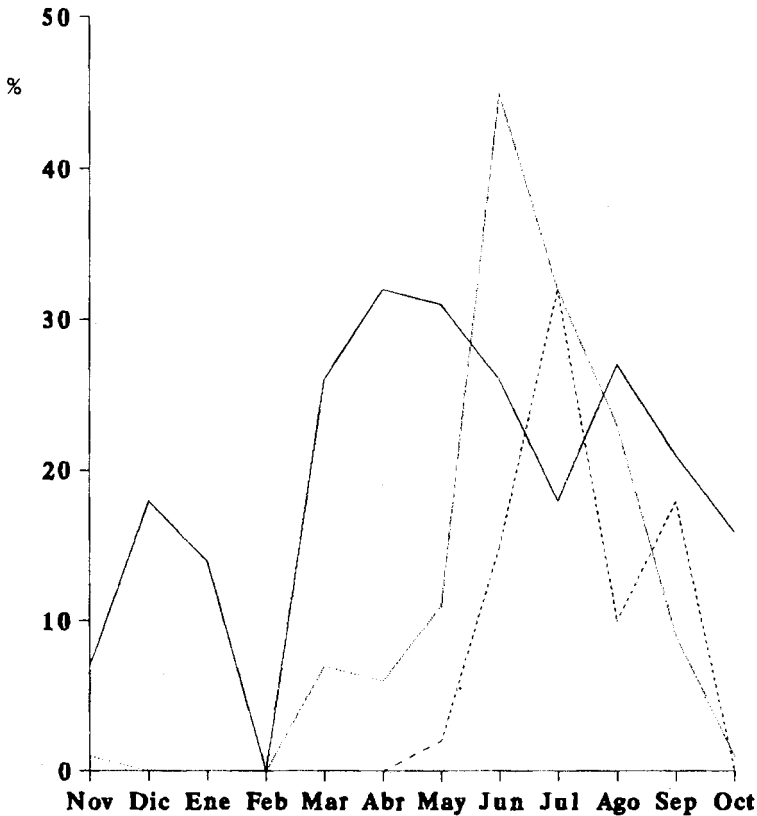


Fig. 2. Evolución anual de los picos de grupos de tamaño en machos de *G. affinis holbrooki*: — 18,5-20; 21,5; ---- 23-24,5.

Annual evolution of size groups peaks, male *G. affinis holbrooki*: — 18.5-20 size groups; 21.5 size groups; ---- 23-24.5 size groups.

AGRADECIMIENTOS

A J. Altimiras por su ayuda en el análisis de los datos y la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

BAIRD, J. C., 1974. Aspects of social behavior in *Poecilia latipinna* (Lesueur). *Rev. Biol. Trop.*, 21: 399-416.

BASOLO, A. L., 1990. Female preference for male sword length in the green swordtail, *Xiphophorus helleri* (Pisces: Poeciliidae). *Anim. Behav.*, 40: 332-338.

BOROWSKY, R. L., 1973a. Social control of adult size in males of *Xiphophorus variatus*. *Nature*, 245: 332-335.

- 1973b. Relative size and the development of fin coloration in *Xiphophorus variatus*. *Physiol. Zool.*, 46: 22-28.

CONSTANTZ, G. D., 1975. Behavioral ecology of mating in the male Gila topminnow, *Poeciliopsis occidentalis* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). *Ecology*, 36: 966-973.

HUBBS, C., 1964. Interactions between a bisexual fish species and its gynogenetic sexual parasite. *Bull. Texas Mem. Mus.*, 8: 1-46.

KALLMAN, K. D. & BORKOSKI, V., 1978. A sex-linked gene controlling the onset of sexual maturity in female and male platyfish (*Xiphophorus maculatus*), fecundity in females, and adult size in males. *Genetics*, 89: 79-119.

KALLMAN, K. D., SCHREIBMAN, M. P. & BORKOSKI, V., 1973. Genetic control of gonadotropin differentiation in the platyfish, *Xiphophorus maculatus* (Poeciliidae). *Science*, 181: 678-680.

KRUMHOLZ, L. A., 1948. Reproduction in the western mosquito fish *Gambusia affinis* and its use in mosquito control. *Ecol. Monog.*, 18: 1-43.

- 1963. Relationships between fertility, sex ratio, and exposure to predation in populations of the mosquitofish *Gambusia manni* Hubbs at Bimini, Bahamas. *Int. Revue Ges. Hydrobiol.*, 48: 201-256.

MEDLEN, A. B., 1951. Preliminary observation on the effects of temperature and light upon reproduction in *Gambusia affinis*. *Copeia*, 1951 (2): 148-152.

MILTON, D. A. & ARTHINGTON, A. H., 1983. Reproductive biology of *Gambusia affinis holbrooki* Baird & Girard *Xiphophorus helleri* (Günther) and *X. maculatus* (Heckel)(Pisces, Poeciliidae) in Queensland, Australia. *J. fish Biol.*, 23: 23-41.

PEÑAZ, M. & ZAKI, M. I., 1985. Cyprinodont fishes of lake Mariut, Egypt. *Folia Zoologica*, 34 (4): 373-384.

SNELSON, F. F., JR., 1982. Indeterminate growth in males of the sailfin molly, *Poecilia latipinna*. *Copeia*, 1982 (2): 296-304.

SNELSON, F. F., JR. & WETHERINGTON, J. D., 1980. Sex ratio in the sailfin molly, *Poecilia latipinna*. *Evolution*, 34: 308-319.

SOHN, J. J., 1977. The consequences of predation and competition upon the demography of *Gambusia manni* (Pisces: Poeciliidae). *Copeia*, 1977 (2): 224-227.

TURNER, C. L., 1941. Morphogenesis of the gonopodium in *Gambusia affinis affinis*. *J. Morphol.*, 69: 161-185.

- 1947. Viviparity in teleost fishes. *Science*, 65 (6): 508-518.