



BIOCYT 3(9): 94-106, 2010

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
© 2010 BIOCYT



<http://www.iztacala.unam.mx/biocyt>

MADUREZ SEXUAL Y REPRODUCCION DE *Girardinichthys multiradiatus* (MEEK, 1904) EN UN EMBALSE DEL POBLADO DE SAN MARTÍN, QUERÉTARO, MÉXICO

¹Cruz Gómez Adolfo, ¹Asela del Carmen Rodríguez Varela, ²Horacio Vázquez-López

¹Laboratorio de Ecología de Peces, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios, No. 1, C.P. 54090, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México

²Laboratorio de Ecología, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios, No. 1, C.P. 54090, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la madurez sexual, la talla de primera reproducción y el modelo de fecundidad del pez amarillo *Girardinichthys multiradiatus* (Meeke, 1904) en un embalse ubicado en el poblado de San Martín en el municipio de Amealco, Querétaro. Se realizaron muestreos mensuales de diciembre de 2003 a noviembre de 2004, utilizando una red de cuchara se colectaron 1269 peces de los cuales el 62.8 % correspondieron a hembras y el 37.2 % a machos, la proporción sexual fue 1.7:1 ($p < 0.05$) a favor de las hembras. La talla de primera reproducción para las hembras fue de 30 mm de longitud estándar. Se registró un período de desove de marzo a septiembre, el cual correspondió a los valores más altos en el índice gonadosomático. Para el modelo de fecundidad sólo fueron considerados los huevos fecundados y embriones, los cuales se ajustaron al modelo $F = 0.2141L^{3.5014}$ ($p < 0.05$). Este estudio contribuye al conocimiento sobre los patrones de reproducción del pez amarillo, cuya finalidad es la de proponer alternativas de conservación ya que, debido al uso que se le da al agua en estos sistemas, esta especie puede verse amenazada en un futuro cercano.

Palabras clave: *Girardinichthys multiradiatus*, proporción sexual, fecundidad, madurez sexual.

Correspondencia al autor: Laboratorio de Ecología de Peces, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. de Los Barrios, No. 1, C.P. 54090, Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México, México. adolfoq@servidor.unam.mx

Manuscrito recibido el 27 de octubre de 2009, aceptado el 11 de diciembre de 2009

ABSTRACT

This paper discusses sexual maturity, the size of first reproduction and fertility model of the yellow fish *Girardinichthys multiradiatus* (Meek 1904) in a reservoir located in San Martín Town in the municipality of Amealco, Querétaro. Were monthly sampling of December 2003 to November 2004, and using a bait well net collected 1269 fish of which the 62.8 % were females and the 37.2 % males, the sex ratio was 1.7:1 ($p < 0.05$) in favor of females. First size reproduction for females was 30 mm standard length. A period of spawning March to September was recorded, which corresponded to the values higher in the gonadosomatic index. For the model of fecundity were only considered the fertilized eggs and embryos, which were adjusted to the model $F = 0.2141L^{3.5014}$ ($p < 0.05$). This study contributes to knowledge about the yellow fish reproduction patterns whose purpose is the propose conservation alternatives that, due to the use given to water in these systems, this species may be threatened in the near future.

Key words: *Girardinichthys multiradiatus*, sex ratio, fecundity, sexual maturity.

INTRODUCCION

El pez amarillo o mexcalpique del Lerma, *Girardinichthys multiradiatus* (Meek 1904), es una especie vivípara con marcado dimorfismo sexual, con tallas máximas entre 55 y 60 mm de longitud total; se distribuye en la parte superior de las cuencas de los ríos Balsas y Lerma-Santiago en los estados de México, Michoacán y Querétaro principalmente en ambientes con poco movimiento en sus aguas como pozas o zanjas, con vegetación ribereña o sumergida y profundidades menores a un metro (Miller *et al.*, 2005).

Los estados de México y Querétaro cuentan con gran cantidad de embalses con estas características, propicios para la presencia de *G. multiradiatus*. En particular, el poblado de San Martín, localizado en el municipio de Amealco, en Querétaro, cuenta con varios embalses y bordos pequeños que son utilizados para almacenar agua para riego, la mayoría de estos son construidos sobre terraplenes. Sin embargo, son pocos los reservorios que se ubican en los afluentes de los riachuelos donde se puede localizar al pez amarillo cuyo principal factor de riesgo en estos ambientes, es la pérdida continua del hábitat debido, entre otras causas a la gran demanda del agua para riego, el problema se ha visto agudizado por la introducción de especies exóticas, principalmente carpa y tilapia por lo que en un futuro no lejano, se podría propiciar el desplazamiento de las especies nativas (Vrijenhoek, 1998).

Ante estas perspectivas, los estudios acerca de los patrones de reproducción, no sólo del pez amarillo, sino de cualquier especie son de vital importancia y relevantes para el conocimiento de la biología básica y en este caso, las especies nativas merecen más atención (Holden y Raiit, 1975).

Aunque la norma mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002), no incluye al pez amarillo, es probable, que dadas las características de los ambientes en los que se distribuye esta especie corra el riesgo de verse amenazada. Por lo anterior y considerando la importancia que representan para México las especies endémicas y aunado a la escasa información sobre la biología reproductiva de estas especies, el presente trabajo tuvo como objetivo principal obtener información sobre la madurez sexual, la talla de primera reproducción y fecundidad de *G. multiradiatus* en un embalse.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El embalse de estudio se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 20° 15' 09" N y 100° 11' 23" W a una altitud de 2400 msnm.

Se realizaron muestreos mensuales de diciembre de 2003 a noviembre de 2004. Se realizaron cinco arrastres de tres metros de longitud sobre la vegetación sumergida en cada uno de los puntos seleccionados. Los organismos fueron colectados empleando una red de cuchara de 45 x 25 cm de boca, profundidad de 30 cm y abertura de malla de 2 mm. Los organismos capturados fueron fijados en formol al 10 % y trasladados al laboratorio de Ecología de Peces de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, donde fueron sexados y medidos en su longitud patrón con un calibrador Vernier digital con 0.1 mm precisión y pesados con una balanza digital de 0.001g de precisión. Para el análisis de proporción sexual se consideró la captura total de hembras y machos por mes y el grado de significancia fue establecido empleando una prueba de ji-cuadrada (X^2) con $p < 0.05$ (Zar, 1999). Todos los organismos fueron agrupados en frecuencia de tallas con intervalos de 3 mm. Para el análisis de madurez de las gónadas, se seleccionó una muestra del total de hembras colectadas en cada muestreo (entre el 20 y 30%), abarcando todos los intervalos considerados. Se analizó el Índice Gonadosomático (IGS) y Factor de Condición (FC) siguiendo el criterio de Rodríguez (1992). De las gónadas disectadas se separaron y contaron los ovocitos, óvulos, huevos con embrión y embriones siguiendo el criterio de Schoenherr (1977). Para el cálculo del modelo de fecundidad se utilizaron sólo los huevos con embrión y embriones ajustándose al modelo potencial $F = aL^b$ (Holden y Raitt, 1975; Schoenherr 1977; Wootton, 1992). La talla de primera reproducción se calculó empleando la ecuación logística $P = \frac{e^{a+bl}}{1+e^{a+bl}}$ (Arancibia *et al.*, 1994; Saborido, 2002).

RESULTADOS

Se colectó un total de 1269 organismos de los cuales el 62.8 % fueron hembras y el 37.2 % machos; lo que determinó una proporción sexual a favor de las hembras de 1.7:1 ($p < 0.05$) (Tabla 1). El intervalo de tallas capturadas con mayor frecuencia (Fig.1) durante los muestreos fue de 13-19 mm. El promedio de las tallas mensuales osciló entre 15 y 30 mm. En la figura 2 se aprecian las mayores tallas registradas de febrero a abril y de junio a septiembre.

La tabla 2 muestra el total de hembras capturadas y el número de hembras analizadas mensualmente. En la figura 3 se aprecia el comportamiento mensual de los estadios huevos inmaduros, huevos fecundados (con embrión) y embriones. Los valores obtenidos para el IGS y FC se aprecian en las figuras 4 y 5 respectivamente.

Tabla 1.- Proporción sexual observada de diciembre de 2003 a noviembre de 2004. (ns = diferencia no significativa)

muestreo	captura total	hembras	machos	proporción sexual	valor de X^2	sexo dominante
dic	183	122	61	% = 2.0:1	20.3	hembras
ene	192	121	71	% = 1.7:1	13.0	hembras
feb	83	64	19	% = 3.4:1	24.4	hembras
mar	66	17	49	% = 0.3:1	15.5	machos
abr	34	21	13	% = 1.6:1	1.9	n.s.
may	64	53	11	% = 4.8:1	27.6	hembras
jun	89	54	35	% = 1.5:1	4.1	hembras
jul	82	50	32	% = 1.6:1	4.0	hembras
ago	61	51	10	% = 5.1:1	27.6	hembras
sep	123	92	31	% = 3.0:1	30.3	hembras
oct	122	56	66	% = 0.8:1	0.8	n.s.
nov	170	103	67	% = 1.5:1	7.6	hembras
total	1269	804	465	% = 1.7:1	90.6	hembras

Tabla 2.- Hembras analizadas por captura y porcentajes de los estadios de madurez observados

muestreo	hembras totales	hembras analizadas	huevos inmaduros	huevos con embrión	embriones
diciembre	122	37	97.30	0.00	2.70
enero	121	36	100.00	0.00	0.00
febrero	64	19	57.89	42.11	0.00
marzo	17	5	40.00	20.00	40.00
abril	21	6	33.33	0.00	66.67
mayo	53	13	84.62	15.38	0.00
junio	54	15	26.67	20.00	53.33
julio	50	13	46.15	0.00	53.85
agosto	51	10	50.00	10.00	40.00
septiembre	92	19	68.42	5.26	26.32
octubre	56	15	86.67	6.67	6.67
noviembre	103	27	96.30	3.70	0.00

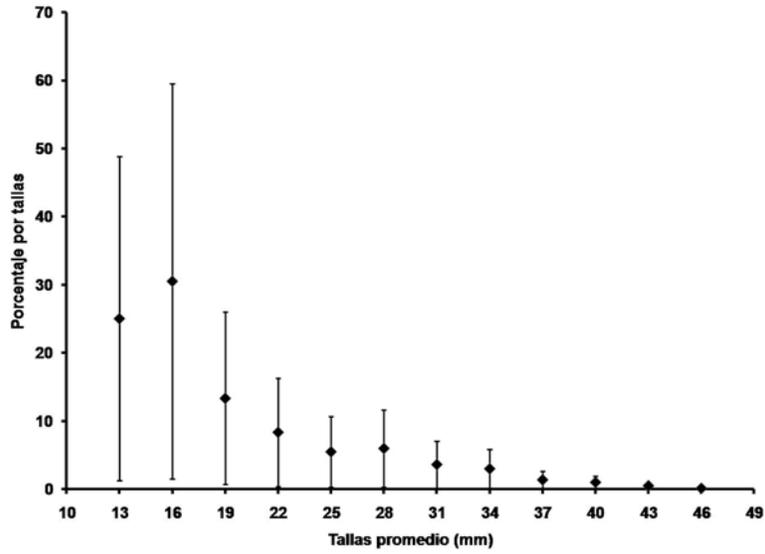


Fig. 1.- Frecuencia de las tallas promedio capturadas

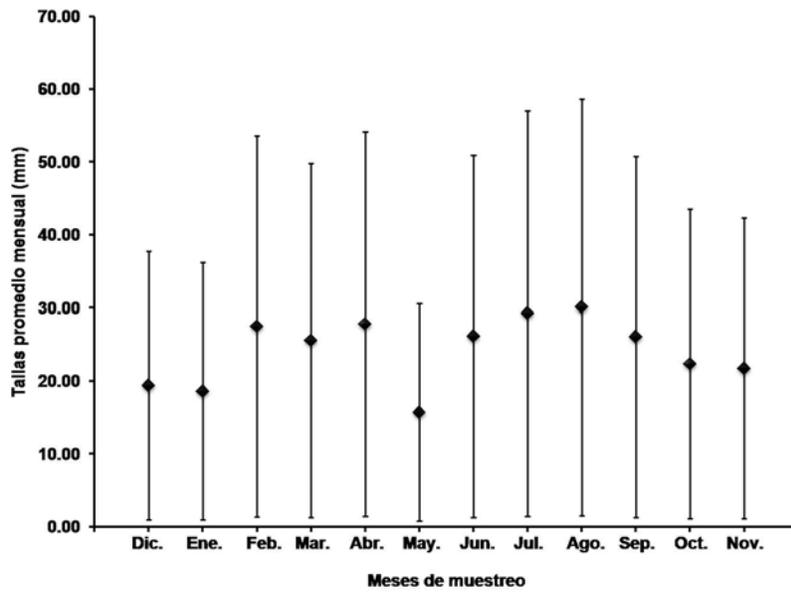


Fig. 2.- Tallas promedio mensuales capturadas

En la figura 6 se observan los porcentajes por talla para huevos inmaduros, fecundados y embriones. La talla de primera reproducción fue de 30 mm (Fig. 7).

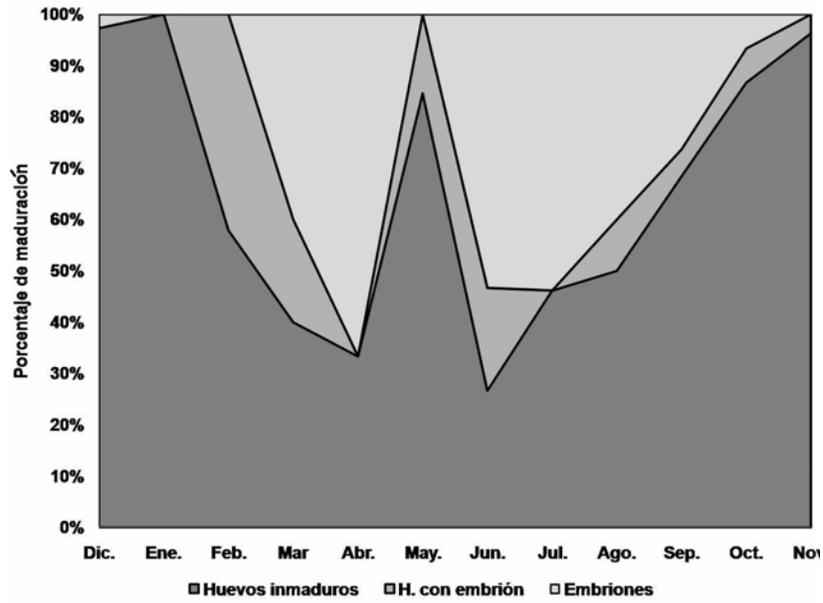


Fig. 3.- Comportamiento mensual de los estadios de madurez de *G. multiradiatus*

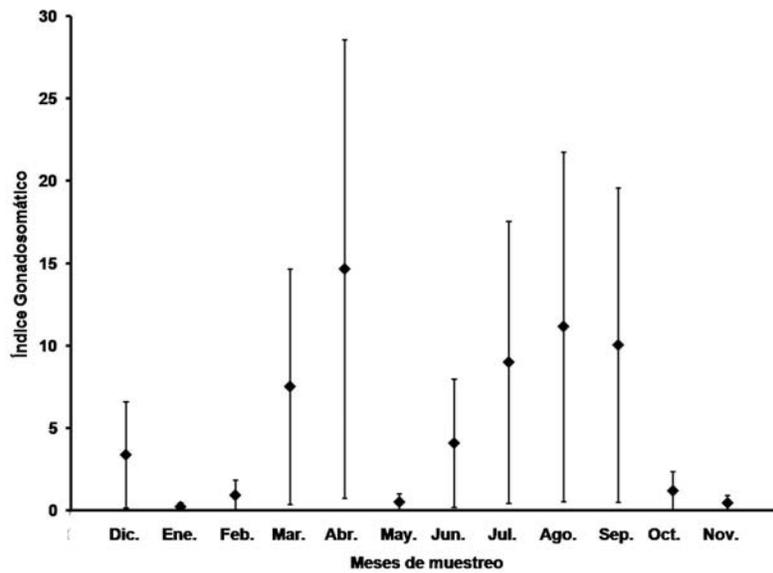


Fig. 4.- Comportamiento mensual de los valores del IG de *G. multiradiatus*

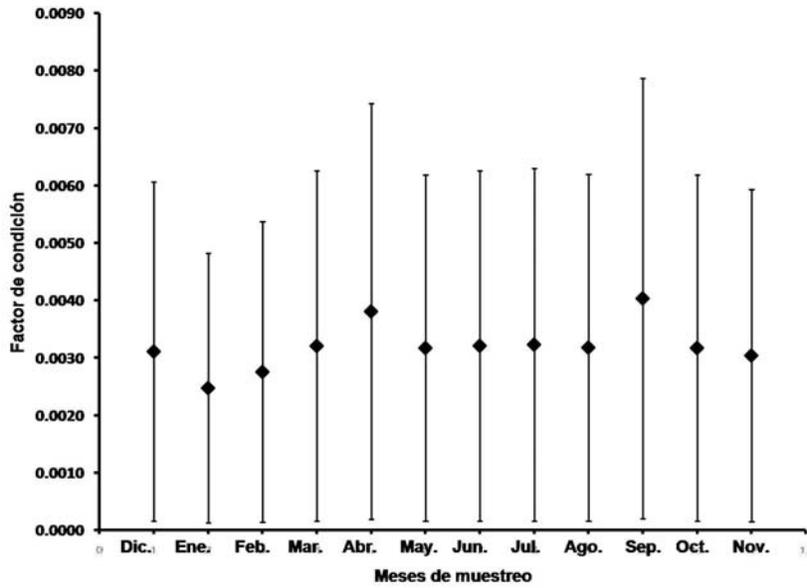


Fig. 5.- Comportamiento mensual de los valores del Factor de Condición de *G. multiradiatus*

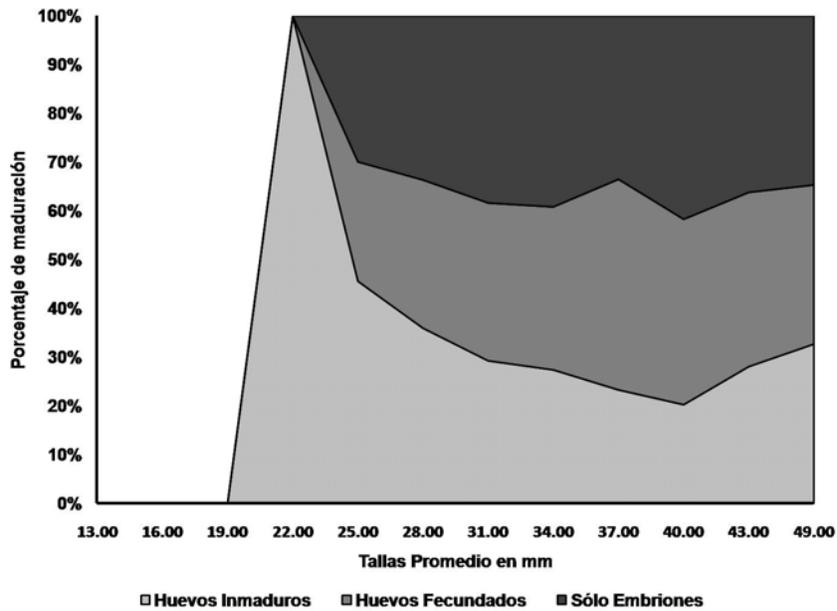


Fig. 6.- Comportamiento por tallas de los estadios de madurez de *G. multiradiatus*

El modelo de fecundidad (en este caso de fertilidad) se ajustó a la forma potencial $F=0.2141L^{3.5014}$ (Fig.8).

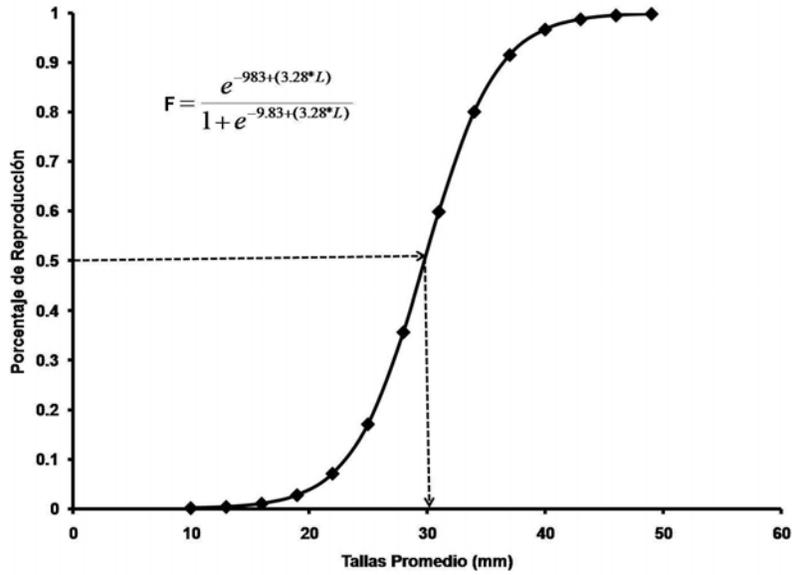


Fig. 7.- Curva logística para la talla de primera reproducción para *G. multiradiatus* por el método del 50% de hembras maduras empleando sólo la presencia de huevos con embrión y embriones

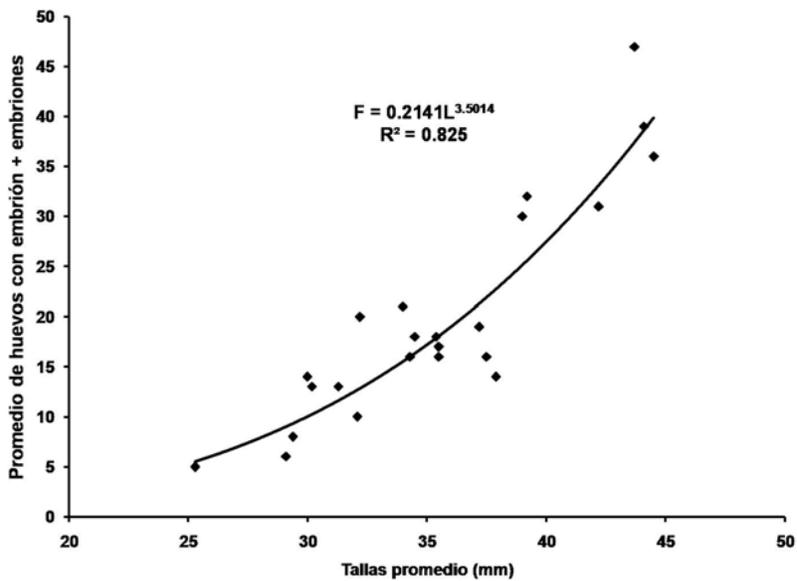


Fig. 8.- Relación fertilidad y longitud patrón de *G. multiradiatus*

DISCUSIÓN

La proporción sexual favoreció de manera general a las hembras (Tabla 1), esta proporción prevaleció la mayor parte del año de muestreo con una clara dominancia durante los meses de febrero, mayo, agosto y septiembre; marzo fue el único mes donde la mayor proporción fue para los machos mientras que en abril y octubre los valores no fueron significativos respecto a la proporción teórica 1:1. Algunos autores señalan que en especies vivíparas y ovovivíparas la proporción sexual en general favorece a las hembras en poblaciones silvestres (Snelson, 1989), sin embargo Navarrete-Salgado *et al.* (2007), reportan una proporción mayor de machos de *G. multiradiatus* en el embalse de San Miguel Arco, Estado de México, México., lo cual pudo deberse al método de muestreo empleado en la captura de los organismos.

Los resultados obtenidos respecto a las tallas capturadas indican una actividad reproductiva durante todo el año, puesto que la presencia de individuos jóvenes con tallas promedio de 13 mm (talla promedio al nacer) y de 16 mm durante todos los meses así lo indica (Fig. 1). Por otro lado, el promedio de las tallas mensuales que se muestra en la figura 2, varió entre 15 y 30 mm, observándose las tallas más grandes durante los periodos de máxima reproducción, febrero a abril y junio a septiembre, esto difiere de lo citado por Miller *et al.* (2005), quienes establecieron una temporada de desove de diciembre a mayo; en la figura 3 se observa que durante mayo existió un decremento en los estadios de embriones, lo que hace suponer que la reproducción se interrumpe en este mes, sin embargo como se mencionó, es durante esta temporada cuando el embalse es vaciado casi al 90 % lo que propicia una disminución en la población del pez amarillo dentro del sistema, este efecto puede explicar la ausencia de hembras maduras durante este mes.

Lo anterior no indica que el proceso reproductivo se interrumpa; cuando el embalse es vaciado, los organismos, en su mayoría adultos, son arrastrados fuera de este. Debido a lo anterior se trató de averiguar qué es lo que pasa con los organismos adultos. Se hizo una inspección del afluente y efluente del embalse, se observó que en pequeñas pozas de no más de medio metro de profundidad, se encontraban hembras sexualmente maduras y a punto de parir; esto puede indicar que si la reproducción no se realiza dentro del sistema por la falta de agua, esta se puede realizar en las pozas, lo cual aseguraría entonces la supervivencia de los organismos adultos y la posibilidad de que las crías prevalezcan hasta que el embalse vuelva a ser llenado, lo cual inicia en junio en cuyo mes se ha observado la presencia de hembras (Fig. 3).

En el presente trabajo los ovocitos y óvulos fueron agrupados como huevos inmaduros para simplificar el comportamiento mensual de los estadios de maduración. La figura 3, muestra el comportamiento mensual de los tres estadios, donde se nota la presencia de huevos inmaduros durante todo el periodo de muestreo pero a partir de febrero y hasta septiembre aparecen en mayor cantidad los estadios de huevos con embrión y embriones, lo que permite suponer una temporada reproductiva larga, solo interrumpida en el mes de mayo debido al vaciado del sistema y al no encontrarse hembras maduras dentro del mismo. En este mes las tallas capturadas fueron las más chicas (15 mm) (Fig. 2).

El IGS (Fig. 4) y FC (Fig. 5) concuerdan con los valores más altos en madurez gonadal así como también con valores altos en tallas grandes, aún cuando en muchos de los casos en otras especies ambos valores no concuerdan con la madurez, Saborido (2002), menciona que el IGS puede ser un buen indicador del desarrollo gonadal en especies que muestran estacionalidad en sus ciclos reproductivos, el mismo autor menciona que la estacionalidad puede verse más marcada en medios con un ambiente menos estable, tal como ocurre en el embalse San Martín donde las condiciones ambientales son variables debido a los ciclos de llenado y vaciado del embalse.

La figura 6 muestra los porcentajes observados para el número de huevos inmaduros, los fecundados y los embriones; nótese que en las tallas de 13 a 19 mm no hay presencia de huevos porque la totalidad de las hembras son inmaduras y la formación de las gónadas es incipiente, mientras que a los 22 mm las gónadas comienzan a madurar y sólo se observan huevos inmaduros (ovocitos). Sólo a partir de los 25 mm se empiezan a notar tanto los huevos fecundados como la presencia de embriones, lo que permite suponer la talla de inicio de madurez y es a partir de esta talla que algunos peces empiezan a parir.

Los resultados obtenidos permiten apreciar que la época de reproducción del pez amarillo se presenta de febrero a septiembre, presentando una temporada corta (cuando el sistema comienza a vaciarse durante marzo-abril) y una larga de junio a septiembre correspondiente a la temporada de lluvias. Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986), reportan algo similar para *Girardinichthys viviparus* (Bustamante, 1837) en Xochimilco D. F. México; estos autores argumentan que existe una interrupción en el ciclo de vida de noviembre a febrero por efectos ambientales. Por otro lado, Gómez-Márquez *et al.* (1999), relacionan el máximo periodo de reproducción de *Heterandria bimaculata* (Heckel, 1848) pez vivíparo perteneciente a la familia Poeciliidae, al incremento en el nivel de agua y la temperatura. Este fenómeno de presiones ambientales también es mencionado por Blanco (2000), para *Characodon audax* (Smith y Miller, 1986), el mexcalpique del Toboso pez vivíparo perteneciente a la familia Goodeidae, cuyo hábitat se encuentra aislado en una zona semidesértica.

Lo anterior es un indicativo de la particularidad de los ambientes en que se desarrollan algunas especies, como en este caso, el embalse de estudio que da una idea de la dinámica tan interesante que ocurre dentro del mismo, ya que las variaciones en el nivel del agua debido a la utilización del agua del embalse para riego durante los meses de sequía, pueden influir en la temporada reproductiva del pez amarillo, no sólo desde el punto de vista fisiológico sino también desde el punto de vista conductual, al menos en este embalse; esto implicaría que dentro de la compleja y diversa serie de modificaciones morfológicas, fisiológicas y conductuales de los peces vivíparos, se encuentra el desarrollo de un ciclo reproductor que permite el nacimiento de las crías en la época más adecuada para su supervivencia, regulados por factores endógenos y exógenos, de manera similar al resto de los ciclos reproductores en vertebrados (Uribe-Aranzábal *et al.*, 2004).

La figura 7 muestra que la talla de primera reproducción (parámetro asociado con la talla de primera maduración), se presentó en individuos de 30 mm con camadas de 18 embriones en promedio. A este respecto, Mendoza (2006) observó camadas de 18 embriones en hembras de *G. multiradiatus* con tallas de 25 mm y máximas de 47 embriones en individuos de 43 mm, mientras que Navarrete-Salgado *et al.* (2007), reportan camadas de 9 embriones en hembras de 23 mm y hasta 87 embriones en hembras de 46 mm para esta misma especie. Por otro lado, Macías-García y Saborio (2004) reportan a hembras de 23 mm con un promedio de 15 embriones dato semejante al encontrado en este trabajo y Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) señalan que las hembras de *G. viviparus* maduran sexualmente tras alcanzar tallas mayores a los 30 mm y tienen camadas de 27 organismos en promedio. Los datos en general reportan que para este género y sus especies la madurez y talla de reproducción se inicia desde los 23 mm.

El modelo de fecundidad (Fig. 8) difiere al reportado por Navarrete-Salgado *et al.* (2007), diferencias que pueden ser atribuibles más que nada al tamaño de los organismos capturados, a su madurez gonádica y al análisis realizado, en este caso como se mencionó al principio, sólo se utilizaron para la construcción del modelo los estadios de huevos con embrión y embriones de acuerdo a lo propuesto por Schoenherr (1977). Otro aspecto a considerar es la metodología empleada en la captura, en este estudio, el uso de la red de cuchara implicó una mayor frecuencia en la captura de individuos jóvenes como se puede apreciar en las figuras 1 y 2, cosa que no ocurre cuando se utiliza un chinchorro con malla de 8 mm como el utilizado por los autores mencionados.

Por otro lado, se observó que la cantidad de huevos no fecundados es mayor en los individuos jóvenes que aún no se reproducen, no así en los organismos que se acercan a la edad de reproducción en los que, la presencia de huevos fecundados y embriones en la gónada, propicia una baja en el número de ovocitos. Uribe-Aranzábal *et al.* (2004), mencionan que el cambio evolutivo de la oviparidad a la viviparidad en teleósteos, ha implicado una serie de adaptaciones como la disminución significativa del número de ovocitos liberados, de miles en ovíparos, a decenas o unidades en vivíparos y por lo tanto a una reducción en el número de crías.

Schoenherr (1977) menciona que las definiciones tradicionales de fecundidad no podrían ser aplicadas a los peces vivíparos debido a que la maduración de los ovocitos, huevos y embriones no aparece simultáneamente y a que la fecundidad en estos organismos debe ser referida al complejo formado por huevos y embriones, en sus diferentes estadios en desarrollo encontrados al momento de su captura y preservación.

En este sentido, el modelo de fecundidad teórico establecido no se aplicó a *G. multiradiatus* sobre todo, porque no se puede determinar la cantidad de ovocitos que se desarrollarán en embriones. De acuerdo a lo anterior, es mejor referirse al concepto de fertilidad, término utilizado por otros autores (Schoenherr, 1977; Gómez-Márquez *et al.* 1999; Urriola *et al.*, 2004), para referirse a especies vivíparas y ovovivíparas, donde se muestra el número de embriones efectivos que nacerán y su relación con la talla como en los casos de *Poecilopsis occidentalis* (Baird y Girard, 1853), *H. bimaculata* (Heckel, 1848) y *Poecilia reticulata* (Peters, 1859).

Con respecto a la fecundidad, *G. multiradiatus* mostró una relación directa en el número de embriones con respecto a la talla. En este sentido, se observó que el tamaño del embrión al nacer depende del tamaño de la hembra, lo cual se verificó al medir los embriones en hembras maduras de 30 mm, donde el tamaño fue en promedio de 8.6 mm, mientras que en hembras de 49 mm los embriones midieron en promedio 13 mm.

Los resultados muestran que la población del pez amarillo en el embalse de San Martín, aún no se ve afectada en su proceso reproductivo, ya que la presencia tanto de hembras jóvenes como de maduras a lo largo del año así lo indican pero, como ocurre en la mayoría de los embalses, el vaciado de estos durante el periodo de secas para utilizar el agua para riego es un factor común que propicia una disminución de la población adulta. Como se mencionó anteriormente, esto no propicia una baja en la reproducción ya que las pozas en donde se observaron hembras a punto de parir son buenos albergues donde el proceso de reproducción continúa. Sin embargo, dadas las dimensiones de estas, la población podría verse sometida a estrés. Algunos de los efectos que esto pudiera causar en el comportamiento del pez amarillo en estos ambientes cerrados, se vería reflejado en la competencia por pareja, la proporción de sexos y la depredación. Esta última sobre todo en los machos dada su coloración y que en estas pequeñas pozas es más evidente (Macías, 1994; Macías *et al.* 1998)

Finalmente, la existencia del pez amarillo en otros sistemas acuáticos de mayor tamaño y aparentemente estables sugiere que pueden existir pequeñas diferencias en la temporada de reproducción, y por esto, se están realizando más estudios de este tipo en diferentes sistemas acuáticos y en particular en los embalses que se ubican dentro del Estado de México, lugar en donde todavía habita esta especie. La información que se ha ido recopilando servirá para buscar alternativas para su protección.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización del presente trabajo, se contó con el apoyo de los programas de la Universidad Nacional Autónoma de México: Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera para Promover Grupos de Investigación (PAPCA) Periodo 2006-2007 de la FES Iztacala y Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales para el Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) Proyecto EN203804 de la DGAPA.

REFERENCIAS

Arancibia, H., L. Cubillos, J. Remmaggi y R. Alarcón. 1994. Determinación de la talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936), del área de Talcahuano, Chile. *Biología Pesquera*. 23: 11-17.

Blanco, J. L. 2000. *Characodon audax*. Ciclidos-sp artículos. www.ciclid.org

Díaz-Pardo, E. y D. Ortiz-Jiménez. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae). *Revista de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. México. 30: 45-66.

Gómez-Márquez, J. L., J. L. Guzmán-Santiago y A. Olvera-Soto. 1999. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Ciprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. *Revista de Biología Tropical*. 47 (3): 581-592.

Holden, M. J. y D. F. S. Raitt 1975. Manual de Ciencia Pesquera Parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación. FAO Documentos Técnicos de Pesca (115) Rev. 1:211 p.

Macías, G. C. 1994. Social behavior and operational sex ratios in the viviparous fish *Girardinichthys multiradiatus*. *Copeia*. 4:919-925.

Macías, G. C., Saborio, E. y Barea, C. 1998. Does male-biased predation lead to male scarcity in viviparous fish?. *Journal of Fish Biology A*. (53):104-117.

Mendoza, M. J. 2006. Madurez sexual y potencial reproductivo del pez amarillo *Girardinichthys multiradiatus*, (Pisces: Goodeidae) en un ciclo anual. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. 51 p.

Miller, R. R., W. L. Minckley y S. M. Norris. 2005. Freshwater fishes of Mexico. The University of Chicago Press, U. S. A. 490 p.

Navarrete-Salgado N. A., B. E. Cedillo-Díaz, G. Contreras-Rivero y G. Elías-Fernández. 2007. Crecimiento, reproducción y supervivencia de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces:Goodeidae) en el embalse San Miguel Arco, Estado de México. *Revista Chapingo*, Universidad Autónoma Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 3(1):15-21.

Rodríguez, G. M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editor S. A. México, D. F. p 3-13.

Saborido, R. F. 2002. Ecología de la reproducción y potencial reproductivo en las poblaciones de peces marinos. www.iim.csic.es/pesqueras/ficheros/curso.pdf

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.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-2001). Diario Oficial de la Federación. México, D.F. Marzo 6: 71 p.

Snelson, F.F.Jr. 1989. Social and Environmental Control of Life History Traits in Poeciliid, p. 149-161. En: Meffe, G.K. & F.F. Snelson Jr. (eds). *Ecology and Evolution of Livebearing Fishes (Poeciliidae)*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

Uribe-Aranzábal, M. C., G. De la Rosa-Cruz, S. M. Guerrero-Estévez, A. García-Alarcón y M. E. Aguilar-Morales. 2004. Estructura del ovario de teleósteos vivíparos. Gestación intraovárica: Intraluminal en *Ilyodon whitei* (Goodeidae), e intrafolicular en *Poeciliopsis gracilis* (Poeciliidae). p 31-45. En: Lozano, V.M.L. & A. Contreras-Balderas. 2004. Homenaje al Doctor Andrés Reséndez Medina. Un ictiólogo mexicano. Universidad Autónoma Nuevo León. Monterrey. 319 p.

Urriola, H. M., J. Cabrera y M. Protti. 2004. Fecundidad, fertilidad e índice gonadosomático de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en Hereida, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 52(4): 945-950.

Vrijenhoek, R. C. 1998. Conservation genetics of freshwater fish. *Journal of Fish Biology* 53:394-412.

Wootton, R. J. 1992. *Fish ecology*. Chapman y Hall, Inc. New York, USA. 212 p.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis* 4th Ed. Prentice Hall. New Yersey, 931p. <http://www.redlist.org/apps/redlist/details/9195/0> red book.