LA ICTIOFAUNA REMANENTE DEL LAGO DE MEXICO

J. Alcocer*, M.L. Flores*, E. Kato* A. Lugo* y E. Escobar**

*Proyecto de Conservación y Mejoramiento del Ambiente, UIICSE, ENEP Iztacala, UNAM, A.P. 314 Tlalnepantla, Edo. de México 05490, México; **Laboratorio de Ecología del Bentos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, A.P. 70-305, Ciudad Universitaria 04510, México.

Palabras clave: *Girardinichthys viviparus*, biología poblacional, Chapultepec, México

ABSTRACT

The Chapultepec Forest's lakes shelter the same aquatic fauna as the ancient lake complex of the Mexico Basin, nowadays extinct. The lakes have not only native and endemic ichthyofauna but also crayfishes (Decapoda: Cambaridae) and ambystomid salamanders (Amphibia: Ambystomidae). *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae) and *Chirostoma jordani* (Pisces: Atherinidae) are the autochthonous fishes inhabiting the lakes. *G. viviparus* represented over the 9% of the total fish capture. *G. viviparus* showed sexual dimorphism, viviparity and low fecundity. Females surpassed males. Weight-length relationship showed an isometric type growth. Five (females) and four (males) age classes and five gonadic stages were determined. The reproductive period lasted from april to september. *G. viviparus* consumes mainly zooplanktonic crustacea and aquatic insects. The parasitic copepoda *Ergasilus* was found in the gills of less than one percent of the organisms.

INTRODUCCION

Cuando los aztecas arrivaron a la cuenca conocida como "Valle de México" en 1245, existía un complejo lacustre de seis cuerpos acuáticos interconectados. Estos eran Zumpango y Xaltocan al norte, los lagos de México y Texcoco al centro en la porción más inferior, y Xochimilco y Chalco al sur. Con la llegada e invasión de los conquistadores españoles en 1519, la población de la incipiente ciudad creció hasta la actualidad con casi 21 millones (Alcocer y Escobar, 1990; Alcocer-Durand y Escobar-Briones, 1991).

A finales del siglo XIX y principios del XX los lagos aún cubrían la mayor parte de la cuenca, sin embargo, en 1900 se concluyó la construcción de un canal de desagüe de ésta (Alcocer-Durand y Escobar-Briones, 1992). Al disminuir la reserva acuática de la ciudad, se perforaron un sinnúmero de pozos profundos. Desde entonces el área y volumen lacustre disminuyeron. Este y otros factores combinados con los procesos de envejecimiento natural han guiado a la desaparición de los lagos del Valle de México (Alvarez y Navarro, 1957).

México posee una fauna íctica rica y altamente diversificada, la cual comprende alrededor de quinientas especies agrupadas en cuarenta y siete familias (Miller, 1986). La ictiofauna de la Mesa Central, la porción más al sur del Altiplano Mexicano está dominada por tres grupos de peces: la familia Goodeidae (35 especies), los aterínidos del género *Chirostoma* (16 especies) y el ciprínido *Algansea* (7 especies). Casi todas las especies pertenecientes a estos grupos son endémicos de la Mesa Central (Echelle y Echelle, 1984). De acuerdo a Miller (1986) el alto grado de endemismo de los peces mexicanos se debe a la gran diversidad geográfica y al aislamiento de las cuencas de drenaje, por lo cual se considera a la Mesa Central como una de las tres subregiones biogeográficas de Norteamérica (Regan, 1906-08 citado por Echelle y Echelle, 1984).

El objetivo de este trabajo es resaltar la importancia de los lagos de Chapultepec como uno de los últimos reductos de la ictiofauna acuática nativa mexicana, así como presentar las características poblacionales de *Girardinichthys viviparus*, especie endémica y nativa de la Mesa Central Mexicana.

AREA DE ESTUDIO

Al WSW de la Ciudad de México, a una altitud de 2,240m, se localizan los lagos de Chapultepec (Lagos Viejo, Mayor y Menor) en el Bosque del mismo nombre. Chapultepec es una voz náhuatl que significa "en el cerro del chapulín o saltamontes". El clima es templado con lluvias en verano con valores medios anuales de precipitación de 672mm y temperatura de 14°C (García, 1988). El Lago Viejo, el más antiguo de los tres, se localiza a unos cuantos metros de los manantiales que alguna vez alimentaron a la incipiente ciudad y muy cerca de los límites del antiguo lago dulceacuícola de México, separado artificialmente de las aguas salobres del de

Texcoco (al NE) por el albarradón de Nezahualcóyotl en el siglo XV (Alcocer-Durand y Escobar-Briones, 1992).

Estos lagos tropicales son someros, alcalinos y se encuentran en un avanzado estado de eutrofización (Alcocer et al., 1988). Sin embargo, lo más sorprendente es que en ellos habitan organismos característicos del antiguo complejo lacustre de la Cuenca del Valle de México como son: el acocil *Cambarellus montezumae* (Crustacea: Decapoda), el ajolote *Ambystoma mexicanum* (Amphibia: Ambystomidae), el charal *Chirostoma jordani* (Pisces: Atherinidae), la chehua, juil o sardinilla *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae) y el mosco de agua o axayacatl *Trichocorixa mexicana*, *Krizousacorixa femorata* y *Corisella edulis* (Hemiptera: Corixidae) entre otros (Alcocer-Durand y Escobar-Briones, 1992; Alcocer et al., 1993).

MATERIAL Y METODOS

El muestreo se llevó a cabo a lo largo de un ciclo anual con periodicidad mensual. Los organismos fueron colectados mediante la utilización de un chinchorro charalero de 30m x 2m con luz de malla de 1/4 de pulgada (en una sola estación al centro del lago), así como con una red de cuchara de 30cm de diámetro y 1mm de luz de malla (en una red de 14 estaciones distribuidas en forma homogénea). La captura fue fijada con formalina al 5% y, posteriormente en el laboratorio, preservada en alcohol al 70%.

La peces fueron identificados de acuerdo a Alvarez (1970), medidos, pesados y sexados de acuerdo a Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986). El contenido gástrico fue analizado porcentualmente (Bagenal, 1978). Se registró la prevalencia parasitaria, así como la posición de los parásitos.

La proporción sexual se determinó de acuerdo a Guzmán et al. (1982), la relación peso-longitud de acuerdo a la ecuación de Pitcher y Hart (1982), las clases de edad por el método de Cassie (1954), el factor de condición de acuerdo a la ecuación de Le Cren (en Nielsen y Johnson, 1983), el estadio gonádico de acuerdo a Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) y las tasas de mortalidad y supervivencia de acuerdo a Gulland (1971).

RESULTADOS Y DISCUSION

a) Abundancia

La variación temporal de la abundancia de los organismos correspondió al ciclo térmico anual del lago, así como también el período reproductivo de los peces (Graf. 1). Las mayores abundancias se presentaron en los meses cálidos (abril-septiembre), reflejando un incremento en el número de peces de tallas menores.

b) Proporción sexual

Del total de la captura, el 68% de los organismos fueron hembras (♀) y el restante 32% de machos (♂). Sin embargo, la proporción sexual varió a lo largo del año con una dominancia de machos (1.6:1) de noviembre a marzo y de hembras (1:2.5) de abril a octubre. Lo anterior se debió a que en las especies de baja fecundidad hay un predominio de hembras (Nikolski, 1969). Este hecho ha sido observado para la misma especie en otras localidades (Ojendis, 1985; Salazar, 1981).

c) Edad y crecimiento

Debido a que *G. viviparus* presenta un marcado dimorfismo sexual, se consideró conveniente establecer los siguientes parámetros poblacionales para cada sexo por separado. El modelo descriptivo de la relación peso-longitud fue significativamente diferente para machos y hembras:

$$Wt(♀) = 1.6961 \times 10^{-5} \times L^{3.1028} \quad (r^2 = 0.918)$$

$$Wt(♂) = 7.2950 \times 10^{-5} \times L^{2.5979} \quad (r^2 = 0.872)$$

El crecimiento de los organismos, valor calculado de b, se consideró isométrico al no ser significativamente diferente de la cifra teórica de tres. Salazar (1981) reporta un tipo de crecimiento alométrico en esta especie, sin embargo no indica si realizó alguna prueba estadística para establecerlo. Ricker (1975) menciona que, algunas veces, hay marcadas diferencias en el crecimiento para ambos sexos en diferentes poblaciones de la misma especie y entre la misma población en diferentes tiempos.

Se determinaron 5 clases de edad para las hembras y 4 para los machos. A partir

de los valores promedio de las clases de talla en las longitudes observadas, se calcularon las clases de edad. Para las hembras, las longitudes estándar establecidas para las edades I a V fueron 11.5, 23.5, 37.0, 44.5 y 50.5 mm y, para los machos, de las edades I a IV de 16.0, 25.0, 31.0 y 35.5 mm.

Con base en las clases de edad, se determinó la longitud máxima teórica (L_{∞}) de las hembras en 75.0 mm ($r^2 = 0.989$) y de los machos en 45.5 mm ($r^2 = 0.999$). El número y longitudes de clases de edad, así como de L_{∞} fueron similares con las registradas por Salazar (1981), sin embargo diferentes de las de Ojendis (1985). La diferencia, al parecer, puede haberse debido a que este último autor colectó algunos organismos de mayor talla que en este estudio.

Las ecuaciones descriptivas de la tasa de incremento en longitud a través del tiempo para *G. viviparus* se presentan a continuación:

$$L_t(\varnothing) = 75.0028 (1 - e^{-0.2428 (t - 0.3311)}) \quad (r^2 = 0.998)$$

$$L_t(\delta) = 45.4831 (1 - e^{-0.3595 (t + 0.2063)}) \quad (r^2 = 1.000)$$

La velocidad de crecimiento en longitud no es constante a través del tiempo (Graf. 2), sino que al principio es muy acentuada y va disminuyendo conforme aumenta la edad hasta llegar a un punto donde cesa totalmente, como lo menciona Gulland (1971). A pesar de que su tasa de crecimiento es menor, los machos alcanzan su L_{∞} en menor tiempo que las hembras debido a que su talla es más reducida.

Las curvas de crecimiento en peso (Graf. 3) muestran que éste tampoco es constante y sigue un patrón similar al crecimiento en longitud hasta alcanzar un peso asintótico el cual, teóricamente, el pez no sobrepasará. En el caso de las hembras el peso máximo se calculó en 11.15 gr y para los machos en 1.48 gr, similar al obtenido por Salazar (1981). El modelo de crecimiento en peso para *G. viviparus* es:

$$W_t(\varnothing) = 11.1536 (1 - e^{-0.2428 (t - 0.3311)})^{3.1028}$$

$$W_t(\delta) = 1.4790 (1 - e^{-0.3595 (t + 0.2063)})^{2.5979}$$

d) Madurez gonádica

La diferenciación sexual en los organismos se basó en sus características externas debido a que, por su marcado dimorfismo sexual, los machos son más pequeños y delgados, y poseen un acortamiento en los primeros 5 o 6 radios de la aleta anal unidos entre sí y a su vez separados del resto de la aleta. Los estadios de madurez gonádica se establecieron exclusivamente para las hembras como lo marcan Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986).

El estadio gonádico no fue directamente proporcional al tamaño de la hembra ($r^2 = 0.389$), como un resultado del fenómeno de superfetación que presenta la especie. La familia

Goodeidae se caracteriza por la viviparidad y la superfetación. Por lo anterior es difícil definir exactamente a que fase del ciclo de madurez corresponde un ovario, ya que la temporada de reproducción es muy larga (unos seis meses) y las hembras pueden ser fertilizadas casi continuamente. Esto provoca que las gónadas femeninas, a pesar de haber desalojado los embriones, presenten óvulos maduros que darán lugar a la nueva generación (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986). Para los estadios I a IV los intervalos de longitud de las hembras fueron 10-29, 27-51, 30-52 y 30-50 mm. El número de embriones fue directamente proporcional al tamaño de la hembra ($r^2 = 0.865$) presentando el siguiente esquema: las hembras menores a 30 mm (juveniles) no presentaron embriones, las adultas de 30 a 35 mm con 14 ± 5 , de 36 a 45 mm con 17 ± 9 y de 46 a 55 mm con 37 ± 5 embriones. El número de embriones presentes en cada cámara de la gónada fue variable, pudiendo ser igual o diferente.

El 66.4% de las hembras se encontraron en el estadio I, 11.8% en el II, 16% en el III y el 5.8% restante en el IV. No se encontraron hembras en el estadio V. El mayor número de hembras grávidas y una elevada cantidad de organismos de talla pequeña (10-18 mm) se recolectaron durante la época reproductiva.

Aunque Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) establecen en 16.5 mm la talla de un ejemplar recién nacido, en este estudio así como en el de Salazar (1981) se encontraron organismos -con trofotenia- de 10 mm. Sin embargo, la talla de reclutamiento reproductivo para las hembras fue la misma (30 mm de longitud patrón).

e) Hábitos alimenticios

Con relación a los hábitos alimenticios de *G. viviparus* se puede considerar como un organismo eminentemente zooplanctófago. Los crustáceos planctónicos constituyeron el 42.6% de la dieta, los insectos el 18.9%, rotíferos, crustáceos bentónicos y otros elementos constituyeron el 12.4%. El 26.1% restante representó materia orgánica irreconocible.

Cyclops spp., *Moina micrura*, *M. macrochaeta*, *M. rectirostris*, *M. brachiata*, *Alona costata* y *A. sp.* fueron las principales especies zooplanctónicas y *Tanytulus* spp., *Chironomus* spp., *Trichocorixella mexicana*, *Krissocorixa femorata* y *Corisella edulis*, los insectos más importantes. Otras especies de contribución menor fueron *Hyalella azteca*, *Cypridopsis vidua*, *Cambarellus montezumae*, *Polyarthra* sp., *Keratella* sp., *Brachionus plicatilis*, *B. californicus*, *B. havanensis*, *B. sp.* y *Physa* sp.

La dieta de *G. viviparus* no cambió a lo largo del ciclo anual en forma apreciable, solamente pequeñas modificaciones en los constituyentes menores pudieron ser detectadas. Lo anterior puede ser el reflejo de la disponibilidad de los grupos alimenticios menores en el ambiente acuático.

El contenido de material orgánico no identificable se presentó en mayor proporción en las tallas grandes. Este hecho puede ser explicado por el factor masticación. Los organismos mayores presentan piezas bucales más desarrolladas por lo cual la masticación y digestión son más eficientes. Los pequeños, al no masticar adecuadamente los alimentos, reducen su grado de digestión y, por lo tanto, los restos son más reconocibles (Bond, 1979).

f) Factor de condición

El factor de condición osciló entre 0.93 y 1.58 para las hembras y entre 0.84 y 1.30 para los machos. Esta diferencia entre sexos es reflejo del dimorfismo sexual (las hembras fueron más robustas que los machos). En la mayor parte del año (75%) las hembras presentaron un factor de condición más elevado que los machos.

A pesar de que las medias anuales reflejan esta tendencia ($\bar{x} = 1.29$ y $\bar{x} = 1.14$), éstas no fueron estadísticamente diferentes. Las hembras presentaron su mejor factor durante la época reproductiva, mientras que para los machos fue menor. Sin embargo, los factores de condición de hembras y machos en la época reproductiva y no reproductiva, siguieron siendo estadísticamente iguales.

Por clases de edad, las hembras superaron ligeramente a los machos en los estadios I ($\bar{x} = 1.09$, $\delta = 1.02$) y II ($\bar{x} = 1.14$, $\delta = 1.08$) sin embargo, este patrón se invirtió en los estadios III ($\bar{x} = 0.82$, $\delta = 1.11$) y IV ($\bar{x} = 0.83$, $\delta = 1.16$). El factor de condición más reducido lo presentaron las hembras del estadio V (0.62). Lo anterior se asoció a que las clases de edad calculadas para los machos consideran mayores intervalos de talla que para las hembras. A pesar de lo anterior, la diferencias entre clases de edad fueron reducidas tanto para machos, como para las hembras a excepción de la clase V. El número de hembras en este estadio fue reducido, lo cual es posible haya influido en el cómputo.

Entre los factores que pueden afectar el cálculo del factor de condición se encuentran el grado de llenado del tracto digestivo, el peso de las gónadas y el valor nutricional del alimento. Debido a que el grado de llenado del tracto digestivo y el tipo de alimento no variaron en forma apreciable a lo largo del tiempo, entre tallas ni entre sexos, la fluctuación temporal del factor de condición fue asociado al peso de la gónada, como lo sugiere Nikolski (1963).

g) Parasitismo

El grado de prevalencia que presentó *G. viviparus* fue inferior al 1%, con un promedio de un parásito por pez parasitado. El parásito fue identificado como *Ergasilus* (Copepoda: Cyclopoidea). Este organismo se encontró en la parte superficial externa del arco branquial. La talla de los peces parasitados fluctuó entre 30 y 50 mm. La fotofobia del parásito (Bauer, 1962) puede explicar el hecho de que los organismos de menores tallas no fueran parasitados, debido a que éstos se localizan, en su mayor parte, en las zonas litorales periféricas someras mejor iluminadas.

h) Mortalidad y supervivencia

La tasa de mortalidad total de *G. viviparus*, que no incluye la mortalidad por pesca debido a que esta población no está sujeta a explotación pesquera, fue la siguiente:

$$N_t = 3167.5573 e^{-0.1597(t)} \quad (r^2 = 0.948)$$

G. viviparus se caracteriza, por ser vivípara, por un bajo potencial biótico con una baja fecundidad, una fecundación segura debido a que es interna y por asegurar la viabilidad de cada huevo fertilizado. Por lo anterior, la baja mortalidad calculada ($Z = -0.1597$) para estas poblaciones es característica de especies poco o no explotadas (Turner, 1933). La supervivencia fue elevada ($S = 0.8524$) ya que presenta una relación inversa con la mortalidad.

A pesar de que la familia Goodeidae y, en especial *G. viviparus*, es una familia poco estudiada, Rosas (1976) establece que es un grupo de organismos que se adapta fácilmente a las condiciones ambientales prevaletentes en un cuerpo acuático. De los factores ambientales ambientales presentes en los Lagos de Chapultepec la temperatura jugó un papel determinante en el ciclo biológico de la especie y mostró una relación directa con la abundancia, regulando el período reproductivo.

CONCLUSIONES

La ictiofauna endémica nativa de los Lagos de Chapultepec estuvo representada por *Girardinichthys viviparus* (Goodeidae) y *Chirostoma jordani* (Atherinidae), habitantes típicos del antiguo complejo lacustre del Valle de México. Los goodeidos (99%) superaron en número ampliamente a los atherinidos (1%), por lo cual la descripción de las características biológicas se refieren al goodeido. Las hembras predominaron sobre los machos en proporción de dos a uno. El tipo de crecimiento fue isométrico y difiere en machos y hembras por su marcado dimorfismo sexual. La madurez gonádica no fue proporcional a la talla de los organismos, no así el número de embriones. No se encontró ningún patrón de distribución de madurez gonádica a lo largo del tiempo, debido a la superfecundación característica de la especie. El período reproductivo se llevó a cabo de abril a septiembre durante el cual predominan las tallas pequeñas. La longitud estándar de reclutamiento reproductivo de las hembras fue de 30 mm y 10 mm para la talla de los recién nacidos. La dieta de *G. viviparus* la constituyeron crustáceos zooplanctónicos y, en menor medida, insectos acuáticos. No se detectó ninguna variación en los hábitos alimenticios a los largo del tiempo, entre tallas ni entre sexos. El factor de condición fue mayor en las hembras que en los machos, sin embargo las medias anuales no fueron significativamente diferentes. Por clases de edad, el factor de las hembras fue ligeramente superior al de los machos en los estadios I y II, e inverso en los III y IV; el más reducido lo

presentaron las hembras del estadio V. La prevalencia parasitaria fue reducida y se limitó al copépodo *Ergasilus*. La viviparidad de la especie se reflejó en una baja tasa de mortalidad y elevada supervivencia.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue parcialmente apoyada por la SECEP, UNAM y por la ENEP Iztacala, UNAM, a través del Dr. Fermín Rivera. Agradecimientos especiales se extienden a las autoridades de la Delegación Miguel Hidalgo por las facilidades proporcionadas para realizar el muestreo. Agradecemos, asimismo, a las siguientes personas por la ayuda de campo y laboratorio G. Vilaclara, F. Castro, M.R. Sánchez, M. Chávez, R. Ortiz, E. Gallegos, P. Bonilla, E. Ramírez, E. Robles. Por su apoyo en el procesamiento de datos agradecemos al personal del Centro de Datos e Información Oceanográfica de la Secretaría de Marina, en especial a A. Gil Zurita y a J. Segura.

BIBLIOGRAFIA

- Alcocer, J., E. Kato, E. Robles y G. Vilaclara. 1988. Estudio preliminar del dragado sobre el estado trófico del Lago Viejo de Chapultepec. Contam. Ambient. 4: 43-56.
- Alcocer, J. & E. Escobar. 1990. The drying up of the Mexican Plateau axalapazcos. Salinet 4: 34-36.
- Alcocer-Durand, J. & E. Escobar-Briones. 1991. Freshwater biological research in Mexico: a brief historical review. Freshwater Forum 1(2): 109-114.
- Alcocer-Durand, J. & E. Escobar-Briones. 1992. The aquatic biota of the now extinct lacustrine complex of the Mexico basin. Freshwater Forum 2(3): 171-183.
- Alcocer, J., E. Kato y M.R. Sánchez. 1993. Chapultepec: una reminiscencia del México lacustre. En: J.L. Camarillo y F. Rivera (eds.). Aspectos de la conservación y biología de la flora y fauna del Valle de México. ENEP-Iztacala, UNAM (En prensa).
- Alvarez, J. y L. Navarro. 1957. Los peces del Valle de México. Comisión para el fomento de la Piscicultura Rural, Dir. Gral. Pesca Ind. Conex., Secretaría de Marina. México. 62pp.
- Alvarez, J. 1970. Peces mexicanos (claves). Inst. Nal. Inv. Biol. Pesq., Comisión Nacional Consultiva de Pesca. México. 165pp.
- Bauer, O.N. 1962. The ecology of parasites of freshwater fishes. Bull. State Res. Inst. Lake Rivers Fish. 49: 96-101.
- Bagenal, T. 1978. Fish production in fresh water. IBP Handbook 3. Blackwell Scientific Publications. Londres. 365pp.
- Bond, C.E. 1979. Biology of fishes. W.B. Saunders Co. Nueva York. 514pp.
- Cassie, R.M. 1954. Some uses of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5: 513-522.
- Díaz-Pardo, E. y D. Ortiz-Jiménez. 1986. Reproducción y ontogenia de *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae). An. Esc. nac. Cienc. biol., Mex. 30: 45-66.
- Echelle, A.A. & A.F. Echelle. 1984. Evolutionary genetics of a "species flock": atherinid fishes on the Mesa Central of Mexico. In: A.A. Echelle & I. Kornfield (eds.). Evolution of fish species flocks. University of Maine Press at Orono. Maine. 93-110.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). E. García de Miranda. México. 217pp.
- Gulland, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. FAO-Acribia. Barcelona. 39-45.
- Guzmán, M., L. Rojas y D. González. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del charal blanco *Macrobrachium tenellum* en relación con factores medioambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Gro., México, (Decapoda: Palaemonidae). An. Inst. Cienc. Mar Limnol. Univ. Nal. Aut. Méx. 9(1): 67-80.
- Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. An. Esc. nac. Cienc. biol., Mex. 30: 121-153.
- Nielsen, L.A. & D.L. Johnson (eds.). 1983. Fisheries techniques. American Fisheries Society. Bethesda. 468pp.
- Nikolski, G.V. 1963. Ecology of fishes. Academic Press. Londres. 352pp.
- Nikolski, G.V. 1969. Theory of fish population dynamics as biological background for national exploitation and management of fishery resources. Oliver & Boyd. Edimburgo. 323pp.

- Ojendis, G.V.M. 1985. Contribución al conocimiento de la biología del mexclapique (*Girardinichthys viviparus*); con algunos aspectos ecológicos de la parte norte del ex-lago de Texcoco. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México. 55pp.
- Pitcher, T.J. & J.B.P. Hart. 1982. Fisheries ecology. The AVI Publishing Company. Westport. 134-143.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service. Vol. 1. 29-32.
- Rosas, M.M. 1976. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Subsecretaría de Pesca. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. México. 115-124.
- Salazar, M.E. 1981. Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innominatus* Bleeker, 1860 (Pisces: Goodeidae) del embalse Requena, Edo. de Hidalgo. Tesis Profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México. 43 pp.
- Turner, C.L. 1933. Viviparity superimposed upon ovo-viviparity in the Goodeidae, a family of cyprinodont teleost fishes of the Mexican Plateau. J. Morphol. 55: 207-251.