



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
I Z T A C A L A**

**CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA
BIOLOGÍA DE *Girardinichthys multiradiatus* EN EL
EMBALSE “LA GOLETA”, EDO. DE MÉXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL
TÍTULO DE BIÓLOGA PRESENTA
CARRASCO CALDERÓN HEIDI PAOLA**

**Director: Dra. Norma A. Navarrete Salgado.
Asesor: M. en C. Gilberto Contreras Rivero.**

Los Reyes Iztacala, Edo. de México 2005.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicado A

Dana, mi más grande tesoro.

Maru y Tito, los pilares de mi vida.

Cande y Ray, mi apoyo en tiempos difíciles.

Aline y Pato, mis compinches.

Denis, mi paciencia.

Adolfo, mi monotonía interrumpida.

Mis abuelitos, mis 4 grandes ejemplos.

A mis amigos: Vero, Gabriel, Erika, Mari, José Luis, Roberto, Martha, Fanny, Joel, Lorena, Irina, Rafa, Elvia, Larry y Fili, por todas las locuras, experiencias, pláticas y consejos que tuvimos.

A aquellas personas que al tratar de perjudicarme me hicieron más fuerte.

Y especialmente a ti ABD AL-RAHMAN ...

*“No olvidaré nunca que Dios es el autor de la ciencia,
y cuánta es la diversión que brinda al permitirme descubrir una
pequeña parte de su maravillosa creación”*

Janice Van Cleave

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de trabajo del Laboratorio de Producción de Peces e Invertebrados en la UNAM FES-Iztacala, por todas las facilidades y atenciones brindadas, especialmente a la Dra. Norma A. Navarrete Salgado, directora de tesis, y al M. en C. Gilberto Contreras Rivero, asesor, por el apoyo, la guía, paciencia y dedicación expresadas durante el desarrollo de este trabajo.

Al Biól. Guillermo Elías Fernández por la minuciosa revisión de este estudio.

Al Dr. Sergio Cházaro Olvera y a la Biól. Alba Márquez Espinoza por contribuir al enriquecimiento del mismo.

Por último, a todos los estudiantes, académicos y trabajadores de la UNAM FES-Iztacala, por hacer de esta escuela un lugar excepcional.

ÍNDICE

Resumen	6
Introducción	7
Antecedentes	13
Justificación y Objetivo General	17
Área de estudio	18
Metodología	20
Resultados	26
Discusión	31
Conclusiones	38
Anexo de figuras	40
Literatura citada	47

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo contribuir al conocimiento de la abundancia, biomasa, crecimiento y reproducción de *Girardinichthys multiradiatus*, un organismo endémico y su relación con parámetros ambientales; en el embalse “La Goleta” en el Estado de México. Se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 1998, utilizando un chinchorro charalero. Los organismos fueron identificados con las claves de Álvarez (1970) y cada uno fue medido y pesado. La mayor abundancia se presentó en el mes de febrero y la mínima en el mes de enero, encontrando que la temperatura, la transparencia y la concentración de oxígeno disuelto, son factores limitantes para la abundancia. En cuanto a biomasa, se obtuvo en el mes de diciembre la mayor cantidad y en el mes de julio el mayor número de organismos maduros. Se registraron cuatro clases de edad a lo largo del año para *G. multiradiatus*, mostrando un crecimiento de tipo alométrico; y en la relación peso-longitud tiende a un tamaño asintótico. En cuanto a la fecundidad, se registró un promedio de 27 embriones por hembra y en la relación fecundidad-longitud, mostró un comportamiento potencial al aumentar proporcionalmente la longitud de las hembras, presentando un ciclo reproductor continuo durante todo el año.

INTRODUCCIÓN

La familia endémica Goodeidae, originada y restringida al Sistema Lerma- Santiago y cuencas adyacentes cuenta con 38 especies de las cuales, 16 se localizan en este sistema, otras tienen una distribución local (Pánuco 3 especies, Balsas 4 especies, Armería-Coahuayana 4 especies, Ameca- Magdalena 5 especies). *Xenotoca variata* y *Goodea atripinnis* son las de más amplia distribución (González, *et al.* 2001).

Los goodeidos son organismos que generalmente alcanzan una longitud de 200 mm, pero muchos no alcanzan más de 100 mm. Tienen una gran variedad de hábitats, algunos viven en lagos, ríos y lagunas de aguas templadas o semicálidas poco oxigenadas y en zanjas de irrigación que pueden tener solamente algunos mm de agua; tienen predilección por las zonas poco profundas donde existe maleza acuática y abundante materia orgánica (León, 1988). Su cuerpo a menudo refleja el tipo de hábitat; ciertos peces de las corrientes de los ríos, como *Ilyodon*,

son nadadores rápidos con los cuerpos delgados, aerodinámicos y la aleta caudal grande. En las charcas y lagos, apartadas de la corriente, se encuentran formas como *Skiffia*, organismos lentos que maniobran fácilmente en la vegetación densa, escudriñando con las aletas pectorales como una reminiscencia de muchos peces residentes de corales (Fitsz西蒙斯, 1972).

Esta familia incluye todos los tipos de consumidores: carnívoros con dientes cónicos y ciegos cortos como *Allophorus*; herbívoros con dientes bífidos y ciegos en espiral largo en el caso de *Ameca*; u omnívoros con los dientes y ciegos de formas variables, *Xenotoca*; los hábitos de alimentación se extienden de totalmente carnívoro a totalmente herbívoro en diversos lugares (Fitsz西蒙斯, *Op. cit.*).

Las características de la unificación de la familia se relacionan con el modo de la fertilización interna en la reproducción y del nacimiento vivo. La modificación distintiva de la aleta anal masculina, la presencia de un órgano muscular interno de la función reproductiva evidente en el macho, la

estructura del ovario, y el desarrollo de la trofotenia en embriones distinguen a los goodeidos del resto de los ciprinodóntidos. Los primeros seis o siete radios de la aleta anal masculina son apretados, acortados, y separados a menudo del resto de la aleta por una muesca; ayudando probablemente a la inseminación (Rosas, 1982). Los radios anales anteriores del macho se han descrito como "gonopodios", término que primero se aplicó a la aleta anal masculina alargada de los poecilidos, pero este término puede ser un término inapropiado para los goodeidos puesto que el papel de la aleta anal en la intromisión del esperma no ha sido demostrado. Los machos de este género también tienen un corto tubo altamente muscular que conecta los conductos de la esperma con la abertura genital; a esta estructura se le ha llamado pseudofalo. Se dice que lo utiliza para expeler el semen fuertemente o para volcarse y colocarse en la abertura genital de la hembra, pero, como con el gonopodio, su función sólo han sido conjeturas y no han sido demostradas. Las hembras tienen un solo ovario medio formado por la unión de rudimentos laterales, cuyas

paredes internas forman un tabique (Fitsz西蒙s, 1972). Los nutrientes, durante la embriogenia, pueden ser parcial o totalmente proporcionados por la madre, mediante estructuras especializadas o por el vitelo almacenado dentro del huevo durante la ovulación (Whittler y Crews, 1987).

En esta familia se encuentra el género *Girardinichthys*, anteriormente conocido como *Lermichthys*, el cual ha tendido a la disminución del número y tamaño de los ciegos, presentando sólo cuatro, en dónde el par anterior surgió a partir de una trofotenia primitiva, la cual estaba representada por una forma de roseta, con sus ciegos cortos y su disposición radial (Álvarez, 1970).

Dentro de este género encontramos a la especie *Girardinichthys multiradiatus*, cuyo nombre común es mexclapique de Zempoala o de Alto Lerma (Froese y Pauly, 1999); se localiza en las cuencas del Lerma-Santiago y del Balsas, desde el nacimiento de la cuenca alta del Lerma hasta Marabatío, Michoacán y las lagunas de Zempoala, en Morelos (Torres-Orozco, 1991). Es una especie vivípara con un marcado

dimorfismo sexual en el que el macho, no es mayor a los 3.5 cm y presenta una aleta anal modificada (espermatopodio) que funciona como un órgano que facilita la fecundación interna; por lo regular las hembras son de mayor talla que los machos, llegando a medir hasta 5 cm. La reproducción ocurre durante todo el año y tienen camadas de hasta 30 crías (Astudillo, 1998).

Son peces demersales de agua dulce cuyo pH oscila entre los 6 y los 7.5; la temperatura en la que habitan va desde los 12°C hasta los 20°C. Tienen un color amarillo brillante por lo que en algunos lugares se le conoce con el nombre de doradilla (Torres-Orozco, 1991). Esta especie es muy abundante en los hábitats anteriormente descritos y entre sus principales depredadores se encuentra la trucha arco iris y algunos anfibios como ranas y serpientes acuáticas (CONANP, 2005).

Por lo regular viven muy próximos a la orilla de los lagos, entre la vegetación acuática que ahí se presenta, donde encuentran refugios de los depredadores, y es en estos sitios donde los machos dominantes defienden pequeños territorios, a los que

posteriormente acceden las hembras para reproducirse (CONANP, *Op. cit.*).

Su alimentación incluye, principalmente, pequeños invertebrados como efemerópteros, copépodos, cladoceros, hemípteros, anfípodos y coleópteros, los cuales se encuentran entre la vegetación sumergida y en los fondos (CONANP, *Op. cit.*).

ANTECEDENTES

Taxonomía

- Álvarez (1970) reconoce solamente a la especie *Girardinichthys vivíparus*, a *G. multiradiatus* lo ubica como *Lermichthys multiradiatus*.

- Miller y Fitzsimons (1971) proponen la sinonimia *Lermichthys* = *Girardinichthys* porque muestran dimorfismo sexual en la aleta dorsal y anal; por el número de vértebras (20 a 37) y porque carecen de poros preoperculares, supraorbitales y mandibulares.

- Uyeno, *et al.* (1983) reportan que *Girardinichthys* como género comprende a *G. vivíparus* y a *G. multiradiatus*, ambos con cariotipos primitivos y muy cercanos a *Hubbsina*.

Biología

- Burt y Macías (2003) reportan el uso de marcas visuales en *G. multiradiatus*, para orientarse, y proponen la existencia de un poro navegacional.

- Astudillo (1998) realizó un estudio sobre la ligulosis y su efecto sobre la biología de *G. multiradiatus* en la que observó una disminución de la población debido a la infección por *Ligula intestinalis*, aunado a otros factores desfavorables para la especie.

- González (1982) estudia histológicamente el ovario del pez *Lermichthys* en cautiverio (laboratorio).

- Salazar (1981) registra que la temperatura es un factor limitante en la abundancia de *Girardinichthys innominatus* y que presenta un crecimiento de tipo alométrico en el embalse “Requena” del Edo. de Hidalgo.

- Lamothe y Cruz (1972) encontraron en 21 ejemplares de *Lermichthys multiradiatus*, de la ciénega del Lerma, una reducción en el tamaño de las gónadas a consecuencia del parasitismo por *Ligula intestinalis*.

Etología

- Macías y de Perera (2002) reconocen las preferencias de las hembras de *G. multiradiatus* a la luz UV reflejada en los

costados de los machos por lo que influyen en la elección de pareja, siendo los más llamativos los elegidos por las hembras.

- González, *et al.* (2001) estudian el comportamiento sexual de los machos de *G. multiradiatus* que presentan un punto negro en el orificio anal, parecido al que muestran las hembras preñadas, por lo que son confundidos con ellas, y tienen más oportunidades de apareo al no ser atacados por otros machos.

- Macías, *et al.* (1998) proponen que la escasez de machos en *G. multiradiatus* es debida a la alta depredación de los que son más ornamentados, perdiendo oportunidades de apareo y, por lo tanto, la capacidad para colonizar nuevos habitats.

- Valero (1998) estudia el acoso sexual y la competencia entre hembras del pez amarillo *G. multiradiatus* en cautiverio, obteniendo que la presencia de los machos y el acoso implica costos reproductivos para las hembras.

- Macías (1994) comprueba que las poblaciones de *G. multiradiatus* son altamente agresivas en los periodos de celo y

que las peleas suelen darse con mayor frecuencia entre machos con los radios sexuales bien definidos, al disputarse tanto los espacios de cortejo como a las hembras.

- Macías, *et al.* (1994) evidencian que en *G. multiradiatus*, los machos con el gonopodio más prolongado son más torpes para escapar de sus depredadores por lo que son fácilmente cazados.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO GENERAL

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP registra a *Girardinichtys multiradiatus*, como una especie endémica de México. Así mismo, existen pocos trabajos enfocados a la ecología de este organismo, por lo que se plantea el siguiente objetivo: contribuir al conocimiento de la abundancia, biomasa, crecimiento y reproducción de *Girardinichthys multiradiatus* por periodo de un año; en el embalse “La Goleta” Edo. de México.

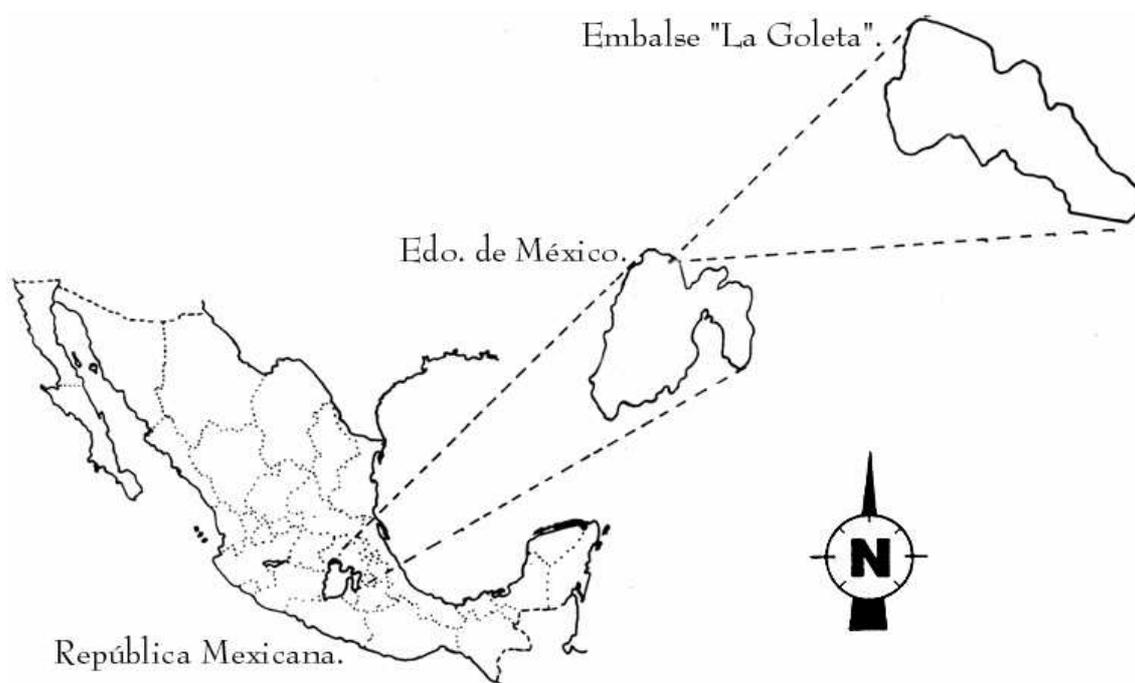
ÁREA DE ESTUDIO

El embalse “La Goleta” se ubica en el eje neovolcánico perteneciente a la subcuenca del alto Pánuco, en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Edo. de México. Situado en las coordenadas 20° 04’ 44’’ y 20° 04’ 15’’ de latitud norte y 99° 31’ 12’’ y 99° 31’ 44’’ de longitud oeste, a una altitud de 2460 msnm. Comunicada con la carretera México-Querétaro a la altura del km 98. Construida por la SARH con fines de almacenamiento de agua, presenta una capacidad de 1.8 millones de m³ para regar un área aproximada de 396 hectáreas, beneficiando con ello a unas 350 familias que ahí habitan, las tierras de la región son usadas para la agricultura temporal, permanente, de riego y pastizal inducido para alimentar al ganado. (Lugo, 1988).

El clima de la región según Köppen, modificado por García (1973) es de tipo C(W₂), W que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano siendo el más

húmedo de los subhúmedos. Entre abril y junio se registra un promedio de 38° C de temperatura, en tanto que en diciembre y enero, los meses más fríos y secos del año, se presenta de -3° C. La temperatura media anual es de 15° C (García, *Op. cit*).

Presenta una frecuencia de granizada de 0 a 2 días, la frecuencia de heladas es de 40 a 60 días y presenta un coeficiente P/T entre 43.2055, con su porcentaje de lluvias menor a 5 (García, *Op. cit*).



Ubicación del embalse “La Goleta”

METODOLOGÍA

Los muestreos para el presente trabajo se realizaron mensualmente de enero a diciembre de 1998 en tres estaciones a lo largo del embalse, en la parte somera, en las cuales se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- Temperatura con termómetro Taylor (-35° a 50° C).
- Transparencia con disco de Secchi.
- Oxígeno disuelto con oxímetro YSI – 33.
- Alcalinidad por titulación con ácido sulfúrico 0.02 N.
- Dureza por titulación con EDTA 0.1 mm.

Para las capturas se utilizó un chinchorro charalero de 30 m de longitud por 1.5 m de caída y 1/3 de pulgada de luz de malla; los peces se fijaron en formol al 10% y se etiquetaron, transportándolos posteriormente en bolsas de plástico al laboratorio (Gaviño, *et al.* 1996), para ser identificados con las claves de Álvarez (1970).

Cada organismo se midió con un vernier graduado en mm y se pesaron en una balanza semianalítica hasta décimas de gr; posteriormente se determinaron las frecuencias en las clases de longitud a intervalos de 5 mm.

A través del método de Cassie (1954) se calcularon las frecuencias en cada clase de talla, así como las frecuencias relativas acumuladas en cada clase, en seguida se graficaron en papel probabilidad para observar los cambios marcados en las pendientes de la curva, determinándose así las clases de edad.

Una vez obtenidas estas últimas, se estimó el ritmo de crecimiento en base al modelo propuesto por Von Bertalanffy (1938) en Bagenal y Tesh (1978), tanto en peso como en longitud:

$$dL / dt = K (L_{\text{máx}} - L_t)$$

$$\text{integrando: } L_t = L_{\text{máx}} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Dónde:

$L_{\text{máx}}$ = Longitud máxima.

L_t = Longitud a un tiempo dado.

K = Coeficiente metabólico.

t_0 = Edad teórica del pez cuando su longitud es 0.

Cada una de las variables se calculó de la siguiente manera:

La $L_{máx}$ se obtuvo analíticamente utilizando el método de Ford-Walford (Bagenal y Tesh, 1978):

$$L_{máx} = a / 1 - b$$

Donde:

a = Ordenada al origen.

b = Pendiente.

Las constantes K y t_0 se calcularon con base a la ecuación linealizada de Von Bertalanffy:

$$\ln (L_{máx} - L_t) / L_{máx} = Kt_0 - Kt$$

Por lo tanto: $\ln (L_{máx} - L_t) / L_{máx}$ vs. clases de edad.

Obteniendo de la anterior expresión la tasa de crecimiento “K” representada por la pendiente mientras que Kt_0 representa el valor de la ordenada al origen:

$$a = Kt_0$$

por lo tanto: $t_0 = a / K$

Determinándose así el crecimiento en longitud.

Subsecuentemente con los valores registrados de peso y longitud se estructuró la relación peso-longitud, con base en la ecuación descrita por Le Creen en Weatherly (1972):

$$W = a L^b$$

Donde:

W = Peso.

L = Longitud.

a = Factor de condición (según Ricker (1975), ordenada al origen).

b = Pendiente.

Además se determinó la relación peso-edad de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy en Enhard (1981):

$$W_t = W_{\text{máx}} (1 - e^{-K(t-t_0)})^n$$

Donde:

$W_{\text{máx}}$ = Peso máximo.

W_t = Peso del pez a una edad.

n = Tipo de crecimiento.

Posteriormente se disectaron los organismos para establecer la madurez gonádica conforme a los criterios de Díaz-Pardo y Ortíz (1986) para hembras y Nikolsky (1963) para machos.

Por último, se realizó el conteo de embriones intraováricos para establecer la relación fecundidad-longitud utilizando el modelo de Bagenal y Tesh (1978) y Gerking (1978):

$$F = a L^b$$

Donde:

F = Fecundidad.

L = Longitud.

a = No. de embriones.

b = Pendiente.

Las constantes a y b fueron calculadas utilizando una regresión del tipo:

$$\ln F = \ln a + b \ln L$$

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos

La temperatura presentó su mínimo valor en el mes de enero (13° C) y el mayor en el mes de junio (20° C) (Fig. 1).

La transparencia mínima fue en el mes de julio (0.1 m) y la máxima en el mes de enero (0.22 m) (Fig. 2).

La concentración de oxígeno mínima fue en el mes de agosto (5.8 mg/l) y la máxima en el mes de enero (7.8 mg/l) (Fig. 3).

El valor de alcalinidad mínimo fue en el mes de octubre (24.6 mg CaCO₃/l) y el máximo en el mes de junio (43.6 mg CaCO₃/l) (Fig. 4).

En cuanto a dureza, el valor mínimo se presentó en el mes de octubre (54.4 mg CaCO₃/l) y el máximo en el mes de marzo (74 mg CaCO₃/l) (Fig. 5).

Parámetros biológicos

En abundancia el valor mínimo se registró en el mes de enero (no hubo organismos en 500 m²) y el máximo en los meses de febrero (10 organismos en 500 m²) y mayo (9 organismos en 500 m²) (Fig. 6).

La biomasa mínima registrada fue en los meses de enero (0. g/m²), marzo (0.6 g/m²) y agosto (0.5 g/m²); la máxima en los meses de mayo (7.4 g/m²) y diciembre (7.7 g/m²) (Fig. 7).

El número mínimo de organismos maduros fue en el mes de diciembre (2) y el máximo en el mes de julio (74) (Fig. 8).

Edad y crecimiento

En la gráfica de frecuencia relativa acumulada contra longitud patrón (Fig. 9), se encontraron cuatro inflexiones, a partir de las cuales se determinaron cuatro clases de edad y su longitud promedio (Tabla 1).

Con base en el resultado anterior, se aplicó el método analítico de Ford-Walford, obteniendo de esta forma la longitud máxima. El resultado fue el siguiente:

$$L_t + 1 = 0.8139$$

$$L\alpha = 0.8139 / 1 - 0.88 = 6.78 \quad (r = 0.99)$$

Al linealizarlo con el modelo Von-Bertalanffy, proporcionó los siguientes datos:

$$k = -0.1328$$

$$t_0 = 3.1069 \quad (r = 0.99)$$

Quedando la ecuación que describe la tasa de crecimiento en longitud, para *G. multiradiatus*, de la siguiente forma:

$$L_t = 6.78 (1 - e^{-0.1328 (t - 3.1069)})$$

La curva de crecimiento descrita en la ecuación anterior se encuentra en la figura 10.

Peso – Longitud

La relación peso-longitud, correspondientes a los doce meses del año, quedó estructurado de la siguiente forma:

$$W = 0.013 L^{3.4634} \quad (r = 0.92)$$

El valor del factor de condición fue de 0.013 y el del tipo de crecimiento de 3.4634, en la figura 11 se muestra el comportamiento de la relación peso-longitud para el periodo de estudio.

Fecundidad – longitud

Para establecer el modelo de esta relación, se obtuvo el número de embriones intraováricos encontrados en hembras preñadas, correspondientes a todo el periodo de estudio, resultando el modelo siguiente:

$$F = 2.2235 L^{1.9048} \quad (r = 0.58)$$

El comportamiento de la relación fecundidad-longitud se puede observar en la figura 12.

También se registró la talla mínima de una hembra con embriones que fue de 3.3 cm; el número mínimo fue de 20 embriones en una hembra de 3.5 cm de longitud y el máximo de 37 en otra hembra de 4.2 cm de longitud.

Del total de hembras capturadas, el 74% se encontraba en estado de gravidez y el otro 26% en posibilidad de reproducirse.

DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos

La temperatura mostró un comportamiento descendente del mes de agosto al mes de diciembre (Fig. 1), donde se registraron los valores más bajos, esto se debe a que la incidencia de luz solar fue menor por encontrarse en las estaciones más frías del año, por lo que se pierde una gran cantidad de energía térmica y por lo tanto el agua tiende a disminuir su temperatura (Wetzel, 1981).

A partir del mes de enero aumentó progresivamente, mostrando sus valores más altos en el mes de junio y agosto, ya que como menciona Wetzel (1981), la luz solar fue más intensa por encontrarse en las estaciones más cálidas del año y a la condensación de vapor de agua en la superficie, misma que también proporciona un aporte de calor al cuerpo de agua.

La transparencia mostró su valor más bajo en el mes de julio (Fig.2), debido a que las lluvias provocan deslaves que

arrastran gran cantidad de partículas, las cuales hacen disminuir la visibilidad dentro del agua. Por el contrario en los meses de diciembre y enero, estos valores aumentan porque los materiales que se encontraban en suspensión han bajado al sustrato para ser oxidados (Margalef, 1989).

La concentración de oxígeno disuelto (Fig. 3) presentó una relación inversa con la temperatura, debido a que al disminuir la temperatura ambiental, disminuye la incidencia de calor en el agua (Wetzel, 1981) ya que se observó que en el mes de enero tuvo la concentración más alta, debido a que la temperatura era baja (Arredondo, 1986). Por el contrario, en el mes de agosto se registró un descenso en la concentración de oxígeno, debido a que la temperatura en esta temporada fue mayor, propiciando la descomposición bacteriana de la materia orgánica.

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Terrón (1994) y Contreras (1990), lo cual indica que estos dos parámetros (temperatura y concentración de oxígeno)

mantienen una relación inversamente proporcional en el embalse “La Goleta”.

En el mes de octubre se registró la menor alcalinidad (Fig. 4) y dureza (Fig. 5), este comportamiento, se debe a las precipitaciones propias de la época, que diluyen la concentración de iones y aniones. Los valores máximos de dureza y de alcalinidad, indican que se trata de agua suave o ligeramente dura, y fueron registrados en los meses de marzo y junio, respectivamente, mismos que se encuentran en la temporada más cálida del año, provocando la evaporación del agua y el aumento en la concentración de iones y aniones (Arredondo, 1986).

Estos resultados también fueron obtenidos por Terrón (1994) en el mismo embalse.

Parámetros biológicos

La mayor abundancia de *G. multiradiatus*, se presentó en los meses de febrero y mayo (Fig. 6), debido a que las

condiciones de temperatura (14.5 y 19° C) y concentración de oxígeno (6.5 y 6.9 mg/l) fueron las adecuadas para su sobrevivencia, como lo describe de la Luz (1990), para *Girardinichthys vivíparus*, en el lago Nabor Carrillo, donde registró los valores óptimos de temperatura entre los 16 y 22° C y en concentración de oxígeno de 4.32 a 7 mg/l.

Por otro lado, la escasa presencia de *G. multiradiatus* en el mes de enero, puede atribuirse a la baja temperatura (13°C) y a valores muy altos en la transparencia (0.22 m), los cuales propician que la especie migre dentro del mismo embalse a zonas donde la temperatura no fluctúe tanto y exista mayor disponibilidad de alimento (Bardach, *et al.* 1986).

Se encontró que la biomasa tiene el valor más alto en diciembre, lo cual coincide con un valor alto de abundancia, así el número de organismos determinó un valor alto de biomasa (Krebs, 1985).

En cuanto a organismos maduros, el mayor número se registró en el mes de julio (Fig. 8), debido a que es el mes en el

cual el embalse empieza a recuperar su volumen; al aumentar el volúmen de agua se producen amplias zonas de vegetación sumergida, rica en organismos alimenticios (Terrón, 1994) que son aprovechados por los peces. Esto se respalda con los valores obtenidos en la transparencia, ya que en el mes de julio se presentó el más bajo y en el mes de diciembre el más alto, por lo que se registró un menor número de organismos.

Edad y Crecimiento

Para *G. multiradiatus* se determinaron cuatro clases de edad a partir de los puntos de inflexión (Fig. 9), semejante a las reportadas por Cedillo (1997) y de la Luz (1990), para *G. vivíparus*.

La tasa de crecimiento ($k = -0.1328$) fue mayor para *G. multiradiatus*, comparada con la tasa de crecimiento de *G. vivíparus*, reportada por Cedillo (1997) que fue de -0.095 .

La longitud máxima de *G. multiradiatus* fue de 6.78 cm, al compararla con las reportadas por de la Luz (1990) y Cedillo

(1997), éstas fueron de 6.01 y de 6.03 cm respectivamente, para *G. vivíparus*; esto significa que la especie *G. multiradiatus* alcanza una mayor longitud.

Peso – Longitud

El crecimiento que presenta *G. multiradiatus* es de 3.46, por lo que es de tipo alométrico, es decir, que a través del tiempo, los cambios de talla y peso no permanecen uniformes; como señalan, Bagenal y Tesh (1978), Lagler, *et al.*(1984), Ricker (1975) y Nikolsky (1963), en una relación peso-longitud aquellos organismos cuya pendiente tiene un valor diferente de tres, presenta este tipo de crecimiento. Esto se debe a los cambios en las proporciones de los organismos, provocados por el incremento en peso durante la maduración sexual (Nikolsky, *Op. cit.*). El resultado obtenido coincide con lo reportado por Godínez (2001), Cedillo (1997), Terrón (1994), de la Luz (1990) y Salazar (1981) para *G. vivíparus*.

Fecundidad – Longitud

El número mínimo de embriones (20) fue mayor que el reportado para *G. vivíparus* por Terrón (1994) y Díaz-Pardo y Ortiz (1986), con 4 y 8 respectivamente. Sin embargo el número máximo (37), fue menor al registrado por de la Luz (1990) con 67, Terrón (1994) con 83, Cedillo (1997) con 87 y Díaz-Pardo y Ortíz (1986) con 48.

En cuanto a la talla mínima de hembras preñadas, se obtuvo una longitud mayor (3.3 cm) que la reportada por de la Luz (1990) y Terrón (1994) con 3 y 2.2 cm respectivamente.

La relación fecundidad-longitud en *G. multiradiatus* mostró un comportamiento potencial, al aumentar proporcionalmente el número de embriones respecto a la longitud de las hembras. También se observó la presencia de embriones durante todo el periodo de estudio, lo que sugiere un ciclo reproductor continuo durante todo el año.

CONCLUSIONES

1.- Los parámetros que influyeron directamente sobre la abundancia de *G. multiradiatus*, fueron la temperatura, el oxígeno disuelto y la transparencia.

2.- La mayor abundancia de *G. multiradiatus*, se registró en los meses de febrero y mayo.

3.- La biomasa tiene el valor más alto en diciembre.

4.- El mayor número de organismos maduros se presentó en el mes de julio.

5.- Se registraron cuatro clases de edad a lo largo del año para los organismos de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta”.

6.- El crecimiento que presentó *G. multiradiatus* fue de tipo alométrico.

7.- El número mínimo de embriones fue de 20 y la talla mínima de una hembra preñada fue de 3.3 cm.

8.- El número máximo de embriones fue de 37.

9.- La relación fecundidad-longitud en *G. multiradiatus* mostró un comportamiento potencial, presentando un ciclo reproductor continuo durante todo el año.

ANEXO DE FIGURAS

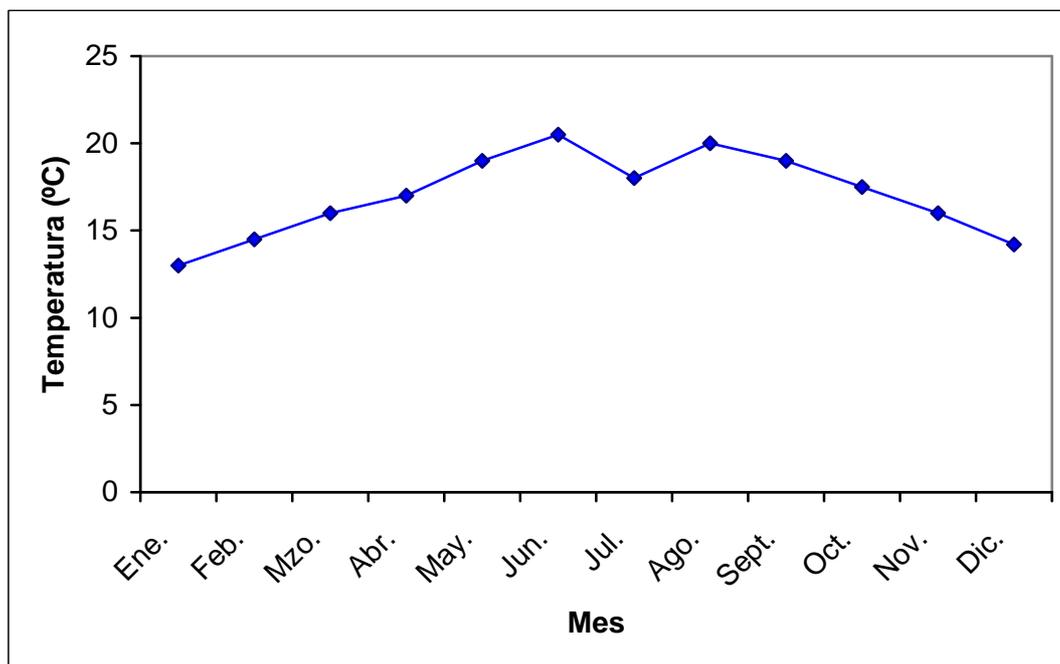


Fig. 1. Temperatura registrada en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

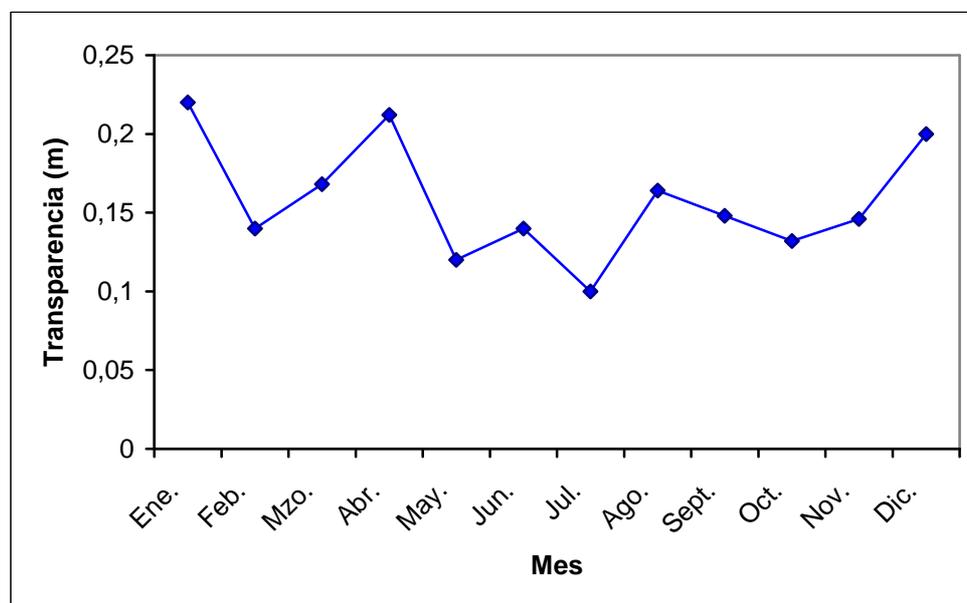


Fig. 2. Transparencia registrada en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

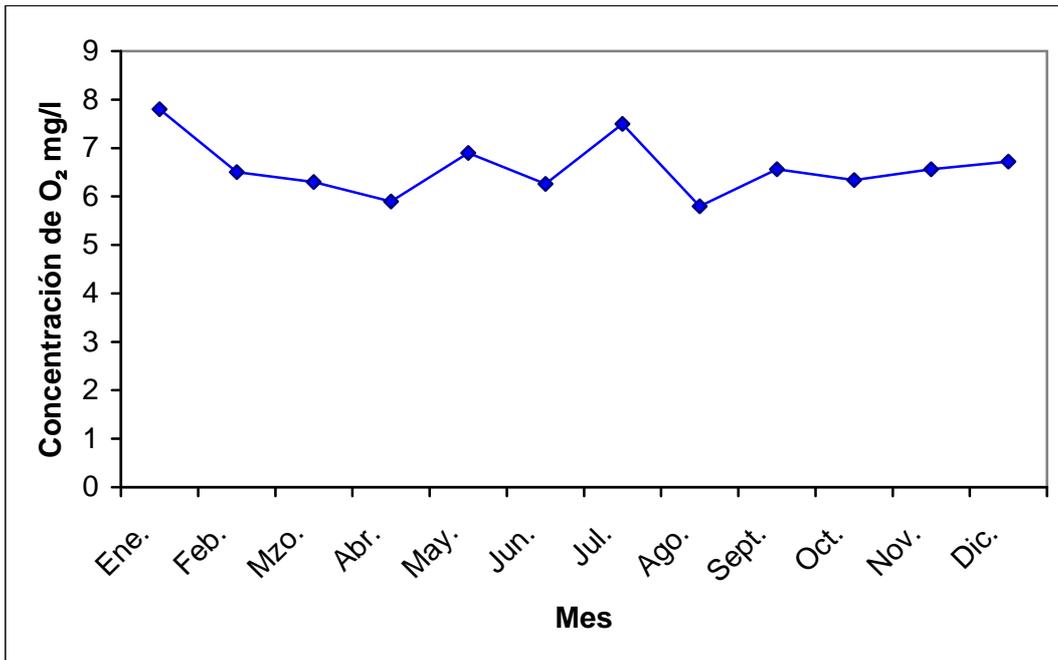


Fig. 3. Concentración de O₂ registrada en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

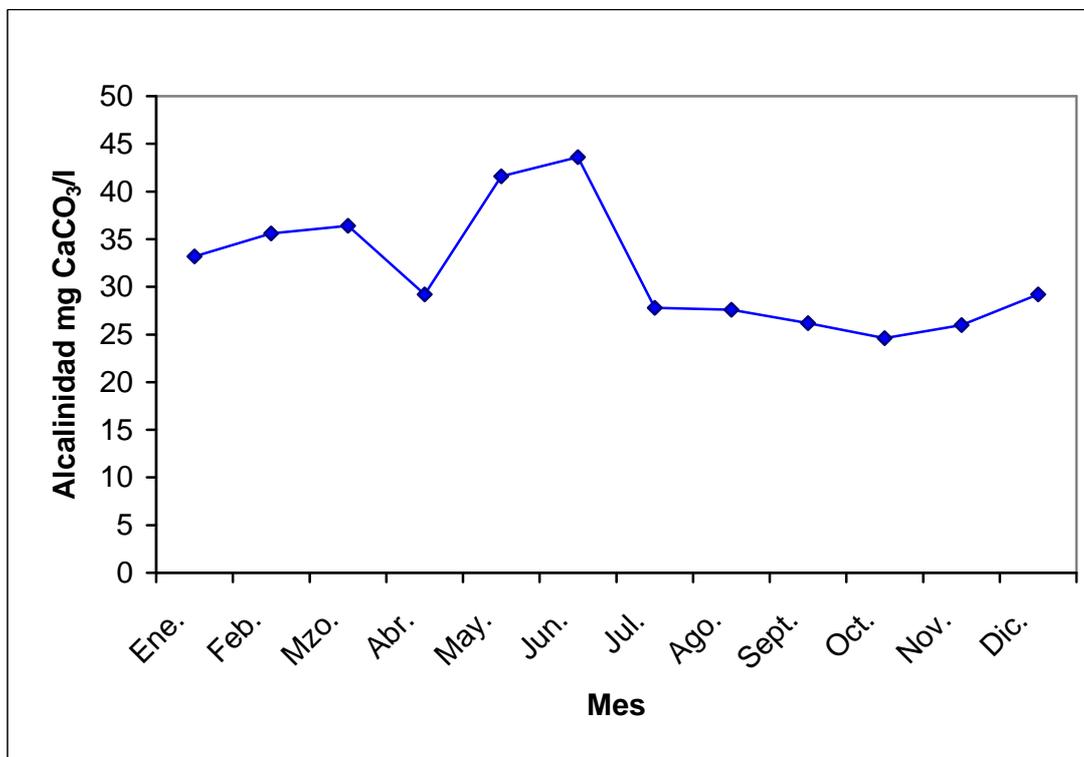


Fig. 4. Alcalinidad registrada en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

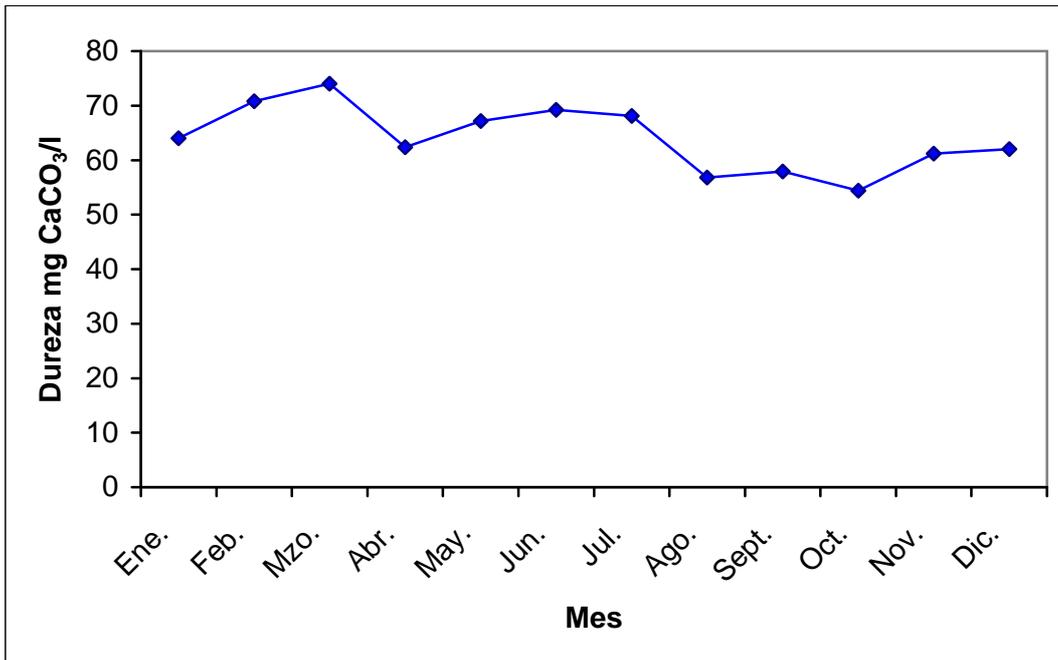


Fig. 5. Dureza registrada en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

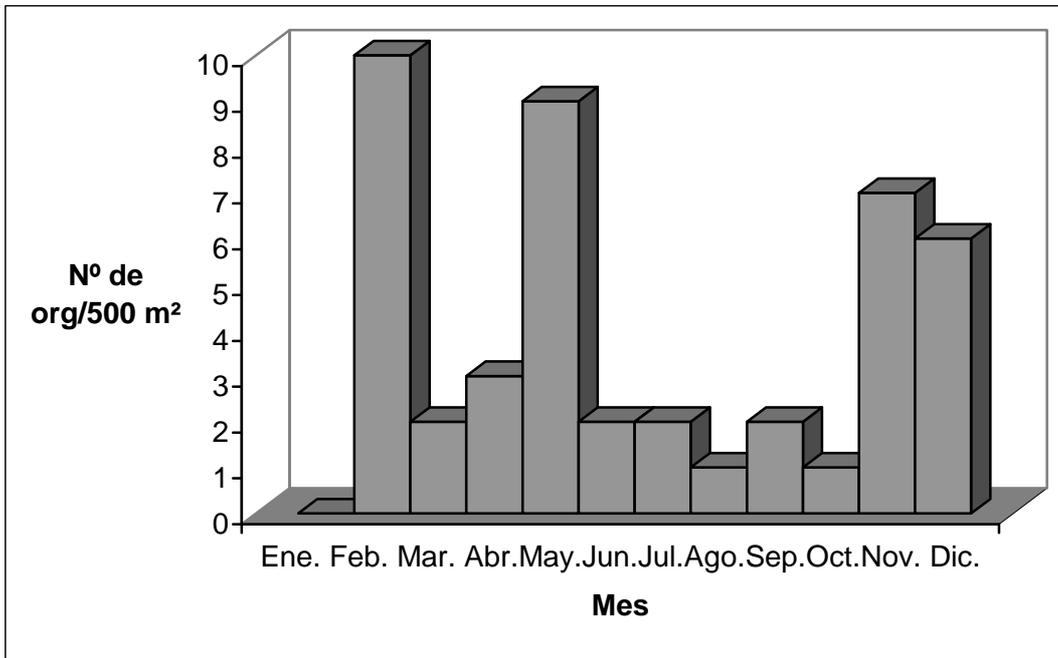


Fig. 6. Abundancia de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

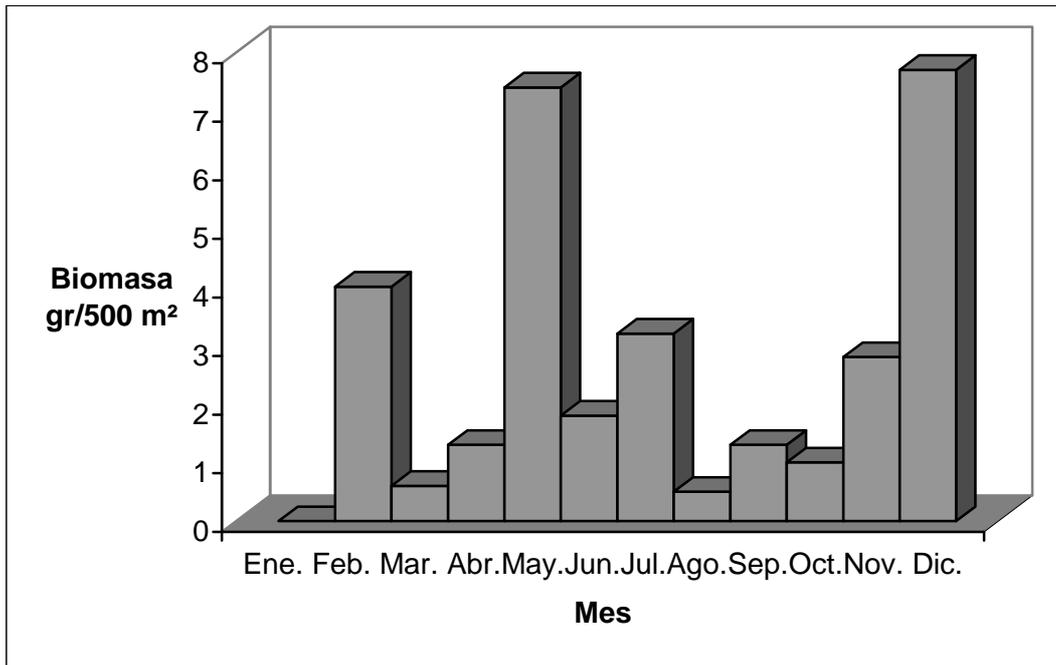


Fig. 7. Biomasa de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

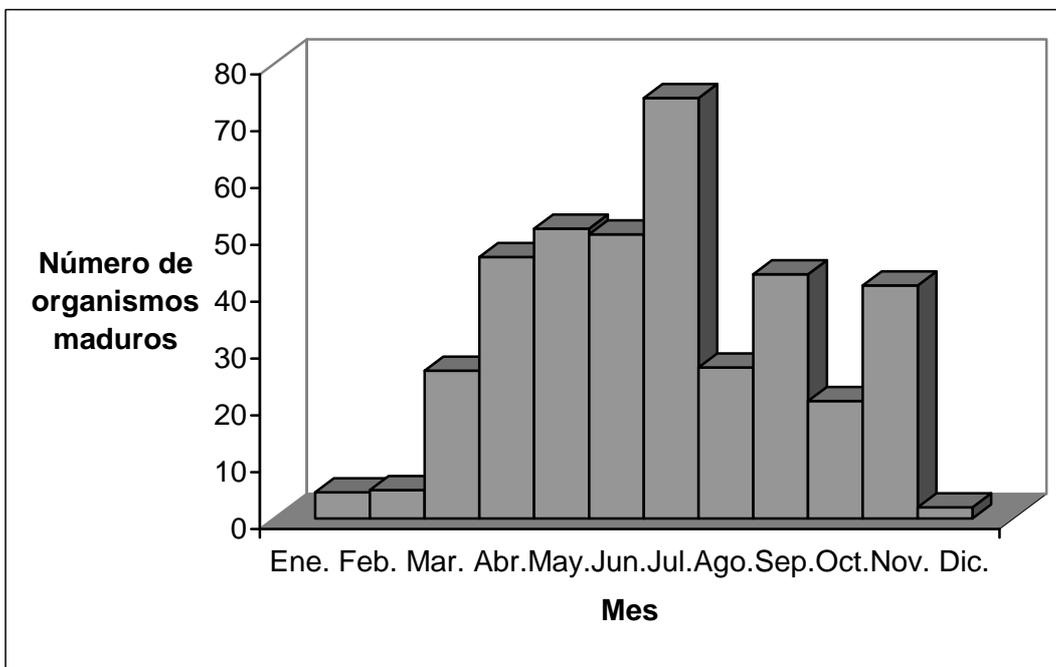


Fig. 8. Organismos maduros de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

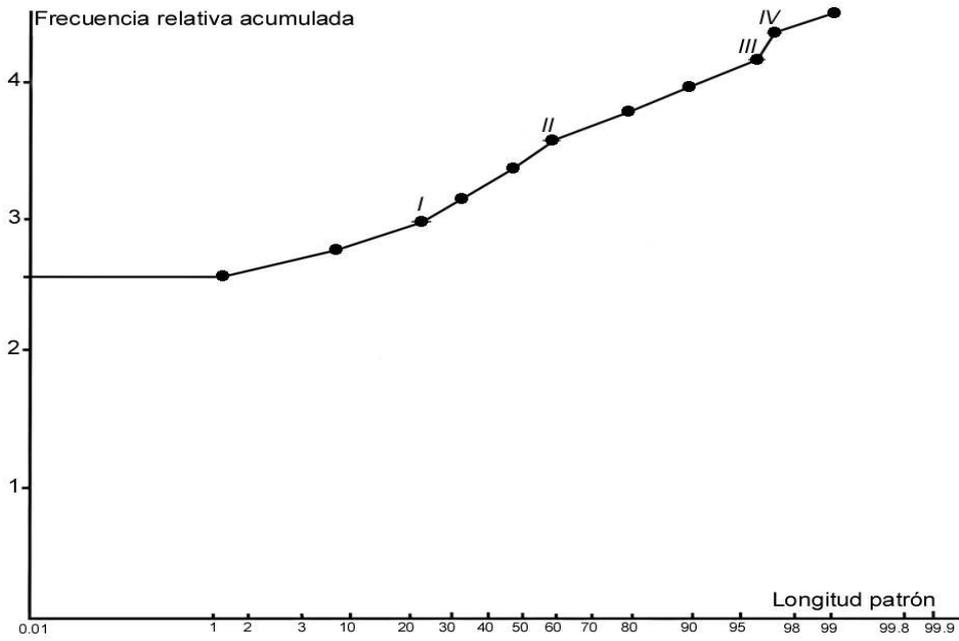


Fig. 9. Frecuencia relativa acumulada de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

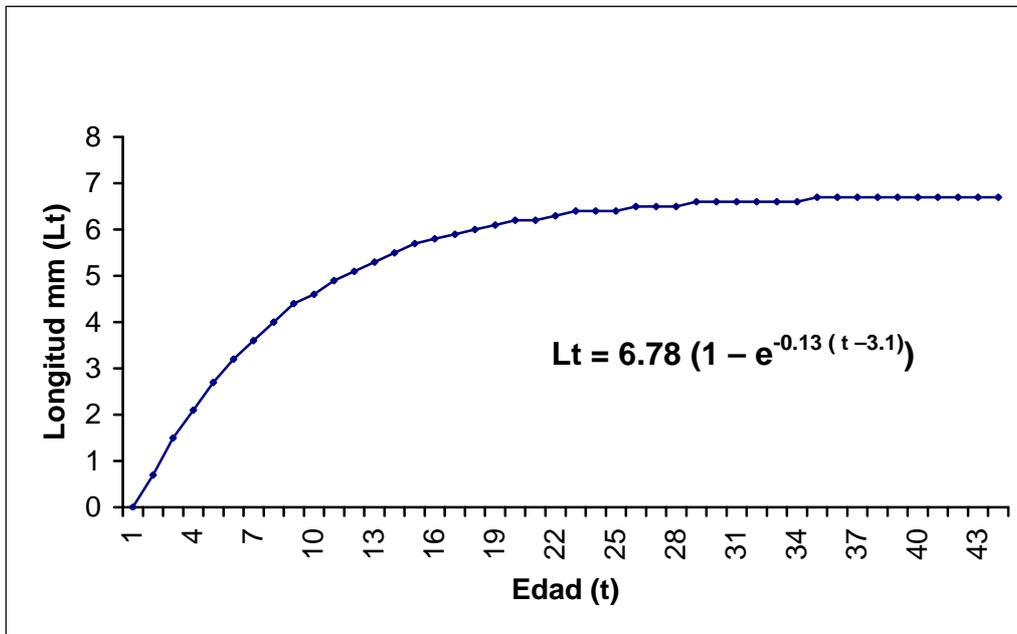


Fig. 10. Crecimiento en longitud de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

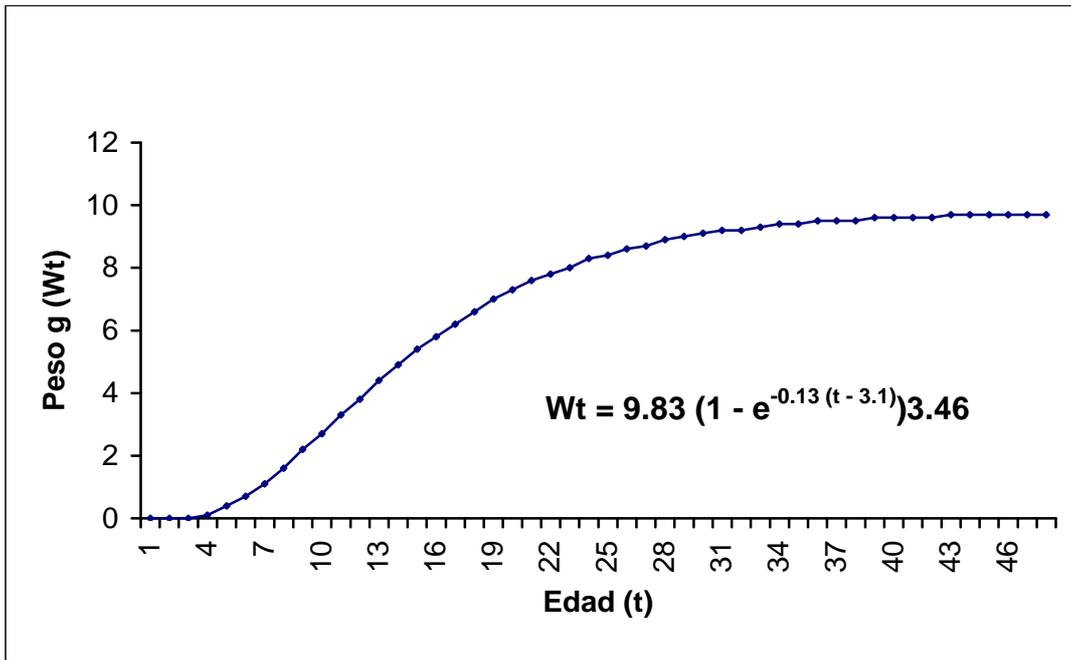


Fig. 11. Crecimiento en peso de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

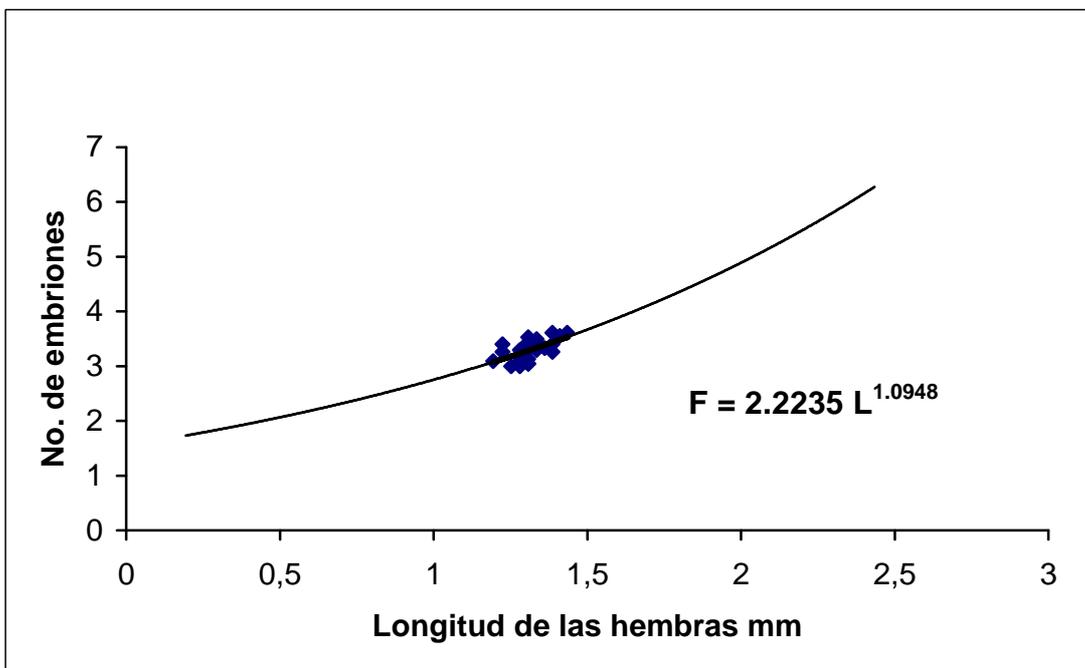


Fig. 12. Fecundidad de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

CLASES DE EDAD	LONGITUD PROMEDIO mm
I	2.85
II	3.35
III	3.75
IV	4.15

Tabla 1. Determinación de las clases de edad de *G. multiradiatus* en el embalse “La Goleta” de enero a diciembre de 1998.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, V. J. 1970. *Peces Mexicanos (claves)*. Comisión Nacional Consultiva de Pesca. I.N.I.B.P. México. 1: 166 p.
- Arredondo, F. J. L. 1986. *Piscicultura Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua, en estanques de piscicultura intensiva*. Secretaría de pesca. México: 182 p.
- Astudillo, R. L. 1998. *Estudio de la ligulosis y su efecto sobre la biología de *G. multiradiatus* (Pisces: Goodeidae)*. Tesis Licenciatura Biología. IPN ENCB: 70 p.
- Bagenal, T. y Tesh, E. 1978. *Age and growth*. In Tesch (Eds). 1978. *Methods for assessment of fish production in freshwater*. Blackwell, Oxford: 365 p.
- Bardach, J. E., Ryther J. H. y McLarney, W. 1986. *Aquaculture; the farming and husbandry of freshwater and marine organism*. Wiley and Interscience. New York: 868 p.

- Burt, P. T. y Macías, G. C. 2003. Amarillo fish (*Girardinichthys multiradiatus*) use visual landmarks to orient in space. *Ethology Ecology & Evolution*. 109: 341-349.
- Cassie, R. M. A. 1954. Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distribution. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 5: 513-522.
- Cedillo, D. B. E. 1997. *Crecimiento, reproducción y ontogenia de G. vivíparus Bleeker, 1860 (Goodeidae), en el embalse "Los Arcos", Edo. de Méx.* Tesis Licenciatura Biología. UNAM ENEP-Iztacala: 28 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas CONANP. 2005. *Especies Protegidas. Mexcalpique*. Tomado en 2004 de: <http://chichinautzin.conanp.gob.mx>
- Contreras, R. G. 1990. *Evaluación de algunos atributos poblacionales de Cyprinus carpio en La Goleta, Edo. de México.* Tesis Licenciatura Biología. UNAM ENEP-Iztacala: 62 p.

- de la Luz G. G. 1990. *Estudio poblacional de **Girardinichthys vivíparus** (Bustamante,1937) en el lago Nabor Carrillo, Texcoco Edo. de México (Teleostei; Goodeidae)*. Tesis Licenciatura Biología. UNAM Facultad de Ciencias: 65 p.
- Díaz-Pardo, E. y Ortiz, J. D. 1986. Reproducción y ontogenia de *G. viviparus* (Goodeidae). *Antología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 30: 36-45.
- Enhard, M. N. 1981. *Cursos sobre métodos en dinámica de poblaciones, 1ª parte. Estimación de parámetros ambientales*. FAO. INP. México: 1-134.
- Everhart, G. y Youngs, W. 1981 *Principles of fishery Science*. Cornell University. 2a ed. Londres: 349 p.
- Fitzsimons, J. M. 1972. A Revision of two Genera of Goodeid Fishes (Cyprinodontiformes, Osteichthyes) from the Mexican Plateau. *Copeia*. 4: 722-755.
- Froese, R. y Pauly D. Eds. 1999. *FishBase99: conceptos estructura y fuentes de datos ICLARM*. Filipinas: 322 p.
Tomado en 2004 de: <http://ichtyonb1.mnhn.fr>

- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana)*. UNAM, C.U.: 246 p.
- Gaviño, de la T. G., Juárez, L. C. y Figueroa, 1996. *Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo*. 2ª ed. Limusa. México: 252 p.
- Gerking, A. 1978. *Ecology of freshwather fish production*. Blackwell Sientific Publication London: 520 p.
- Godínez, T. F. 2001. *Estudio de las poblaciones ambientales que favorezcan el mantenimiento y reproducción del mexclapique *G. viviparus* (Goodeidae), en condiciones de laboratorio*. Tesis Licenciatura UNAM FES-Iztacala: 40 p.
- González, C., Macías, G. C. y Valero, M. A. 2001. Context-dependent sexual mimicry in the viviparous fish *Girardinichthys multiradiatus*. *Ethology Ecology & Evolution*. 4 (13): 333-341

- González, L. A. 1982. *Estudio histológico del ovario en el pez *Lermichthys* en cautiverio (laboratorio)*. Tesis Licenciatura UNAM Facultad de Ciencias: 35 p.
- Krebs, Ch. J. 1985. *Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance*. 2a ed. Harla. México: 753 p.
- Lagler, K. F., Bardach, J. E., Millar, R. R. y May Passino, D. R. 1984. *Ictiología*. 2ª ed. AGT Editor. México: 489 p.
- Lamothe, A. R. y Cruz, R. J. 1972. Hallazgo de *Ligula intestinalis* (Goeze, 1782) Gmelin 1790 en *Lermichthys multiradiatus* (Meek) (Pisces: Goodeidae). *Revista Social de México de Historia Natural* 33: 99-106.
- León, C. 1988. Los Goodeidae, una familia absolutamente mexicana. *Técnica pesquera*. 21 (212): 7-9.
- Lugo, G. V. 1988. *Soyaniquilpan*. Monografía Municipal. Gobierno del Edo. de México: 98 p.
- Macías, G. C. 1994. Social behavior and operational sex ratios in the viviparous fish *Girardinichthys multiradiatus*. *Copeia*. 4: 919-925.

- Macías, G. C., Jiménez, G. y Contreras, B. 1994. Correlational evidence of a sexually-selected handicap. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 4 (35): 253-259.
- Macías, G. C. y de Perera, T. F. 2002. Ultraviolet-based female preferences in a viviparus fish. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 1 (52): 1-6.
- Macías, G. C., Saborio, E. y Berea, C. 1998. Does male-biased predation lead to male scarcity in viviparus fish?. *Journal of Fish Biology*. A (53): 104-117.
- Margalef, R. 1989. *Limnología*. Omega. Barcelona: 1010 p.
- Miller, R. R. y Fitzsimons, J. M. 1971. *Ameca splendens*, a new genus and species of goodeid fish from western México with remarks on the classification of the Goodeidae. *Copeia*. 1: 1-13.
- Nikolsky, G. V. 1963. *The ecology of fishes*. Academic, New York: 352 p.

- Parker, R. y Larkin, P. 1959. A concept of growth in fishes.
Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences. 16 (5):
721-745.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of
biological statics of fish population. *Bull. Fish. Res. Board
Canadá*. 1: 29-32, 1: 203-233.
- Rosas, M. 1982. *Biología acuática y piscicultura en México*.
Serie de materiales didácticos en Ciencia y Tecnología del
Mar. S.E.P. México: 169 p.
- Salazar, M. E. 1981. *Contribución al conocimiento de la
Biología de **Girardinichthys innominatus** Bleeker, 1860
(Pisces. Goodeidae) en el embalse “Requena” Edo. de
Hidalgo*. Tesis Licenciatura UNAM ENEP-Iztacala
México: 43 p.
- Terrón, R. A. A. 1994. *Estudio biológico de **G. vivíparus**
(Pisces Goodeidae) en el embales “La Goleta”, Edo. de
Méx*. Tesis Licenciatura UNAM ENEP-Iztacala: 55 p.

- Torres-Orozco, R. B. 1991. *Los peces de México*. AGT Editor S.A. México: 85 p.
- Uyeno, T., Miller, R. R. y Fitzsimons, J. M. 1983. Karyology of the Ciprinodontoid Fishes of the Mexican Family Goodeidae. *Copeia*. 2: 497-510.
- Valero, M. A 1998. *Acoso sexual y competencia entre hembras del pez amarillo **Girardinichthys multiradiatus** (Pisces, Goodeidae)*. Tesis Licenciatura UNAM Facultad de Ciencias: 73 p.
- Vázquez, T. G. A. M. 1995. *Ecología y formación ambiental*. Mc Graw-Hill. México: 25-27.
- Weatherly, A. M. 1972. *Growth and ecology of fish populations*. Academic, Londres: 293 p.
- Wetzel, R. G. 1981. *Limnology*. W. B. Saunders Co. London: 743 p.
- Whittler, J. M. y Crews, D. 1987. *Growth and ecology of fish populations*. Academic. Londres: 293 p.