

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA

LABORATORIO DE ECOLOGIA DE PECES

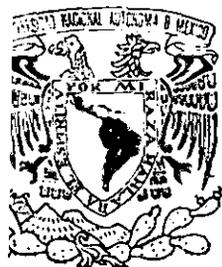
“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE  
FAVOREZCAN EL MANTENIMIENTO Y REPRODUCCION  
DEL MEXCLAPIQUE *Girardinichthys viviparus* (GOODEIDAE),  
EN CONDICIONES DE LABORATORIO”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G A  
P R E S E N T A :  
G O D I N E Z T O R R E S F A T I M A

DIRECTORA: BIOL. ASELA RODRIGUEZ VARELA  
ASESOR: M. en C. ADOLFO CRUZ GOMEZ

LOS REYES IZTACALA.

2001.



Ecología  
de Peces



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.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología de Peces de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, UNAM a cargo de la Bióloga Asela Rodríguez Varela y el M. en C. Adolfo Cruz Gómez.

## AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por haberme dado la capacidad de realizar esta meta que me parecía tan lejana.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la oportunidad de pertenecer a esta institución y por el privilegio de ser uno de sus egresados.

A mis PADRES por la confianza plena y el apoyo incondicional para la realización de éste y otros tantos logros.

A EDUARDO por su constante apoyo para que realizara este trabajo que es mutuo.

A la Directora de este trabajo, Biól. Asela del Carmen Rodríguez Varela, por su gran contribución en mi carrera profesional.

A si mismo a todos los sinodales que tuvieron a bien asesorarme para la satisfactoria realización de este trabajo: M. en C. Rafael Chavez López, M. en C. Adolfo Cruz Gómez, Biól. Alba Márquez Espinoza y al M. en C. Mario Fernández Araiza.

## DEDICATORIAS

Es común leer que las dedicatorias van dirigidas principalmente a los HERMANOS, para que la realización de una tesis los motive también a superarse y realizarse profesionalmente, en este caso, y por fortuna, yo no tengo que hacerlo, ya que algunos de ellos son ya profesionistas y el resto está a punto de serlo.

Pero para no romper la tradición se la dedico con cariño a cada uno de ellos: Beatriz, Patricia, Susana, Lourdes, Roberto y Marco Antonio.

A mis SOBRINOS quienes más pronto de lo creen estarán escribiendo sus propias dedicatorias: Alejandra, Juan Angel, Cinthya y Rubén.

A mi HIJO Carlos, que sin duda alguna me motivo a terminar lo que ya había empezado.

A mis mejores AMIGAS, Rita, Indra, Dounia, Karla, Katia, Marcela y en especial a MAGDALENA.

A mis más recientes AMIGOS y con quienes compartimos momentos de angustia y tensión: Diana, Maribel, Daniel, Norma y muy especialmente a Adriana Elena.

A quienes me auxiliaron en la realización de gráficas, tablas, imágenes, impresiones del trabajo, etc: Agustín, Roberto Carlos y Eduardo.

## ÍNDICE

RESUMEN . . . . .	6
INTRODUCCIÓN . . . . .	7
CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE . . . . .	8
ANTECEDENTES . . . . .	10
JUSTIFICACIÓN . . . . .	10
OBJETIVOS . . . . .	11
ÁREA DE ESTUDIO . . . . .	12
METODOLOGÍA . . . . .	13
RESULTADOS . . . . .	19
DISCUSIÓN . . . . .	26
CONCLUSIONES . . . . .	36
LITERATURA CITADA . . . . .	38
ÍNDICE DE FIGURAS . . . . .	41
ÍNDICE DE TABLAS . . . . .	57

## RESUMEN

Los ecosistemas acuáticos quizá sean los más afectados por las actividades humanas. Lagos, ríos, lagunas y mares reciben gran cantidad de contaminantes de las grandes ciudades, de zonas industriales, de la actividad ganadera y agrícola, además de que soportan la extracción indiscriminada de sus componentes como fuente de alimento. Por su parte, los peces de agua dulce, son un grupo con las perspectivas más críticas de conservación, ya que su distribución es sumamente restringida. Es por ello que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha decretado la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994), donde *Girardinichthys viviparus* es registrado en el listado de peces con la categoría de AMENAZADA, lo que significa que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción. La finalidad del presente trabajo fue encontrar las condiciones ambientales adecuadas para mantener y reproducir al mexcalpique en condiciones de campo y laboratorio. Por tal razón se monitorearon las características fisicoquímicas del agua presente en los canales de Xochimilco, así como de las peceras mantenidas en laboratorio. Para colectar a los peces se utilizó una red de cuchara triangular con abertura de boca de 1.6 m y abertura de malla de 2 mm. La calidad del agua en los acuarios se mantuvo en promedio con un volumen de 31.65 L, temperatura 24.54 °C, oxígeno disuelto en el agua 6.48 ml/L, conductividad 904.93 uS, pH 8.47, amonio 0.05 mg/l NH<sub>4</sub>, nitratos 11.48 mg/L NO<sub>3</sub> y nitritos con 0.06 mg/L NO<sub>2</sub>. Estos parámetros fueron muy variables en los diferentes canales muestreados dentro del lago. Una vez aclimatados y mantenidos los organismos, se determinó la talla y sexo y se formaron grupos de reproducción, considerando en las hembras su longitud (desde 5 cm), y en los machos, la presencia del espermatopodio completamente formado. Cada pecera contuvo de 15 a 20 peces en total, en una proporción sexual de 3 hembras por cada macho. Diariamente se realizaron registros detallados del comportamiento sexual del mexcalpique en la población que se mantuvo viva en los acuarios, además se determinó que el alimento básico de *G. viviparus* es la pulga de agua (1.25 g/día), en tanto que el complemento ideal resultó ser el cubo de vegetales (3.5 g/semana). Se logró la reproducción en cautiverio y con las crías obtenidas, se analizó la relación longitud-peso la cual mostró ser alométrica.

## INTRODUCCIÓN

La biodiversidad en sistemas de agua dulce, está distribuida en patrones fundamentalmente diferentes respecto a sistemas marinos o terrestres, ya que estos últimos viven sobre regiones extensas y algunas especies pueden ajustarse en cierto grado a cambios climáticos o condiciones ecológicas; en tanto que el ambiente dulceacuicola es relativamente discontinuo y muchas especies no se dispersan fácilmente al no cruzar barreras terrestres que separan los ríos. De acuerdo con Odum (1972), esto tiene importantes consecuencias:

- Las especies de agua dulce tienen que sobrevivir a cambios climáticos y ecológicos en su lugar de origen.
- La biodiversidad de agua dulce es fácilmente localizada, ya que pequeños lagos o arroyos muchas veces albergan formas de vida únicas (Odum, *op. cit.*).

Al paso de los años, el crecimiento de la Ciudad de México, que se encuentra en el fondo del Valle de México, ha impuesto la necesidad de perforar gran cantidad de pozos para el abasto doméstico. Con ello se provocó el descenso progresivo del nivel freático. Estos factores, además del proceso natural de envejecimiento, han contribuido a la desaparición de los lagos y a que la fauna ictiológica vaya disminuyendo poco a poco, al grado de que en la actualidad, algunas especies son muy escasas y otras están en vías de extinción (Álvarez del Villar, 1957).

Los ecosistemas acuáticos quizá sean los más afectados por las actividades humanas. Lagos, ríos, lagunas y mares reciben gran cantidad de contaminantes de las grandes ciudades, de zonas industriales, de la actividad ganadera y agrícola, además de que soportan la extracción indiscriminada de sus componentes como fuente de alimento. Por su parte, los peces de agua dulce, son un grupo con las perspectivas más críticas de conservación, ya que su distribución es sumamente restringida, sus poblaciones se ven severamente afectadas por la sobreexplotación de los cuerpos de agua, la contaminación y la introducción de especies exóticas (Ceballos, 1993).

Es por ello que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha decretado la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-1994), la cual determina cuales son las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras

y las sujetas a protección especial, donde *Girardinichthys viviparus* es registrado en el listado de peces con la categoría de AMENAZADA, lo que significa que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones, en el entendido de que especie amenazada es el equivalente a especie vulnerable (CONABIO, 1994).

La diversidad fisiográfica del país en la parte continental, como consecuencia de los eventos geológicos, ha producido cuencas hidrológicas que en algunos casos han quedado aisladas dando lugar a una ictiofauna exclusiva. De estas cuencas, la que se encuentra en el río Lerma-Santiago, presenta un alto endemismo, principalmente de aterínidos y godeidos (Espinosa, 1993).

La localidad típica de *Girardinichthys viviparus* son los alrededores de la Ciudad de México, encontrándose en Ozumbilla, Texcoco, Ixtapaluca, Teotihuacán, Chimalhuacán, Zumpango y lagunetas de Tepexpan, todas ellas en el Estado de México; mientras que en el Distrito Federal se encuentra en Santa Marta, Chapultepec, Xochimilco, San Gregorio, Tlahuác, San Jerónimo y Mixquic; todas dentro de la cuenca del Valle de México (Álvarez del Villar, 1957).

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN XOCHIMILCO

*Girardinichthys viviparus* comúnmente llamado mexclapique, pertenece a la familia Goodeidae que es típica de la cuenca del Valle de México. Es una especie de agua dulce que soporta temperaturas desde 19 hasta 25°C. Tiene una alimentación mixta, que consiste en algas, larvas de insectos acuáticos y algunos crustáceos. Esta especie es ovovivípara con una viviparidad superpuesta. La longitud promedio de *G. viviparus* en los machos es de 48 mm, estos últimos presentan una coloración más oscura que se puede convertir casi en negra durante la copulación (Fig. 1).

y las sujetas a protección especial, donde *Girardinichthys viviparus* es registrado en el listado de peces con la categoría de AMENAZADA, lo que significa que podría llegar a encontrarse en peligro de extinción si siguen operando factores que ocasionen el deterioro o modificación del hábitat o que disminuyan sus poblaciones, en el entendido de que especie amenazada es el equivalente a especie vulnerable (CONABIO, 1994).

La diversidad fisiográfica del país en la parte continental, como consecuencia de los eventos geológicos, ha producido cuencas hidrológicas que en algunos casos han quedado aisladas dando lugar a una ictiofauna exclusiva. De estas cuencas, la que se encuentra en el río Lerma-Santiago, presenta un alto endemismo, principalmente de aterínidos y godeidos (Espinosa, 1993).

La localidad típica de *Girardinichthys viviparus* son los alrededores de la Ciudad de México, encontrándose en Ozumbilla, Texcoco, Ixtapaluca, Teotihuacán, Chimalhuacán, Zumpango y lagunetas de Tepexpan, todas ellas en el Estado de México; mientras que en el Distrito Federal se encuentra en Santa Marta, Chapultepec, Xochimilco, San Gregorio, Tlahuác, San Jerónimo y Mixquic; todas dentro de la cuenca del Valle de México (Álvarez del Villar, 1957).

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE EN XOCHIMILCO

*Girardinichthys viviparus* comúnmente llamado mexclapique, pertenece a la familia Goodeidae que es típica de la cuenca del Valle de México. Es una especie de agua dulce que soporta temperaturas desde 19 hasta 25°C. Tiene una alimentación mixta, que consiste en algas, larvas de insectos acuáticos y algunos crustáceos. Esta especie es ovovivípara con una viviparidad superpuesta. La longitud promedio de *G. viviparus* en los machos es de 48 mm, estos últimos presentan una coloración más oscura que se puede convertir casi en negra durante la copulación (Fig. 1).

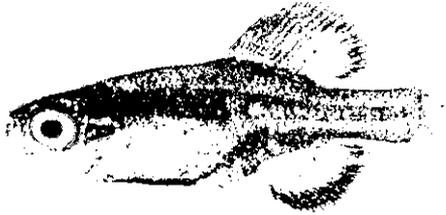


Fig. 1. En esta imagen podemos apreciar como las aletas dorsal y anal se encuentran muy extendidas en los machos y están "bordeadas" por una coloración mas intensa (Tomado de [gvivipa2.jpg](#) at [www.utexas.edu](#), 1998).

Las hembras (Fig. 2) son de color grisáceo, con rayas transversales en los flancos de color café, presentan una longitud promedio de 70 mm. La época de reproducción es de marzo a octubre, aunque se intensifica en mayo y junio. Se encontró que esta especie habita preferentemente en las zonas donde predominan las descargas de desechos domésticos. Esto posiblemente se debe a que los animales que le sirven como alimento, se encuentran en estos lugares con mayor abundancia (Lessandra, 1989).



Fig. 2. Las hembras de esta especie son más grandes que el macho, y el tamaño de sus aletas dorsal y anal, apenas son visibles en comparación con las del macho (Tomado de [gvivipa1.jpg](#) at [www.utexas.edu](#), 1998).

## ANTECEDENTES

En 1963 Álvarez del Villar, ictiólogo mexicano colaboró enormemente en el conocimiento científico de los godeidos aportando la descripción de varias especies, entre ellas *G. viviparus*.

Romero (1965), trabajó con los peces del Alto Lerma, que se caracteriza por ser un trabajo taxonómico, en el cual se conoce a escala específica la ictiofauna de dicha región, así como la distribución y variación de las especies allí presentes.

Salazar (1981), en su trabajo "Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innotatus*", estudió diferentes aspectos ecológicos de la especie durante un año en el embalse Requena en el Estado de Hidalgo.

Ojendis (1985), en su estudio "Contribución al conocimiento del mexclapique (*Girardinichthys viviparus*); con algunos aspectos ecológicos de la parte norte del ex-lago de Texcoco"; realiza muestreos hidrológicos, ictiológicos y bentónicos para la determinación de parámetros físico-químicos, hábitos alimenticios, comunidad bentónica, proporción de sexos, fecundidad, edad y crecimiento.

Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986), establecieron los estadios de desarrollo ovárico, la relación entre el tamaño de la madre y número de crías, así como desarrollo embrionario, además proporcionan información sobre algunos aspectos del comportamiento prenupcial de *Girardinichthys viviparus*.

Terrón (1994), realizó un estudio biológico de *Girardinichthys viviparus* en el embalse "La Goleta", Estado de México, donde estudia la dinámica ambiental de dicho embalse y determina madurez gonádica, relación peso-longitud, fecundidad-longitud, así como la proporción sexual de la especie.

## JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas que afecta a los peces mexicanos es la pérdida de diversidad debida a las actividades humanas, al hacer un uso desmedido del recurso agua, lo que provoca la transformación del hábitat de ésta fauna. El problema se ha visto agudizado al introducir especies exóticas en casi todos los cuerpos de agua continentales del país, lo que ha desplazado a las

## ANTECEDENTES

En 1963 Álvarez del Villar, ictiólogo mexicano colaboró enormemente en el conocimiento científico de los godeidos aportando la descripción de varias especies, entre ellas *G. viviparus*.

Romero (1965), trabajó con los peces del Alto Lerma, que se caracteriza por ser un trabajo taxonómico, en el cual se conoce a escala específica la ictiofauna de dicha región, así como la distribución y variación de las especies allí presentes.

Salazar (1981), en su trabajo "Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innotatus*", estudió diferentes aspectos ecológicos de la especie durante un año en el embalse Requena en el Estado de Hidalgo.

Ojendis (1985), en su estudio "Contribución al conocimiento del mexclapique (*Girardinichthys viviparus*); con algunos aspectos ecológicos de la parte norte del ex-lago de Texcoco"; realiza muestreos hidrológicos, ictiológicos y bentónicos para la determinación de parámetros físico-químicos, hábitos alimenticios, comunidad bentónica, proporción de sexos, fecundidad, edad y crecimiento.

Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986), establecieron los estadios de desarrollo ovárico, la relación entre el tamaño de la madre y número de crías, así como desarrollo embrionario, además proporcionan información sobre algunos aspectos del comportamiento prenupcial de *Girardinichthys viviparus*.

Terrón (1994), realizó un estudio biológico de *Girardinichthys viviparus* en el embalse "La Goleta", Estado de México, donde estudia la dinámica ambiental de dicho embalse y determina madurez gonádica, relación peso-longitud, fecundidad-longitud, así como la proporción sexual de la especie.

## JUSTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas que afecta a los peces mexicanos es la pérdida de diversidad debida a las actividades humanas, al hacer un uso desmedido del recurso agua, lo que provoca la transformación del hábitat de ésta fauna. El problema se ha visto agudizado al introducir especies exóticas en casi todos los cuerpos de agua continentales del país, lo que ha desplazado a las

especies nativas o en algunos casos las ha llevado a la extinción. En el caso de la familia Goodeidae, la pérdida sería irreparable, ya que es endémica de México, y está conformada por un grupo de especies distribuidas sólo en la cuenca del Lerma, de las que como se ha mencionado anteriormente, se conocen ya algunos aspectos de su biología, pero ningún estudio ha sido realizado para reproducirlo en cautiverio, por lo que el presente trabajo tiene como finalidad encontrar las condiciones ambientales adecuadas para mantener y reproducir al mexclapique.

### OBJETIVO GENERAL

- Estudiar las condiciones ambientales que favorezcan el mantenimiento y reproducción de *Girardinichthys viviparus* en condiciones de laboratorio.

### PARTICULARES DE CAMPO

- Colectar e identificar a *G. viviparus* del lago de Xochimilco en el periodo comprendido de septiembre de 1998 a diciembre de 1999.
- Determinar las condiciones fisicoquímicas del agua de los canales muestreados.
- Determinar las condiciones fisicoquímicas del agua en la zona donde se colectó al pez.

### PARTICULARES DE LABORATORIO

- Mantener y aclimatar a *G. viviparus* en peceras y/o estanques en condiciones ambientales similares a las del lago.
- Determinar las características fisicoquímicas del agua en estos sistemas artificiales.
- Determinar talla y sexo de los organismos para formar grupos de reproducción.
- Proporcionar las condiciones adecuadas (temperatura, fotoperiodo y tipo de agua) que favorezcan su reproducción en peceras.
- Observar y registrar su comportamiento reproductivo.
- Observar y registrar su comportamiento alimenticio.

especies nativas o en algunos casos las ha llevado a la extinción. En el caso de la familia Goodeidae, la pérdida sería irreparable, ya que es endémica de México, y está conformada por un grupo de especies distribuidas sólo en la cuenca del Lerma, de las que como se ha mencionado anteriormente, se conocen ya algunos aspectos de su biología, pero ningún estudio ha sido realizado para reproducirlo en cautiverio, por lo que el presente trabajo tiene como finalidad encontrar las condiciones ambientales adecuadas para mantener y reproducir al mexclapique.

### OBJETIVO GENERAL

- Estudiar las condiciones ambientales que favorezcan el mantenimiento y reproducción de *Girardinichthys viviparus* en condiciones de laboratorio.

### PARTICULARES DE CAMPO

- Colectar e identificar a *G. viviparus* del lago de Xochimilco en el periodo comprendido de septiembre de 1998 a diciembre de 1999.
- Determinar las condiciones fisicoquímicas del agua de los canales muestreados.
- Determinar las condiciones fisicoquímicas del agua en la zona donde se colectó al pez.

### PARTICULARES DE LABORATORIO

- Mantener y aclimatar a *G. viviparus* en peceras y/o estanques en condiciones ambientales similares a las del lago.
- Determinar las características fisicoquímicas del agua en estos sistemas artificiales.
- Determinar talla y sexo de los organismos para formar grupos de reproducción.
- Proporcionar las condiciones adecuadas (temperatura, fotoperiodo y tipo de agua) que favorezcan su reproducción en peceras.
- Observar y registrar su comportamiento reproductivo.
- Observar y registrar su comportamiento alimenticio.

## ÁREA DE ESTUDIO

En la actualidad, la Delegación Xochimilco es considerada como una región prioritaria para la conservación, así como el estado de Morelos y ambos conforman la región Sur del Valle de México según la CONABIO (1998).

El Lago de Xochimilco (Fig. 3) se encuentra situado en la Delegación Xochimilco, en las coordenadas geográficas 19° 19' al norte, al sur 19° 09' de latitud norte, al este 99° 00', al oeste 99° 09' de longitud oeste, a una altitud de 2240 msnm, colinda al norte con las delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac; al este con las delegaciones Tláhuac y Milpa Alta, al sur con las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan y al oeste con la delegación Tlalpan (INEGI, 1997).

En la región se encuentran cuatro elevaciones principales que son los volcanes Tehutti y el Zompole; así como los Cerros Xochitap y Tlacualtehi. El suelo es de tipo aluvial (INEGI, *op. cit.*).

El clima predominante es del tipo C(w<sub>2</sub>), que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, con una temperatura media anual que oscila entre 16.0 y 17.6 °C y una precipitación media anual de 720.8 a 1147.1 mm (INEGI, *op. cit.*).

Entre las corrientes de agua presentes se encuentran los canales: Nacional, Chalco, Cuemanco, El Bordo, San Juan, Amecameca, Apatlaco, Santa Cruz; así como las corrientes Santiago y Tepapantla. También cuenta con dos cuerpos de agua de importancia: La presa San Lucas y la pista olímpica Virgilio Uribe en Cuemanco (INEGI, *op. cit.*).

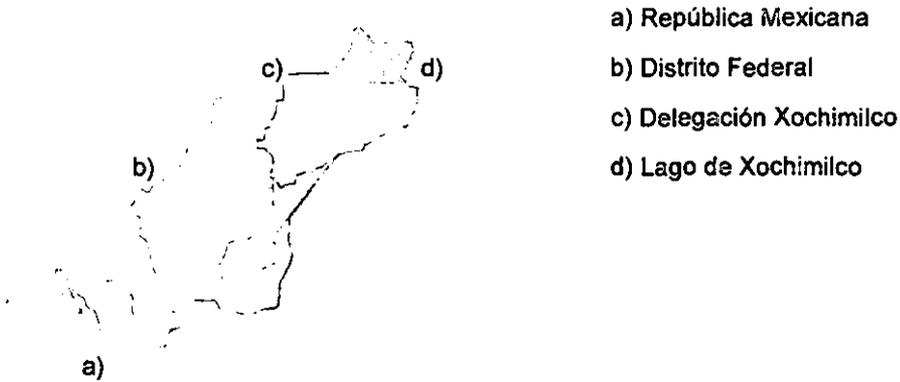


Fig. 3. El Lago de Xochimilco se encuentra dentro de la delegación Xochimilco, en el Distrito Federal (Tomado de Ávila, 2000).

## METODOLOGÍA

Se realizó una visita prospectiva al lago con la finalidad de establecer las zonas de muestreo, también se visitaron las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC) que forman parte de la UAM Xochimilco para determinar la dimensión de los estanques, así como de las jaulas de encierro.

Se realizaron 18 muestreos dentro del lago, abarcando el periodo de septiembre de 1998 a diciembre de 1999, en los siguientes canales (Fig. 4):

- Tlilac (2 estaciones)
- Nacional (4 estaciones)
- Atizapa (3 estaciones)
- Trancatitla (2 estaciones)
- Cuernavaca
- Otenco
- Apampilco (2 estaciones)
- Laguna del Toro

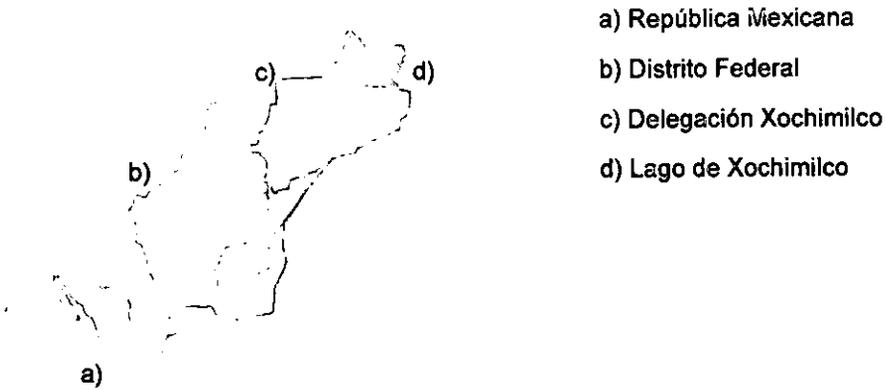


Fig. 3. El Lago de Xochimilco se encuentra dentro de la delegación Xochimilco, en el Distrito Federal (Tomado de Ávila, 2000).

## METODOLOGÍA

Se realizó una visita prospectiva al lago con la finalidad de establecer las zonas de muestreo, también se visitaron las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuemanco (CIBAC) que forman parte de la UAM Xochimilco para determinar la dimensión de los estanques, así como de las jaulas de encierro.

Se realizaron 18 muestreos dentro del lago, abarcando el periodo de septiembre de 1998 a diciembre de 1999, en los siguientes canales (Fig. 4):

- Tlilac (2 estaciones)
- Nacional (4 estaciones)
- Atizapa (3 estaciones)
- Trancatitla (2 estaciones)
- Cuemanco
- Otenco
- Apampilco (2 estaciones)
- Laguna del Toro

➤ Amelalco

➤ La Noria

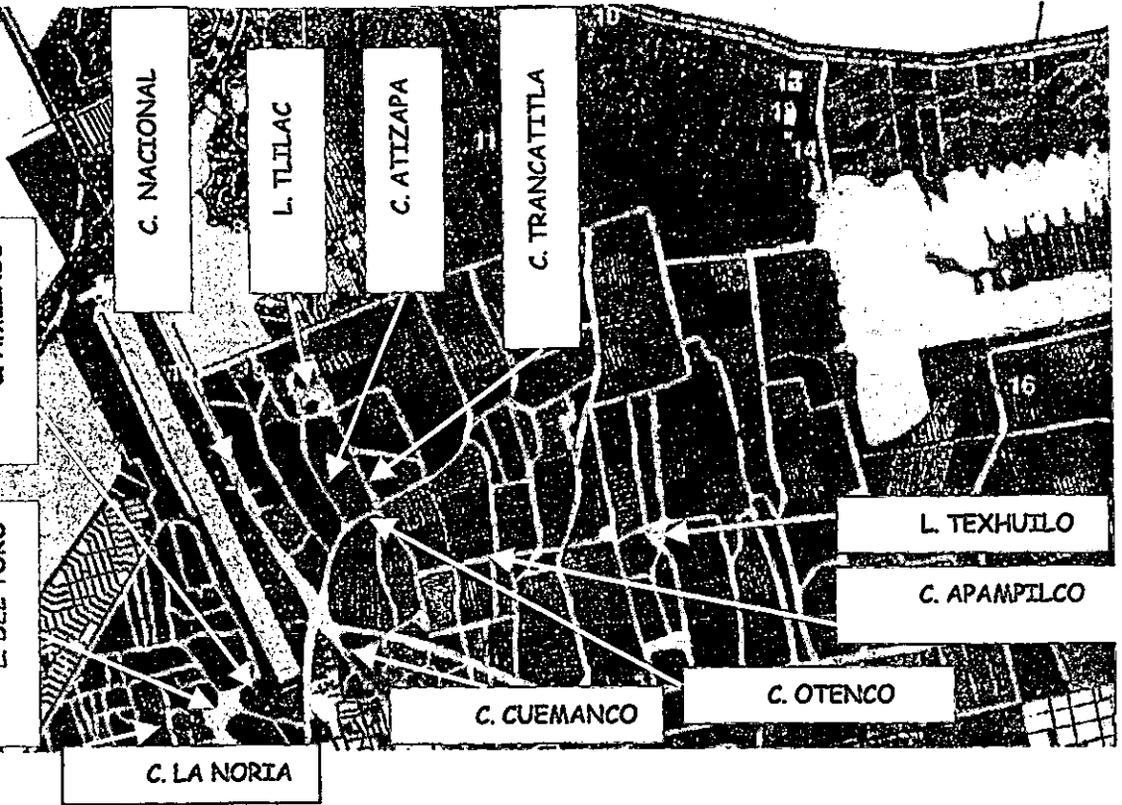


Fig. 4. Canales del Lago de Xochimilco muestreados en la presente investigación (Tomado de Ávila, 2000).

En cada muestreo y cada estación se registraron los siguientes parámetros fisicoquímicos (De la Lanza, 1998):

- Temperatura del agua con un termómetro de cubeta.

- Oxígeno disuelto en el agua con un oxímetro modelo YSI 51B y calibrado mediante la técnica de titulación de Winckler.
- pH con un potenciómetro digital marca Orion modelo 290-A.
- Temperatura ambiental con un termómetro de máximos y mínimos marca Taylor.
- Amonio presente en el agua.

Para coleccionar a los peces se utilizó una red de cuchara triangular con abertura de boca de 1.6 m con abertura de malla de 2 mm y una atarraya de 2 m de longitud, 3.4 m de diámetro y 1 pulgada de abertura de malla.

De la colecta obtenida se seleccionaron e identificaron a los peces pertenecientes a la especie *G. viviparus*, por medio de las claves de Álvarez del Villar (1957).

No se buscó una talla en particular, ya que los organismos fueron repartidos posteriormente con base en el estadio que presentaron.

Se colocaron en cubetas o bidones para su traslado a peceras de cuarentena que contenían agua proveniente del lago, dejándose por un espacio de dos semanas en las instalaciones del CIBAC y del laboratorio de Ecología de Peces de la ENEP-Iztacala.

Sólo se volvieron a realizar colectas de organismos vivos dependiendo de la mortalidad que se presentó y de las necesidades de recuperación del stock (Burgess y Price, com. pers., 1998)

Las peceras empleadas fueron de vidrio, rectangulares con una capacidad de 40 litros y sólo fueron equipadas con calentador con termostato para mantener la temperatura constante a 24° C, termómetro, aireación y filtro de caja con carbón activado y fibra de vidrio. Se observó la supervivencia y mortalidad, aparición o brote de enfermedades. Su alimentación base fue pulga fresca congelada.

Al término de esta cuarentena, los peces fueron cambiados a cuatro peceras (con las mismas características antes mencionadas) divididas en dos grupos, cada uno estuvo compuesto por una pecera con agua proveniente de la red de agua potable del municipio de Tlalnepantla (ENEP Iztaacala) y la otra con agua tomada del canal de Cuemanco. Las cuatro a su vez contenían:

1. Filtro de plataforma.
2. Grava.
3. Calentador con termostato.
4. Bomba de aire.
5. Termómetro.
6. Filtro de caja con fibra de vidrio y carbón activado.
7. Vegetación artificial y pequeños mechudos de rafia para imitar las características observadas en su hábitat natural.

### Alimentación de los organismos

Los organismos se alimentaron diariamente con alguno de estos tres tipos de alimento (con la finalidad de establecer cuál de estos era el que preferían): alimento seco comercial marca Wardley (hojuelas), cubo a base de vegetales y hortalizas, las cuales fueron previamente lavadas y desinfectadas, para realizar con ellos un licuado que contenía: Un pepino, una calabaza, un manojo de espinacas y agua necesaria para obtener una mezcla homogénea. Con dicha mezcla se llenaron moldes para elaborar cubos de hielo, éstos fueron sometidos a congelación con la finalidad de facilitar su manejo (dosificación y frescura) y, el tercer alimento fue pulga congelada (biomasa húmeda) proporcionándoles sólo el 5 % de su biomasa total, para tal efecto se empleó una balanza electrónica digital marca OHAUS, modelo Scout con capacidad de 200 g y precisión de 0.01 g. Esta cantidad se dividió en dos raciones para alimentarlos por la mañana y la tarde.

Para pesar el alimento que se les proporcionó, se empleó una balanza analítica digital marca Acculab modelo Pocket pro C/50 con capacidad máxima de 10 g y precisión de 0.002 g.

Todos los días se procedió a:

1. Revisar la temperatura del agua.
2. Contar el número de peces.
3. Proporcionar alimentación.
4. Con la red se eliminaron los desechos sólidos, exceso de alimento y peces muertos.

5. Visualización y registro de la conducta alimenticia y reproductora de los organismos.

Cada semana se procedió a:

1. Análisis de las características del agua con el uso del equipo y técnicas antes descritas (pH, temperatura y oxígeno disuelto). Además se registró dureza con un potenciómetro digital marca Orion modelo 290-A, con un electrodo selectivo para dureza del agua y la concentración de amonio con un electrodo selectivo a amonio (De la Lanza y Hernández, 1998).
2. Sifonear y realizar cambio parcial de 25% del agua.
3. Limpiar vidrios, tapa y alrededores.

### Estanques

Los estanques empleados fueron de concreto, llenos con agua del canal de Cuemanco filtrada con la finalidad de no introducir partículas de materia orgánica y basura (8,100 litros), con un sistema de aireación y de las siguientes dimensiones: 6 m de largo, 2.5 m de ancho y 1 m de profundidad. Cada semana se registraron los parámetros fisicoquímicos y los datos de los peces con el mismo procedimiento al que se planteó en las peceras

También se colocaron los organismos después de la cuarentena dentro de jaulas construidas con marcos de tubo de PVC con una dimensión de 55 x 39 x 55 cm, cubierta con una red de nylon o tul con abertura de malla de 3 mm, en una proporción de un macho por dos hembras y a su vez cada jaula fue colocada dentro de los estanques (Guzmán *et al.*, 1982 citado en Alcocer y Flores, 1993). Estos contuvieron en su interior las jaulas, donde se repartieron los organismos de la siguiente manera: juveniles, adultos y las crías obtenidas de ellos. El agua del estanque fue fertilizada periódicamente con la vegetación presente en la zona para garantizar la producción de alimento (De la Lanza y Martínez, 1998).

La alimentación en dichos sistemas fue natural con los organismos presentes en el cuerpo de agua, tales como pulga de agua, copépodos y rotíferos. Adicionalmente, se realizó un muestreo con la finalidad de identificar las especies del plancton presentes, así como su abundancia, filtrando 20 litros de agua a

través de una red de plancton de 28 micras de abertura de malla, 15 cm de diámetro de boca y 31 cm de longitud. La muestra colectada se colocó en frascos de plástico de 300 ml y se fijó con formalina al 4% (15 ml). La estimación de la biomasa se realizó por medio de la técnica de volumen desplazado, su abundancia fue expresada en organismos / litro (Gómez-Aguirre y Martínez, 1998; Suárez-Morales, 1998) y se determinaron los organismos colectados por medio de las claves de Pennak, 1978.

Cada semana se registraron los mismos parámetros fisicoquímicos descritos para cada estación dentro del lago.

### Grupos de reproducción

Una vez aclimatados y mantenidos los organismos, se formaron grupos de reproducción en proporción de un macho por cada tres hembras, considerando en las hembras su longitud (desde 5 cm), y en los machos, la presencia del espermatopodio completamente formado. Cada pecera contuvo de 15 a 20 peces en total. Diariamente durante 36 días se realizaron registros detallados del comportamiento sexual del mexclapique en la población que se mantuvo viva en los acuarios.

Así mismo, a los adultos mantenidos en las peceras diariamente se les observó detenidamente para determinar sus preferencias alimenticias.

Las crías nacidas fueron sacrificadas considerando un intervalo de tiempo de cada 2 días a partir del día 1° (día de nacimiento), hasta el día 29 (día en que se sacrificó a la última cría).

Con ellas se realizaron los siguientes registros:

1. Longitud total
2. Longitud patrón
3. Longitud cefálica
4. Peso
5. Obtención de la ecuación de crecimiento con base en el modelo

$$W = aL^b$$

## RESULTADOS

### Canales del Lago de Xochimilco. Físicoquímicos.

Las condiciones físicoquímicas del agua de los diversos canales muestreados se presentaron de la siguiente manera:

La profundidad presentó fluctuaciones desde los 43 cm en Atizapa 3, hasta los 209 cm en Atizapa 1, con un promedio de 119.4 cm (Fig. 6).

La transparencia registrada en las diversas estaciones (Fig. 7) fue desde los 26 cm en Amelalco, Nacional 3 y Nacional 4, hasta los 67 cm en el Canal de Cuemanco, y 40.11 cm en promedio.

La temperatura ambiental registró en promedio 22.27°C, alcanzando su valor máximo en el mes de marzo en la estación La Noria y un valor mínimo de 18.3°C en el mes de diciembre en las estaciones Atizapa 3, Cuemanco, Otenco, Apampilco 1 y Apampilco 2 (Fig. 8).

La temperatura del agua (Fig. 9), mostró una tendencia descendente de noviembre a febrero, y a partir de marzo aumentó progresivamente, presentó un promedio de 18.29 °C, un máximo de 22.4 °C en Trancatilla 3, en tanto que la mínima registrada fue de 17 °C en las estaciones Atizapa 3, Cuemanco y Apampilco 1.

El oxígeno disuelto en el agua, también presentó fluctuaciones a lo largo de todo el periodo muestreado (Fig. 10), en donde los máximos valores se registraron en el mes de abril, con más de 15 ml/L en Apampilco 3 y la Laguna de Texhuilo y los mínimos en el mes de noviembre con 4.8 ml/L en Tlilac 2, y un promedio de 8.33 ml/L.

La conductividad del agua (Fig. 11) presentó variaciones muy notables de 668  $\mu\text{S}$  en Nacional 2 hasta 1440  $\mu\text{S}$ , el promedio obtenido fue de 1039.46  $\mu\text{S}$ ; en tanto que el potencial de iones hidrógeno rara vez presentó valores inferiores a 8 como en Nacional 2, Cuemanco, Apampilco 1 y La Noria, y alcanzó como máximo 8.9 en Tlilac 2, mientras que el promedio fue 8.26 (Fig. 12).

El amonio presentó los máximos valores en las estaciones Apampilco 1, Nacional 2 y la Noria con 3.2 mg/L  $\text{NH}_4$ , en tanto que los valores mínimos se

presentaron en la Laguna de Texhuilo con 0.5 mg/L  $\text{NH}_4$ , el promedio registrado fue de 1.32 mg/L  $\text{NH}_4$  (Fig. 13).

Los nitratos presentaron grandes variaciones, ya que alcanzaron su máximo valor en el Canal Nacional 2 con 32.5 mg/L  $\text{NO}_3$ , el valor mínimo encontrado fue de 5 mg/L  $\text{NO}_3$  en las estaciones Atizapa 2 y Trancatitla 2; mientras que el promedio fue de 12.04 mg/L  $\text{NO}_3$  (Fig. 14).

Finalmente los nitritos presentaron grandes variaciones, pues se registraron valores de 1 mg/L  $\text{NO}_2$  en el canal Nacional 2, Laguna del Toro, Amelalco, La Noria y Nacional 4 (Fig.15) en tanto que los valores mínimos se registraron en Trancatitla 3 con 0.075 mg/L  $\text{NO}_2$ .

#### Biológicos Taxonómicos

Se realizaron los registros morfométricos (Tabla 1) y merísticos correspondientes (Tabla 2) para verificarlos con los datos de Álvarez del Villar (1963), lo cual corroboró que los peces que se utilizaron correspondieron a *G. viviparus*.

#### Distribución y Abundancia

En la actualidad en aguas del Lago de Xochimilco se localizan siete diferentes especies de peces, las cuales se encuentran representadas de la siguiente manera: *Heterandria bimaculata* presentó una abundancia de 64.24%, *Chirostoma jordani* 26.12%, *Girardinichthys viviparus* 4.36%, *Cichlasoma* sp. 2.68%, *Carassius auratus* 2.17% y finalmente *Cyprinus carpio* y *Poecilia reticulata* con una abundancia de 0.17% respectivamente. Cabe señalar que de estas siete especies tan solo *Chirostoma jordani* y *Girardinichthys viviparus* son especies endémicas, el resto fueron introducidas. Al muestrear las diferentes estaciones del lago, se pudo determinar que *G. viviparus* es un organismo que se encuentra restringido a dos canales: Canal Nacional y Laguna de Tlilac (Fig. 16), de los cuales fueron colectados 4 organismos en el Canal Nacional y 9 organismos en la Laguna de Tlilac.

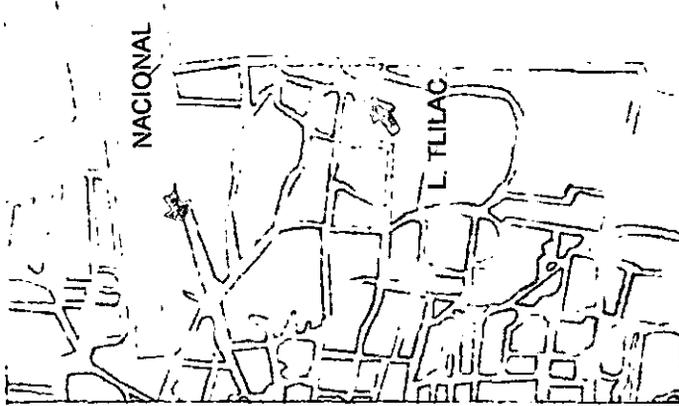


Fig. 16. Ubicación de los dos únicos canales donde se colectó a *Girardinichthys viviparus*.

Cabe resaltar que estos canales son los que se encuentran más influenciados por la actividad urbana, ya que los organismos se encontraron preferentemente en las áreas cercanas a los desechos domésticos, según Ojendis (1985), los organismos que forman parte de la dieta de *G. viviparus* se encuentran en mayor abundancia en dichas áreas.

Las características fisicoquímicas prevalentes donde se colectó al mexclapique se detallan a continuación:

El Canal Nacional, con sus 4 estaciones presentaron profundidades del agua que fueron desde 106 cm (Nacional 2) hasta 150 cm (Nacional 3), mientras que en la Laguna de Tlilac se registraron 150 cm en Tlilac 1 y 182 cm en Tlilac 2 (Fig. 6).

La transparencia encontrada en la Laguna de Tlilac fue desde los 50 cm en Tlilac 1 hasta 39 cm en Tlilac 2, por su parte en el Canal Nacional la variación de este parámetro fue mayor, ya que se registraron 32 cm en Nacional 4, hasta 56 cm en Nacional 2 (Fig. 7).

Los registros de temperatura del agua en ambos canales mostraron gran uniformidad, sobre todo en el Canal Nacional, cuyos valores se encontraron en 26 °C, mientras que la Laguna de Tlilac registró intervalos de 24 a 24.5°C (Fig.9).

La cantidad de oxígeno disuelto presente en el agua fue moderada en las 2 estaciones de la Laguna de Tlilac (5.4 y 4.8 ml/L respectivamente), en tanto que las 4 estaciones del Canal Nacional registraron valores más altos, que van desde 7.4 a 14.5 ml/L (Fig. 10).

Los registros de conductividad del agua permanecieron casi constantes en la Laguna de Tlilac, pues se registraron 1250  $\mu$ S en la estación 1 y de 1300  $\mu$ S en la estación 2. Para el Canal Nacional si fue notoria la variación, ya que presentó como registro mínimo 720  $\mu$ S en Nacional 2 y como máximo 1170  $\mu$ S en Nacional 1 (Fig. 11).

El pH del agua no mostró grandes diferencias en Tlilac, pues su registro máximo fue de 8.9 en Tlilac 1 y de 8.65 en Tlilac 2, por otro lado, el canal Nacional si mostró diferencias notables ya que en Nacional 2 se registró 7.25 mientras que Nacional 2 y 3 8.57 (Fig. 12).

El amonio se encontró muy elevado para Nacional 2, cuyo registro fue de 3.2 mg/L  $\text{NH}_4$ , y fue aceptable para Nacional 4 con 1 mg/L  $\text{NH}_4$  (Fig. 13).

Los nitratos alcanzaron 32.5 mg/L  $\text{NO}_3$  en Nacional 2. Cabe señalar que fue la estación que presentó el valor más elevado con respecto a las 20 estaciones restantes. En Atizapa 2 y Trancatitla 2 se presentaron registros de tan sólo 5 mg/L  $\text{NO}_3$  (Fig.14).

Los nitritos permanecieron estables para las estaciones Nacional 2 y 4 con 1 mg/L  $\text{NO}_2$ , en tanto que el canal Nacional 3 registró 0.5 mg/L  $\text{NO}_2$  (Fig. 15).

La densidad registrada de las poblaciones del mexcalpique en el Lago de Xochimilco fueron muy bajas, por lo cual no se pudo realizar una colecta tal que permitiera la realización satisfactoria del presente trabajo.

A los peces sacrificados provenientes del Embalse (Tabla 3) se realizó la identificación y los organismos vivos (31) fueron mantenidos y aclimatados favorablemente en el laboratorio bajo las siguientes condiciones (Tabla 4):

El volumen de agua nunca fue menor a 23.21 L, con un promedio registrado de 31.65 L.

La temperatura del agua se mantuvo en promedio a 25.54 °C, la máxima en 26.6°C y nunca inferior a 22.3°C.

Los niveles de oxígeno disuelto en el agua presentaron 6.48 ml/L en promedio, como máximo 8.2 mg/L y nunca fueron menores a 5.0 ml/L.

La conductividad se mantuvo en promedio a 904.93  $\mu$ S, pero si presentó variaciones en sus niveles máximo y mínimo con 984  $\mu$ S y 822  $\mu$ S, respectivamente.

El pH no sobrepasó los 8.68, y se registró un valor promedio de 8.47.

El amonio nunca fue mayor a 0.15 mg/L y presentó un promedio de 0.05 mg/L.

Los nitratos alcanzaron un máximo registro de 17.5 mg/L y un mínimo de 10 mg/L, en tanto que el promedio registrado fue de 11.88 mg/L.

Finalmente los nitritos no excedieron los 0.38 mg/L y se mantuvieron en promedio a 0.06 mg/L.

Las condiciones de mortalidad y supervivencia que presentaron los peces durante el periodo de aclimatación fueron las siguientes:

La principal causa de muerte fue estrés el cual se presentó durante el transporte de los peces del embalse hacia las peceras, de 56 organismos colectados sobrevivieron 31, los cuales no presentaron durante todo el periodo de experimentación ningún brote de enfermedad, ya que las condiciones de los acuarios en la cuarentena fueron las mismas que prevalecieron en el resto del periodo experimental.

La segunda causa de los decesos se presentó con las hembras una vez que dieron a luz a las crías.

En cuanto a la forma que se alimentaron en cautiverio fue: Inicialmente se le alimentó con hojuelas, la cual se observó que no comían, y además al realizar la limpieza con la red, fue notable la mayor parte de este alimento permanecía intacto. Por tal motivo se le alimentó después con el cubo de vegetales que

aceptó favorablemente, ya que empezó a morderlo para después comerlo en mayor cantidad que la hojuela. Finalmente se le proporcionó pulga fresca congelada, la cual comió instantáneamente y en mayor cantidad respecto a los dos alimentos anteriores, puesto que se terminaban toda la ración proporcionada (Tabla 6).

El cortejo fue observado durante la época reproductiva ( a partir del mes de marzo y hasta el mes de abril) los eventos relacionados con él se presentaron de tres a cuatro veces al día, y consistieron en acercamientos, siempre que el macho pasó cerca de la hembra y ésta fue receptiva vibró su cuerpo y nadó lentamente con una duración de aproximadamente dos minutos. Cuando un macho se encontró con una hembra, siempre se acercó a ella por los flancos y cuando pasaba frente a ella lo hacía con las aletas anal y dorsal extendidas.

El macho, para ser considerado como adulto, independientemente de la longitud patrón que registre, debe presentar claramente la modificación de la aleta anal en un espermatopodio con un marcado contorno tanto en la aleta dorsal como en la anal (Fig. 17). Es notable la escotadura en la aleta anal que forma al espermatopodio. La longitud total que presentaron siempre fue menor que la de las hembras.

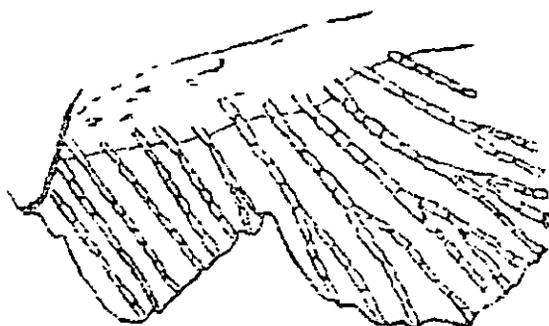


Fig. 17. Espermatopodio de un macho de la especie *Girardinichthys viviparus*, donde puede apreciarse la aleta anal con los primeros 5 o 6 radios separados del resto por una escotadura con función intromitente durante la cópula (Álvarez del Villar, 1963).

Las hembras consideradas como adultas en este experimento fueron aquellas que presentaron una longitud patrón registrada desde los 35 mm hasta los 55 mm y según Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) la etapa de madurez reproductiva de las hembras se lleva a cabo cuando alcanzan una talla mínima de 30 mm de longitud patrón, ya que tallas menores presentan el ovario en estadio inmaduro, además el tamaño es más grande y con aletas con menor tamaño que las de los machos.

### Obtención de crías

Treinta y seis días después se obtuvieron las crías, (19 en promedio por cada hembra) pero fue observado el canibalismo por parte de los progenitores y los demás miembros de la pecera, por tal motivo se acondicionó otra pecera donde se mantuvieron a las madres próximas a dar a luz, para evitar que volviera a ocurrir.

Cuando los registros del aumento de longitud o peso de un pez fueron confrontados con el tiempo a lo largo de su vida, se obtuvo el modelo de crecimiento que es representado en las figuras 18 (longitud total y patrón vs tiempo) y 19 (peso vs tiempo) se puede observar que ambos parámetros en las crías nacidas en acuarios son directamente proporcionales.

Con respecto al modelo que confronta la relación longitud – peso en las crías (Fig. 20) fue:

$$W = -0.0013 L^{0.0015}$$

$$r = 0.8910$$

Donde el tipo de crecimiento obtenido fue alométrico, pues el valor de la pendiente fue de 0.0015, que es menor al valor teórico 3, y nos indica que la variable longitud se incrementó más que el peso, lo cual es una tendencia común en el crecimiento de las crías o juveniles.

Cabe hacer notar que no fue posible mantener una población de mexclapiques en el estanque del CIBAC debido al bajo número encontrado, y con la finalidad de proporcionar información para trabajos futuros, se monitoreo la calidad del agua en este sistema y dichos parámetros fisicoquímicos se encuentran expresados en la Tabla 5. Además del monitoreo de la calidad del

agua, se obtuvo una biomasa húmeda de plancton de 0.08 ml/L y con un mínimo de 0.004 g/L y máximo de 0.382 g/L.

Los géneros zooplanctónicos que se encontraron en este sistema artificial, fueron: *Ceriodaphnia* sp. a lo largo de todo el periodo de muestreo con 47 organismos/litro en promedio, *Simocephalus* sp. con 38.57 organismos/litro en promedio, *Keratella* sp. con 23 organismos/litro en promedio, *Cyclops* sp. con 14.67 organismos/litro en promedio, además de géneros que se encontraron en baja proporción, tal es el caso de *Holopedium* sp. y *Gamburus* sp. con 1 organismo/litro en promedio (Fig. 21).

Con la finalidad de comprobar si el estanque contenía los tipos alimentarios existentes en su hábitat natural del pez se determinó una biomasa húmeda promedio de 0.05 g/L, con máximo de 0.16 g/L y mínimo de 0.001 g/L con los géneros zooplanctónicos representados de la siguiente manera:

Para los canales donde se colectó al mexclapique (Nacional y Laguna de Tlilac) *Pleuroxus* sp. con 13.5 organismos/litro en promedio, *Cyclops* sp. y *Filinas* sp. con 6.5 organismos/litro en promedio, *Brachionus* sp. con 5.25 organismos/litro en promedio, hasta 1.0 organismo/litro en promedio para los géneros *Moina* sp., *Holopedium* sp. y *Lecane* sp. (Fig. 22).

Para el resto de los canales se obtuvo que *Cyclops* sp. presentó 13.1 organismos/litro en promedio, seguido por *Brachionus* sp. con 9.2 organismos/litro en promedio, *Keratella* sp. 9.0 organismos/litro en promedio, hasta 1.0 organismo/litro en promedio para *Holopedium* sp. y *Euchanis* sp. (Fig. 23).

## DISCUSIÓN

*G. viviparus* fue encontrado en 2 canales, la población que presentó fue muy escasa, esto fue debido a la sobreexplotación de la cual sigue siendo objeto a pesar de estar prohibida la pesca de la fauna que habita el lago (CONABIO, 1998). Otra causa posible que lo limita puede ser la profundidad, ya que tanto la Laguna de Tlilac, como el Canal Nacional son los que registraron profundidades mayores con respecto al resto de las estaciones muestreadas.

agua, se obtuvo una biomasa húmeda de plancton de 0.08 ml/L y con un mínimo de 0.004 g/L y máximo de 0.382 g/L.

Los géneros zooplanctónicos que se encontraron en este sistema artificial, fueron: *Ceriodaphnia* sp. a lo largo de todo el periodo de muestreo con 47 organismos/litro en promedio, *Simocephalus* sp. con 38.57 organismos/litro en promedio, *Keratella* sp. con 23 organismos/litro en promedio, *Cyclops* sp. con 14.67 organismos/litro en promedio, además de géneros que se encontraron en baja proporción, tal es el caso de *Holopedium* sp. y *Gamburus* sp. con 1 organismo/litro en promedio (Fig. 21).

Con la finalidad de comprobar si el estanque contenía los tipos alimentarios existentes en su hábitat natural del pez se determinó una biomasa húmeda promedio de 0.05 g/L, con máximo de 0.16 g/L y mínimo de 0.001 g/L con los géneros zooplanctónicos representados de la siguiente manera:

Para los canales donde se colectó al mexclapique (Nacional y Laguna de Tlilac) *Pleuroxus* sp. con 13.5 organismos/litro en promedio, *Cyclops* sp. y *Filinas* sp. con 6.5 organismos/litro en promedio, *Brachionus* sp. con 5.25 organismos/litro en promedio, hasta 1.0 organismo/litro en promedio para los géneros *Moina* sp., *Holopedium* sp. y *Lecane* sp. (Fig. 22).

Para el resto de los canales se obtuvo que *Cyclops* sp. presentó 13.1 organismos/litro en promedio, seguido por *Brachionus* sp. con 9.2 organismos/litro en promedio, *Keratella* sp. 9.0 organismos/litro en promedio, hasta 1.0 organismo/litro en promedio para *Holopedium* sp. y *Euchanis* sp. (Fig. 23).

## DISCUSIÓN

*G. viviparus* fue encontrado en 2 canales, la población que presentó fue muy escasa, esto fue debido a la sobreexplotación de la cual sigue siendo objeto a pesar de estar prohibida la pesca de la fauna que habita el lago (CONABIO, 1998). Otra causa posible que lo limita puede ser la profundidad, ya que tanto la Laguna de Tlilac, como el Canal Nacional son los que registraron profundidades mayores con respecto al resto de las estaciones muestreadas.

De las 21 estaciones muestreadas *G. viviparus* se colectó solo en seis (Tlilac 1, Tlilac 2, Nacional 1, Nacional 2, Nacional 3 y Nacional 4), de éstas se encontró en mayor abundancia en Tlilac que presenta profundidades mayores respecto al Canal Nacional, lo cual nos indica que este organismo presenta preferencia por las aguas profundas.

Según Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) la temperatura del agua en la cual debe mantenerse a *G. viviparus* nunca debe ser inferior a 19°C, de ahí que éste resultó ser un parámetro limitrofe del hábitat de este organismo ya que los datos obtenidos en el lago mostraron ser inferiores a este valor la mayoría de las veces en el periodo de muestreo y solo en el Canal Nacional se registraron las temperaturas más elevadas. Los peces son vertebrados poiquilotermos de sangre fría. La temperatura del cuerpo se ajusta progresivamente a la del agua ambiente. El calentamiento o enfriamiento rápidos pueden ser fatales para algunos peces, especialmente para las especies delicadas que viven en aguas frías. Las dificultades que encuentran los peces para ajustarse a los cambios de temperatura se deben, no solamente a la baja tolerancia heredada para los cambios termales, sino especialmente, por lo que respecta a la elevación de la temperatura, a la tensión metabólica o a la respiratoria (Lagler, 1984).

Es probable que años atrás, cuando el lago era un sistema no alterado, las especies nativas de peces se encontraran distribuidas en todos los canales, pero si consideramos que actualmente el Lago de Xochimilco, recibe continuamente en sus canales aguas tratadas, puede esperarse que la temperatura del agua se encuentre en constante fluctuación, lo que provoca que las aguas se encuentren térmicamente estratificadas, lo cual nos lleva a pensar que los Canales Nacional y Laguna de Tlilac sean los menos alterados y por ello la especie se encuentre limitada en estos, ya que los peces tienen la capacidad de desplazarse en busca de lo que es llamado preferencia de temperatura.

La transparencia en las estaciones de muestreo fue mayor en el Canal de Cuemanco, Nacional 2, Tlilac 1 y Tlilac 2, por lo que podemos suponer que a mayor transparencia mayor transmisión de energía luminosa, que se ve reflejado en la formación de alimento (fotosíntesis). La luz determina las clases y cantidades de alimento disponibles para los peces y es, por su puesto la fuente

directa de energía para el primer eslabón, el fotosintético, en la cadena alimenticia de todos los peces (Lagler, 1984).

Tanto la temperatura ambiental, como la del agua muestran un comportamiento descendente de noviembre de 1998 a febrero de 1999, y a partir de marzo aumenta progresivamente, esto es un fenómeno completamente natural, si tomamos en consideración la influencia de las diferentes estaciones del año a lo largo del periodo en el que se realizaron los registros. Debido a la inclinación de la Tierra, los rayos del sol inciden en diferentes zonas del planeta a diferentes ángulos en un momento dado, así, las estaciones son determinadas por: inclinación del eje terrestre y la distancia de la tierra al sol, que varía en el transcurso del año, lo cual propicia las diferencias de temperatura causadas por la variación en la cantidad de energía solar que llega a la Tierra (Viltee, 1996).

El nivel de oxígeno disuelto en el agua en las estaciones donde se encontró al pez, mostró ser favorable, pues sus valores oscilaron entre 4.8, 5.4, 7.4 y más de 14 ml/L, ya que se considera como nivel óptimo de oxígeno de 5-6 ml/L, lo cual denota que en estas estaciones el agua se mantiene con materia orgánica moderada (Lagler, 1984).

La conductividad presentó los valores máximos en el mes de noviembre (1440  $\mu$ S), que indica la presencia de una concentración mayor de iones con respecto al resto, la alta concentración de  $\text{CaCO}_3$  provocó a su vez que los valores obtenidos de pH sean altos, ya que en general es agua dura, pues en la mayoría de las estaciones (en 17) se presentaron valores de pH superiores a 8, esto no es favorable, ya que en condiciones óptimas, este valor debe mantenerse ligeramente ácido (Lagler, 1984).

De manera general, puede decirse que los valores de amonio y nitritos nunca deben exceder 1 mg/L, en la zona donde se colectó al pez se encontró elevado y aceptable para los nitritos; sin embargo, es normal que estos parámetros se encuentren elevados en el lago si se considera que es un sistema cerrado que prácticamente no presenta recirculación de sus aguas, además de que se introducen aguas tratadas (CONABIO, 1998).

Los parámetros fisicoquímicos registrados en las peceras, mantuvieron siempre los niveles óptimos para la aclimatación y el mantenimiento en cautiverio

de *Girardinichthys viviparus*, esto se logró gracias a los constantes monitoreos de las condiciones de los acuarios, a los recambios periódicos de agua y a la limpieza realizada en los accesorios.

Debido a la escasez de *G. viviparus* en el Lago de Xochimilco, se optó por buscarlo en el Embalse "San José Deguedó", ubicado en el kilómetro 98 de la carretera México-Querétaro. La razón de buscarlo en este sitio fue debido al antecedente proporcionado por el trabajo realizado por Terrón (1994). En este lugar no hubo dificultad para capturarlo, pues se encontró en gran número, pero ecológicamente hablando existieron razones más poderosas por la cual se colectó en dicho embalse: debido a que el agua presente en los canales del Lago de Xochimilco es tratada, contiene gran cantidad de desechos domésticos vertidos y sus poblaciones de peces siguen siendo objeto de sobrepesca, se convierte en un lugar altamente vulnerable y si aunado a ello se continua con la extracción de los pocos ejemplares que aún permanecen en los canales, definitivamente se incrementaría su grado de vulnerabilidad, ya que está bien documentado y con base en este trabajo, que el número de organismos es escaso, pues se trata de un ambiente altamente deteriorado por actividades antropogénicas, y es un motivo suficiente para no realizar colectas exhaustivas, lo cual valida extraerla de otro sitio para continuar los estudios y metas planteadas en este trabajo, y además con la presente investigación se sientan las bases de estudios preliminares de la búsqueda de alternativas de repoblamiento en el Lago de Xochimilco.

Por otro lado, el tiempo que se tiene pudo ser muy corto, ya que no se sabe por cuanto tiempo más la especie pueda sobrevivir a las condiciones prevalecientes en el lago, por lo cual se debe esperar a que las poblaciones del mexclapique se restablezcan de manera natural, pues aunque el lago fue decretado como una región prioritaria para la conservación por la CONABIO en 1998, es un hecho que las normas que deben operar para que las poblaciones de peces se reestablezcan, aún no son aplicadas, por lo cual se puede quedar al margen solo como espectadores ante el grave problema.

A pesar de que la familia Goodeidae y en especial *G. viviparus*, es una familia poco estudiada (Alcocer y Flores, 1993) establecen que es un grupo de organismos que se adaptan fácilmente a las condiciones ambientales

prevalecientes en un cuerpo acuático. Además señalan que de todos los factores ambientales, es la temperatura quien juega un papel determinante en el ciclo biológico de la especie, y muestra una relación directa con la abundancia, regulando el periodo reproductivo.

Además afirma que el mexclapique es muy difícil de mantener en cautiverio, ya que necesita agua dura madurada a una temperatura de 21-23 °C.

Sin duda alguna, es la temperatura un parámetro fundamental para el exitoso mantenimiento de *G. viviparus* en cautiverio, ya que nunca deberá ser inferior a 21 °C, si se tiene como objetivo el reproducirlos, de no ser así logran sobrevivir y adaptarse a temperaturas de hasta 19 °C, pero nunca inferiores (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986).

La familia Goodeidae agrupa peces dulceacuícolas, exclusivamente mexicanos, caracterizados, entre otras cosas, por presentar marcado dimorfismo sexual, cortejo prenupcial y viviparidad, fenómenos que conllevan una serie de adaptaciones morfológicas, anatómicas y fisiológicas propias del grupo (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986), en esta investigación, el cortejo coincide con el descrito por Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez.

Para estos autores la época reproductiva comprende aproximadamente desde el mes de marzo hasta octubre. Señalan además que entre noviembre y febrero, observaron el comportamiento reproductivo, donde describen que el cuerpo del macho se mantiene en una posición inclinada, en la cual sostiene la aleta caudal un poco más alta que la posición que tiene la cabeza y, a la vez, todo el cuerpo presenta aproximadamente forma de "s", estando la parte central, donde se encuentra el esparmatopodio, dirigido hacia la hembra tratando de facilitar la cópula. Durante todo este acto la pareja nada lentamente y al término, la hembra huye.

Pero, a pesar de que dicho fenómeno reproductivo fue bien documentado, Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) nunca lograron la reproducción, lo cual atribuyen a la temperatura del agua del acuario (nunca inferior a 19 °C), esto es que, la temperatura es un parámetro fundamental que debe ser mantenido más elevado (24.53 °C en promedio) para lograr una exitosa reproducción.

Con respecto a las crías nacidas en los acuarios, Alcocer y Flores (1993), reportaron que la velocidad de crecimiento en longitud de *G. viviparus* no es constante a través del tiempo, lo cual es reflejado en un crecimiento de tipo alométrico, y coincide con lo obtenido en este trabajo. Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) determinaron que el crecimiento de los embriones del mexclapique presentaron crecimiento de tipo alométrico. Este tipo de crecimiento también fue reportado por Terrón (1994) y por Salazar (1981) para el mexclapique.

Lagler (1984) considera que para los peces, como sucede con todos los animales, es indispensable una nutrición adecuada para poder crecer y sobrevivir, los investigadores han aprendido mucho con relación a los hábitos alimenticios, las clases de organismos que comen y los mecanismos que han desarrollado para la digestión. Algunos peces se alimentan exclusivamente de plantas (herbívoros), otros de animales solamente (carnívoros), mientras que existe un grupo que se alimenta de las dos fuentes (omnívoros), en este trabajo *G. viviparus* mostro tendencia a ubicarse dentro de este último grupo, puesto que se alimentó de vegetales y pulga de agua.

Terrón (1994) reportó haber encontrado en el análisis estomacal practicado a *G. viviparus* colectado en el embalse La Goleta, una gran variedad de grupos alimenticios tales como: Cladóceros, copépodos, insectos, algas y materia orgánica en general.

Alcocer y Flores (1993) reportaron que *Girardinichthys viviparus* en el Lago de Chapultepec, se considera como un organismo eminentemente zooplanctófago: *Cyclops* sp., *Moina macrura*, *M. macropa*, *M. rectirostris*, *M. brachiata*, *Alona costata* y *Alona* sp. fueron las principales especies encontradas. Otras especies de contribución menor fueron *Hyalella azteca*, *Cypridopsis vidua*, *Polyartha* sp., *Keratella* sp., *Brachionus plicatilis*, *B. calciforus*, *B. havanaensis*.

Varios de los géneros encontrados por este autor, coinciden con los encontrados en los canales Nacional y Laguna de Tlilac, tales como: *Cyclops* sp., *Brachionus* sp., *Moina* sp, y *Keratella* sp. lo cual nos hace pensar que son indispensables o básicos dentro de su dieta en ambientes naturales.

Gracias al constante monitoreo de la calidad del agua en las peceras la reproducción de *G. viviparus* fue posible, además de que es necesario

proporcionarles pulga de agua, ya que de los tres alimentos probados en este estudio, fue sin duda alguna la pulga de agua la que mostró la mejor aceptación.

El hombre al igual que todos los seres vivos, toma la energía necesaria, para la realización de sus funciones, del ambiente que lo rodea. A medida que el ser humano ha desarrollado su tecnología, ha propiciado la aparición de diferentes fenómenos, como la concentración de grandes poblaciones en determinados lugares y la transformación, cada vez más determinante, del ambiente a fin de satisfacer sus necesidades (López y Pérez, 1993).

Hasta la fecha se han tomado los recursos del medio ambiente en forma desordenada y sin prever las consecuencias que esto acarrea, ya que no se han llevado a cabo los estudios científicos necesarios para obtener energía racionalmente de los ecosistemas, por lo que estos se explotan de manera parcial, desaprovechándose una gran cantidad de posibles recursos y provocando el agotamiento total e irreversible de dichos ecosistemas (López y Pérez, *op. cit.*).

En algunos países se empiezan a hacer estudios en cuanto al uso de los recursos y se ponen en práctica medidas encaminadas a la explotación racional y científica de los ecosistemas, podemos decir que en Latinoamérica esto aun no se contempla y que la forma de obtener energía es completamente caótica e irracional, donde se trata de siempre de obtener los mayores beneficios económicos posibles sin importar el "costo ecológico" que ello implica (López y Pérez, *op. cit.*).

En los Estados Unidos, Canadá y México, se sabe que 1033 especies de peces han vivido enteramente en aguas dulces en tiempos históricos recientes. De ellas 27 (el 3%) se han extinguido en los últimos cien años, y otras 265 (26%) están expuestas a la extinción. Caen en una u otra de las categorías utilizadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). Los cambios que los obligan a la decadencia son:

- Destrucción del hábitat físico 73% de las especies.
- Desplazamiento por especies introducidas 68% de las especies.
- Alteración del hábitat por contaminantes químicos 38% de las especies.

- Hibridación con otras especies o subespecies 38% de las especies.
- Sobrepesca 15% de las especies (Wilson, 1992).

Las poblaciones nativas remanentes enfrentan problemas como la invasión de especies exóticas o enfermedades, que influyen negativamente sobre su sobrevivencia a largo plazo. A mediano plazo los impactos ambientales de la invasión de especies serán, muy probablemente tan graves como la pérdida de la diversidad biológica (Ehrlich, 1997).

Organismos nacionales e internacionales, así como instituciones educativas o dependencias federales y estatales, ocasionalmente se han preocupado por la publicación de folletos, posters y revistas entre otros medios de difusión, que contengan información acerca de los recursos naturales con que contamos; llevan pequeños mensajes del uso y cuidado que debemos darle tanto a la flora como a la fauna, así como a cada uno de los factores que integran el medio. Pero a pesar de esto, aun falta mucho por difundir, es por ello la preocupación de crear un programa de interpretación de la naturaleza (López y Pérez, 1993).

En este contexto es prioritario considerar el desarrollo sustentable en nuestro país, es decir, entender la economía y la ecología como una unidad que lleve al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad en su conjunto. Las necesidades y prioridades de la política ambiental en México se han ido atendiendo dentro de un nuevo marco institucional, pero el problema del deterioro del ambiente no se podrá solucionar si no es con la toma de conciencia y participación de todos los sectores de la sociedad para apoyar el cumplimiento escrupuloso de las leyes (Macías, 1998).

Podemos afirmar, que si bien este trabajo no cubre absolutamente todo lo que hay que saber sobre el mexclapique, sí constituye un documento en el cual podemos encontrar cuales son los criterios a seguir para llevar a cabo un exitoso cautiverio, ya que se abarcaron los siguientes aspectos:

- Identificación correcta de la especie
- Establecimiento de las condiciones óptimas de los acuarios

- Sexado
- Corroboración de preferencias alimenticias y cantidades recomendables
- Seguimiento de su conducta sexual (cortejo)
- Obtención de crías

Ahora que conocemos esta útil información surge una interrogante ¿Cómo aplicarla para que realmente la especie pueda reestablecerse?

Es necesario conocer un poco de ecología y principalmente sobre educación ambiental, que es definida como un proceso de enseñanza-aprendizaje por medio del cual el individuo adquiere conocimientos y desarrolla hábitos que le permiten modificar los puntos de conducta individual con relación al medio ambiente. La educación ambiental es un proceso educativo permanente, cuyo propósito es lograr, en los diversos sectores y grupos que integran el conjunto de la sociedad nacional, que participen conscientemente en la solución de los problemas ambientales y en la prevención de los futuros (SEDUE, 1991).

En resumen, el objetivo de la educación ambiental es provocar que el hombre tenga una conciencia ecológica básica, que le permita reconocerse a sí mismo como un ser vivo mas de este planeta. De tal manera, la educación ambiental debe provocar la toma de conciencia para que advierta que la raza humana depende de los recursos naturales y del manejo racional que le dé a los mismos (Young, 1997).

Todo lo anterior, desde luego, no ha sido ni será una tarea fácil, pero es una de las mejores inversiones culturales que el hombre moderno ha implementado, pues una vez que la cultura y la educación ambiental pase a formar parte de la cultura general de los individuos, el aprovechamiento racional de nuestros recursos y su preservación y conservación serán acciones espontáneas e infalibles (Young, *op. cit*).

Debido a ello, es que el hombre recientemente ha tomado conciencia de este problema. La importancia de este conocimiento ha llevado a desarrollar una

rama de la biología, dedicada exclusivamente a la conservación y manejo de especies (Eguiarte y Piñero, 1990).

Existen varias razones, de muy distinta índole, por las que el hombre decide conservar los recursos naturales. Así por ejemplo, tenemos motivos ecológicos, económicos, éticos y genéticos para conservar las especies que nos rodean (Eguiarte y Piñero, *op. cit.*).

Una manera de llevar a cabo la conservación es el mantenimiento de las especies *ex situ*. Los métodos *ex situ* son una buena estrategia para tratar de mantener a las especies en laboratorios, bancos de germoplasma, zoológicos, jardines botánicos, por medio de cultivo de tejidos, etc. (Eguiarte y Piñero, *op. cit.*).

En el caso del mexclapique, la conservación *ex situ* es la mejor opción a seguir para el mantenimiento y conservación de la especie, ya que lamentablemente la mala calidad del agua de los Canales de Xochimilco, que constituyen su hábitat natural, no son por ahora las ideales.

Pero no todo está perdido, ya que en el presente trabajo se pudo corroborar que esta especie se adapta sin dificultad al cautiverio, una vez que se han establecido sus preferencias alimenticias y se le proporcione una buena calidad del agua en los acuarios, los peces se mantuvieron saludables y no presentaron obstáculos para reproducirse. De tal manera, que la conservación *ex situ* puede realizarse favorablemente.

Aunque bien, esta es una buena opción, no es la ideal, y no debemos conformarnos en mantener a las especies fuera de su hábitat natural por causa de nuestros descuidos y excesos en el deterioro ambiental.

Ya mucho se ha hablado sobre conservación *ex situ*, pero existe su contraparte: la conservación *in situ*, la cual propone mantener a las especies en sus ambientes naturales y esto ofrece muchas ventajas, ya que los métodos *in situ* son los únicos que dejan a los organismos continuar su evolución en condiciones

naturales, además permiten la conservación de muchas especies al mismo tiempo, cosa que de otra forma sería imposible, y a la vez protegen ecosistemas enteros, con todo su componente abiótico, lo cual ayuda a mantener ciclos biogeoquímicos, genera estabilidad climática, etc. (Eguiarte y Piñero, 1990).

Esto nos lleva a la necesidad de creación de Reservas o Áreas Naturales Protegidas, que aunque ya existen en nuestro país, parecen no ser suficientes.

## CONCLUSIONES

*Girardinichthys viviparus* es una especie que habita en las zonas más profundas del lago y con mayor influencia urbana.

La sobreexplotación que aún siguen sufriendo los individuos de esta especie, no ha permitido que sus poblaciones se recuperen de manera favorable aunada a la calidad del agua presente.

Los parámetros fisicoquímicos determinados, mostraron ser variables debido a la diversidad de estaciones muestreadas, encontrando sólo 6 estaciones (Canal Nacional 1 y 2, Laguna de Tlilac 1, 2, 3 y 4) con condiciones favorables para su desarrollo.

La baja población de *G. viviparus* dentro del lago, se debió a las condiciones poco favorables para su desarrollo como son:

- poca profundidad en los canales
- altos niveles de pH
- temperatura inferior a la óptima (25.5°C)
- poca transparencia en las estaciones, que se ve reflejado en la baja producción de alimento
- En general, a la mala calidad del agua, debida a la gran cantidad de desechos domésticos vertidos en este cuerpo de agua.
- La explotación que aún se sigue realizando en esta especie, lo cual impide que sus poblaciones se restablezcan.

naturales, además permiten la conservación de muchas especies al mismo tiempo, cosa que de otra forma sería imposible, y a la vez protegen ecosistemas enteros, con todo su componente abiótico, lo cual ayuda a mantener ciclos biogeoquímicos, genera estabilidad climática, etc. (Eguiarte y Piñero, 1990).

Esto nos lleva a la necesidad de creación de Reservas o Áreas Naturales Protegidas, que aunque ya existen en nuestro país, parecen no ser suficientes.

## CONCLUSIONES

*Girardinichthys viviparus* es una especie que habita en las zonas más profundas del lago y con mayor influencia urbana.

La sobreexplotación que aún siguen sufriendo los individuos de esta especie, no ha permitido que sus poblaciones se recuperen de manera favorable aunada a la calidad del agua presente.

Los parámetros fisicoquímicos determinados, mostraron ser variables debido a la diversidad de estaciones muestreadas, encontrando sólo 6 estaciones (Canal Nacional 1 y 2, Laguna de Tlilac 1, 2, 3 y 4) con condiciones favorables para su desarrollo.

La baja población de *G. viviparus* dentro del lago, se debió a las condiciones poco favorables para su desarrollo como son:

- poca profundidad en los canales
- altos niveles de pH
- temperatura inferior a la óptima (25.5°C)
- poca transparencia en las estaciones, que se ve reflejado en la baja producción de alimento
- En general, a la mala calidad del agua, debida a la gran cantidad de desechos domésticos vertidos en este cuerpo de agua.
- La explotación que aún se sigue realizando en esta especie, lo cual impide que sus poblaciones se restablezcan.

Es posible mantener y aclimatar a la especie favorablemente en cautiverio proporcionándoles una buena calidad en el agua de los acuarios.

Las condiciones proporcionadas en el laboratorio favorecieron la aclimatación y mantenimiento de *G. viviparus*.

La reproducción en cautiverio de *G. viviparus* es posible si se mantiene la calidad de los acuarios en condiciones óptimas y proporcionándoles la alimentación adecuada.

El comportamiento sexual requiere para su ejecución de la conjunción de varios elementos, entre otros, óptimas condiciones reproductivas y climáticas; así se pudo establecer una clara relación entre la temperatura del agua y la respuesta de los machos a la presencia de las hembras.

*G. viviparus* presentó una gran tendencia a ser un organismo omnívoro por las preferencias alimenticias que mantuvo.

El alimento que tuvo mejor aceptación por parte de *G. viviparus* en cautiverio fue la pulga de agua, en tanto que el complemento ideal resultó ser el cubo de vegetales.

El alimento básico de *G. viviparus* en el Lago de Xochimilco fue *Cyclops* sp., *Brachionus* sp., *Moina* sp., y *Keratella* sp., principalmente.

El crecimiento en longitud y peso registrado en las crías fue alométrico.

## LITERATURA CITADA

- ALCOCER, D. J. Y M. L. FLORES, T., 1993. Ictiofauna remanente del Lago de México. Actas del VI Congreso Español de Limnología. Granada. pp. 315-321.
- ÁLVAREZ DEL VILLAR, J., 1957. Los peces del Valle de México. Secretaría de Marina. Comisión para el fomento de la piscicultura rural. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, México. 62 p.
- ÁLVAREZ DEL VILLAR, J., 1963. Ictiología mexicana III. Los peces de San Juanico y de Tocombo, Michoacán. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México*. 12 (1-4): 111-130.
- ÁVILA R. B., 2000. Composición actual de la ictiofauna del Lago de Xochimilco. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM, 72 p.
- CEBALLOS, H. S., 1993. Especies en peligro de extinción. En: Flores, V. O. Y A. Navarro (Comps.), 1993. Biología y problemática de los vertebrados en México. *Ciencias*. Número especial (7): 5-10.
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, 1994. Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-1994).
- CONABIO, COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO Y CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD, 1998. Regiones prioritarias de conservación (CONABIO/PRONATURA/WWF/FMCN/USAID/TNC/INE). <http://www.conabio.gob.mx/rcpm/rcpmdatos.htm>.
- DE LA LANZA, E. G., 1998. Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. pp. 1-26. En: Martínez, C. L. R., 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A.G.T. Editor, S.A., México, 226 p.
- DE LA LANZA, E. G. Y S. HERNÁNDEZ P., 1998. Nutrientes y productividad primaria en sistemas acuícolas. pp. 27-65. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.
- DE LA LANZA, E. G. Y L. R. MARTÍNEZ C., 1998. Fertilización en los sistemas acuícolas. pp. 67-76. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.
- DÍAZ-PARDO, E. Y S. ORTÍZ-JIMÉNEZ, 1986. Reproducción y ontogénesis de *Girardinichthys viviparus* (Pisces Goodeidae). *Revista de la Esc. Nac. Cienc. Biol. México*. 66 p.
- EGUIARTE, L. Y PIÑERO, D., 1990. Genética de la conservación: leones vemos, genes no sabemos. *Ciencias*, número especial 4: 34-47.
- EHRlich, P. R., 1997. Población y medio ambiente ¿qué nos espera?. *Ciencias*, vol. 48, No. 4, pp 19-30.

- ESPINOSA, P. H., 1993. Riqueza y diversidad de peces. En: Flores, V. O. Y A. Navarro (Comps.), 1993. Biología y problemática de los vertebrados en México. *Ciencias*. Número especial (7): 77-84.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. Y L. R. MARTÍNEZ C., 1998. El fitoplancton. pp. 77-94. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.
- INEGI, 1997. Cuaderno estadístico delegacional. Xochimilco, Distrito Federal. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Edición 1997.
- LAGLER, K. F., 1984. Ictiología, AGT editor, México, 489 p.
- LESSANDRA, G., 1989. Estudio comparativo de la abundancia y algunas características morfológicas de *Poecilia reticulata* y *Girardinichthys viviparus* en los canales de Xochimilco. Tesis profesional. UAM Xochimilco, pp 98.
- LÓPEZ L. M. Y PÉREZ J. G., 1993. Guía para la interpretación de la naturaleza. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 106 p.
- MACÍAS, E., 1998. Marco de la política ambiental en México. Revista de Divulgación UJAT, No. 5 y 6, Años III y IV, pp 30-31.
- ODUM, P. F., 1972. Ecología. Interamericana, 3a. edición, México. 638 p.
- OJENDIS, G. V., 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, 55 p.
- PENNAK, R. W., 1978. Fresh water invertebrates of the United States. 2a. Edición, Jhones Wiley and Sons, New York. 803 p.
- ROMERO, R. A., 1965. Los peces del Alto Lerma. Tesis profesional *Esc. Nac. Cienc. Biol.* IPN, México D.F. 77 p.
- SALAZAR, M. R., 1981. Contribución al conocimiento de la biología de *Girardinichthys innominatus* Bleeker, 1860 (Pisces Goodeidae) en el embalse "Requena" Estado de Hidalgo. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM, 43 p.
- SEDUE, 1991. La educación ambiental en el desarrollo municipal. Serie sistema municipal de gestión ambiental, México.
- SUÁREZ-MORALES, E., 1998. Zooplancton y acuicultura. pp. 95-118. En: Martínez, C. L. R. 1998. Ecología de los sistemas acuícolas. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.

- TERRÓN, R. A., 1994. Estudio biológico de *Girardinichthys viviparus* (Pisces:Goodeidae) en el embalse "La Goleta" Estado de México. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM, pp 125.
- Villee, C., 1996. Biología de Ville. 3a. edición. Interamericana, México, pp. 1193.
- WILSON, K. J., 1992. The biological biodiversity. Harvard University Press, Massachusetts. Capítulo 12, pp 244-279.
- YOUNG, M., 1997. Ecología y medio ambiente. Editorial Nuevo Rumbo, México, 176 p.

PROFUNDIDAD REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

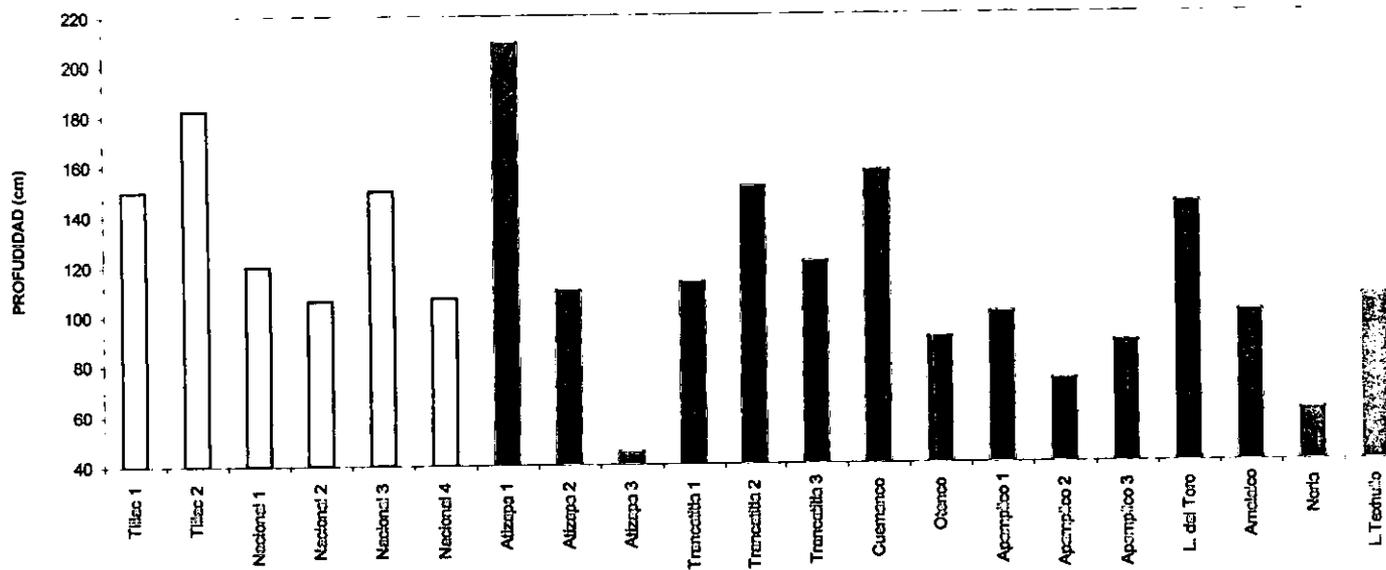


Fig. 6 . Registros de la profundidad del agua de los canales (cm) donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

TRANSPARENCIA REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

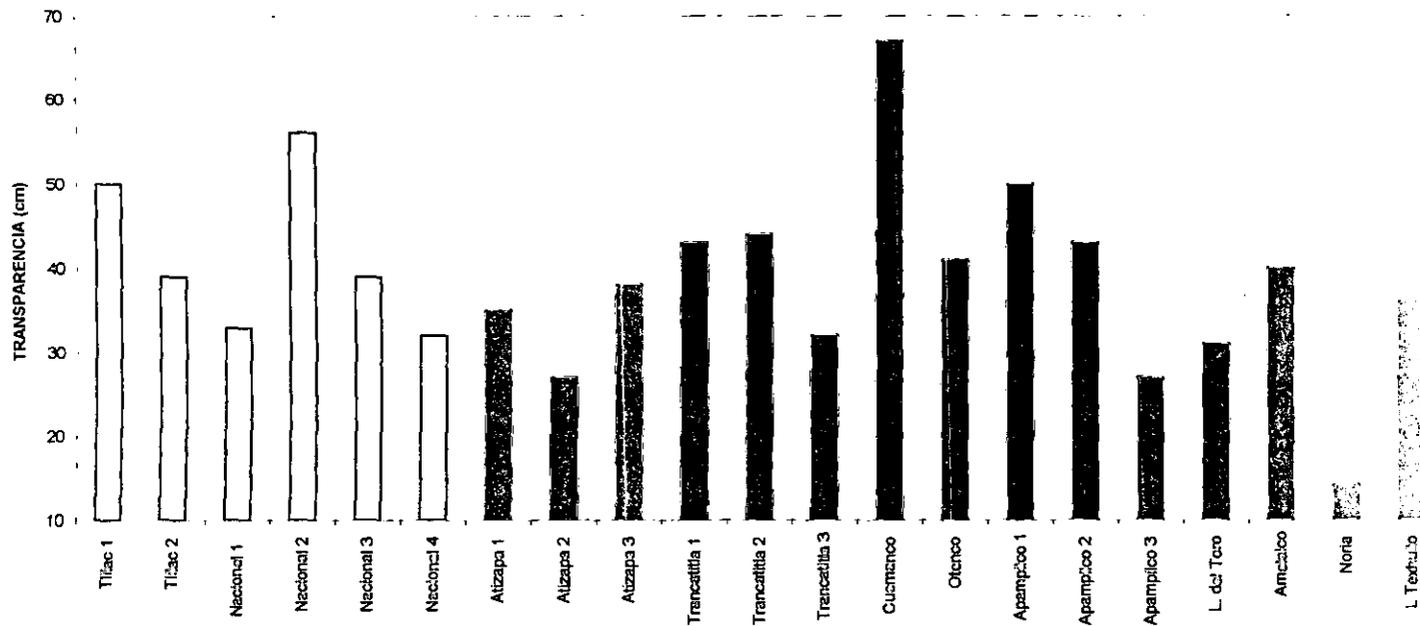


Fig. 7. Registros de la transparencia del agua (cm) donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

TEMPERATURA AMBIENTAL REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998  
A ABRIL DE 1999.

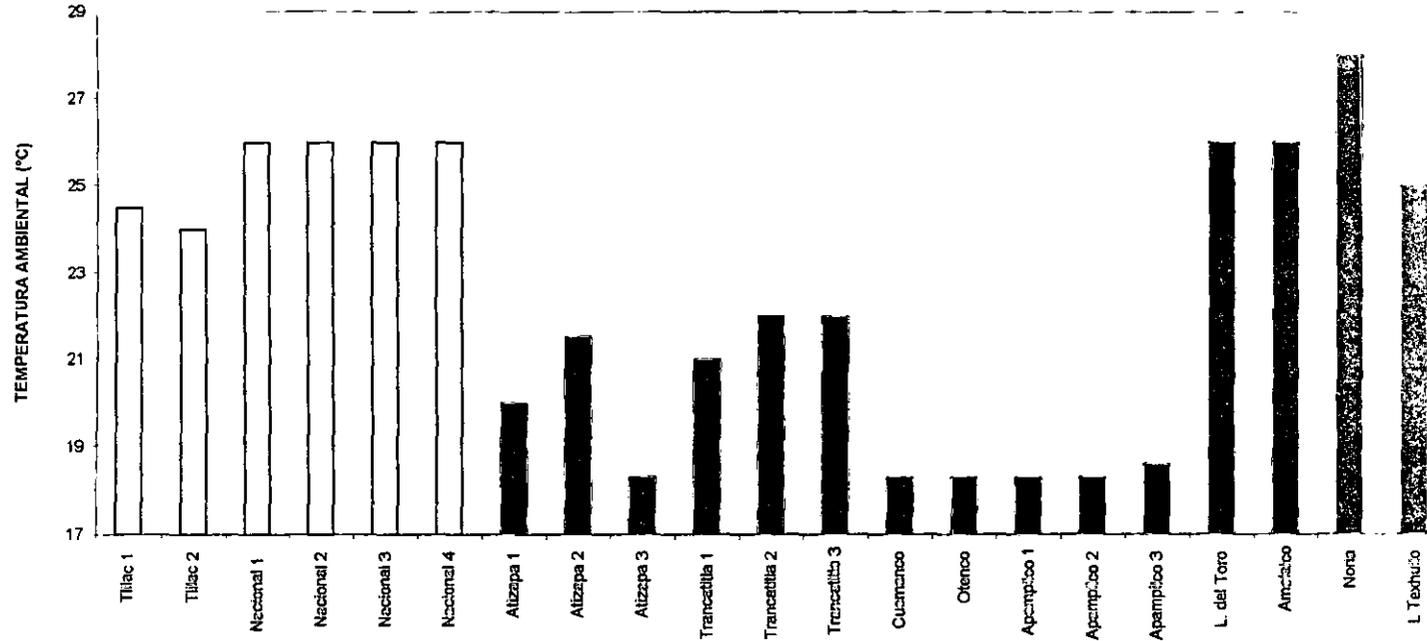


Fig. 8. Registros de la temperatura ambiental (°C) donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

TEMPERATURA DEL AGUA REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

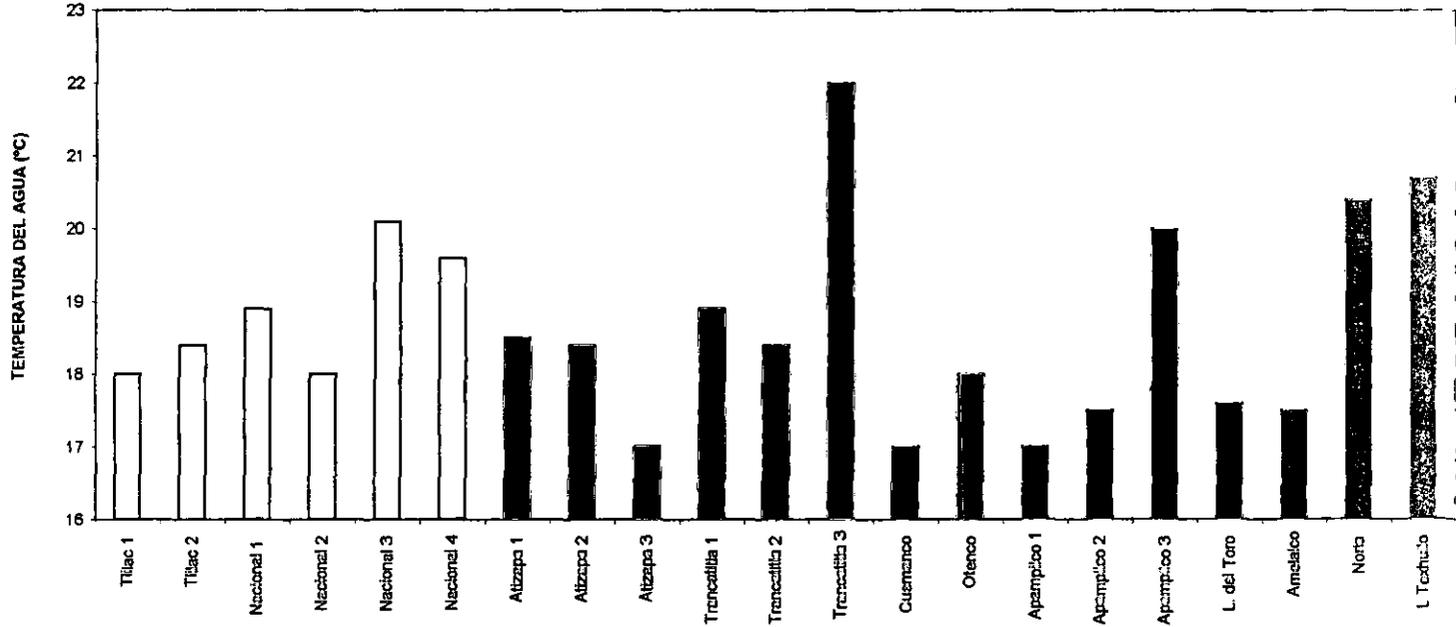


Fig. 9. Registros de la temperatura del agua (°C) donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA REGISTRADO EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1988 A ABRIL DE 1989.

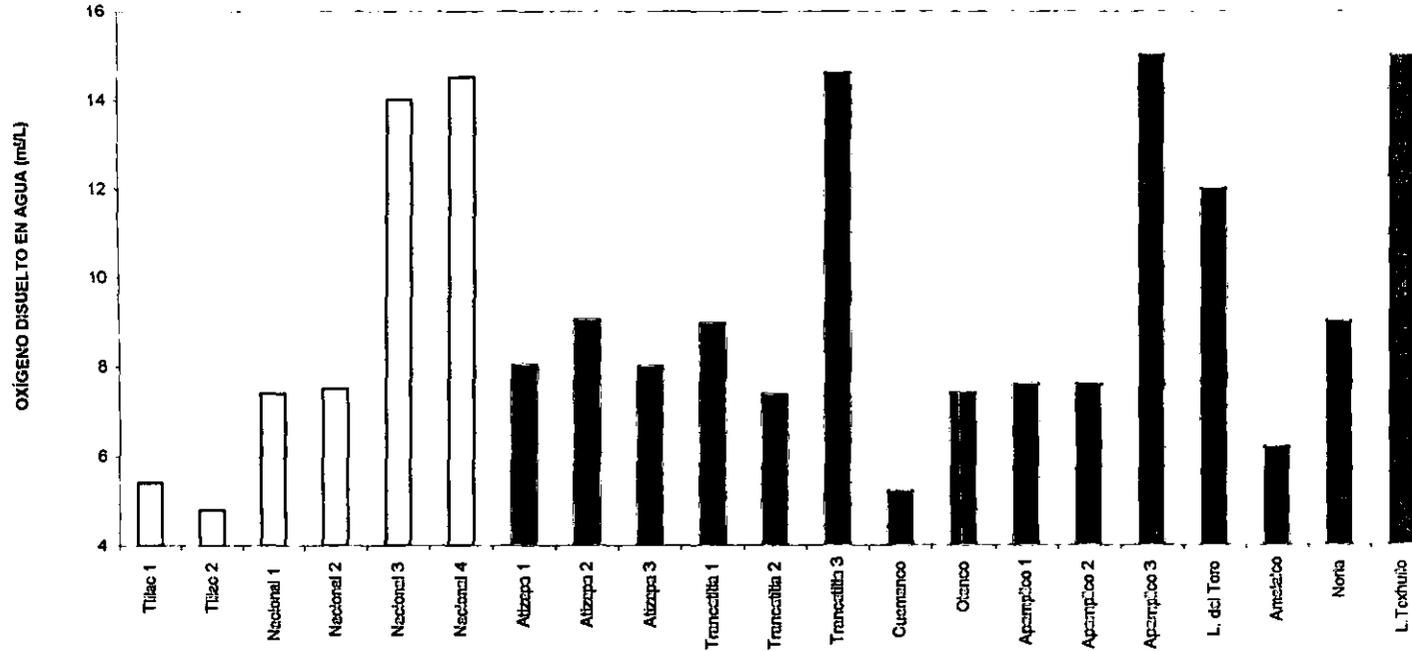


Fig. 10. Registros de el oxígeno disuelto en el agua (mg/L), donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

CONDUCTIVIDAD DEL AGUA REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998  
A ABRIL DE 1999.

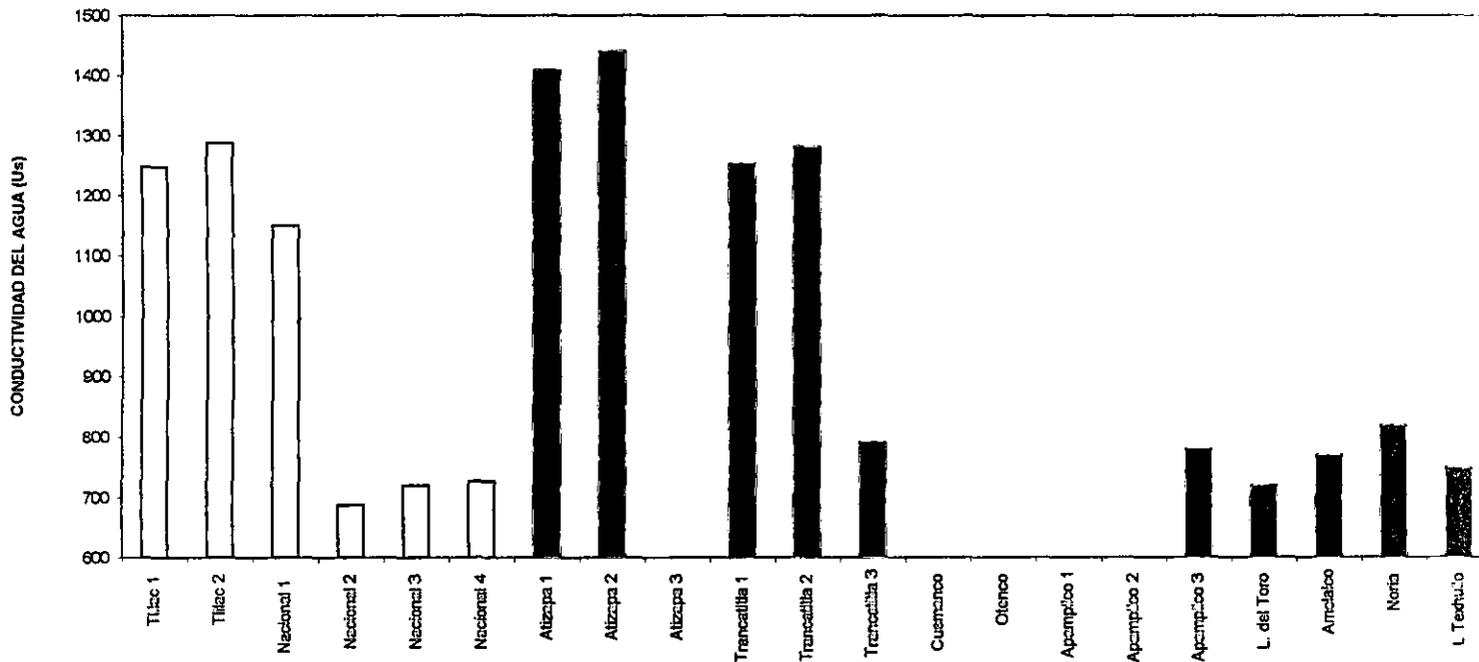


Fig. 11. Registros de la conductividad del agua (Us), donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color obscuro representa las estaciones donde no se encontró.

**pH REGISTRADO EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.**

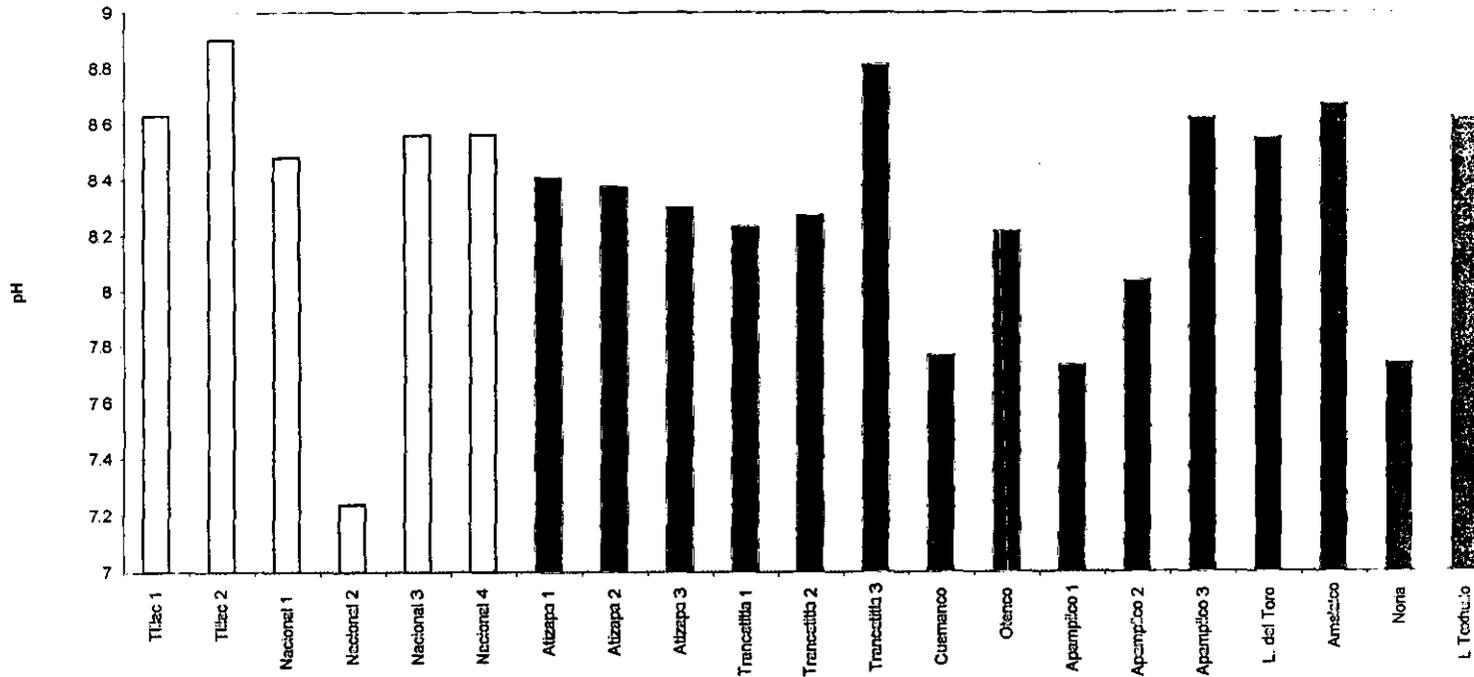


Fig. 12. Registros del pH del agua, donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

AMONIO REGISTRADO EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

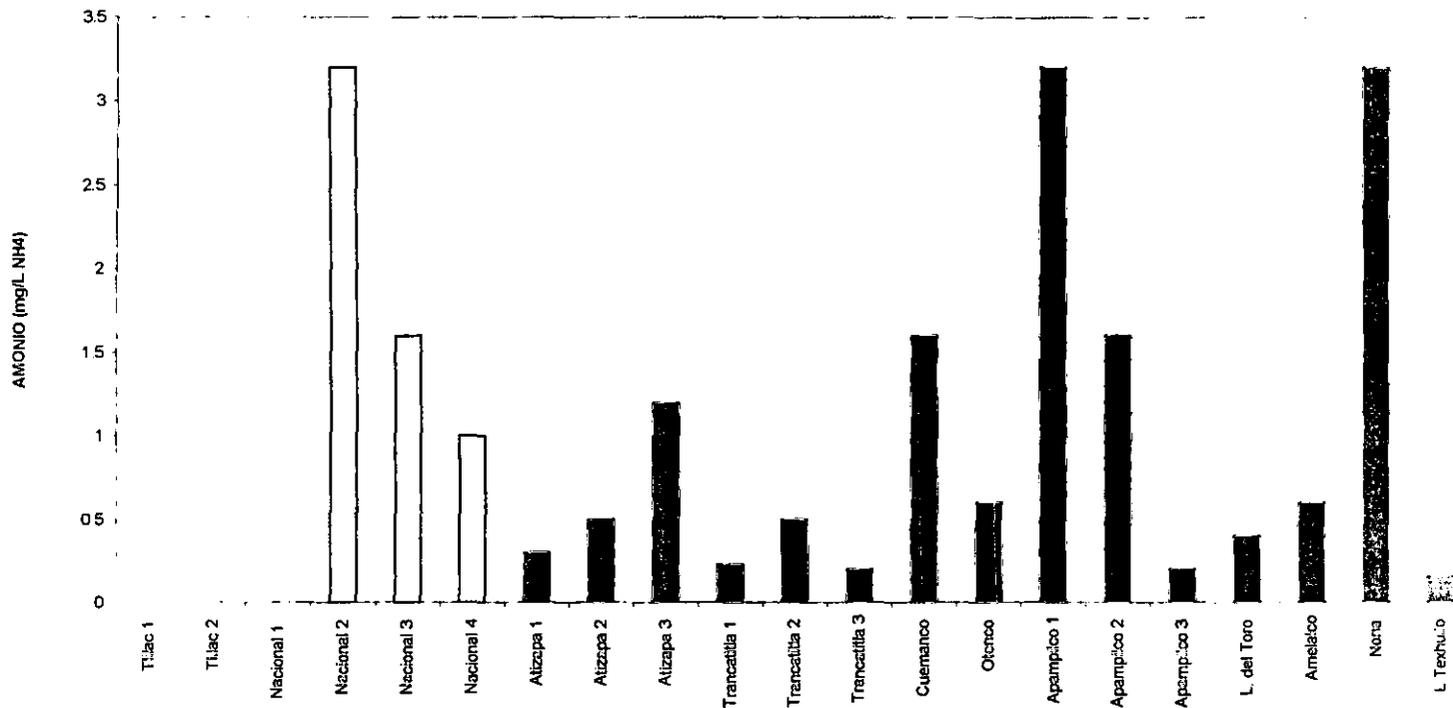


Fig. 13. Registros de amonio (mg/L NH<sub>4</sub>), donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

NITRATOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

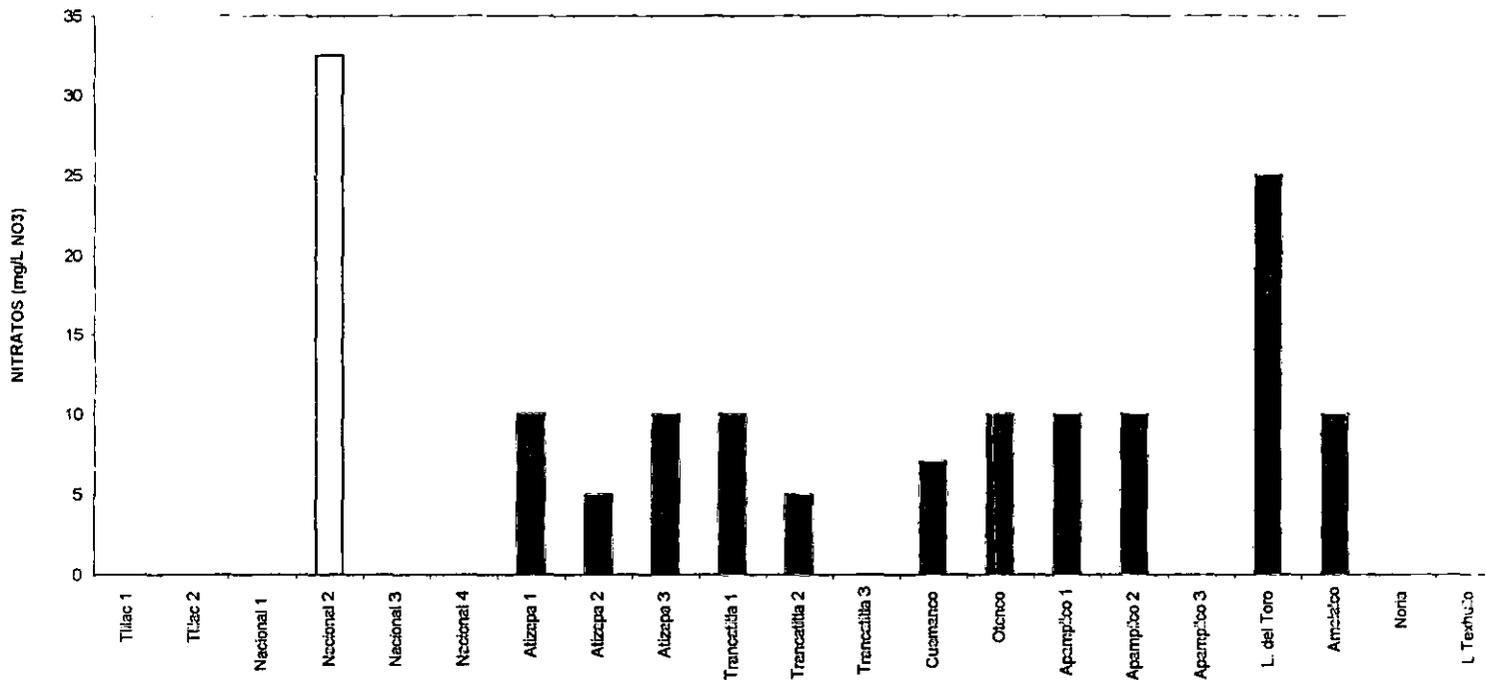


Fig. 14. Registro de los nitratos (mg/L NO<sub>3</sub>) presentes en el agua, donde el color claro representa las estaciones donde se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

NITRITOS REGISTRADOS EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

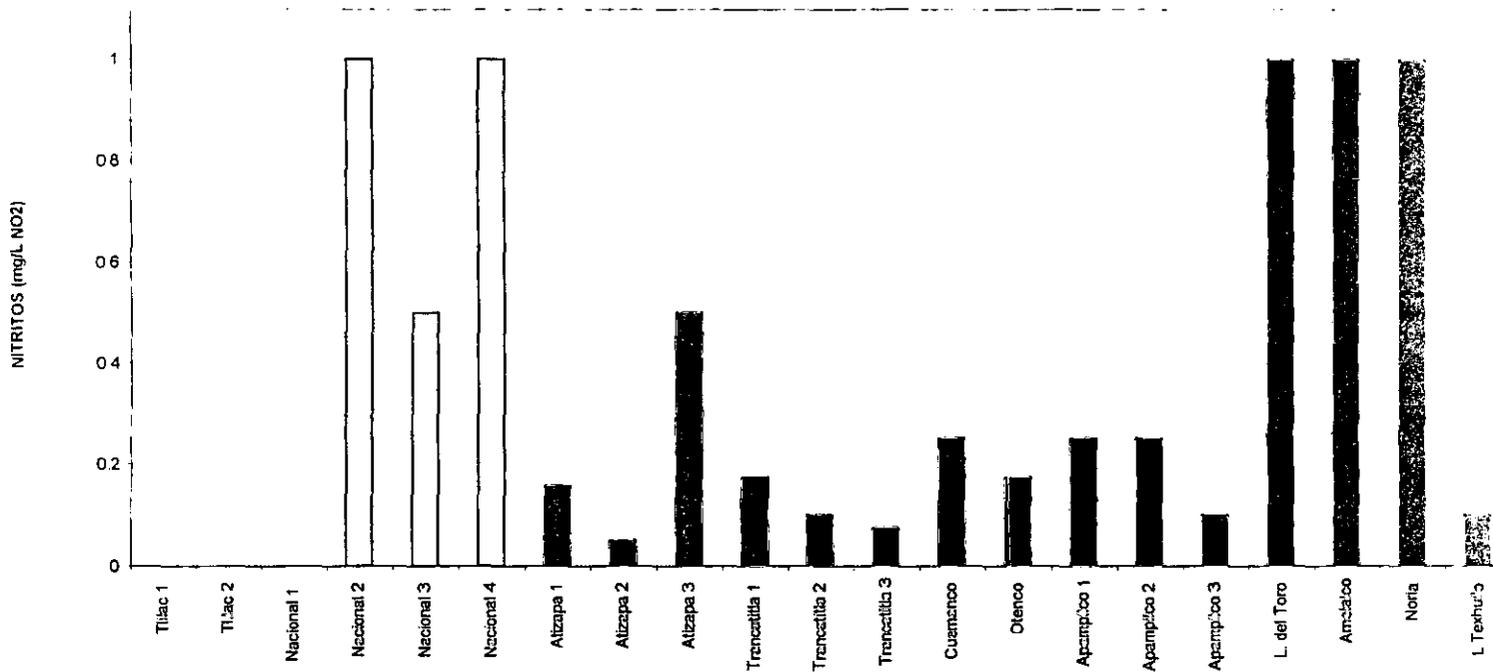


Fig. 15. Registro de los nitritos (mg/L NO<sub>2</sub>), donde el color claro representa las estaciones se colectó al mexclapique, mientras que el color oscuro representa las estaciones donde no se encontró.

### Relación longitud total y patrón vs tiempo en crías del mexclapique

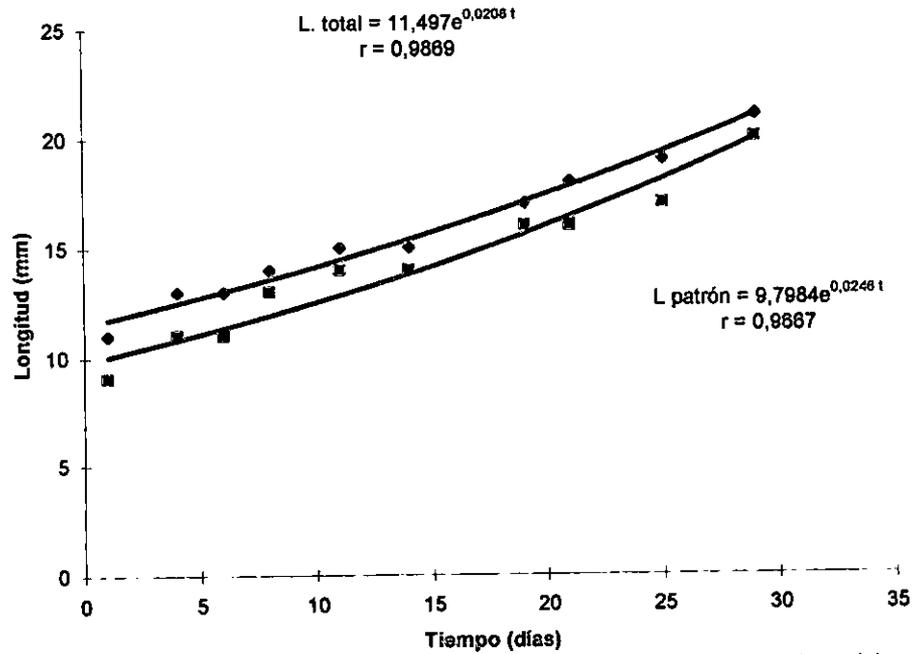


Fig. 18. Crecimiento exponencial en longitud de *Girardinichthys viviparus*.

Relación peso vs tiempo en crías del mexclapique

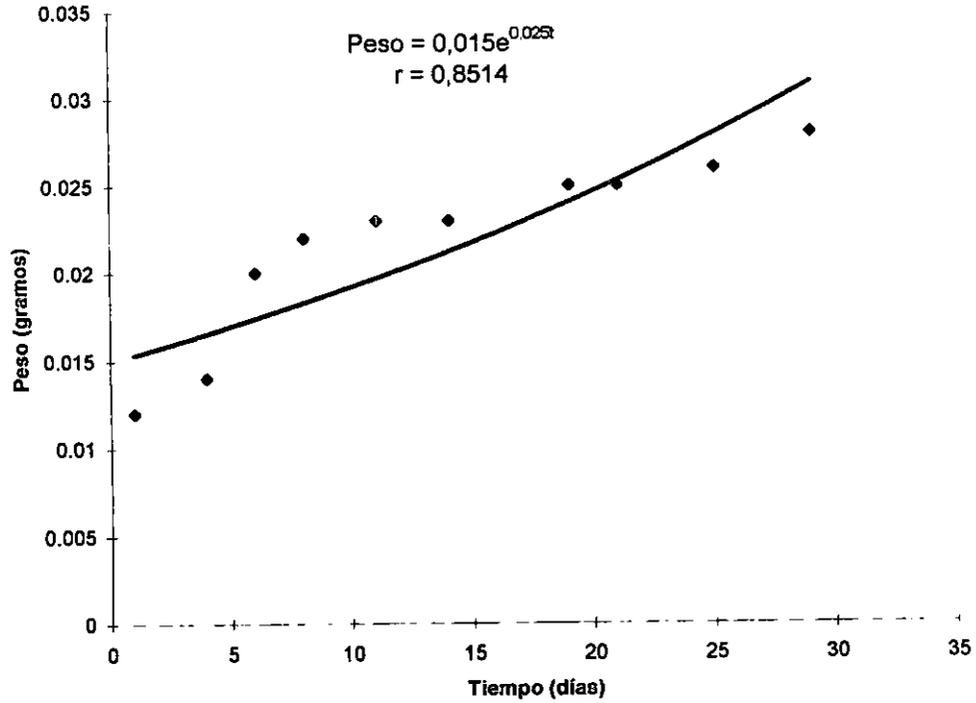


Fig. 19. Crecimiento exponencial en peso de *Girardinichthys viviparus*.

Relación longitud total vs peso en crías del mexclapique

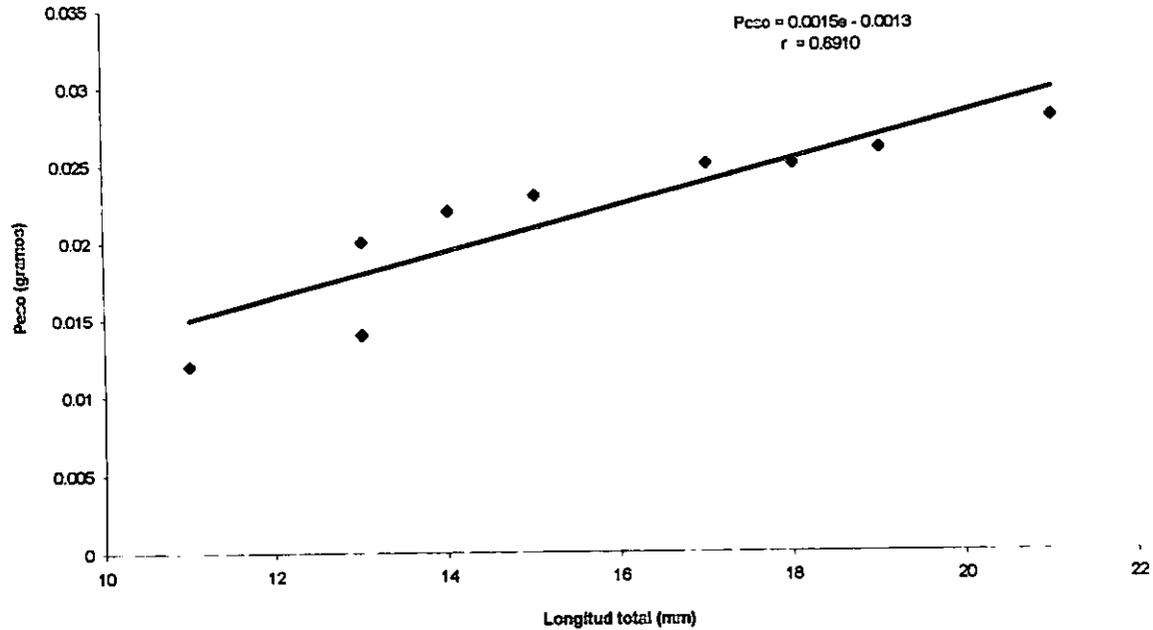


Fig. 20. Crecimiento exponencial en longitud y peso de *Girardinichthys viviparus*.

ABUNDANCIA DE GRUPOS PLANCTONICOS ENCONTRADO EN EL ESTANQUE DURANTE EL PERIODO DE EXPERIMENTACIÓN.

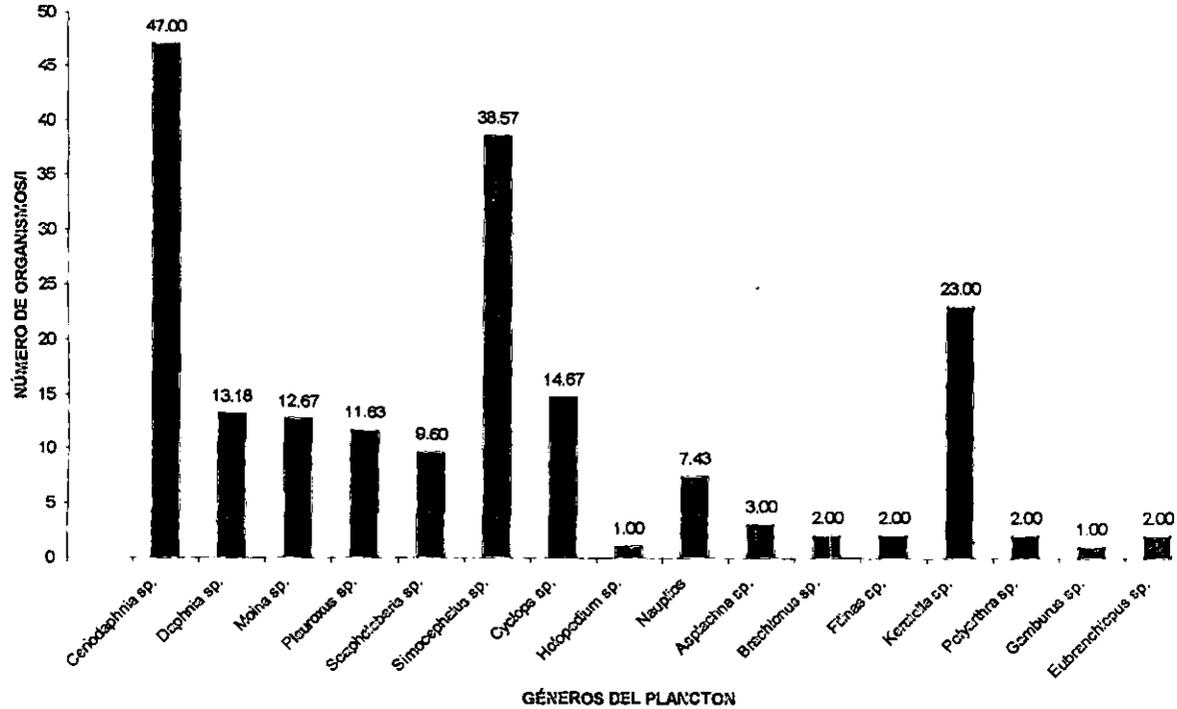


Fig. 21. Géneros del plancton encontrados en el estanque (CIBAC)

PROMEDIOS DEL PLANCTON ENCONTRADO EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

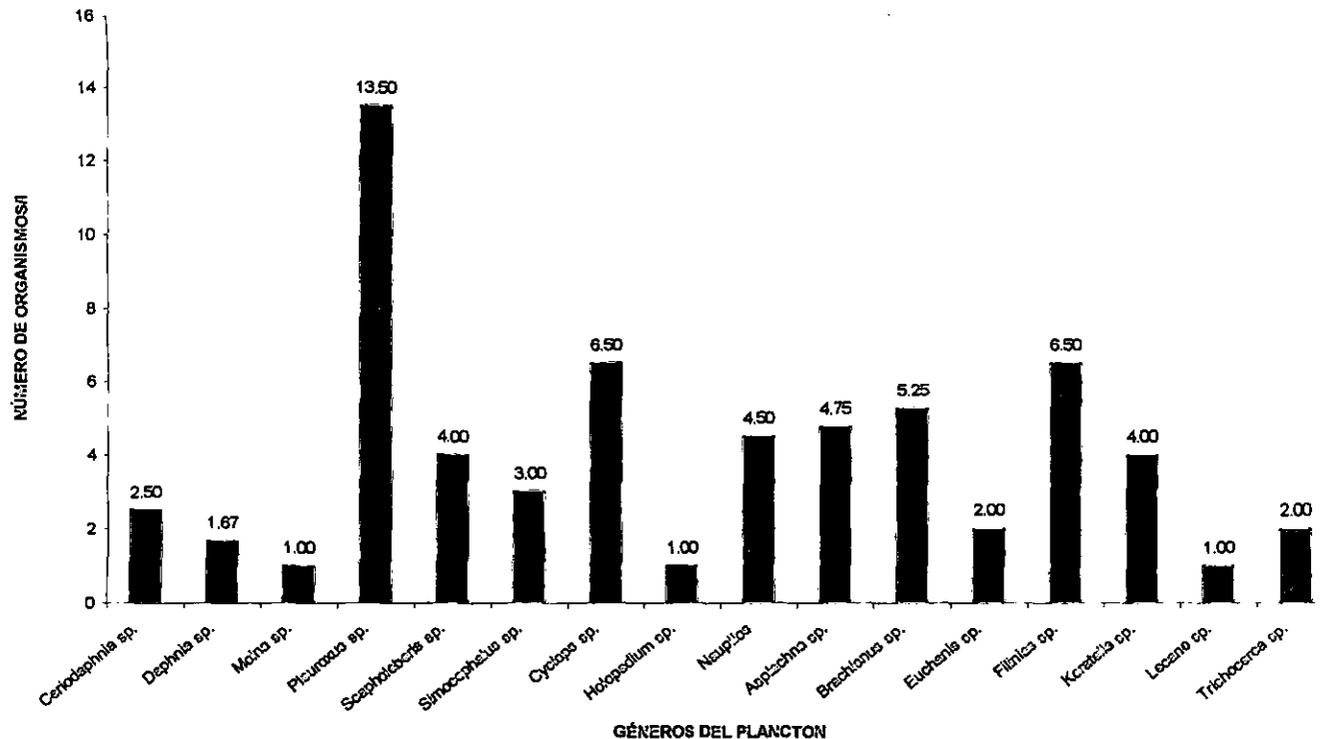


Fig. 22. Géneros del plancton encontrados en los canales Nacional (con 4 estaciones) y en la Laguna de Tlilac (con 2 estaciones), sitios donde se colectó al mexclapique.

PROMEDIO DEL PLANCTON ENCONTRADO EN LAS ESTACIONES DE MUESTREO, DURANTE EL PERIODO DE NOVIEMBRE DE 1998 A ABRIL DE 1999.

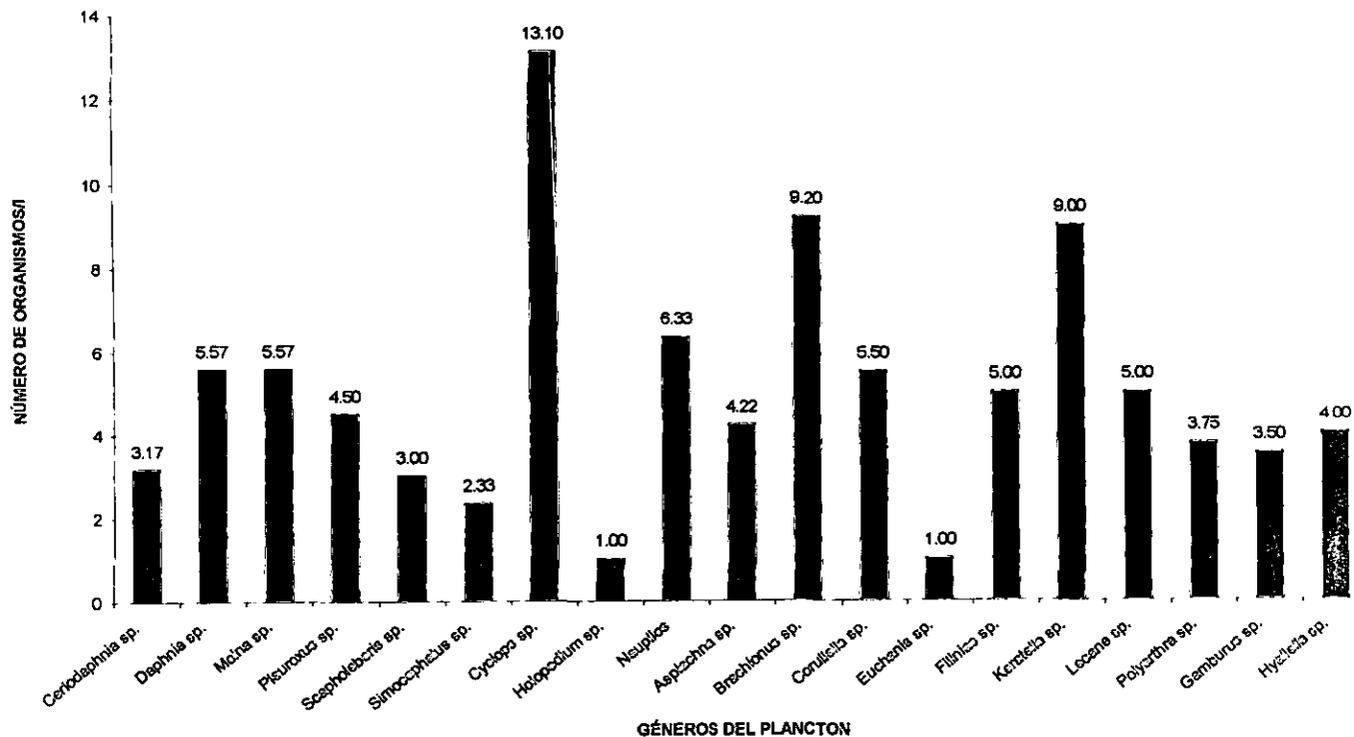


Fig. 23. Géneros del plancton encontrados en el resto de las estaciones donde no se encontró al mexcláplique.

Tabla 1. Registros merísticos de *Girardinichthys viviparus* colectado en el Lago de Xochimilco.

Carácter	1	2	3
Aleta anal (mm)	27	26	27
Aleta dorsal (mm)	26	24	22
Longitud cefálica (mm)	7	8	10
Dist. predorsal (mm)	13.5	13	11
Long. patrón (mm)	23	23.4	20.4
Diámetro ojo (mm)	2.9	3	4
Hocico (mm)	1.1	1.5	1.5

Tabla 2. Registros merísticos según Álvarez del Villar (1957), para la identificación de *G. viviparus* y obtenidos para los peces colectados en el Lago de Xochimilco y en el embalse San José Deguedó.

	ÁLVAREZ DEL VILLAR, 1970	XOCHIMILCO		SAN JOSÉ DEGUEDÓ	
Unidad (mm)					
Pedúnculo caudal	3.8 a 4.7 veces en la long. patrón	4.0	3.8	4.5	4.5
Aleta dorsal	18 a 24 radios	24	23	23	24
Aleta anal	20 a 27 radios	27	25	26	25
Aleta pectoral	12 a 14 radios	12	12	12	13
Cabeza	3.2 a 3.8 veces en la long. patrón	3.6	3.2	3.3	3.7
Hocico	3.9 a 5.4 veces en la long. cefálica	4.2	5.3	4.76	4.3
Diámetro orbitario	2.4 a 4.3 veces en la long. cefálica	2.9	2.9	3.07	3.47

Tabla 3. Registros realizados en organismos preservados provenientes del Embalse San José Degudó.

	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
Long. Total (cm)	3.75	4.72	2.55
Long. Estándar (cm)	3.23	4.09	2.29
Long. Preanal (cm)	1.94	2.75	1.00
Long. Posanal (cm)	1.43	1.86	1.00
Long. Cefálica (cm)	0.85	1.10	0.61
Long. Hocico (cm)	0.23	0.38	0.13
Diam. Ojo (cm)	0.26	0.32	0.18
Altura Cuerpo (cm)	0.86	1.16	0.58
Base A. Dorsal (cm)	0.86	1.35	0.60
Base A. Anal (cm)	0.64	0.94	0.40
Altura Pedúnculo (cm)	0.48	0.69	0.32
Peso (g)	0.87	1.75	0.21

Tabla 4. Registro de los parámetros fisicoquímicos en las peceras de experimentación, ubicadas en el laboratorio de Ecología de Peces de la ENEP Iztacala.

	Promedio	Mínimo	Máximo
<b>Volumen de agua (L)</b>	31.65	23.21	33.00
<b>Temperatura</b>	24.54	22.30	26.60
<b>Oxígeno disuelto del agua (ml/L)</b>	6.48	5.00	8.20
<b>Conductividad del agua (mS)</b>	904.93	822.00	984.00
<b>pH</b>	8.47	8.08	8.68
<b>Amonio (mg/L <math>\text{NH}_4</math>)</b>	0.05	0.00	0.15
<b>Nitratos (mg/L <math>\text{NO}_3</math>)</b>	11.88	10.00	17.50
<b>Nitritos (mg/L <math>\text{NO}_2</math>)</b>	0.06	0.00	0.38

Tabla 5. Registro de los parámetros fisicoquímicos obtenidos en el estanque (CIBAC), durante el periodo de noviembre de 1998 a mayo de 1999.

	PROMEDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
Profundidad (cm)	69.33	81.00	52.00
Transparencia (cm)	64.67	78.00	44.00
Temperatura del agua (°C)	18.52	22.80	11.00
Oxígeno disuelto en el agua (m/L)	8.41	14.60	4.46
Conductividad (uS)	1455.19	3214.25	850.00
pH	9.04	10.06	8.20
Amonio (mg/L NH <sub>4</sub> )	0.16	0.25	0.10

Tabla 6. Preferencias alimenticias de *Girardinichthys viviparus* en cautiverio.

<b>Alimento</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Rechazado</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>
Hojuelas (Wardley)	10	90
Cubo de Vegetales	80	20
Puiga congelada	100	0