



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

“Estudio de algunos aspectos reproductivos en  
*Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) del lago del  
Parque Tezozomoc, Azcapotzalco”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

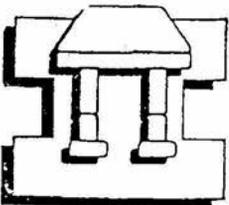
BIÓLOGO

P R E S E N T A :

ALEJANDRO BOTELLO CAMACHO

DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. NORMA A. NAVARRETE SALGADO

ASESOR DE TESIS:  
BIOL. GILBERTO CONTRERAS RIVERO



IZTACALA

TLALNEPANTLA DE BAZ, EDO. DE MÉXICO

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.



U.N.A.M. CAMPUS

A tres personas sin las que esto no hubiera sido posible:

Cristina

IZT.

Rocío

Cecilia

Deseo agradecer de manera especial a:

Dra. Norma A. Navarrete Salgado

Por su apoyo, y por todas las enseñanzas  
que me dejó al haber trabajado con ella.

Biol. Gilberto Contreras Rivero

Por su tiempo y dedicación.

Mi agradecimiento a:

M. en C. Regina Sánchez Merino

M. en C. Alba Márquez Espinoza

Biol. Mario A. Fernández Araiza

Por su tiempo y valiosos comentarios.

Al M. en C. Sergio Chazaro Olvera y a todos aquellos profesores, que con su dedicación y entrega me hicieron amar la Biología, y me motivaron a seguir adelante.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial al Campus Iztacala.

A la D. G. Rocío Botello Camacho por desvelarse conmigo.

A mis compañeros, en especial a Cecilia, Alain y Saúl.

A las familias Tejeida Padilla, y Enríquez García por alimentarme y darme refugio cuando lo he necesitado.

A Ricardo, Carlos, Toño, Gabo, Moi, Abél, Lalo, Leo, Ángel, Enrique, Checo y Mauricio †, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A Richard, Paco, Nacho, y Beto por lo mismo.

Cecilia, gracias por todo.

## RESUMEN

Todas las especies de la familia Poeciliidae presentan algún grado de viviparidad, reconociéndose dos tipos, las lecitotróficas u ovovivíparas, entre las que se encuentra *Poecilia reticulata*, y las matrotroóficas o vivíparas. Aunque existen en México algunos trabajos sobre especies pertenecientes a esta familia, son muy pocos para *Poecilia reticulata* en lo que se refiere a la reproducción desde el punto de vista ecológico. Este trabajo tuvo por objeto contribuir al conocimiento de la reproducción de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Para lo anterior se hicieron un total de 6 muestreos con periodicidad mensual entre julio y diciembre del año 2000 donde se midieron diferentes parámetros fisicoquímicos y biológicos. Las condiciones ambientales del Lago del Parque Tezozomoc, permiten el desarrollo de *Poecilia reticulata* debido a que es una especie que resiste condiciones extremas. La cantidad de hembras respecto a los machos siempre fue mayor sin que esto afectara el proceso reproductivo. El factor de condición fue menor durante octubre, noviembre y diciembre en el caso de los machos, y en las hembras fue mas alto entre octubre y diciembre. El tipo de crecimiento fue alométrico durante los seis meses, tanto en machos como hembras. El macho más pequeño listo para la reproducción midió 1.575 cm, mientras que la hembra con embriones más pequeña midió 1.25 cm. Las hembras presentaron un nivel de fecundación mas alto entre octubre y diciembre, y los machos tuvieron un porcentaje de madurez bajo durante los primeros cuatro meses aumentando en noviembre y diciembre. El número promedio de embriones por hembra de *P. reticulata* es de 10.9, con un mínimo de 6 y un máximo de 15; lo que se mantuvo constante de julio a octubre, descendiendo en noviembre y diciembre por una mayor liberación de juveniles al medio. Hay una relación lineal entre el número de embriones y la longitud de las hembras, ya que a entre mayor sea la longitud de la hembra, el número de embriones será mas alto. El tamaño de los embriones de *P. reticulata* próximos a nacer es de 8.2 mm.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	6
ÁREA DE ESTUDIO	7
MATERIALES Y MÉTODOS	9
RESULTADOS	
Parámetros fisicoquímicos	11
Parámetros biológicos	16
DISCUSIÓN	
Parámetros fisicoquímicos	23
Parámetros biológicos	25
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFÍA	33
ANEXO	37

## INTRODUCCIÓN

Debido a los numerosos cambios en la clasificación e interpretación de los vertebrados inferiores, el termino peces utilizado como designación de un grupo zoológico, es hoy día impreciso y sin un significado taxonómico definido (Margalef, 1983); sin embargo se puede decir que los peces son vertebrados poiquiloterms, con aletas como miembros y con respiración branquial, lo que los hace dependientes del agua (Lagler *et al.*, 1977), medio en el que han alcanzado un mayor éxito ecológico en lo que se refiere al número de adaptaciones y hábitats que pueden ocupar, en comparación con otros grupos como crustáceos, moluscos o equinodermos (Young, 1985). Los peces son los vertebrados actuales más numerosos con alrededor de 20,000 especies, habitando una gran variedad de lugares, desde el Antártico con temperaturas inferiores a los 0°C, hasta manantiales con temperaturas superiores a los 40°C, desde agua blanda y dulce, hasta aquella con salinidades superiores a las del mar, y a diferentes altitudes desde los 5 mil metros sobre el nivel del mar, hasta los 11 kilómetros de profundidad en las trincheras marinas (Lagler *et al.*, 1977). Pero estos animales no solo se encuentran en abundancia en el mar, pues aunque este es el lugar de origen de los peces óseos, estos han colonizado con éxito el agua dulce (Young, 1985), contando en la actualidad con unas 8275 especies, sin contemplar las 115 que dividen su vida entre el mar y las aguas continentales (Margalef, 1983). Tan solo en México hay alrededor de 500 especies agrupadas en 47 familias de peces dulceacuícolas, en una gran variedad de hábitats que van desde zonas desérticas hasta lugares ecológicamente inestables, y en aguas contaminadas (Miller, 1986). Entre las familias esencialmente dulceacuícolas esta Poeciliidae con alrededor de 200 especies comprendidas en 22 géneros, que se distribuyen exclusivamente en el continente americano desde el noreste de los Estados Unidos, hasta Río de la Plata en el norte de Argentina, con la mayor diversificación taxonómica en México, Centro América y la parte Norte de Sudamérica (Parenti y Rauchenberger, 1989), ocupando ríos, lagos, lagunas costeras, y pantanos

dulces o salobres, de zonas templadas, desérticas y tropicales, ya que los poecílidos son excelentes colonizadores pues una sola hembra grávida puede fundar una nueva población, y son capaces de mantenerse en condiciones poco óptimas por su capacidad eurihalina y euriterma (Meffe y Snelson, 1989). Cabe añadir que muchas especies de la familia cuentan con un interés económico al ser apreciados por los aficionados a los acuarios como *Poecilia reticulata* (guppy), *Poecilia formosa* (molly), y *Gambusia affinis* (pez mosquito) (Scott, 1987); o como control biológico especialmente del mosquito con *Gambusia affinis*, depredador de la larva de este insecto (Meffe y Snelson, 1989).

El tipo de reproducción en los peces, es generalmente bisexual, aunque también hay especies partenogénicas o hermafroditas, y aunque en la mayoría de ellos la unión entre el espermatozoide y el óvulo es externa (Lagler *et al.*, 1977), hay algunos como los integrantes de la familia Poeciliidae que cuentan con diferentes adaptaciones para la fecundación interna presentando varios grados de viviparidad (Constantz, 1989).

Los poecílidos presentan un marcado dimorfismo sexual en la aleta anal, que en los machos se modifica como un órgano intromitente conocido como gonopodio, que se forma al alargarse los radios 3, 4 y 5, además algunas especies, principalmente aquellas con un gonopodio corto como los de los géneros *Poecilia*, *Priapella* y *Xiphophorus*, cuentan con un capuchón gonopodial o palpo sobre el margen anterior del tercer radio, que esta altamente vascularizado y tiene capacidad eréctil. El tracto genital de los machos consiste en un solo conducto conectado al lumen central de los testículos que son pareados pero están fusionados en un solo órgano de forma tubular. El sistema reproductor femenino consiste en un par de ovarios fusionados en un saco alargado y medianamente vascularizado que se encuentra suspendido dorsalmente de la cavidad del cuerpo y que cuando se encuentra lleno de huevos y/o embriones ocupa la mayor parte de ella, este saco se comunica con el exterior por un gonoducto corto hasta una abertura urogenital donde el macho deposita los espermatozoides. La fertilización y el desarrollo embrionario en esta familia es intrafolicular ya que la ovulación y el nacimiento se dan de manera simultánea,

pudiendo presentar en una sola hembra embriones con diferentes grados de desarrollo en una condición conocida como superfecundación, y que es posible gracias a que esta es capaz de almacenar el esperma en los pliegues del ovario y en el gonoducto hasta por ocho meses u ocho generaciones, ya que la gestación tiene una duración de entre 20 y 30 días dependiendo de la especie y la temperatura; y porque las hembras que presentan este fenómeno son receptivas a los machos aun cuando estén gestantes. Todas las especies de la familia Poeciliidae presentan algún grado de viviparidad (excepto *Tomeurus gracilis*), reconociéndose dos tipos, las lecitotróficas u ovovivíparas en donde los embriones se nutren principalmente del vitelo depositado antes de la fertilización, y las matrotróficas o vivíparas en las que la madre nutre a sus embriones mediante la placenta folicular que es una modificación de las paredes ováricas; entre estos extremos hay diferentes grados de contribución de la madre a la nutrición de los embriones tras la fertilización. Entre las especies lecitotróficas están *Poecilia reticulata*, *P. latipinna*, *P. formosa*, *Xiphophorus helleri*, *Gambusia affinis* y *Poeciliopsis monacha*, que producen huevos de unos 2 mm de diámetro que requieren poca contribución de la madre, y entre las especies realmente vivíparas se encuentran *Heterandria formosa*, *Poeciliopsis elongata* y *P. occidentalis* que producen huevos de 0.4 a 0.8 mm de diámetro, nutriéndose principalmente de la madre (Constantz *op. cit.*)

## ANTECEDENTES

Entre los primeros trabajos sobre aspectos reproductivos en la familia Poeciliidae está el realizado por Hopper (1943), en donde hace una descripción de las primeras etapas de desarrollo embrionario tras la fertilización, y establece la duración de la gestación para *Platypoecilus maculatus*, y aunque observa superfetación no la reconoce como tal; y los de Scrimshaw (1944, 1945) en *Heterandria formosa*, *Poecilia vivipara*, y otras 21 especies de la familia, estudiando la relación madre - embrión, el número de estadios y el fenómeno de superfetación; posteriormente Tavalga (1949) con base a la organogénesis y al crecimiento previo al nacimiento establece un total de 26 etapas para *Platypoecilus maculatus*, *P. variatus*, *P. couchianus*, y *P. xiphidium*. Thibault y Schultz (1978), estudiaron las adaptaciones reproductivas de 5 especies de poecílicos entre los que se encuentra *Poecilia reticulata*, poniendo énfasis en la superfetación. Para la misma especie, Koldenkova *et al.* (1987), y Rocchetta *et al.* (1993), señalan la relación entre la longitud de las hembras y la fecundidad. Otros trabajos sobre desarrollo embrionario fueron el realizado por Monaco *et al.* (1983), quienes observan la superfetación y establecen 5 etapas de desarrollo embrionario en la especie *Poecilia formosa* tomadas a partir de que el producto se diferencia en embrión, y apuntan su correspondencia con las propuestas por Tavalga en 1949; y el de Haynes (1995) que propone una estandarización para toda la familia (Poeciliidae) en un total de 11 etapas desde el ovocito inmaduro, hasta el embrión maduro. Sobre otros aspectos reproductivos, Vargas y De Sostoa (1996) realizan un trabajo sobre proporción de sexos, diferencias entre los ciclos de vida de ambos sexos, y relación longitud fecundidad en *Gambusia holbrooki*; Koya *et al.* (2000) observan la tasa de crecimiento y consumo de vitelo en los embriones de *Gambusia affinis*.

En la parte central de México la mayoría de los estudios sobre peces vivíparos se han enfocado a las especies pertenecientes a la familia Goodeidae, cuyos miembros son endémicos de esta zona del país. En lo que respecta a la biología de estos organismos, Salazar (1981) evaluó las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de *Girardinichthys innotatus* en el embalse Requena, Edo. de Hidalgo, y pone énfasis en el dimorfismo sexual de esta especie; posteriormente Ojendiz (1985) hace un estudio de los hábitos alimenticios, proporción de sexo, fecundidad y clases de edad de *G. viviparus* en la parte norte del ex-lago de Texcoco. Así mismo Terrón (1994) estudia la abundancia, tipo de crecimiento, alimentación, y varios parámetros reproductivos de *G. viviparus* en el embalse “La Goleta” Edo. de México.

Trabajos específicos sobre reproducción de peces vivíparos en México fueron los realizados por Díaz-Pardo y Ortiz (1986), donde establecen los estadios de desarrollo ovárico, la relación entre longitud y número de crías, los estadios de desarrollo embrionario, y el comportamiento prenupcial de *Girardinichthys viviparus* en los canales de Xochimilco D.F. México y en el laboratorio; el de Cedillo (1997), que estudió la madurez gonádica, clases de edad, ritmo de crecimiento, la relación entre longitud y fecundidad, y observó la secuencia de estadios embrionarios y la superfetación en la misma especie en el embalse “Los Arcos” Edo. de México; Barragán (1998) hace un análisis celular de los embriones de *Poecilia sphenops* en sus diferentes estadios de desarrollo; Bautista y Páramo-Delgadillo (2000) hacen una descripción de las etapas de desarrollo embrionario de *Xiphophorus helleri guntheri* basándose en la clasificación propuesta por Haynes en 1995, y realizan una estimación de la proporción sexual, fecundidad relativa y talla mínima de primera madurez para ambos sexos; por último García (2001) comparó el número de crías y la tasa de crecimiento de *Poecilia reticulata*, *P. sphenops* y *Xiphophorus helleri* en el laboratorio.

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir al conocimiento de la reproducción de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar la variación en los parámetros ambientales.
- Establecer la proporción de sexos.
- Determinar la variación en los estadios de madurez gonadal para machos y hembras.
- Estimar la relación longitud fecundidad.
- Establecer el tamaño de cada estadio embrionario en *Poecilia reticulata* del lago del Parque Tezozomoc.
- Relacionar los parámetros ambientales presentes en el lago del parque Tezozomoc con la reproducción de *Poecilia reticulata*.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Tezozomoc está ubicado a  $19^{\circ} 29.8'$  latitud norte, y  $99^{\circ} 12.6'$  longitud oeste, a una altura de 2250 msnm. Se encuentra al noroeste de la Delegación Azcapotzalco de la Ciudad de México, colindando al norte y al noroeste con el Municipio de Tlalnepantla y al oeste con el Municipio de Naucalpan, ambos del Estado de México. El lugar está limitado por la calzada de Las Armas, y las avenidas Hacienda del Rosario, Hacienda de Sotelo y Cempoaltecas, rodeado de las colonias Prados del Rosario, Unidad Habitacional Francisco Villa y La Providencia, además de la Escuela Normal Superior de México y del Vaso Regulador de Cristo 100 metros al noroeste (Ramírez, 2000).

El clima de la zona es de tipo Cb (w1) (w) (i) g, que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1988). La temperatura media anual está entre los  $12^{\circ}\text{C}$  y los  $16^{\circ}\text{C}$ , presentándose la más cálida en mayo entre  $18^{\circ}\text{C}$  y  $19^{\circ}\text{C}$ , y la más fría en diciembre y enero con temperaturas de entre  $11^{\circ}\text{C}$  y  $12^{\circ}\text{C}$ . La precipitación pluvial oscila entre 500 y 800 mm al año (Villafranco, 2000).

El lago cuenta con una superficie de  $7\,000\text{ m}^2$  y una capacidad de  $38\,000\text{ m}^3$ , con una profundidad mínima de 50 cm y máxima de 2.10 m; este es abastecido de agua por la Planta de Tratamiento "El Rosario" a razón de 6 lt/seg. (Villafranco *op. cit.*).

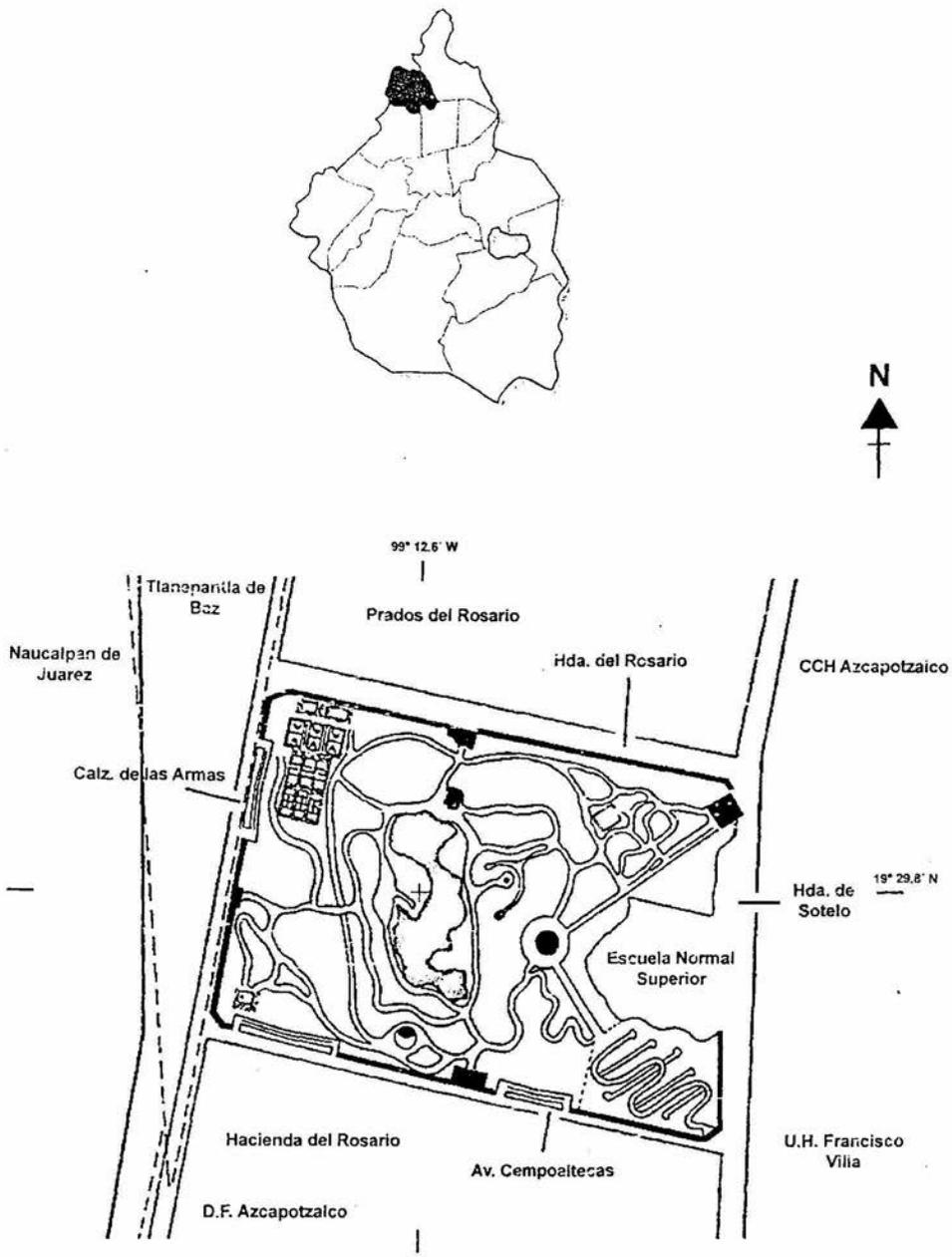


Figura 1. Mapa panorámico de la ubicación del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, Ciudad de México (Modificado de Villafranco, 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se hicieron un total de 6 muestreos con periodicidad mensual entre julio y diciembre del año 2000 en tres estaciones de muestreo del lago del Parque Tezozomoc, y en cada una de ellas se realizó un registro de los siguientes parámetros fisicoquímicos: profundidad con una sondaleza, transparencia al disco de Secchi, temperatura con termómetro digital Elite, pH con potenciómetro digital Elite, conductividad con conductímetro de campo marca Sprite, turbidez con turbidímetro de campo LaMotte 2020, y oxígeno disuelto. dureza y alcalinidad por titulación (Franco *et al.*, 1989). Posteriormente se tomó una muestra de 50 peces con una red de cuchara y se fijó con formalina al 10% (Laevastu, 1971). Se realizó la identificación de los organismos a nivel específico usando las claves de Alvarez del Villar (1970); se determinó la longitud patrón con un Vernier calibrado hasta centésima de milímetro, y el peso con una balanza digital. Cada pez fue disectado realizando un corte de manera semicircular desde el ano hasta el comienzo del opérculo; en el caso de los machos se observó el estado de madurez gonadal utilizando la clasificación de Nikolsky (1978), y en el de las hembras la propuesta por Diaz-Pardo y Ortiz (1986). A las hembras se les extrajo la gónada, y cuando presentó embriones se registró el número y longitud de estos con un Vernier, y se establecieron los estadios embrionarios utilizando la clasificación de Haynes (1995), (Ver Anexo).

La proporción de sexos se determinó por medio de la distribución teórica de "Z" para un ensayo de una cola (Guzmán *et al.*, 1982).

El número de embriones fue establecido por la relación número de embriones-longitud (Bagenal, 1978) y (Gerking, 1978).

$$E = a L^b$$

donde:

E = número de embriones

a = constante

L = longitud

b = exponente

Linearizando la ecuación para obtener la constante (a) y el exponente (b), así como la representación gráfica de la relación, con los logaritmos naturales del número de embriones (E) y la longitud (L):

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

Asimismo se determinó la relación peso-longitud en las hembras por mes y total, mediante la ecuación:

$$W = a L^b$$

donde:

W = peso

a = factor de condición

L = longitud

b = tipo de crecimiento

Linearizando la ecuación por medio de logaritmos:

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

Esto con la finalidad de obtener las constantes a y b del modelo (Bagenal, 1978) y (Gerking, 1978).

# RESULTADOS

## Parámetros fisicoquímicos

La temperatura del agua descendió a lo largo de los seis meses, con un máximo en septiembre de 23.9 °C, y un mínimo de 18.6 °C en diciembre. El oxígeno disuelto se mantuvo en concentraciones de entre 10 mg/L y 12.5 mg/L, excepto por el mes de septiembre, donde alcanza 23.2 mg/L (Figura 2).

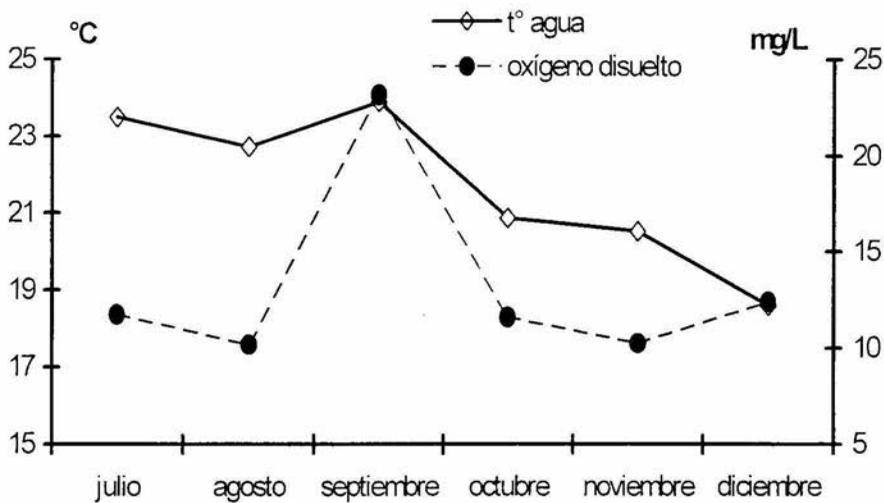


Figura 2. Temperatura del agua y Oxígeno disuelto registrado en el Lago del Parque Tezozomoc.

La profundidad varió a lo largo de los seis meses de entre 19 cm en julio a 46 cm en octubre. mientras que la transparencia tuvo su mínimo en agosto y noviembre con 16 cm, y su máximo también en octubre con 32 cm (Figura 3).

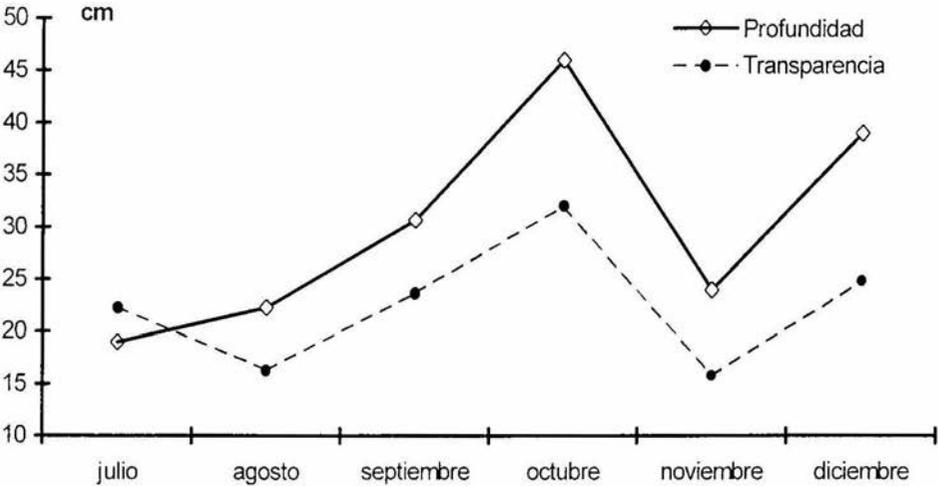


Figura 3. Profundidad y Transparencia registrada en el Lago del Parque Tezozomoc.

El valor mínimo de dureza en el agua del Lago del Parque Tezozomoc fue de 145 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  en noviembre, alcanzando un máximo de 221 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  en diciembre. La alcalinidad fue menor en octubre con 236 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , llegando en diciembre a 328 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  (Figura 4).

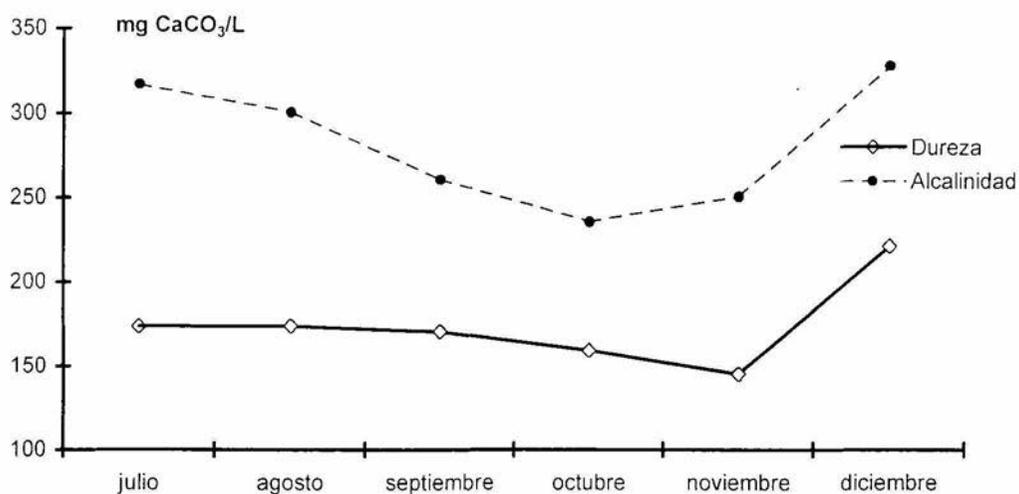


Figura 4. Dureza y Alcalinidad registrada en el Lago del Parque Tezozomoc.

En el mes de agosto se registro el valor más alto de pH con 10, mientras que en diciembre fue de 7.9, siendo este el valor mas bajo encontrado durante los seis meses estudiados. En lo que respecta a la conductividad, presento valores de entre 831  $\mu\text{mhos/cm}$  en agosto y 1183  $\mu\text{mhos/cm}$  en diciembre (Figura 5).

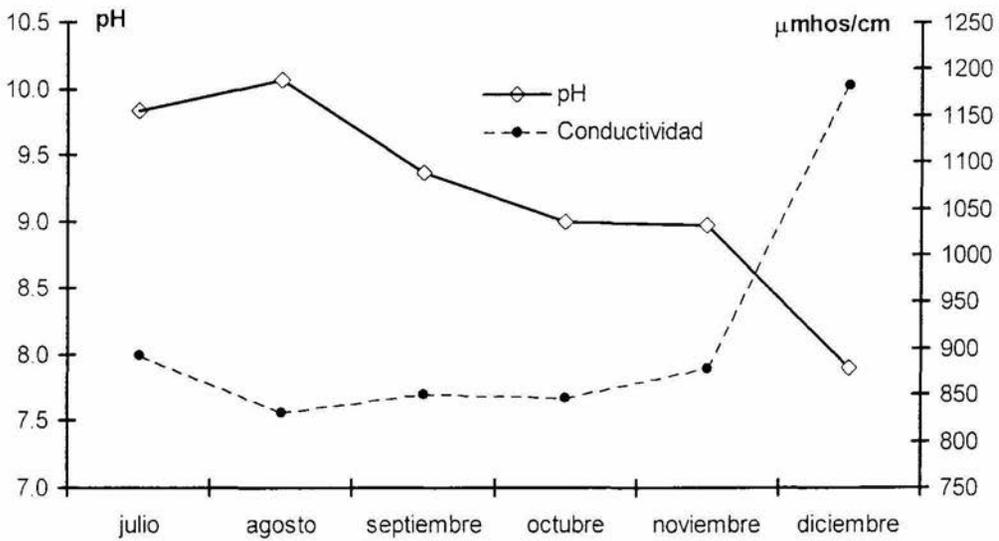


Figura 5. pH y Conductividad registrada en el Lago del Parque Tezozomoc.

En cuanto a la turbidez, su mínimo fue de 25.7 UNF en octubre, con dos picos máximos, uno de 66.4 UNF en agosto, y otro de 69.7 UNF en noviembre (Figura 6).

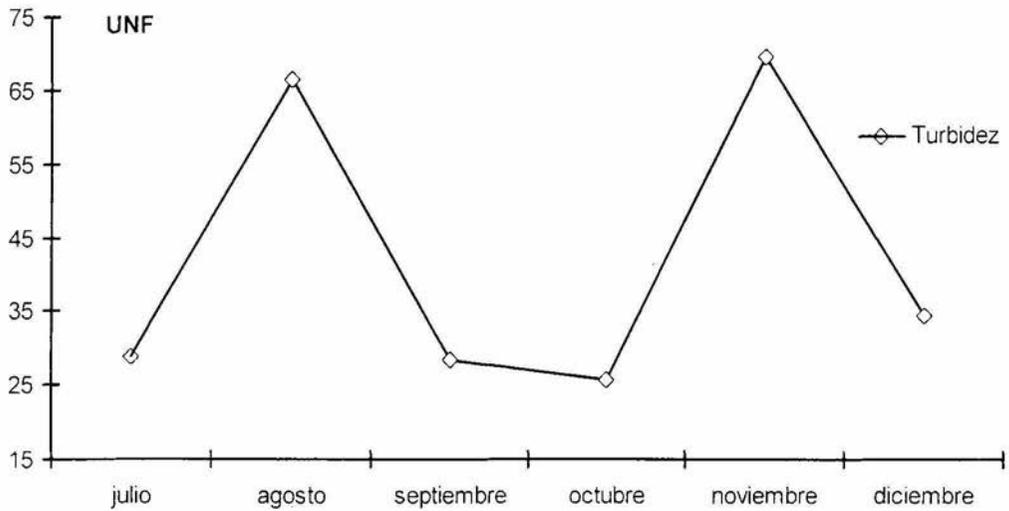


Figura 6. Turbidez registrada en el Lago del Parque Tezozomoc.

## Parámetros biológicos

### Proporción de sexos

Se obtuvieron un total de 304 peces de la especie *Poecilia reticulata*, de los cuales 219 fueron hembras y 85 machos; siendo la proporción de sexos menor en noviembre y diciembre con 1.9 hembras por 1 macho, y mayor en octubre al ser de 4.5: 1 (Figura 7).

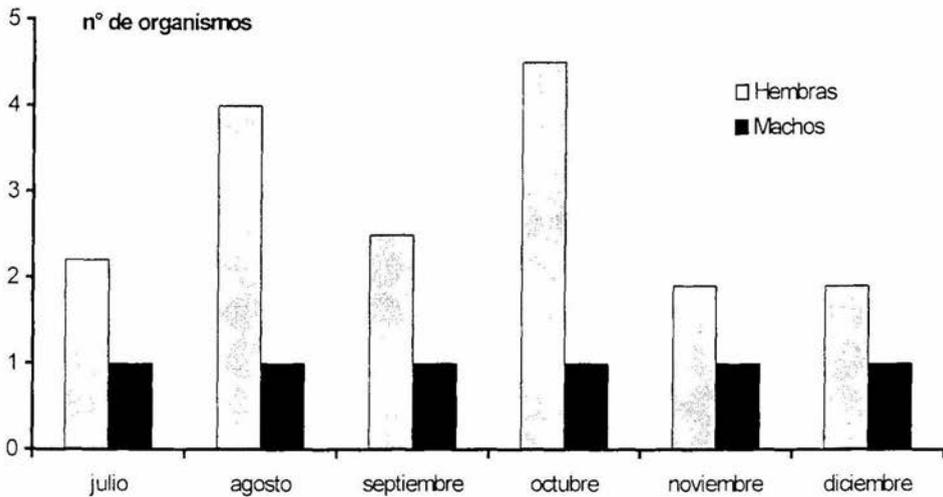


Figura 7. Proporción de sexos de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc.

## Relación Peso – Longitud

Para obtener la relación peso–longitud de los machos, se tomaron en cuenta los 85 correspondientes a los seis meses (Figura 8), calculándose también para cada mes (Cuadro 1).

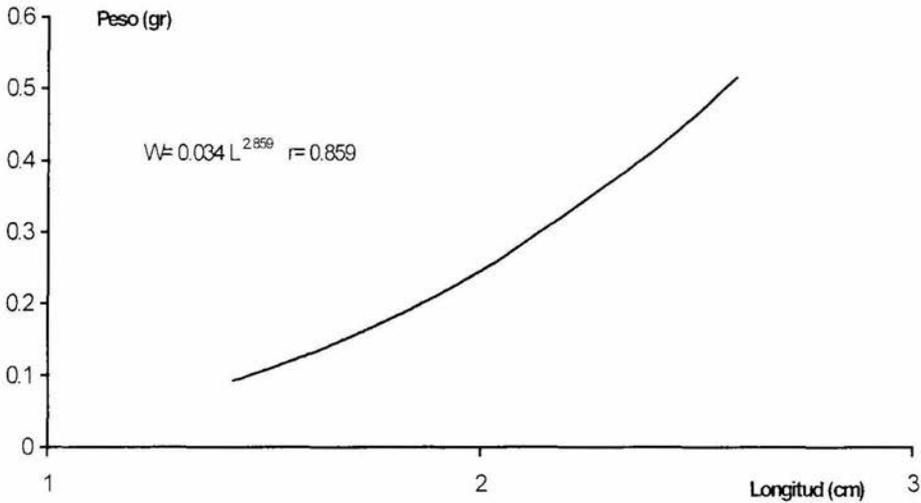


Figura 8. Relación Peso – Longitud de los machos de *Poecilia reticulata* para el periodo de julio a diciembre de 2000 en el Lago del Parque Tezozomoc.

El factor de condición mas bajo en los machos fue en diciembre con 0.032, mientras que el mas alto se presento en agosto con 0.083 (Cuadro 1). El tipo de crecimiento fue alométrico durante los seis meses, de acuerdo a la prueba estadística de "t" (Anexo).

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Factor de condición</b>	0.044	0.083	0.068	0.041	0.040	0.032
<b>Tipo de crecimiento</b>	2.305	1.448	2.190	2.688	2.482	2.725

Cuadro 1. Factor de condición y Tipo de Crecimiento de los machos de *Poecilia reticulata*, de cada mes, en el Lago del Parque Tezozomoc.

La relación peso–longitud de las hembras se calculó en base a las 219 hembras correspondientes a los seis meses (Figura 9), obteniéndose también para cada mes (Cuadro 2).

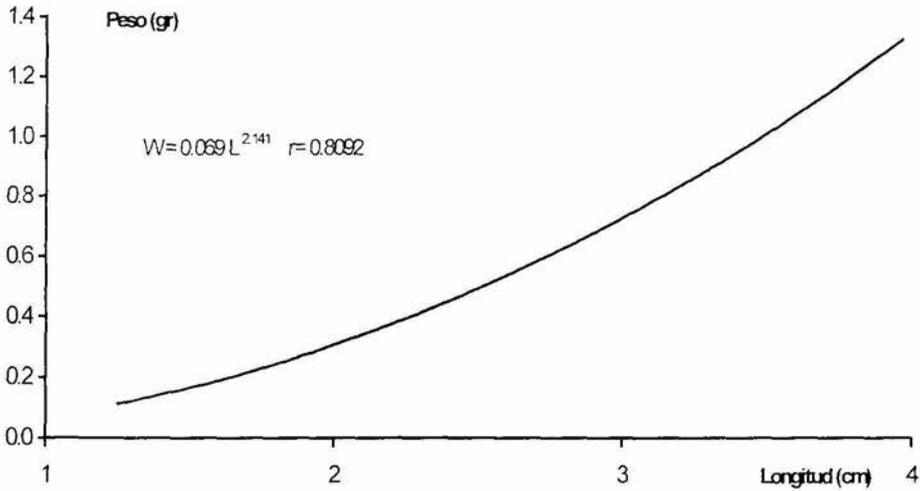


Figura 9. Relación Peso – Longitud de las hembras de *Poecilia reticulata* para el período de julio a diciembre de 2000 en el Lago del Parque Tezozomoc.

El factor de condición mas bajo en las hembras se presentó en agosto con 0.033, mientras que el mas alto fue el de diciembre con 0.201 (Cuadro 2). El tipo de crecimiento fue alométrico durante los seis meses, de acuerdo a la prueba estadística de “t” (Anexo).

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
<b>Factor de condición</b>	0.040	0.033	0.042	0.147	0.095	0.201
<b>Tipo de crecimiento</b>	2.732	2.885	2.869	1.366	1.669	0.767

Cuadro 2. Factor de condición y Tipo de Crecimiento de las hembras de *Poecilia reticulata* de cada mes, en el Lago del Parque Tezozomoc.

## Madurez sexual

En el caso de los machos se consideraron inmaduros aquellos que estuvieron en los estadios I, II y III de la clasificación de Nikolsky (1978), y maduros aquellos los estadios IV, V o VI de la misma, cuando el pez esta listo para la reproducción o incluso ya la realizó (Ver anexo). Para lo anterior se revisaron los 79 machos con una longitud patrón mayor a 1.575 cm, ya que este fue el tamaño del pez más pequeño en estadio IV.

Para las hembras, se considero que aquellas que se encontraban en el estadio número 3 de la clasificación de Díaz-Pardo y Ortiz (1986), estaban listas para la reproducción, mientras que las que estaban en los estadios 1 o 2 aun se encontraban inmaduras. Las hembras en los estadios 4 o 5 de la misma clasificación ya contaban con embriones en alguna etapa de desarrollo (Ver anexo).

El porcentaje mas alto de machos listos para la reproducción se presento el mes de noviembre con 52.9%, y los mas bajos en los meses de agosto y octubre con 0%. Respecto a las hembras, el mes que se registraron mas organismos listos para reproducirse fue julio con 61.5%, mientras que el menor porcentaje se observo en diciembre con 14.7%; así mismo el porcentaje de hembras grávidas fue mas alto en octubre con 78.1%, y más bajo en julio con 30.8% (Figura 10)

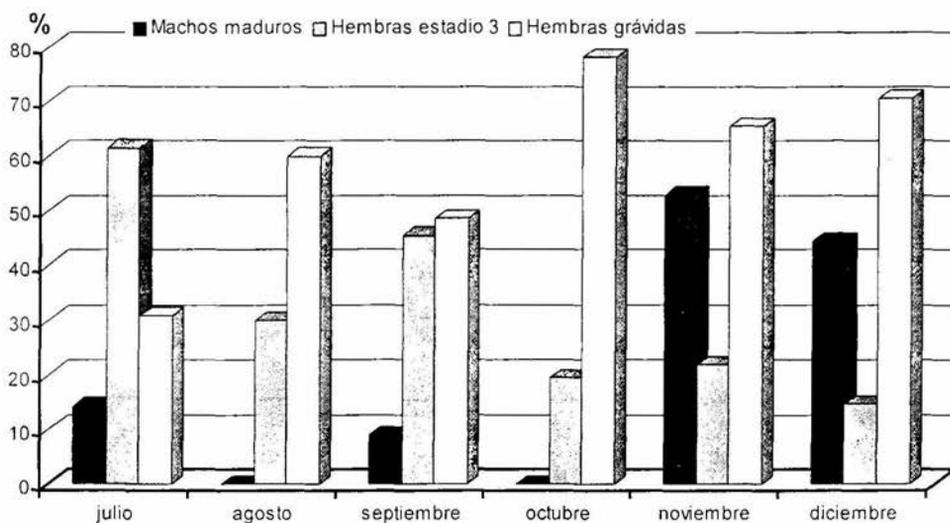


Figura 10. Madurez sexual de machos y hembras de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc.

### Número de embriones y relación Número de embriones - Longitud

El total de las 219 hembras analizadas tuvieron un total de 2379 embriones. El número promedio de embriones por hembra para cada mes presentó su punto más alto en agosto con 14.9, descendiendo hasta los 6.2 en diciembre (Cuadro 3); aunque cabe mencionar que si bien el número promedio para las 219 hembras fue de 10.9, se encontraron algunas con más de 100 embriones.

	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Número promedio de embriones por hembra	10.8	14.9	11.4	11.4	9.7	6.2

Cuadro 3. Número promedio de embriones por hembra de *Poecilia reticulata* del mes de julio a diciembre de 2001 el Lago del Parque Tezozomoc.

La relación número de embriones-longitud se calculó tomando las 219 hembras correspondientes a los seis meses del estudio, dando como resultado el siguiente modelo:

$$E = 0.586 L^{2.862}$$
$$r = 0.562$$

La curva que describe tal modelo se presenta en la figura 11.

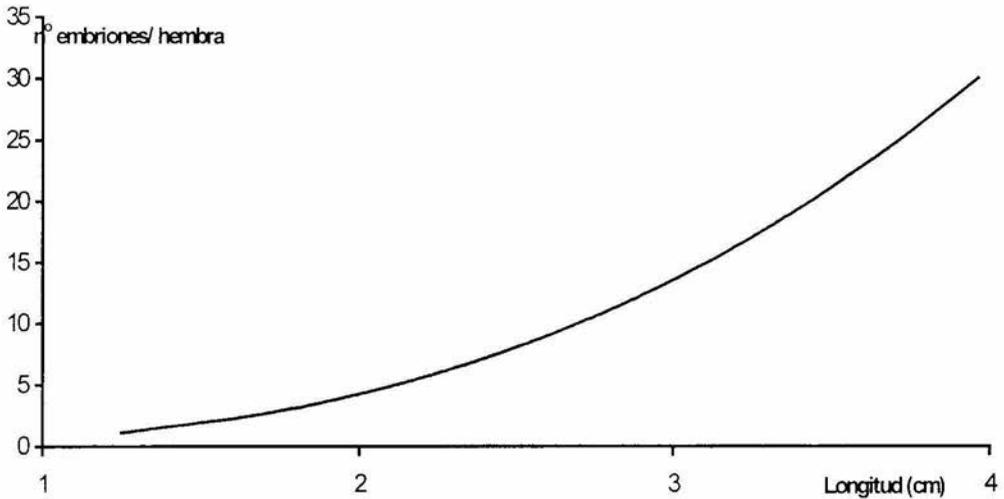


Figura 11. Relación Número de embriones – Longitud de *Poecilia reticulata* para el período de julio a diciembre de 2000 en el Lago del Parque Tezozomoc.

## Desarrollo embrionario

De los 2379 embriones encontrados en las 219 hembras estudiadas, fue posible medir con el Vernier un total de 1357, encontrándose entre los estadios 5 a 11 de la clasificación de Haynes (1995) (Ver anexo). Los embriones correspondientes al estadio 5 de la clasificación antes mencionada midieron un promedio de 1.3 mm, mientras que los de mayor tamaño tuvieron una longitud promedio de 8.2 mm, correspondiendo al estadio 11 (Cuadro 4).

Estadio de desarrollo embrionario	Longitud promedio (mm)
5	1.3
6	2.2
7	3.3
8	5.0
9	6.5
10	7.7
11	8.2

Cuadro 4. Longitud promedio de los embriones entre los estadios 5 a 11 (Haynes, 1995), de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc.

# DISCUSIÓN

## Parámetros fisicoquímicos

El agua del Lago del Parque Tezozomoc es cálida de acuerdo a la clasificación de Rosas (1982), al presentar una temperatura de entre 23.9°C en septiembre y 18.6°C en diciembre, lo que se debe a su ubicación dentro de una zona con un clima que de acuerdo a García (1988) es de tipo templado subhúmedo. La cantidad de oxígeno disuelto tuvo su punto mas bajo en agosto con 10.2 mg/L, con un máximo de 23.2 mg/L en septiembre, por lo que el sistema se encuentra sobresaturado, por un exceso de fitoplancton según Wetzel (1981).

Respecto a la profundidad, que fue de 19 cm en julio a 46 cm octubre, es según Wetzel (*op. cit.*) de tipo somero, al ser un lago de origen orgánico construido por el hombre; las variaciones en la profundidad a lo largo de los seis meses son debido a que la cantidad de agua que recibe el lago de la planta de tratamiento “El Rosario” no es constante. La transparencia al disco de Secchi, que tuvo un mínimo de 15.8 cm en noviembre, y un máximo de 30 cm en octubre, fue baja, lo que indica una gran cantidad de partículas suspendidas, de acuerdo a Wetzel (*op. cit.*), y a Wheaton (1982). Tomando los criterios de clasificación de acuerdo al tipo trófico utilizados por De la Lanza (1990), la profundidad y transparencia al disco de Secchi, muestran que el lago es de tipo hipereutrófico, lo que concuerda con los datos de turbidez obtenidos, que fueron de entre 25.7 UNF en octubre y 69.7 UNF en noviembre. Así mismo Wetzel (1981) señala que el color verde aparente observado, es producto de una gran cantidad de materia orgánica suspendida, probablemente algas verdes.

Los valores obtenidos de pH, corresponden a un agua de tipo alcalino de acuerdo a Wetzel (1981); así mismo Margalef (1983) señala que esto es debido a la presencia de carbonatos en gran cantidad. Dichos valores representan prácticamente la totalidad de bases presentes en aguas moderadamente duras, como las que se presentaron en este sistema de acuerdo a la clasificación de Landau (1992) y de Wheaton (1982), al tener valores de dureza de 145 mgCaCO<sub>3</sub>/L en noviembre a 221 mgCaCO<sub>3</sub>/L en diciembre. Lo obtenido en alcalinidad y dureza de manera combinada hacen a este lugar muy rico, de acuerdo a la clasificación propuesta por De la Lanza (1990). Por la conductividad, el agua de este lago es de tipo dulce dura, tomando en cuenta la clasificación de la Canadian Forestry Service (1969, en: Arredondo, 1986). lo que nos dice que presenta una cantidad importante de sales, principalmente calcio y carbonatos. Esto además incrementa su productividad de acuerdo a Wetzel (1981).

## Parámetros biológicos

### Proporción de sexos

A lo largo de los seis meses de estudio, el número de hembras siempre fue mayor al de machos, ya que la proporción de sexos fue de entre 4.5 hembras por cada macho en octubre a 1.9 hembras por macho en los meses de noviembre y diciembre. Esto difiere a lo escrito por Snelson (1989), que menciona que las poblaciones silvestres de *Poecilia reticulata* presentan una proporción sexual típica de 1:1. Tal diferencia podría deberse a que, como señala el mismo autor, los machos de esta especie tienen una mayor susceptibilidad a ser depredados debido a sus colores y a los patrones de cortejo, y que al encontrarse en un sistema con una profundidad menor a los 50 centímetros, no contarían con la posibilidad de refugiarse en zonas más profundas como lo hacen otros machos de la familia Poeciliidae. Sin embargo la baja proporción de machos no tiene un efecto significativo en la reproducción a nivel poblacional en la mayoría de los poecílidos, ya que según Constantz (1989) un solo macho puede fecundar a varias hembras, y la hembra de *P. reticulata* tiene la capacidad de almacenar y nutrir el esperma durante varios meses.

Cabe mencionar que el aumento en la cantidad de machos respecto a las hembras durante noviembre y diciembre coincide con la disminución de la temperatura del agua, que es de 20°C y de 18°C respectivamente. Esto se explica por el hecho de que el intervalo óptimo de temperatura para *Poecilia reticulata* es de entre 20°C y 30°C según Meffe y Snelson (1989), y como los mismos autores señalan los machos de *P. reticulata* tienen una mejor aclimatación a temperaturas fuera del intervalo óptimo, e incluso prefieren temperaturas ligeramente inferiores que las hembras. Este fenómeno se presenta en otros poecílidos, ya que Snelson (1989) apunta que hay una relación directa entre temperatura y proporción de sexos en *Poeciliopsis lucida*.

## Relación Peso – Longitud

El factor de condición de los machos de *Poecilia reticulata* fue menor durante los tres últimos meses del estudio, lo que se explica por lo señalado por Odum (1972) y Maitland (1990) en el sentido de que durante el invierno hay una disminución en la cantidad de fitoplancton y zooplancton como consecuencia de una menor cantidad de radiación solar; pues la cantidad de alimento es uno de los principales elementos que intervienen en el factor de condición según Wootton (1990).

En el caso de las hembras el factor de condición fue bajo de julio a septiembre para aumentar de octubre a diciembre, lo que coincide con el incremento en el porcentaje de hembras grávidas durante estos tres últimos meses, lo que indica que el aumento de condición se debió al desarrollo gonadal; siendo este otro de los principales elementos que afectan el factor de condición de acuerdo a Wootton (*op. cit.*).

El tipo de crecimiento de machos y hembras siempre fue de tipo alométrico, lo que según Nikolsky (1978) y Wootton (1990) indica que los cambios en peso y longitud no se dieron de manera uniforme. Esto coincide con lo reportado por Salazar (1981) y por Terrón (1994) en otros peces vivíparos, quienes estudiando a miembros de la familia Goodeidae encontraron que estos también crecen de manera alométrica.

## Madurez sexual

Las hembras de *Poecilia reticulata*, maduraron sexualmente a una talla menor que los machos, ya que la hembra con embriones más pequeña encontrada (estadios 3, 4 o 5 de Díaz-Pardo y Ortiz 1986), midió 1.25 cm de longitud patrón, mientras que el macho más pequeño listo para la reproducción (estadios IV, V o VI de la clasificación de Nikolsky 1978), midió 1.575 cm de longitud patrón. La causa de esto, de acuerdo a Snelson (1989), es que las hembras de esta especie maduran a temprana edad, y continúan creciendo en su etapa adulta, mientras que los machos maduran más tardíamente, para luego detener casi por completo su incremento en longitud.

La menor longitud de una hembra con embriones en el Parque del Lago Tezozomoc es similar a la encontrada por Reznick y Miles (1989), que es de 1.4 cm, tratándose también de una población silvestre de *Poecilia reticulata*. En trabajos de laboratorio la longitud de la hembra más pequeña con embriones es mayor, ya que Thibault y Schultz (1978) dan un tamaño de 2.1 cm, mientras que Koldenkova *et al.* (1987) reportaron una talla de 2.2 cm.

Tales diferencias se explican si se toma en cuenta que según Wootton (1990) los peces en condiciones silvestres tienden a madurar de manera más temprana cuando la cantidad de alimento, la temperatura, y la concentración de oxígeno son las adecuadas; ya que estos son los factores ambientales que tienen más influencia sobre el crecimiento y maduración en peces de acuerdo a Lagler *et al* (1977), Nikolsky (1978) y al mismo Wootton (1990); así como a Snelson (1989) en el caso particular de los poecílicos.

De manera general estos tres factores fueron favorables para la maduración de las hembras de *P. reticulata*, ya que el alimento en el lago del Parque Tezozomoc, fue abundante durante el período de estudio, principalmente a manera de fitoplancton como la señala Arzate (2001), siendo este uno de los principales alimentos de esta especie según Scott (1987) y Meffe y Snelson (1989). Respecto a la temperatura, se mantuvo dentro del intervalo óptimo de entre 20°C y 30°C para la especie según Meffe y Snelson (1989).

excepto por noviembre donde descendió a 20°C, y diciembre con 18°C, lo que no afectó su madurez gonadal. En relación a la concentración de oxígeno este siempre fue abundante, y aunque la sobresaturación del sistema podría indicar según Wetzell (1981) y Maitland (1990) que durante la noche se presentan condiciones de hipoxia, esto no afectaría el crecimiento y maduración de *P. reticulata*, ya que Wootton (1990) menciona que las bajas concentraciones de oxígeno no afectan el crecimiento en esta especie mientras los peces cuenten con acceso a la superficie.

El porcentaje de machos maduros fue de entre 0% y 15% de julio a octubre aumentando a 50% en noviembre y diciembre. El aumento en la cantidad de machos con gónadas maduras en noviembre y diciembre, coincide con un aumento en la proporción de los mismos respecto a la cantidad de hembras, y con la disminución en la temperatura del agua, debido a su preferencia por temperaturas por debajo del intervalo óptimo para la especie señalado por Meffe y Snellson (1989).

El porcentaje de hembras listas para la reproducción fue más alto entre julio y septiembre, decreciendo durante los tres últimos meses; al contrario del porcentaje de hembras grávidas que fue mayor de octubre a diciembre. Lo anterior indica que aunque la reproducción de *P. reticulata* en el lago del Parque Tezozomoc se llevó a cabo a lo largo de todo el período de estudio, la fecundación fue más alta durante los meses fríos. En el caso del mes de octubre, esto se explica por la capacidad de las hembras de esta especie de almacenar y nutrir el esperma durante varios meses de acuerdo a lo señalado por Constantz (1989), ya que durante este mes no se encontraron machos maduros. Así mismo, la fecundación fue mayor en noviembre y diciembre por el aumento en el porcentaje de machos maduros.

## Número de embriones y relación Número de embriones - Longitud

Tomando en cuenta al total de hembras examinadas, el número de embriones por hembra fue de 10.9, pues aunque algunas hembras presentaron mas de 100 embriones, esto fue raro. Lo anterior concuerda con lo encontrado por Thibault y Schultz (1978) que proponen un intervalo de 10 a 21 embriones por hembra de *P. reticulata*, con un máximo de 75; con Koldenkova *et al.* (1987) que encontraron un promedio de 10 embriones por hembra, con un máximo de 33 en la misma especie; con Scott (1987) que menciona que las hembras de esta especie tienen alrededor de 20 embriones cada una, pudiendo superar los 100; y con lo dicho por Navarrete (*com. per.*), que obtiene un promedio de 9 embriones por hembra de *Poecilia reticulata* en acuario.

El número promedio de embriones por hembra se mantuvo entre 11 y 15 de julio a octubre, para descender a 9.5 en noviembre y 6 en diciembre, lo que de acuerdo a Snelson (1989) se debe a una mayor salida de juveniles al medio. Esto se debe a que un aumento en la salida de juveniles, mantendría una población alta durante la época fría del año, cuando disminuye la actividad reproductiva en *P. reticulata*, como lo destacan Meffe y Snelson (1989).

Respecto a la relación que existe entre el número de embriones y la longitud de las hembras, se observa que entre mayor sea la longitud de la hembra, el número de embriones será mas alto. Este resultado coincide con el de Koldenkova *et al.* (1987), que al aplicar el mismo modelo llegaron a la conclusión de que existe una relación lineal entre el número de embriones y la longitud de las hembras; y con lo que mencionan Thibault y Schultz (1978) respecto a que mientras más grandes sean las hembras de *P. reticulata*, contendrán un número mayor de embriones.

## Desarrollo embrionario

La longitud promedio de los embriones mas pequeños (estadio 5 de Haynes, 1995) fue de 1.3 mm, lo que es similar a lo encontrado por Thibault y Schultz (1978) para *Poecilia reticulata*, que reportan una longitud promedio de 1.7 mm. Los embriones que estuvieron en el estadio 11 (Haynes, 1995), y que por definición se encontraban próximos a nacer (ver anexo), tuvieron una longitud promedio de 8.2 mm, lo que concuerda con lo obtenido en el laboratorio por Koldenkova *et al.* (1987) que dan una longitud promedio de 8.17 mm para las crias al nacer de la misma especie. En cambio, la longitud de los embriones próximos a nacer, fue mayor a lo reportado por Thibault y Schultz (1978) que obtuvieron una longitud promedio de 6.5 mm para los embriones en tal condición.

Tales diferencias pueden deberse a que los embriones medidos por Thibault y Schultz (1978) provienen de hembras pertenecientes a poblaciones silvestres, donde probablemente la cantidad de alimento no era suficiente, ya que este es el principal factor que afecta el tamaño y la cantidad de embriones según Wootton (1990) en los peces vivíparos, y en poecílicos de acuerdo a Snelson (1989). Al contrario al ser el trabajo de Koldenkova *et al.* (1987) en laboratorio, es de esperarse que se les alimentara de manera adecuada para el desarrollo de los embriones de *P. reticulata*, y como indica Arzate (2001), la cantidad de alimento en el lago del Parque Tezozomoc siempre fue abundante de julio a diciembre del año 2000.

## CONCLUSIONES

El agua del Lago del Parque Tezozomoc es cálida, y sobresaturada de oxígeno disuelto.

El agua es de tipo alcalino, moderadamente dura y altamente productiva por la presencia de calcio y carbonatos.

El lago es somero, de tipo hipereutrófico, y con una gran cantidad de partículas suspendidas.

Las condiciones ambientales del Lago del Parque Tezozomoc permiten el desarrollo de *Poecilia reticulata*, debido a que es una especie que resiste condiciones extremas.

La cantidad de hembras respecto a los machos siempre fue mayor sin que esto afectara el proceso reproductivo debido a que un macho puede fecundar varias hembras. Durante los meses fríos se presentó una ligera disminución de tal proporción debido al mejor desarrollo de los machos a temperaturas inferiores.

El factor de condición disminuyó en los machos durante octubre, noviembre y diciembre, debido a una menor cantidad de alimento en el ambiente. En las hembras aumento entre octubre y diciembre debido al incremento en el porcentaje de hembras con gónadas desarrolladas.

El tipo de crecimiento fue alométrico durante los seis meses, tanto en machos como hembras.

El macho más pequeño listo para la reproducción midió 1.575 cm de longitud patrón mientras que la hembra con embriones más pequeña presentó una longitud patrón de 1.25 cm.

Las hembras maduran a una talla menor que los machos, presentando un nivel de fecundación más alto entre octubre y diciembre. Los machos tuvieron un porcentaje de madurez bajo durante los primeros cuatro meses, que aumentó en noviembre y diciembre como consecuencia de una menor temperatura del agua.

El número promedio de embriones por hembra de *P. reticulata* es de 10.9, con un promedio mínimo de 6 y un máximo de 15. Tal número se mantuvo constante de julio a octubre, descendiendo en noviembre y diciembre por una mayor liberación de juveniles al medio.

Existe una relación entre el número de embriones y la longitud de las hembras, ya que entre mayor sea la longitud de la hembra, el número de embriones será más alto.

El tamaño de los embriones de *P. reticulata* próximos a nacer es de 8.2 mm, talla normal para la especie cuando cuenta con una cantidad suficiente de alimento.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio, Comisión Nacional Consultiva de Pesca e Industrias Conexas, Ins. Nac. De Investigaciones Biológico Pesqueras. México. 166 p.

Arredondo, F. J. L. 1986. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua en estanques de piscicultura extensiva. SEPES. Dir. De Fomento Acuícola. Dpto. de Asistencia Técnica. México. 182 p.

Arzate, G. K. M. 2001. Estudio de los grupos alimenticios presentes en *Poecilia reticulata* en el lago del parque Tezozomoc. XVII Coloquio Estudiantil de Tercera Etapa. FES-Iztacala.

Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in freshwater. IBP Handbook No. 3 Blackwell Scientific Pub. London. 365 p.

Barragán, G.C.C. 1998. Análisis celular ovárico del pez vivíparo *Poecilia sphenops* en estado de madurez gonádica. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 57 p.

Bautista, C. C., y S. Páramo-Delgado. 2000. Estudio comparativo en campo y en laboratorio de algunos aspectos de la biología reproductiva de *Xiphophorus helleri guntheri* Jordan y Everman 1896 (Ciprinodontiformes: Poeciliidae). En: Memorias del VII Congreso Nacional de Ictiología. México D.F. pp 234-235.

Cedillo, D. B. E. 1997. Crecimiento, Reproducción, Supervivencia y Ontogenia de *G. viviparus* en el Embalse "Los Arcos" Edo. de México. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 65 p.

Constantz G. D. 1989. Reproductive Biology of Poeciliid Fishes, p 33-49. In: Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). G. K. Meffe & F. F. Snellson, Jr. (eds.). Prentice Hall. Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 p.

De la Lanza, E. G. 1990. Algunos conceptos sobre hidrología y calidad del agua. 181-199. En: La acuicultura en México: de los conceptos a la producción. De la Lanza, E. G. Y Arredondo, F. J. L. (eds.). UNAM. 316 p.

Díaz-Pardo, E. y J. D. Ortiz. 1986. Reproducción y Ontogenia de *G. viviparus* (Goodeidae). An. Esc. Nac. Cienc. Biol., 30: 36-45.

Franco, L. J., G. De La Cruz, A. Cruz, A. Rocha, N. Navarrete, G. Flores, E. Kato, S. Sánchez, L. G. Abarca y C. M. Bedia 1989. Manual de Ecología. Ed. Trillas. México. 266 p.

García, B. D. 2001. Evaluación del crecimiento de tres especies de poecilidos (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Xiphophorus helleri*) y determinación de la producción de crías en estanquería con aguas tratadas. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 75 p.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. SIGSA. México. 4<sup>a</sup> ed. 217 p.

Gerking, S. D. 1978. Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Pub. , London. 519 p.

Guzmán-Arroyo, M., J. C. Rojas-Galaviz y L. D. González- González. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobranchium tenellum* en relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, Méx. (Decapoda: Palemonidae). An. Inst. Ciencias del Mar y Limnol., UNAM. (1): 67-80.

Hopper, A. F., Jr. 1943. The Early Embryology of *Platypoecilus maculatus*. Copeia, 1943: 218-224.

Haynes, J. L. 1995. Standardized Classification of Poeciliid Development for Life-History Studies. Copeia, 1995(1):147-154.

Koldenkova, L., I. García, R. González y J. Garcés. 1987. Resultados preliminares acerca de la fecundidad del pez larvívoro *Poecilia reticulata* Peters, 1985 (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Rev. Cubana Med. Trop., 39(1): 67-71.

Koya, Y., I. Mutusmi, N. Terumasa and S. Sayumi. 2000. Dynamics of oocyte and embryonic development during ovarian cycle of the viviparous mosquitofish *Gambusia affinis*. Fisheries science, 66(1): 63-70.

Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Ed. Acribia. México. 243 p.

Lagler, L. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. M. Passino. 1977. Ictiología. Ed. AGT Editor, S.A. México. 2<sup>a</sup> ed. 489 p.

Landau, M. 1992. Introduction to Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc. New York. 440 p.

Maitland, P. 1990. Biology of Fresh Waters. 2<sup>nd</sup> ed. Chapman and Hall. New York. 276 p.

Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 p.

Meffe G. K. and F. F. Snelson, Jr. 1989. An Ecological Overview of Poeciliid Fishes, p 13-31. *In: Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. G. K. Meffe & F. F. Snelson, Jr. (eds.), Prentice Hall, Engelwood Cliffs. New Jersey, 453 p.

Miller, R.R. 1986. Composition and Derivation of the Freshwater Fish Fauna of México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. 30: 121-153.

Monaco, P. J., E. M. Rasch and J. S. Balsano. 1983. The Occurrence of Superfetation in the Amazon Molly, *Poecilia formosa*, and Its Related Sexual Species. Copeia, 1983(4):969-974.

Nikolsky, G. U. 1978. The Ecology of Fishes. T. F. H. Publications, Inc. London. 2ª ed. 352 p.

Odum, E. D. 1972. Ecología. 3ª ed. Interamericana. México. 639 p.

Ojendiz, G. M. U. 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 (Biol.). ENEPI-UNAM. 55 p.

Parenti, L. R. and M. Rauchenberger. 1989. Sistematic Overview of the Poeciliines, p 3-12. *In: Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. G. K. Meffe & F. F. Snelson, Jr. (eds.), Prentice Hall, Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 p.

Ramírez, B. P. 2000. Aves de humedales en zonas urbanas del noroeste de la Ciudad de México. Tesis (Maestría) Fac. Ciencias-UNAM. 180 p.

Reznick, D. N. and D. B. Miles. 1989. Review of Life History Patterns In Poeciliid Fishes, p 125-147. *In: Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. G. K. Meffe & F. F. Snelson, Jr. (eds.), Prentice Hall, Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 p.

Rocchetta, G., M. L. Vanelli and C. Pancaldi. 1993. Parental age effects on body size and growth rate in guppy-fish. Growth, Development & Aging, 57(1): 3-11.

Rosas, M. N. 1982. Biología acuática y Piscicultura en México. Secretaría de Educación Pública. México. 376 p.

Salazar, M. E. 1981. Contribución al Conocimiento de la Biología de *Girardinichthys innotatus* Bleeker, 1860 (Pisces: Goodeidae) del Embalse Requena, Edo. de Hidalgo. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 62 p.

- Scott, P. W. 1987. A Fishkeeper's guide to Livebearing Fishes. Tetra Press. London. 117 p.
- Scrimshaw, N. S. 1944. Embryonic growth in the viviparous poeciliid, *Heterandria formosa*. Biol. Bull., 87: 37-51.
- Scrimshaw, N. S. 1945. Embryonic development in poeciliid fishes. Biol. Bull., 88: 233-246.
- Snelson, Jr. F. F. 1989. Social and Environmental Control of Life History Traits in Poeciliid Fishes. p 149-161. In: Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). G. K. Meffe & F. F. Snelson, Jr. (eds.). Prentice Hall. Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 p.
- Tavolga, W. N. 1949. Embryonic development of the platyfish (*Platypoecilus*), the swordtail (*Xiphophorus*), and their hybrids. Bull. Amer. Mus. Nat. His., 94: 165-229.
- Terrón, R. A. A. 1994. Estudio Biológico de *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae) en el Embalse "La Goleta", Edo. de México. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 55 p.
- Thibault, R. E. and R. J. Schultz 1978. Reproductive adaptations among viviparous fishes (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Evolution., 32(2): 320-333.
- Vargas, M. J. and A. De Sostoa. 1996. Life history of *Gambusia holbrooki* (Pisces, Poeciliidae) in the Ebro Delta (NE Iberian Peninsula). Hydrobiologia., 341(3): 215-224.
- Villafranco, C. J. A. 2000. Avifauna del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Tesis (Biol.). ENEPI-UNAM. 63 p.
- Wetzel, R G. 1981. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona. 679 p.
- Wheaton, F. W. 1982. Acuacultura. AGT Editor. México. 704 p.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hill. London. 440 p.
- Young, J. Z. 1985. La Vida de los Vertebrados. Ediciones Omega. Barcelona. 660 p.

## ANEXO

### Prueba de “t”

MACHOS	b	Ssr	tc	± t 0.05 (n-1)
<b>JULIO</b>	2.305	0.2808	2.4736	1.6991
<b>AGOSTO</b>	1.448	0.4203	3.6924	1.8331
<b>SEPTIEMBRE</b>	2.190	0.3360	2.4092	1.7823
<b>OCTUBRE</b>	2.688	0.0613	5.0945	1.8595
<b>NOVIEMBRE</b>	2.482	0.2816	1.8378	1.6991
<b>DICIEMBRE</b>	2.725	0.1572	1.7509	1.6991

Cuadro 1. Prueba estadística de “t” aplicada a los valores de tipo de crecimiento (b), de la relación Peso – Longitud de los machos de *Poecilia reticulata* para el período de julio a diciembre de 2000 en el Lago del Parque Tezozomoc.

HEMBRAS	b	Ssr	Tc	± t 0.05 (n-1)
<b>JULIO</b>	2.732	0.0772	3.4654	1.6867
<b>AGOSTO</b>	2.885	0.0657	1.7558	1.6868
<b>SEPTIEMBRE</b>	2.869	0.0578	2.2631	1.6934
<b>OCTUBRE</b>	1.366	0.1494	10.936	1.6839
<b>NOVIEMBRE</b>	1.669	0.1710	7.7807	1.6934
<b>DICIEMBRE</b>	0.767	0.1758	12.703	1.6935

Cuadro 2. Prueba estadística de “t” aplicada a los valores de tipo de crecimiento (b), de la relación Peso – Longitud de las hembras *Poecilia reticulata* para el período de julio a diciembre de 2000 en el Lago del Parque Tezozomoc.

$$t = \left[ \frac{b \text{ calculada} - b \text{ teórica}}{S_{ST}} \right]$$

$$S_{ST} = (0.7071068) \frac{S}{\sqrt{N}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \tilde{y})^2}{(N - 1)}}$$

$b = 3$  (isometría)

$b \neq 3$  (alometría)

$H_0 : bc = 3$

$H_a : bc \neq 3$

$bc$  = Pendiente calculada

$y_i$  = Peso observado

$\tilde{y}$  = Peso promedio

$N$  = Número de datos

Si la "t" calculada es menor que la "t" de tablas, se acepta la  $H_0$ , si no se rechaza.

## **Clasificación de madurez sexual** (Tomado de Nikolsky, 1978).

Estadio I. Individuos jóvenes que nunca han desovado.

Estadio II. Reposo. Los gametos, o no han empezado a desarrollarse, o ya han sido descargados; la gónada se ha desinflamado por completo siendo de tamaño muy pequeño; huevos no visibles a simple vista.

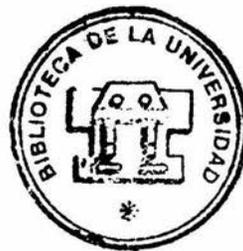
IZ<sup>T</sup>

Estadio III. Madurando. Huevos visibles a simple vista; aumento en el peso de la gónada de manera acelerada; los testículos cambian de transparente a un color rosa pálido.

Estadio IV. Madurez. Gametos maduros; la gónada ha alcanzado su máximo peso, pero los gametos todavía no son expulsados cuando se aplica presión.

Estadio V. Reproducción. Los gametos son expulsados ante la aplicación de una ligera presión al tórax; el peso de la gónada disminuye rápidamente durante el desove.

Estadio VI. Desove. Los gametos han sido expulsados, dejando la cavidad de la gónada inflamada; gónada con apariencia de saco vacío, normalmente con algunos huevos residuales en las hembras, o esperma en los machos.



U.N.A.M. CAMPUS

## **Estadios de madurez ovárica** (Tomado de Díaz-Pardo y Ortiz, 1986).

Estadio 1. Son los ovarios mas pequeños. De aspecto fusiforme, aunque un poco ensanchado hacia la parte media. El estroma ovárico es compacto, poco plegado, de color blanquecino; no existen óvulos en este tejido. Estos ovarios los presentan únicamente los ejemplares juveniles.

Estadio 2. Los ovarios comprendidos en esta fase muestran incremento en el grosor de la parte media; el estroma se nota más esponjoso y su aspecto es mas plegado y de color blanquecino. Se observa la presencia de óvulos de color blanco y alojados en forma dispersa entre el estroma. Corresponde también a la fase de reposo.

Estadio 3. Representado por ovarios con el estroma aún más plegado y esponjoso; es notorio el aumento en el tamaño y desarrollo de los óvulos; todos son de color anaranjado y situados en pequeñas concavidades del estroma. Algunos ovarios presentan pequeños embriones en las primeras fases del desarrollo, pero siempre fueron muy escasos.

Estadio 4. Son los ovarios que presentan numerosos embriones de diferentes tallas y grados de desarrollo y cuya disposición varia; algunos dirigidos hacia la cabeza de la hembra y otros hacia la aleta caudal de la misma, en ambos casos, generalmente, tienen una posición notablemente curva. Muchos embriones sin importar su tamaño, se encuentran rodeados por el estroma ovárico.

Estadio 5. Ovarios con embriones próximos a nacer. El estroma se encuentra disminuido en su tamaño y en varios casos presenta pequeños óvulos en desarrollo y de color blanco.

## **Estadios de desarrollo embrionario** (Tomado de Haynes, 1995).

Estadio 1. Óvulo inmaduro: Óvulo pequeños de color blanco opaco, distribuido a lo largo del ovario y frecuentemente adherido en paquetes a los óvulos vitelinos y/o a los embriones en desarrollo.

Estadio 2. Óvulo vitelino temprano: El vitelo esta en proceso de ser depositado en el óvulo, que adquiere un color amarillo opaco; incremento en tamaño pero aun pequeño. Cuando presenta gotas de aceite están irregularmente distribuidas.

Estadio 3. Óvulo maduro: La depositación de vitelo se ha completado en el óvulo, que ahora es de color amarillo dorado translúcido (de naranja a naranja rojizo en algunos especímenes preservados). Presenta gotas de aceite de manera uniforme sobre toda la superficie del vitelo.

Estadio 4. Embrión blastodisco: El óvulo fue fertilizado recientemente; el embrión se ve como un pequeño capuchón blanquecino en la superficie del vitelo, midiendo de un quinto (matrotroficas), a la mitad (lecitotroficas), del diámetro del vitelo. Las gotas de aceite se encuentran reunidas bajo el blastodisco al polo animal.

Estadio 5. Escudo embrionario / Raya primitiva: El blastodisco se ha extendido para formar el escudo embrionario que casi o completamente cubre la mitad del vitelo en las especies lecitotroficas pero puede ser difícil de distinguir en las matrotroficas. La raya primitiva aparece como una delgada línea blanca en el centro del escudo con una longitud aproximada de medio diámetro del vitelo (lecitotroficas), o un tejido con forma de media luna circunscribiendo casi todo el vitelo (matrotroficas).

Estadio 6. Embrión con copa óptica: Copas ópticas y vesículas óticas presentes. Con poca o ninguna pigmentación en los ojos. Los lecitotróficos con el sistema portal presente en el vitelo.

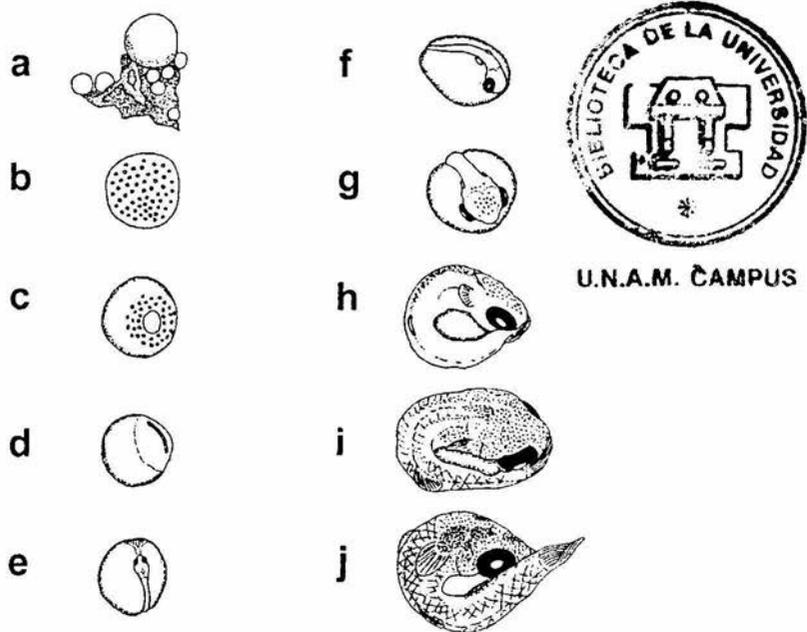
Estadio 7. Embrión con ojos tempranos / brote de miembros: Los ojos presentan pigmentación de manera parcial; cabeza considerablemente mas larga que el tronco, brote de las aletas caudal y pectoral presente, comienza la pigmentación dorsal en la mayoría de las especies.

Estadio 8. Embrión con ojos medios: Ojos completamente pigmentados pero pequeños; cabeza y tronco proporcionados; poca pigmentación dorsal y posiblemente un poco lateral; brote de aletas dorsal y anal presentes; rayos de la aleta caudal en formación; opérculo en formación pero inconspicuo; hocico enterrado en el vitelo a la altura de los ojos o por detrás en lecitotróficos.

Estadio 9. Embrión con ojos tardíos: Aumento en el tamaño de los ojos pero sin llegar a su tamaño final; pigmentación dorsal moderada; pigmentación a lo largo de la línea lateral en aquellas especies que presentan tal pigmentación; la cola puede estar flexionada sobre la cabeza o la punta del hocico; rayos de las aletas pectorales presentes; vitelo aun relativamente grande en lecitotróficos pudiendo estar completamente absorbido en matrotroféicos.

Estadio 10. Embrión con ojos muy tardíos: Los ojos han alcanzado su tamaño final; opérculo eminente pudiendo estar pigmentado; rayos de aletas dorsal y anal presentes; embrión mucho más alargado; vitelo, si esta presente, pequeño e irregular; "cordón del cuello" distintivo formado por los residuos de las membranas externas embrionarias, presente en algunas especies.

Estadio 11. Embrión maduro: Vitelo casi o totalmente absorbido; "cordón del cuello" ausente; prolongación de aletas pectorales; embrión similar a un adulto pequeño.



IZT

Figura 1. Estadios de desarrollo embrionario (*Gambusia affinis*): (a) Los óvulos pequeños son los inmaduros (estadio 1), y el grande es el óvulo vitelino temprano (estadio 2); (b) óvulo maduro (estadio 3); (c) embrión blastodisco (estadio 4); (d) escudo embrionario (estadio 5); (e) embrión con copa óptica (estadio 6); (f) embrión con ojos tempranos (estadio 7); (g) embrión con ojos medios (estadio 8); (h) embrión con ojos tardíos (estadio 9); (i) embrión con ojos muy tardíos (estadio 10); embrión maduro (estadio 11). (Tomado de Haynes, 1995).