

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

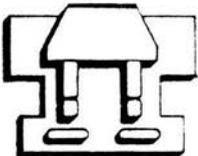


FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Poecilia reticulata* (PISCES:
POECILIIDAE) EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC,
AZCAPOTZALCO DE ENERO A JUNIO DEL 2001.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
B I O L O G O
P R E S E N T A :
NATIVIDAD SOLANO BAUTISTA

DIRECTORA DE TESIS:
DRA. NORMA A. NAVARRETE SALGADO
ASESOR DE TESIS:
BIOL. GUILLERMO ELIAS FERNANDEZ



IZTACALA

TLALNEPANTLA DE BAZ, EDO. DE MEXICO.

2002.



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 REALIZO DENTRO DEL LABORATORIO DE
PRODUCCIÓN DE PECES E INVERTEBRADOS DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES IZTACALA PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO A CARGO DE LA DRA. NORMA A.
NAVARRETE SALGADO Y EL BIÓLOGO GUILLERMO ELIAS FERNÁNDEZ.**

DEDICATORIA

A mis Padres:

Maria Esther e Isidro.

Por haberme brindado la vida y enseñarme a vivirla, por darme su apoyo incondicional, por darme la oportunidad de superarme profesionalmente y personalmente, por haber confiado en mi, por ser mis mejores amigos y saber aconsejarme, por estar presentes en los momentos más importantes de mi vida y compartirlos conmigo.

A mis hermanos:

Edgar y Angel.

Por darme su apoyo, consejos, ayuda y cuidados cuando los necesite, y por compartir conmigo tantos momentos felices y tristes.

A ti Antonio:

Por ser parte importante de mi vida, por ser mi amigo y compañero durante todos estos años, por confiar en mi, por apoyarme e impulsarme para llegar al final, por formar conmigo una nueva familia y esperar con cariño y ternura a una personita que aún no conocemos pero que ya es lo más importante de nuestras vidas: nuestro Bebé.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Norma A. Navarrete Salgado, por darme la oportunidad de realizar mi trabajo en su laboratorio además dirigirlo y dedicarme su tiempo.

A los Biólogos Guillermo Elías Fernández y el Biólogo Gilberto Conteras Rivero por su asesoramiento, comentarios, sugerencias y brindarme su amistad.

A mis sinodales Biol. José Antonio Martínez Pérez, Dra. Norma A. Navarrete Salgado, M en C. Regina Sánchez Merino, M en C Alba Márquez Espinoza y el Biól. Guillermo Elías Fernández por sus revisiones y comentarios que contribuyeron a mejorar este trabajo.

A todos mis profesores de la carrera por transmitirme sus conocimientos y vivencias.

A mis compañeros de generación por aquellos momentos alegres y de trabajo pesado que compartimos.

A mis amigos Karen, Victoria, Georgina, Gabriel, Ramses, Laura; por permitirme conocerlos y convivir con ellos; y en especial a los dos mejores amigos que he tenido durante todos estos años: Karlita y Julio por brindarme su amistad sinceramente y apoyarme en los buenos y malos momentos que les he compartido.

ÍNDICE IZT.

I. Introducción	1
II. Antecedentes	4
III. Objetivos	6
Objetivo general	
Objetivos particulares	
IV. Área de estudio	7
V. Metodología	9
VI. Resultados	12
1. Parámetros físicos y químicos	
2. Parámetros biológicos	
• Proporción sexual	
• Madurez Gonádica	
• Relación Fecundidad - Longitud	
• Relación Peso – Longitud	
• Factor de Condición	
VII. Discusión	15
1. Parámetros físicos y químicos	
2. Parámetros biológicos	
• Proporción sexual	
• Madurez Gonádica	
• Relación Fecundidad - Longitud	
• Relación Peso – Longitud	
VIII. Conclusiones	20
IX. Bibliografía	21
Apéndices	25
I. Gráficas	
II. Posición taxonómica	
III. Descripción de la especie	
IV. Clasificación de madurez sexual para machos	
V. Estadios de madurez gonádica para hembras	
VI. Estadios de desarrollo embrionario	

RESUMEN

Los Poecilidos son pequeños peces vivíparos, que exhiben una serie de adaptaciones reproductivas que los separan de otros grupos de peces; son planctófagos y presentan gran tolerancia a diferentes ambientes, los expendedores de peces de acuario venden estos peces como de ornato, tal es el caso de la especie *Poecilia reticulata*, conocido comúnmente como “Guppy”, que es uno de los peces de ornato de mayor cultivo en el mundo y se ha encontrado en el lago del Parque Tezozomoc, característica que la hace de gran interés, por lo cual en el presente trabajo se realizó un estudio de los aspectos reproductivos de esta especie, para ello se realizaron seis visitas mensuales a partir de Enero del 2001 a Junio del mismo año; se determinaron los parámetros físicos y químicos del lago como: temperatura, oxígeno, profundidad, transparencia, dureza, alcalinidad, conductividad y pH; se colectaron los organismos y fueron llevados a el laboratorio donde se seleccionaron 50 organismos, de los cuales se obtuvo la proporción sexual, madurez sexual, se estimó el número de crías, se obtuvo la relación fecundidad longitud y la relación peso longitud. Al concluir del estudio las aguas del lago del parque Tezozomoc resultaron templadas, ricas en oxígeno, duras, poco profundas, turbias y tolerables para *P. reticulata*. En cuanto a la proporción sexual fue mayor la de hembras que la de machos (3:1). Se registraron hembras maduras, hembras grávidas y machos maduros durante todo el estudio, a excepción de Febrero en el cual la calidad del agua fue baja. *P. reticulata* presentó actividad reproductiva durante todo el estudio y el número máximo de embriones promedio se presentó en Abril. Se observó que la fecundidad aumenta con respecto a la talla y el número promedio de embriones por hembra fue de 33. En lo que comprende a el tipo de crecimiento de *P. reticulata* resultó ser alométrico a lo largo del estudio.

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE *Poecilia reticulata* (PISCES: POECILIIDAE) EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC, AZCAPOTZALCO DE ENERO A JUNIO DEL 2001.

I. INTRODUCCIÓN

Los peces son vertebrados de sangre fría dotados de una respiración branquial, provistos de aletas, dependen primordialmente del agua, que es el medio en donde viven y son el grupo más numeroso entre los vertebrados vivientes (Torres-Orozco, 1991). Habitan en muy diversos lugares, desde las aguas del Antártico cuya temperatura está por debajo del punto de congelación, hasta los manantiales de los que brota agua a más de 40°C y desde el agua dulce y blanda, hasta en depósitos donde el agua es mucho más salada que el mar. Están presentes en corrientes fluviales o en aguas quietas, profundas y oscuras (Lagler, *et al.*, 1984).

Son posibles en los peces por lo menos tres variantes de reproducción: bisexual, hermafrodita y partenogenética. Diversos mecanismos y factores están implicados en el proceso de la reproducción, tales como diferencias sexuales, maduración sexual, ciclos reproductivos, cuidado de los huevos y de la cría; siendo este último punto muy importante en la sobrevivencia del pez (Lagler, *op cit.*). El ciclo de reproducción presenta periodos específicos para cada especie de peces, que van íntimamente ligados a factores medio ambientales muy particulares, entre los que podemos citar como fundamentales: la temperatura, el pH, el fotoperiodo y la disponibilidad de alimento de alta calidad que regulan los ciclos hormonales que se dan dentro de los organismos, controlando la maduración gonadal; de tal suerte que la cantidad y calidad de productos sexuales (óvulos y esperma), producidos por los reproductores, reflejarán indirectamente las condiciones de vida en que se ha desarrollado el organismo hasta antes de la reproducción (Nikolsky, 1963).

Algunos peces se basan en colocar los huevos en sitios específicos de desove, otros construyen nidos, abandonando luego o defendiendo su territorio hasta que mueren. Para proteger a sus huevos algunos peces han desarrollado varios tipos de incubación o gestación interna (Lagler, *et al.*, 1984.). A diferencia de los peces ovíparos, la verdadera incubación interna es la que ocurre en los peces vivíparos. La viviparidad, con todas sus variaciones de intercambio embrionario y nutricional, se ha desarrollado independientemente en muchos grupos de peces, por ejemplo en el orden Cyprinodontiformes, especialmente en las familias Poeciliidae, Goodeidae, Anablepidae y los Jenysiidae (Terrón, 1994).

Los Poecilidos son pequeños peces, ninguno alcanza una longitud mayor de los 2 cm y muchos no alcanzan ni la mitad; presentan gran tolerancia a diferentes ambientes por lo cual son de particular interés en diversos estudios (Guzmán y Olivera, 1996). En

su nutrición se ayudan del plancton y cuyos estadios tempranos son alimento para la trucha, pez blanco y lobina. En estado natural y casi hasta la mitad de su desarrollo son planctófagos. En algunas especies su voracidad extrema los hace propensos al canibalismo, devorando las mismas madres a sus crías apenas nacen. La larva alcanza en solo unos días el tamaño que la hace invulnerable a la voracidad de sus progenitores y antes de los ocho meses las hembras son adultas y comienzan a procrear. Estos organismos tienen un tiempo de vida que va de 2 a los 7 años (Guzmán y Olivera, *op cit.*).

Los expendedores de peces de acuario venden a los Poecilidos como peces de ornato, tal es el caso de la especie *Poecilia reticulata* conocido comúnmente como "Guppy", es uno de los peces de ornato de mayor cultivo en el mundo (Maya y Marañón, 2000)(a). Esta especie rara vez rebasa los 6 cm de longitud y las hembras son más grandes que los machos. Tienen la boca oblicua, los ojos grandes, el dorso deprimido y el pedúnculo caudal alto y lateralmente comprimido. Los primeros radios de la aleta anal de los machos están modificados a manera de un órgano intromitente de forma alargada llamado gonopodio, que representa una ranura media en la que se deposita el esperma. Durante la fecundación, el gonopodio se dobla hacia adelante y se introduce en el orificio genital de la hembra. Estas tienen la capacidad de almacenar el esperma hasta más de 10 meses, por lo que pueden alumbrar varias generaciones de crías a partir de un solo apareamiento (Torres-Orozco, 1991).

La selección artificial a la que han sido sujetos por los acuaristas ha llevado también a la producción de machos con muy notable colorido ya que desarrollan caracteres sexuales secundarios más llamativos y por lo tanto alcanzan un mayor valor comercial. Los silvestres presentan jaspeados o manchas negras dispuestos irregularmente e irradiaciones rojas, azules y verdes en los costados. Las hembras son menos llamativas, de color amarillo grisáceo o verdoso (Torres-Orozco, *op cit.*).

P. reticulata es una especie nativa del norte de Suramérica que ha sido introducida involuntariamente a varias localidades mexicanas. (Cedillo, 1997), actualmente abunda en el alto Río Balsas y en el Valle de México, habita indistintamente en aguas quietas y corrientes, formando grupos muy dispersos y en constante movimiento (Torres-Orozco, 1991).

P. reticulata se ha encontrado en el Parque Tezozomoc la cual lo hace de gran interés. Este parque fué diseñado en 1978, buscando recrear la belleza de la cuenca del Valle de México, al emular a escala el relieve, ubicación y forma de la zona lacustre. Con el transcurrir del tiempo el área ha sido visitada y poblada por distintos tipos de fauna (Villafranco, 2000)

Dentro del Parque Tezozomoc, existen elementos naturales e inducidos que crean un hábitat en medio de una mancha urbana, para las diferentes especies que se han logrado adaptar, ya sean de hábitos acuáticos o terrestres, migratorias y residentes (Villafranco, *op cit*)

II. ANTECEDENTES

En 1989 Bureli hace una comparación entre *Girardinichtys viviparus* y *Poecilia reticulata* en relación a características morfológicas y abundancia en los canales de Xochimilco.

— Dentro de los trabajos que se han realizado con la familia Poeciliidae está el elaborado por Barragan (1998), quien hace un análisis celular ovárico del pez vivíparo *Poecilia sphenops* en estado de madurez gonádica, con el fin de contribuir al estudio sobre la viviparidad en teleosteos no marinos.

— Arteaga, *et al.*, 1999; estudiaron una comunidad de seis especies de estos peces en la cuenca del Balsas, el objetivo de este trabajo fue describir el efecto recíproco entre las especies nativas e introducidas, pertenecientes a esta familia en el estado de Morelos.

— García, *et al.*, 2000; realizaron un trabajo sobre el crecimiento en longitud para seis especies de la familia poeciliidae en el estado de Morelos, dando el primer acercamiento en el conocimiento integral de la dinámica poblacional de esta familia.

Por otro lado Arceo, *et al.*, 2000; revisaron los aspectos ecológicos de la ictiofauna en la laguna “El Bayo”, ubicada en el municipio de Alvarado, Veracruz, México, reportando a 8 especies de 6 familias, entre ellas *Poecilia sp.* En este mismo año Bautista y Páramo-Delgadillo (2000); hacen un estudio comparativo en campo y laboratorio de algunos aspectos de la biología reproductiva de algunas especies de la familia Poeciliidae.

— Rodríguez, *et al.*, 2000 evalúan la tolerancia y crecimiento de *Poecilia reticulata*, en estanques con aguas tratadas en el lago de Xochimilco. En otro trabajo estos autores evaluaron la tasa de crecimiento individual en longitud total y peso de *Poecilia reticulata* (guppy) y *Poecilia sphenops* (molly) por medio de la administración de un complemento vitamínico y su efecto combinado con alimento comercial en hojuelas, en el mismo año. También evalúa el efecto de la Cobamamida (Coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento del guppy *Poecilia reticulata*.

Maya y Marañón (2000)(b) evalúan el efecto anabólico del esteroide Norgestrel en *Xiphophorus helleri*, *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Corydora paleatus* en un sistema de recirculación cerrado. Así mismo hacen un análisis preliminar del efecto del esteroide 19 Nortriendiona, el pH y la temperatura en la proporción de sexos de *Poecilia reticulata*.

En el 2001 Barón estudia el efecto inductor de la temperatura, pH, 17 α -etinilestradiol y de la 17 α -metilttestosterona sobre la proporción sexual, la estructura histológica de las gónadas, el crecimiento y la morfología de *P. sphenops*.

Por último Botello (2002) hace un estudio de algunos aspectos reproductivos en *P. reticulata* en el lago del parque Tezozomoc, abarcando los meses de Julio a Diciembre de 1999.

III. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar los aspectos reproductivos de la especie *Poecilia reticulata* en el lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, de Enero a Junio del 2001.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Determinar los parámetros físicos y químicos del Lago del Parque.
- Obtener proporción sexual de la especie *P. reticulata*
- Estimar la época de reproducción de la especie *P. reticulata*.
- Estimar el número de crías en los diferentes meses de estudio.
- Obtener la relación fecundidad-longitud para la especie *P. reticulata*
- Establecer la relación peso-longitud de la especie *P. reticulata*.
- Analizar la influencia de las características ambientales sobre la reproducción de *P. reticulata*.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El parque Tezozonoc se ubica entre las coordenadas 19° 29' 05" de latitud norte y 99° 12' 36" de longitud oeste, a una altura de 2250 msnm. Tiene una extensión de 27 Hectáreas; se encuentra al noroeste de la Delegación Azcapotzalco, la cual colinda en dirección norte y noroeste con el Municipio de Tlalnepantla y en dirección oeste con Naucalpan (Ver fig. 1)

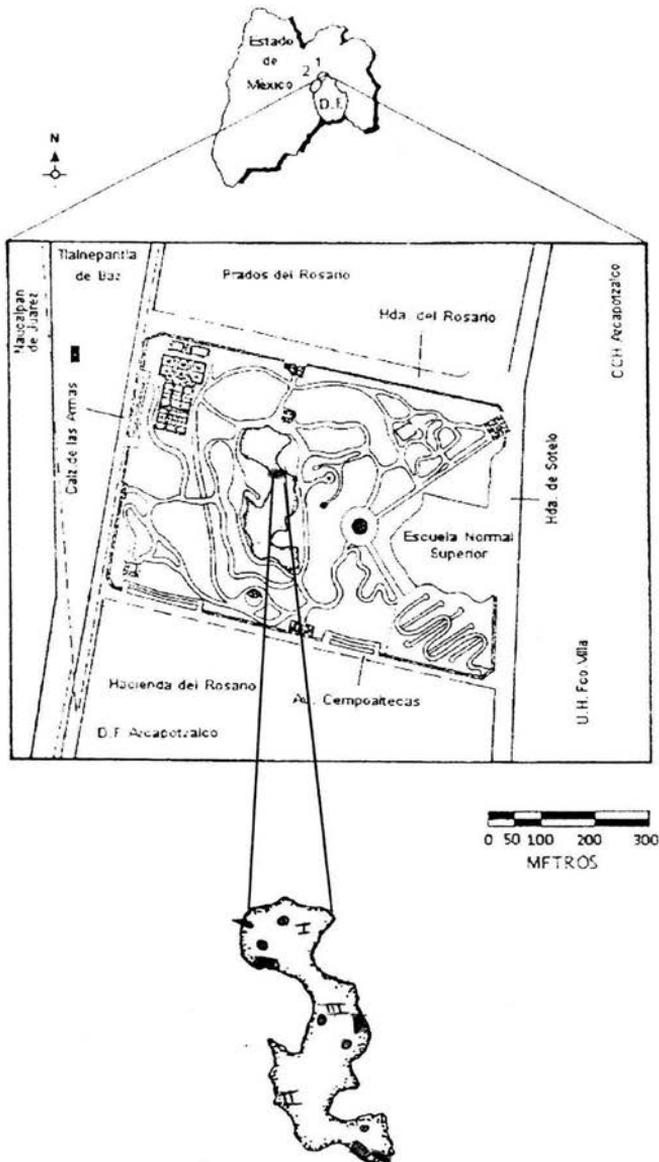
Tiene un clima de tipo C (Wo), es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. La temperatura media anual oscila entre 12 °C y 16 °C. La temperatura más cálida se presenta en mayo entre 18 °C y 19 °C y la más fría en diciembre y enero con temperaturas de entre 11 °C y 12 °C.

El lago se ubica en la parte central del parque, tiene una superficie de 17 000 m² y una capacidad de 38 000 m³. La profundidad mínima es de 50 cm y la máxima de 2.10 m. El agua que abastece el parque proviene de la planta de Tratamiento "El Rosario". Operada por la Dirección General de Operación Hidráulica (DGOH). El abastecimiento es diario, a razón de 6l t/seg.

La superficie del parque en su gran mayoría esta cubierta por áreas verdes, en total 200 000 m², los cuales están constituidos por tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. El primero representado únicamente por pasto, el cual abarca casi la totalidad del área, los árboles cubren aproximadamente 120 000 m². En relación a los arbustos y cetos, estos abarcan una superficie de 20 000 m². Dentro del lago, existe una especie acuática: el Papiro (*Cyperus papyrus*), del cual actualmente solo se conserva un pequeño macizo.

La fauna está constituida principalmente por insectos, aunque la variedad de estos no es muy grande. Dentro del lago encontramos: Cladóceros (pulgas de agua), Hemípteros de la Familia Veliidae como las Chinchas patinadoras, Dípteros (moscos) y Odonatos del suborden Anisoptera. Con respecto a peces se ha registrado además del "Guppy" (familia Poeciliidae) a la Carpa (*Cyprinus carpio*).

En cuanto a los anfibios y reptiles existen dos géneros de tortugas: la japonesa (*Trachemys scripta*) y la café (*Kinosternon sp*), así como el ajolote (*Ambystoma mexicanum*).



- I, II, III Estaciones
- Aeradores
- Desnatadores

FIG. 1 Localización de Parque Tezozomoc, Azcapotzalco (Modificado de Villafranco, 2000)

V. METODOLOGÍA

1. TRABAJO DE CAMPO

IZT.

Con la finalidad de cubrir los objetivos planteados, se llevaron a cabo 6 visitas mensuales a partir de Enero a Junio del 2001.

En el área de estudio se establecieron tres estaciones de muestreo, en cada una se registraron en la orilla los siguientes parámetros ambientales:

Temperatura con termómetro digital Cole Parmer.
Profundidad y Transparencia con disco de Secchi
Oxígeno disuelto por titulación con el método de Winkler
Conductividad con un conductivímetro Sprite modelo 6000
Alcalinidad por titulación con Ácido Sulfúrico 0.02 N
Dureza por titulación con EDTA 0.1 N
pH con potenciómetro digital Elite
Turbiedad con un turbidímetro Lamotte 2020
Todo bajo los criterios de APHA (1975).



Para capturar a los peces se utilizó una red de cuchara de 1 m de longitud de la boca, 0.40 m de caída y luz de malla de 1.8 mm. Una vez capturados los organismos se colocaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas y se fijaron con formol al 10% (Laevastu, 1971) para ser transportados al laboratorio.

2. TRABAJO DE LABORATORIO

En el Laboratorio los peces se identificaron a nivel específico con claves de Alvarez Del Villar (1970), de los cuales se seleccionaron 50 organismos por cada mes considerando todas las tallas presentes. Posteriormente se procedió a tomar algunos parámetros biométricos tales como: la longitud patrón con la ayuda de un Vernier graduado en mm; el peso se registró con una balanza semianalítica electrónica digital marca Acculab modelo 333; los organismos se disectaron utilizando unas tijeras de punta fina, fueron abiertos por un costado a la altura del ano hasta el inicio del opérculo, se les determinó la madurez gonádica con las claves de Diaz-Pardo y Ortiz (1986) para hembras y el desarrollo embrionario con Haynes (1995); para machos se consultaron las claves de Nikolsky (1963).

3. TRABAJO DE GABINETE

La proporción sexual se obtuvo con la relación existente entre machos y hembras en la población.

La relación fecundidad-longitud se analizó mediante la ecuación propuesta por Bagenal (1978) y Gerking (1978).

$$F = aL^b$$

Donde : F = Fecundidad (No. de embriones)
 b = tipo de crecimiento
 L = longitud
 a = factor de condición

La constante (a) y el exponente (b) se obtuvo linealizando la ecuación anterior por medio de los logaritmos :

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

Se estimó la relación peso-longitud de acuerdo a la ecuación de Le Cren (Gerking, 1978).

$$W = aL^b$$

Donde : W = peso
 b = tipo de crecimiento
 L = longitud
 a = factor de condición

La constante (a) y el exponente (b), se determinaron linealizando la ecuación anterior por medio de los logaritmos:

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

Esta relación se determinó para la población total de *P. reticulata* para cada mes al igual que los valores del exponente "b", los cuales, se analizaron estadísticamente mediante una prueba de "t" de Student al 95% de confianza, con el fin de determinar si existen o no diferencias significativas entre los valores obtenidos y el teórico de 3, cuya formula es la siguiente (Yamane, 1979):

$$t = \frac{[n \text{ calculada} - n \text{ teórica}]}{Sst}$$

$$Sst = (0.7071068) \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Donde:

Sst : Error estandar de t

Constante: 0.7071068

S: Desviación estandar

n : número de datos

Yi: Peso observado

Y: Peso promedio

Si $n = 3$ el crecimiento es isométrico

Si $n \neq 3$ el crecimiento es alométrico

Ho: Bc = 3

Ha: Bt \neq 3

Bc: Pendiente calculada (n)

Bt: Pendiente teorica (n = 3)

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

El factor de condición se tomó a partir del valor de la constante "a" del modelo Peso-Longitud (Gerking, 1978) para cada uno de los seis meses.

VI. RESULTADOS

1.- PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

La fig. 2 representa los valores de temperatura y la concentración de oxígeno registrados en el lago, donde se observa que el valor mínimo de temperatura fue en Enero siendo éste de 19.5 °C y aumentó hacia Febrero y Marzo disminuyendo un poco en Abril, pero en Mayo vuelve aumentar para ser el valor más alto de 23 °C. La concentración de oxígeno también va en aumento de Enero a Marzo hasta llegar a 28 ppm en éste último mes y disminuye de Abril a Junio, y es Mayo donde se registró el valor mínimo de 7 ppm.

La dureza se mantuvo más o menos constante hasta Marzo, en Abril se registro el valor más alto de 281 mg CaCO₃/l y descendió en Junio para ser el valor más bajo de 181 mg CaCO₃/l. En cuanto a la alcalinidad esta varía desde el inicio ya que en Febrero se observa que el valor inicial desciende y a partir de este mes va en aumento hasta ser el máximo valor de 447 mg CaCO₃/l en Mayo para después disminuir drásticamente en Junio a 171 mg CaCO₃/l (fig. 3).

En la fig. 4 se muestran los valores de profundidad y transparencia; la profundidad tuvo un comportamiento muy variable en los primeros tres meses, pero el valor más alto fue de 47 cm en Marzo y el valor mínimo de 25 cm en Febrero y a partir de Abril los valores de profundidad se mantienen más o menos constantes hasta Junio. En los valores de transparencia no se observan cambios drásticos durante los seis meses, el máximo valor se registró en Abril (29 cm) y el valor mínimo en Junio (21 cm).

En lo que se refiere a la conductividad, ésta aumenta desde el inicio hasta obtener el máximo valor de 1531 µmhos/cm en Abril, y en los dos últimos meses (Mayo y Junio) disminuye hasta el mínimo valor de 1081 µmhos/cm en Junio. En cuanto al pH también fue en aumento de Enero a Marzo siendo al valor más alto de 9.3 en éste último mes, pero disminuyendo después en Abril y Junio a 7.7 (fig 5).

2.- PARÁMETROS BIOLÓGICOS.

- PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual para *P. reticulata* en los tres primeros meses de estudio (Enero a Marzo) fue de 3:1, es decir se encontraron tres hembras por un macho, y disminuyó a 2:1 (dos hembras por un macho) en Mayo hasta llegar a una proporción igual de 1:1 en Abril y Junio (una hembra por macho). La proporción de hembras fue variable en los tres últimos meses a comparación de la proporción de machos que se mantuvo con un valor constante de 1 en todo el estudio (fig. 6).

- MADUREZ GONÁDICA

A lo largo del estudio se encontraron machos en diferentes estadios que van del I al IV, los cuales presentaron tallas que van de 1.39 – 2.91 cm. En la fig. 7 se presentan los porcentajes de machos maduros que corresponden al estadio IV descrito por Nikolsky (1963) presentando tallas de 160 – 291 cm, registrándose los porcentajes más altos en Enero y Marzo, siendo este último el mayor (84.25%) y a partir de éste mes disminuye el porcentaje a 59.1% en Abril, 36.8% en Mayo y 40% en Junio; en Febrero no se encontró ningún organismo en este estadio, esto quiere decir que todavía no eran maduros y que los organismos capturados en este mes correspondían a los estadios II y III, con tallas entre 1.53 – 1.97 cm.

En cuanto a las hembras capturadas, se encontraron también en diferentes estadios que van del 1 al 5 y con tallas entre 1.17 – 3.80 cm; pero el porcentaje de hembras maduras que corresponde al estadio 3 descrito por Díaz-Pardo y Ortiz (1986) con tallas entre 1.50 – 3.68 cm, se ilustra en la fig. 8; donde podemos observar que los porcentajes más altos se registran en Enero y Febrero siendo el más alto de 97.2% en este último mes, esto quiere decir que casi todas las hembras eran maduras, pero en Marzo y en Mayo los porcentajes disminuyen a 16.1%, y en Abril vuelve a disminuir a 10.71% siendo este mes el de menor porcentaje, y en el último mes que corresponde a Junio aumenta a 33.3%. Cabe señalar que durante los seis meses de estudio se registró la presencia de hembras maduras.

La fig. 9 representa los porcentajes de hembras grávidas, es decir aquellas hembras que presentaron embriones, con tallas entre 1.72 - 3.73 cm; en donde se observa un porcentaje inicial de 38.2% en Enero, en Febrero no se registró la presencia de hembras grávidas (0%), el porcentaje más alto fue de 93.5% en Marzo, es decir que casi todas las hembras capturadas en este mes tenían embriones y a partir de este disminuye el porcentaje a 75% en Abril, 61.3% en Mayo y 56.7% en Junio.

En los porcentajes de hembras en estadio 5 que corresponde a ovarios con embriones próximos a nacer (Díaz-Pardo y Ortiz, 1996) (fig. 10), se puede observar un porcentaje mínimo de 11.8% en Enero; para Febrero y Marzo no se registraron organismos en este estadio (0%), en Abril y Mayo hay un incremento de 25% y 29% respectivamente y por último en Junio disminuye a 16.6%.

En los ovarios de las hembras se encontraron embriones dentro de los XI diferentes estadios de desarrollo, descritos por Haynes (1995), el total de embriones registrados en los seis meses del estudio fue de 2,756; de los cuales le corresponden a Enero 59, en Febrero no se registró la presencia de embriones, en Marzo se encontraron 678, en Abril se registró la mayor cantidad de 889, en Mayo disminuyó a 581 y en Junio a 549 embriones (fig. 11).

El número de embriones promedio por hembra al final del estudio fue de 33; el promedio más bajo por mes se registró en Enero siendo este de 5, en Febrero al igual que lo observado en la fig. 10 no hay la presencia de embriones, en Marzo el promedio sube

a 24, en Abril aumenta a 42, en mayo disminuye a 30 y en Junio hay un pequeño aumento a 32 (fig. 12). En algunas ocasiones en un mismo ovario se encontraron 2 o más diferentes estadios de desarrollo, lo cual corresponde al fenómeno de superfetación; en la mayoría de estos casos se presentaron estadios embrionarios sucesivos y en otros fueron intercalados.

- RELACIÓN FECUNDIDAD - LONGITUD

Esta relación se obtuvo de 99 hembras registradas a lo largo del estudio con tallas entre 1.72 – 3.73 cm, las cuales presentaron embriones (fig. 13). La fecundidad total quedó estructurada en el modelo siguiente:

$$F = 0.1062 L^{4.8925}$$

$$r = 0.7328$$

- RELACIÓN PESO – LONGITUD

Con los valores de peso y longitud se estableció una relación entre ambas variables arrojando los resultados siguientes:

Enero	W = 0.071	L ^{1.5825}
Febrero	W = 0.0375	L ^{2.8192}
Marzo	W = 0.0432	L ^{2.715}
Abril	W = 0.0301	L ^{2.8652}
Mayo	W = 0.0434	L ^{2.488}
Junio	W = 0.0336	L ^{2.8022}

Estas ecuaciones se encuentran descritas en las figuras 14 – 19. Los valores de crecimiento “b” más altos se presentan en Abril de 2.8652 y el valor más bajo se presenta en Enero de 1.5825. A todos los valores de tipo de crecimiento obtenidos se les aplicó una prueba estadística de “t” de Student al 95% de confianza (p<95%) con el fin de determinar si existen o no diferencias significativas entre estos valores y el teórico de 3. Donde se observó que si existen diferencias significativas en los seis meses de estudio y por lo tanto el tipo de crecimiento de la especie *P. reticulata* es alométrico (Tabla #1).

- FACTOR DE CONDICIÓN

El máximo valor de éste se presentó en el mes de Enero (0.071) mientras que el mínimo valor se obtuvo en Abril (0.0301) (fig. 20).

VII. DISCUSIÓN

1. PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

De manera general estos parámetros mostraron ciertas fluctuaciones a lo largo del estudio; en lo que se refiere a la temperatura y la concentración de oxígeno observamos que el valor máximo de temperatura se registro en Mayo (23 °C) y el valor mínimo se obtuvo en Enero (19.5 °C), esto está relacionado a las épocas del año, es decir, mayo que corresponde a la primavera donde se registran temperaturas altas y Enero corresponde a Invierno, donde las temperaturas son bajas. Estas temperaturas son tolerables para *P. reticulata*, ya que según Scott (1987), esta especie acepta intervalos de temperatura de 20-30 °C. La concentración de oxígeno guardó una relación inversa con la temperatura, siendo el valor máximo de 28 ppm en Marzo, debido tal vez también a la época que es primavera, donde se lleva a cabo la producción primaria cuyo producto es el oxígeno y la influencia del aire que favorece la oxigenación del agua; el valor mínimo fue de 7 ppm en Mayo, porque en este mes se elevó la temperatura provocando la degradación de materia orgánica presente en el sustrato, además de que al incrementarse la temperatura también se incrementa la tasa metabólica de los organismos haciendo que la concentración de oxígeno disminuya. Arredondo (1986) menciona que los peces de aguas dulces requieren cantidades de oxígeno mayores a 5 ppm para crecer normalmente. Otro factor que influye en los valores altos de oxígeno es que el lago cuenta con aereadores colocados en distintas partes del mismo, los cuales provocan más movimiento del agua (López, *com. per*). De manera general y de acuerdo con los criterios de Rosas (1982) estas aguas se consideran templadas y ricas en oxígeno

La dureza registró el valor más alto de 281 mgCaCO₃/l en Abril y el valor más bajo de 181 mgCaCO₃/l en Junio y según Arredondo (1986.) por sus valores estas aguas son duras. La alcalinidad presentó el valor máximo de 447 mgCaCO₃/l en Mayo y un valor mínimo de 171 mgCaCO₃/l también en Junio. Scott (1987) dice que los peces vivíparos prefieren aguas de 200-300 mgCaCO₃/l. La dureza se relaciona con la alcalinidad porque los aniones de la alcalinidad (CO₃, OH, HCO₃) y los cationes de la dureza (Ca y Mg) se derivan normalmente de carbonatos de minerales y cuando la alcalinidad sobrepasa su dureza, parte de los bicarbonatos y carbonatos están asociados al sodio y potasio, más que al calcio y el magnesio; y los peces vivíparos gustan de aguas duras y con ligera tendencia a la alcalinidad (Arredondo, 1986).

El valor más alto de profundidad se registró en Marzo (47 cm) y el valor mínimo en Febrero (25 cm), esto puede deberse a que quizás en este mes el lago recibió menor cantidad de descarga de agua, ya que este sistema se abastece de aguas tratadas provenientes de la planta de tratamiento "El Rosario" (Villafranco, 2000) y también influye en los valores registrados. La transparencia también fue variable, el valor máximo se dio en Abril (29 cm) y el valor mínimo en Junio (21 cm), esto provocado por las partículas en suspensión y la producción planctónica que intervienen en el color (verde), lo cual quiere decir que este lago tiene una alta producción fitoplanctónica (Margalef, 1983); pero en Febrero el color del agua fue café intenso coincidiendo con la

baja profundidad, este color puede ser producto de una alta concentración de materia orgánica en el sistema y por lo tanto la producción fitoplanctónica no fue alta, o quizás también por las descargas provenientes de la planta de tratamiento. Las aguas del sistema son consideradas aguas someras y turbias (Rosas, 1982) y Scott (1987) menciona que generalmente los vivíparos tienden a vivir en aguas someras y oscuras.

En lo que se refiere a la conductividad el máximo valor fue de 1531 $\mu\text{mhos/cm}$ en Abril y el valor mínimo se obtuvo en Junio (1081 $\mu\text{mhos/cm}$) (fig. 4). La conductividad puede ser menor tal vez por dilución, ya que Junio es un mes donde llueve y las concentraciones de iones como Ca, Mg, Na y K disminuyen. En cuanto al pH el valor más alto fue en Marzo (9.3) y el valor mínimo en Abril y Junio (7.7). Scott (1987) menciona que el pH que prefieren los peces vivíparos va de 7.2-7.5 pero que las variaciones son aceptables. Arredondo (1986) dice que las aguas que presentan un intervalo de pH entre 6.5 y 9.0 son las más apropiadas para la producción de peces como lo son las aguas del lago Tezozomoc.

2. PARÁMETROS BIOLÓGICOS

- PROPORCIÓN SEXUAL

La proporción sexual de *P. reticulata*, muestra que fue mayor el de las hembras que el de machos, registrándose proporciones de 3:1 y 2:1; esto es muy similar a lo reportado por Botello (2002) el cual encuentra proporciones de 4:1 y 2:1 para la misma especie. Lo anterior difiere a lo escrito por Snelson (1989) que menciona que las poblaciones silvestres de *Poecilia reticulata* presentan una proporción sexual típica de 1:1, pero una menor proporción de machos que de hembras no representan efectos significativos en su reproducción, ya que según Constantz (1989) un solo macho puede fecundar a varias hembras y estas tienen la capacidad de almacenar y nutrir el esperma durante varios meses. Las proporciones siempre mayores de hembras pueden deberse a los cambios de temperatura, ya que según Barón (2001) en diferentes especies de Poecílidos es posible observar que altas y bajas temperaturas pueden propiciar de manera indistinta el desarrollo de machos o hembras. Por otro lado Maya y Maraño (2000)(a) mencionan que además de la temperatura, el pH también puede influir en la fisiología interna de las hembras preñadas y posteriormente sobre las crías, dando como resultado mayores porcentajes de hembras conforme el pH es alcalino y los valores de T° descienden; y en el presente trabajo la mayor proporción de hembras se registró en temperaturas de 19, 22 y 23 $^{\circ}\text{C}$ con pH 9 y solo se obtuvo una proporción de 1:1 en temperaturas de 20 y 21 $^{\circ}\text{C}$ con pH 8. García, *et. al.* (2000) aseguran que desde el punto de vista demográfico el encontrar mayor número de hembras se considera como una estrategia debido a la precocidad de los machos, así como su marcado dimorfismo sexual que está relacionado con las pautas para la elección de la pareja.

- MADUREZ GONÁDICA

Con lo que respecta a la madurez gonádica se observó que durante el estudio se registraron machos maduros en estadio IV con tallas de 1.60-2.91 cm y el mayor porcentaje se registró en Enero y Marzo, donde las condiciones ambientales fueron favorables para la madurez de estos organismos, aunque en Febrero no se encontraron organismos maduros, esto puede atribuirse a que en este mes el nivel del agua disminuye y su color fue café intenso producto de la alta concentración de materia orgánica acumulada o a las partículas contaminantes que pueden provenir de la planta de tratamiento que abastece este lago y tales condiciones no son tolerables para los machos ya que estos son más sensibles a los cambios ambientales drásticos en comparación con las hembras (Cedillo, 1997) y sólo se encontraron organismos en estadios II y III. Además el número de organismos capturados en este mes fue menor y en su mayoría eran más pequeños presentando tallas de 1.56 – 1.93 cm, y la talla promedio de este mismo mes fue el menor (1.76 cm).

En cuanto al porcentaje de hembras maduras durante los seis meses de estudio, se registró la presencia de estas con tallas de 1.50-3.68 cm, los mayores porcentajes se dieron en Enero y Febrero, siendo el más alto este último mes llegando casi al 100% (97.2), esto quiere decir que todas las hembras capturadas eran maduras o estaban en estadio 3, caso contrario a lo observado en los machos que como se mencionó con anterioridad el porcentaje fue 0%, esto quiere decir que los cambios ambientales registrados en este mes no les afectó a las hembras que como menciona Cedillo (*op. cit.*) no son tan sensibles como los machos. De Marzo a Junio el porcentaje de hembras maduras disminuye drásticamente debido a que en este mes la mayoría de las hembras estaban en estadios de madurez diferentes como por ejemplo el 4 y 5, donde los ovarios presentan numerosos embriones. Cabe mencionar que de acuerdo a Snelson (1989) 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.

De manera general en el presente trabajo se observó que entre Marzo y Junio tanto hembras como machos se encontraban maduros, lo cual coincide con Díaz-Pardo y Ortiz (1996) el cual menciona que por ejemplo en la especie vivípara *Girardinichthys viviparus* su ciclo reproductivo es múltiple y queda comprendido entre Marzo y Octubre. Por otro lado Constantz (1989) menciona que en zonas templadas o subtropicales la reproducción y madurez se puede dar en los vivíparos durante todo el año.

El porcentaje de hembras grávidas (aquellas hembras con embriones) las cuales presentaron tallas de 1.72 – 3.73 cm, también presentó fluctuaciones a lo largo del estudio; el porcentaje más bajo se registró en Enero, en Febrero no se encontró la presencia de estas hembras, lo cual está muy relacionado con el porcentaje de madurez gonádica, ya que en este mismo mes el porcentaje fue el más alto, es decir que las

hembras presentaban “ovarios con óvulos en crecimiento” donde todavía no se registra la presencia de embriones (Díaz – Pardo y Ortiz, 1986), además de que también en este mismo mes no se encontraron machos maduros, por lo tanto no hay reproducción y en consecuencia no hay embriones. A partir de Marzo se encuentran hembras en estadios 4 y 5 de madurez donde los ovarios presentan “óvulos libres y embriones próximos a nacer”, alcanzando el porcentaje mayor en este mes y va disminuyendo hacia Junio.

Por otro lado en Enero hay muy pocas hembras en estadio 5 (11.8%), que como se mencionó anteriormente corresponden a “ovarios con embriones próximos a nacer”; en Febrero y Marzo no se encontraron hembras en este estadio. En Febrero es debido a que todas las hembras se encontraban en estadio 3 donde empieza el desarrollo de los óvulos; en Marzo la mayoría se encontraban en estadio 4 y el resto en estadio 3. Pero a partir de Abril el porcentaje aumenta, aunque la mayoría de las hembras se encontraban en estadio 4. En Mayo se registró el mayor porcentaje quizás porque en este mes hay un aumento en temperatura, la profundidad y la transparencia disminuyen y la cantidad de alimento (plancton) puede aumentar como lo señala Odum (1972) y por lo tanto las hembras presenten embriones que pudieran ser liberados ya que como menciona Scott (1987) estos peces prefieren las aguas someras y oscuras; en Junio el porcentaje se ve disminuido, encontrándose el mayor número de hembras en estadio 3, y en este mes los embriones ya fueron liberados.

El número total de embriones registrados fue de 2,756 y el número promedio de embriones por hembra al final del estudio fue de 33. Cabe señalar que en Abril se encontró el mayor número de embriones (889), con un promedio de 42.3 por hembra, esto se debe a que en este mes los parámetros son óptimos para que las crías sobrevivan, como por ejemplo el aumento en la temperatura, la baja profundidad y transparencia que sugiere la liberación de las crías al medio al haber una alta disponibilidad de alimento (Odum, 1972) como plancton ya que según Meffe y Snelson (1989) es el primer alimento para las crías. En general el intervalo de embriones por hembra registrado es de 2 a 66, lo cual coincide con lo reportado por Thiboult y Schultz en 1978, los cuales mencionan para *P. reticulata* un intervalo de 13.5 – 21 pudiendo llegar hasta 75 embriones por hembra. Por otro lado Scott (1987) menciona que en una hembra madura (aproximadamente a los seis meses de vida) puede tener 20 embriones y que es posible llegar a 100 embriones en una sola fertilización

- RELACION FECUNDIDAD – LONGITUD

Al analizar los valores de número de embriones con respecto a la talla de la hembra; se pudo apreciar un aumento en el número de embriones a medida que aumenta la talla de la hembra. Por ejemplo una hembra pequeña que mide 1.72 cm presentó solo 2 embriones y una hembra más grande que mide 3.33 cm presentó 66 embriones, aunque se encontraron algunas hembras con talla mayor a 3.5 cm y que presentaron menor número de embriones. Algo muy similar a lo reportado por Thiboult y Schultz

(1978) cuando mencionan que el número de embriones incrementa con el crecimiento en longitud de las hembras ya que ellos encuentran hembras de 3.0 cm con 13.5 embriones en promedio, hembras que miden 3.0 a 3.5 cm con 21 embriones y hembras más grandes con 75 ó más embriones. Existe una clara relación entre el tamaño de las hembras y el número de embriones, por lo tanto la fecundidad incrementa con el tamaño del cuerpo.

- RELACIÓN PESO – LONGITUD

El factor de condición fue mayor en Enero debido a que en este mes se encontró un porcentaje alto de machos maduros y hembras maduras, también se encontraron hembras grávidas, por lo tanto este aumento se dio al desarrollo gonadal siendo este uno de los principales elementos que afectan el factor de condición de acuerdo a Wootton (1990).

A partir de Febrero a Junio se ve disminuido notablemente el factor de condición manteniéndose más o menos constante en estos meses, debido a que disminuyen los porcentajes de machos y hembras maduras, pero se observó un aumento en el porcentaje de hembras grávidas y los organismos crecieron también en longitud aunque no en proporción al peso, esto es debido a la época que corresponde a la primavera, donde la gónada de los organismos empieza a desarrollarse, ya que las tallas grandes tienden a canalizar más la energía hacia el peso a medida que estos van madurando (Rodríguez *et. al.*, 2000.) sobre todo en las hembras que presentan un rápido aumento en peso y longitud debido a su capacidad de almacenar esperma y una vez fecundadas conservan a los embriones en su interior hasta que alcanzan un estadio de desarrollo que les proporcione una mayor posibilidad de supervivencia (Meffe y Snelson, 1989), por otro lado Nikolsky (1978) menciona que en etapa reproductiva el 15% del peso de la hembra se debe al peso de la gónada y esto se ve reflejado en Abril presentando este mes el factor de condición más bajo. Otro factor que también influye en el factor de condición puede ser la cantidad de alimento disponible que puede ser alta en estos meses por el aumento del plancton favorecido por las condiciones ambientales del sistema principalmente la temperatura y el oxígeno.

El tipo de crecimiento que se registro en los seis meses de estudio fue alométrico, lo cual indica que el ritmo de crecimiento es diferente tanto en peso como en longitud. Esto coincide con lo reportado por García (2001) y por Botello (2002) los cuales encontraron también que *P. reticulata* crece de manera alométrica.

VIII. CONCLUSIONES

- Las aguas del lago del parque Tezozomoc son templadas, ricas en oxígeno, duras, por su pH alcalinas, poco profundas, turbias y tolerables para *P. reticulata*
- Los parámetros físicos y químicos registrados en este lago están dentro de los límites de tolerancia de la especie *P. reticulata*.
- La proporción sexual es mayor la de hembras con respecto a la de machos y esto se intensifica de Enero a Marzo (3:1).
- *P. reticulata* presenta actividad reproductiva durante todo el estudio.
- Las hembras maduras y machos maduros están presentes durante todo el estudio a excepción de Febrero donde no se registraron estos últimos.
- Las hembras grávidas están presentes durante todo el estudio a excepción de Febrero en el cual la calidad del agua fue baja.
- El número máximo de embriones promedio se presentó en Abril.
- La fecundidad aumenta con respecto a la talla y el número promedio de embriones por hembra fue de 33.
- El crecimiento de *P. reticulata* es alométrico a lo largo del estudio.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez del Villar, J. 1950. Claves para la determinación de especies de los peces de las aguas continentales mexicanas. Dirección general de pesca e Industrias Conexas. Secretaría de Marina, México. p. 40-69, 97-104.
- Alvarez del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Servicio de Investigación Pesquera. Instituto Nacional de Biología Pesquera. México. 166 pp.
- Alvarez del Villar, J., y Navarro, L. G. 1957. Los peces del Valle de México. Comisión para el Fomento de la Piscicultura Rural, Dirección General de Pesca e Industria Conexas. Secretaria de Marina. México.
- American Public Health American Water Works Association and Water pollution Control Federation. 1975. Standard Methods for the Examination of water and wastewater. APHA Washington, DC. 874 pp.
- Arceo, C. D., Ortiz, C. N., Franco, L. J. y Chavez, L. R., 2000. Aspectos ecológicos de la Ictiofauna en la laguna “El Bayo” ubicada en el Municipio de Alvarado – Veracruz México. XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 203-204.
- Arredondo, F. J. L. 1986. Piscicultura. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de la calidad del agua, en estanques de piscicultura extensiva, Sría. de Pesca. Dirección General de Acuacultura. México D. F. p. 17-97.
- Arteaga, L. G., García N. M. y González A. J. 1999. Caracterización espacio temporal de seis especies de la familia Poeciliidae (Osteichtyes) en el Estado de Morelos. XV Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes y VII Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología. Sociedad Mexicana de Zoología. A. C. Sociedad Mexicana de Malacología y Conquiliología A. C. Universidad Autónoma de Nayarit. México. p. 115-116.
- Bagenal, T. 1978. Methods for assessment of fish production in freshwater. IBP Handbook No. 3 Blackwell Scientific Publication, London. 365 pp.
- Barón, S. B. 2001. Inducción hormonal del sexo en *Poecilia sphenops*. Tesis (Doc). UNAM - Facultad de Ciencias. México. 85 pp.
- Barragan, G. C. C. 1998. Análisis celular ovárico del pez vivíparo *Poecilia sphenops* en estado de madurez gonádica. México D. F. Tesis (Biol.) UNAM – FES- Iztacala. 57 pp.
- Bautista, C. C., y Paramo-Delgadillo S. 2000. Estudio comparativo en campo y

laboratorio de algunos aspectos de la biología reproductiva de *Xiphophorus helleri guntheri* Jordan y Everman 1896. (Ciprinodontiformes: Poeciliidae). XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 234-235.

- Botello, C. A. 2002. Estudio de algunos aspectos reproductivos en *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) del lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. México D. F. Tesis (Biol.) UNAM – FES – Iztacala. 43 pp.
- Bureli, B. A. L. 1989. Estudio comparativo de la abundancia y algunas características morfológicas de *Poecilia reticulata* y *Girardinichthys viviparus* en los canales de Xochimilco. México D. F. Tesis (Biol.) UAM – Xochimilco.
- Cedillo, D. B. E. 1997. Crecimiento, reproducción, supervivencia y ontogenia de *Girardinichthys viviparus* Bleeker, 1860 (Goodeidae) en el embalse Los Arcos, Estado de México. Tesis (Biol.) UNAM – FES Iztacala.
- 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. Snelson, Jr. (eds). Prentice Hall, Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 pp.
- Díaz-Pardo, E. y Ortiz, J. D. 1986. Reproducción y Ontogenia de *Girardinichthys viviparus* (Pisces Goodeidae). An. Es. Nac. Ciencias Biológicas México. 30: 45-66 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 estanquerías con aguas tratadas. México. Tesis (Biol.) UNAM – FES Iztacala. 75 pp.
- García, N. M., Arteaga, L. G. y González, A. J. 2000. Crecimiento en longitud para seis especies de la familia Poeciliidae (Osteichthyes) en el Estado de Morelos. XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 272-273.
- Gerking, S. D. 1978. Ecology of Freshwater Fish Production. Blackwell Scientific Publication. London. p. 469-492.
- Guzmán, S. J. L. y Olivera, O. J. A. 1996. Contribución al estudio de la biología del pez ornamental “Guppy” (*Heterandria bimaculata*) y su relación con algunos parámetros físicos, químicos y biológicos en la laguna El Rodeo. Estado de México. Tesis (Biol.) UNAM – FES – Zaragoza. México. 43 pp.
- Haynes, J. L. 1995. Standardized Classification of Poeciliidae Development or Life-History Studies. American society of Ichthyologists and Hepertologists. Copeia, 1995(1):147-154.

- Lagler, L. F., J. E. Bardach, R. R. Miller y D. M. Passino. 1984. Ictiología. AGT. Editor, S. A. México. 489 pp.
- Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de Biología pesquera. Publicación FAO. Ed Acribia. Esp. 243 pp.
- Maya, P. E. y Marañón, H. S. 2000 (a). Análisis preliminar del efecto del esteroide la Nortriendiona, el pH y la temperatura en la proporción de sexos de *Poecilia reticulata* Peters, 1859. (Pisces:Poeciliidae). XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 236-237.
- Maya, P. E. y Marañón, H. S. 2000 (b). Efecto anabólico del esteroide Norgestrel en *Xiphophorus helleri*, *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Corydora paleotus* en un sistema de recirculación cerrado. XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 230-231.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Meffe, G. K. And F. F. Snelson, Jr. 1989. An Ecology 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 pp.
- Nikolsky, G. U. 1963. The ecology of fishes. Department of Ichthyology, Biology-soil Faculty Moscow State University. Academic Press. London and New York. 329 pp.
- Ojendis, G. V. M. 1985. Contribución al conocimiento de la biología del Mexclapique (*Girardinichthys viviparus*) con algunos aspectos ecológicos de la parte Norte del ex-Lago de Texcoco. Tesis (Biol.). UNAM – FES – Iztacala. México. 55 pp.
- Ramírez, A. B. E. 2000. Composición actual de la ictiofauna del lago de Xochimilco. Tesis (Biol.). UNAM – FES – Iztacala. 72 pp.
- Rodríguez, V. A., y Cruz, G. A. 1995. Efecto de la Cobamamida (Coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento del “Guppy” *Poecilia reticulata*. XIII Congreso Nacional de Zoología. Morelia Michoacán. México. p. 179-180.
- Rodríguez, V. A., García, B. D. y Cruz, G. A. 2000. Tolerancia y crecimiento de *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Xiphophorus helleri* en estanques con aguas tratadas. XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 145.

- Rodríguez, V. A., Quintanar, S. N. A. y Cruz, G. A. 2000. Crecimiento individual en Guppy y Molly por efecto de un complejo vitamínico. XII Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes. Sociedad Ictiológica Mexicana A. C. UNAM – FES – Zaragoza. México. p. 149-150.
- Rosas, M. N. 1982. Biología acuática y Piscicultura en México. Secretaria de Educación Pública. México. 376 pp.
- Scott, P. W. 1987. A Fishkeeper's guide to Livebearing Fishes. Tetra press. London 117 pp.
- Selene, U. B., y Diaz P. E. 1999. Algunos aspectos de la biología reproductiva de *Heterandria bimaculata* (Poeciliidae). XV Congreso Nacional de Ictiología. Programas y Resúmenes y VII Reunión Nacional de Malacología y Conquiliología. Sociedad Mexicana de Zoología. A. C. Sociedad Mexicana de Malacología y Conquiliología A. C. Universidad Autónoma de Nayarit. México. p. 57-58.
- Snelson, Jr. F. F. 1989. Social and Enviromental 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 pp.
- 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”. Estado de México. Tesis (Biol.) UNAM – FES –Iztacala. México. 27 pp.
- Thibault, R. E. and R. J. Schultz. 1978. Reproductive adatations among vivparous fishes (Cyprinodontiformes: Poeciliidae). Evolution. 32 (2): 320-333.
- Torres – Orozco, B. R. 1991. Los peces de México. Departamento de Hidrobiología. Departamento de Biología. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa. México. 235 pp.
- Villafranco, C. J. A. 2000. Avifauna del parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Tesis (Biol.) UNAM - FES- Iztacala. México. 50 pp
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hill. London. 440 pp.
- Yamane, T. 1879. Estadística. Ed. Harper and Row. Latinoamericana. México. 771 pp.

APÉNDICE I

FIG. 2 TEMPERATURA Y OXIGENO REGISTRADOS EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC.

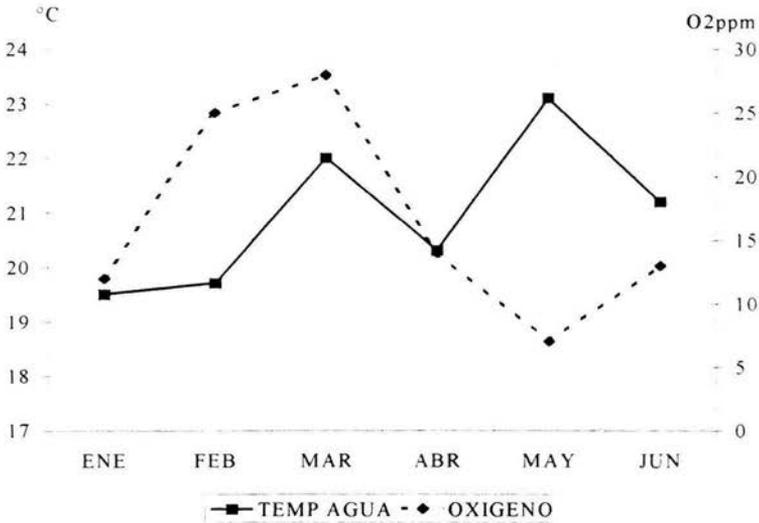


FIG. 3 DUREZA Y ALCALINIDAD REGISTRADAS EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC.

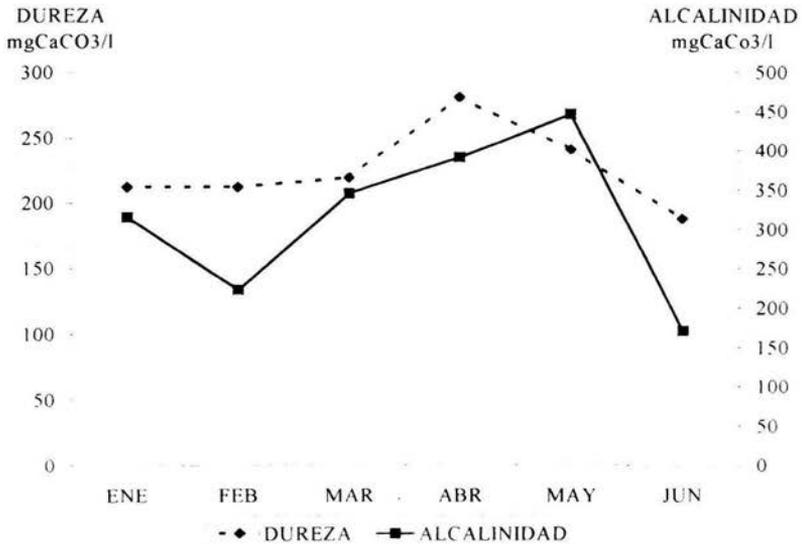


FIG. 4 PROFUNDIDAD Y TRANSPARENCIA REGISTRADAS EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC.

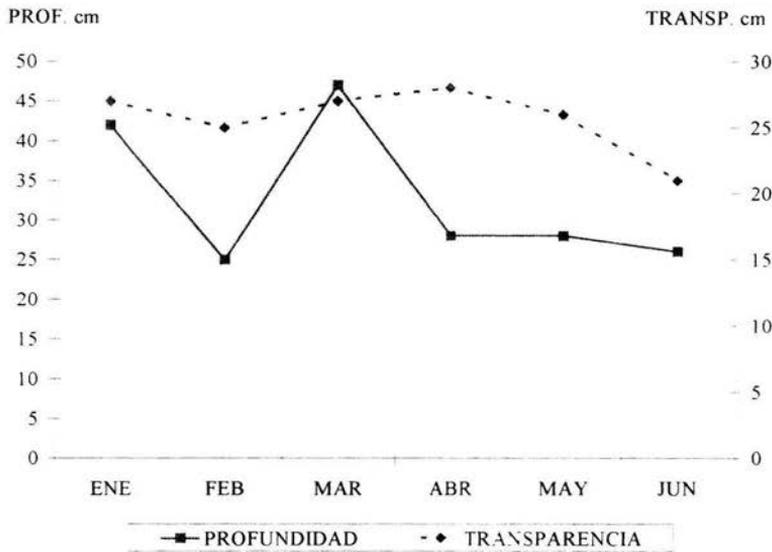


FIG. 5 CONDUCTIVIDAD Y pH REGISTRADOS EN EL LAGO DEL PARQUE TEZOZOMOC

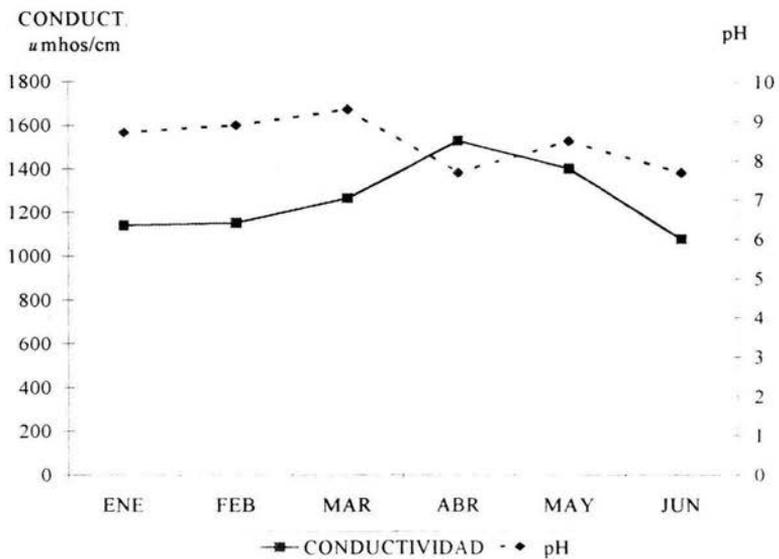


FIG. 6 PROPORCIÓN SEXUAL DE HEMBRAS Y MACHOS DE *P. reticulata*.

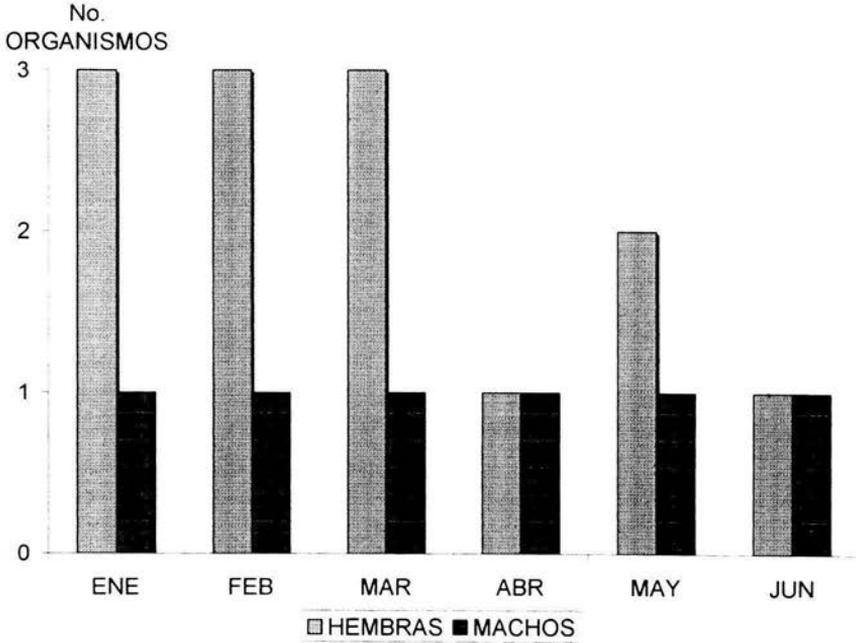


FIG. 7 PORCENTAJES DE MACHOS MADUROS DE *P. reticulata*.

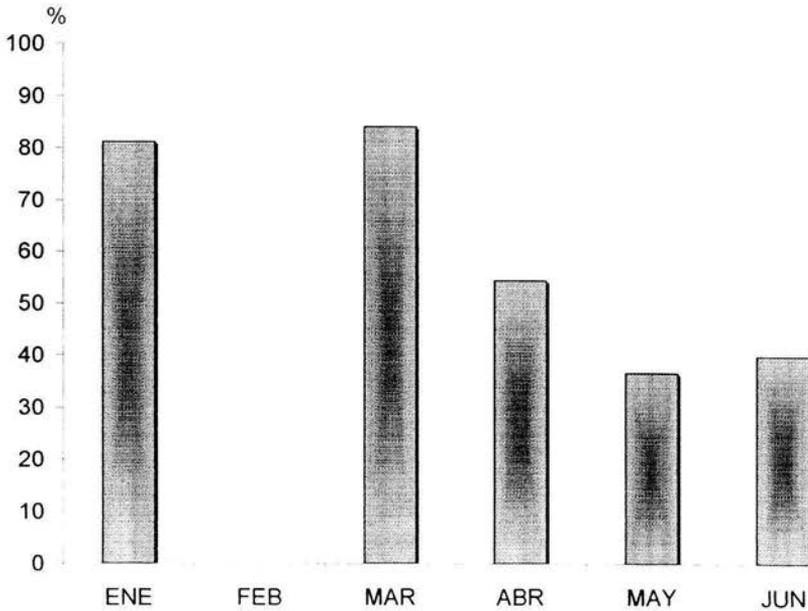


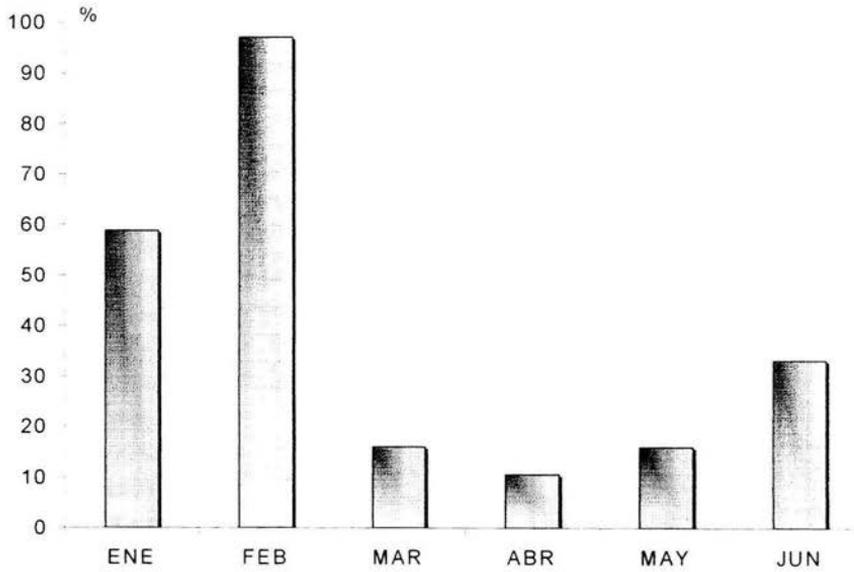
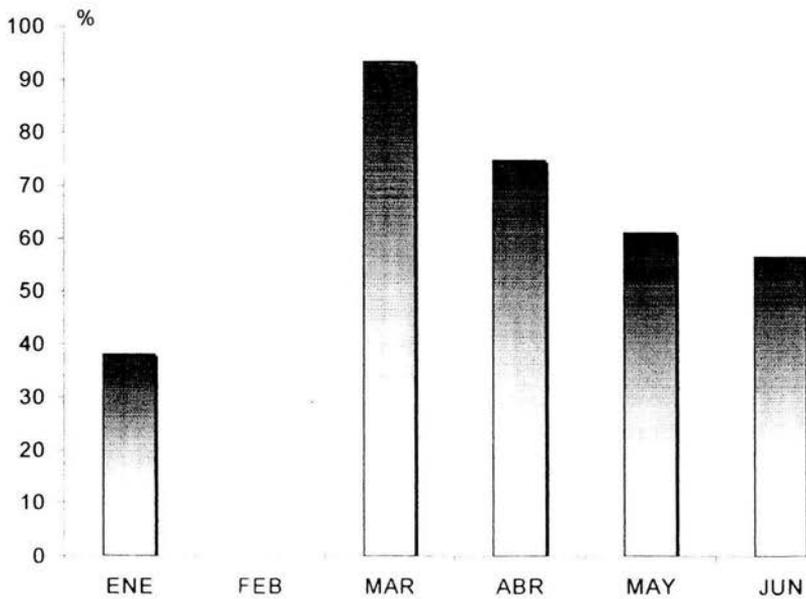
FIG. 8 PORCENTAJES DE HEMBRAS MADURAS DE *P. reticulata*.FIG. 9 PORCENTAJES DE HEMBRAS GRAVIDAS DE *P. reticulata*.

FIG. 10 PORCENTAJES DE HEMBRAS DE *P. reticulata* EN ESTADIO 5 EN LOS DIFERENTES MESES DE ESTUDIO.

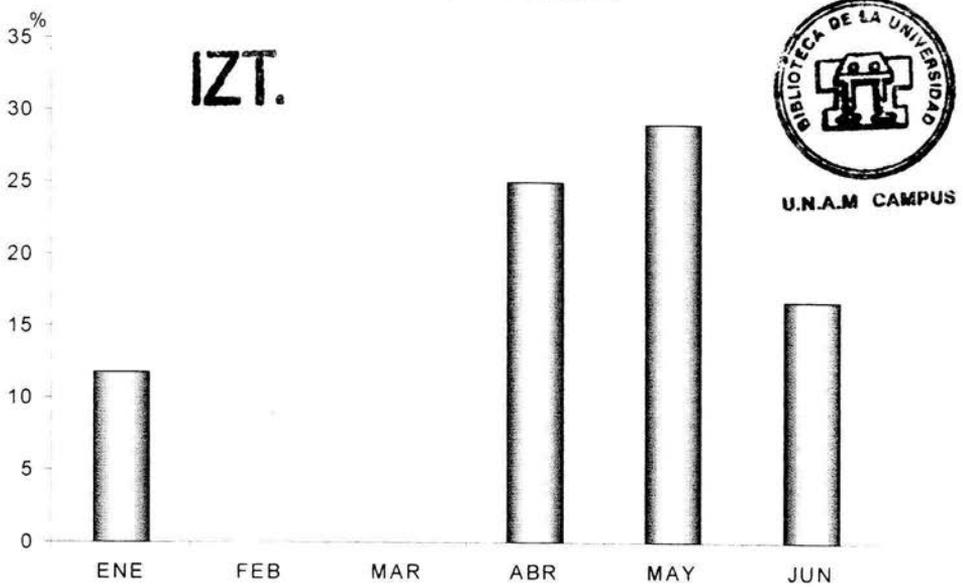


FIG. 11 NÚMERO TOTAL DE EMBRIONES DE *P. reticulata* EN CADA MES DE ESTUDIO.

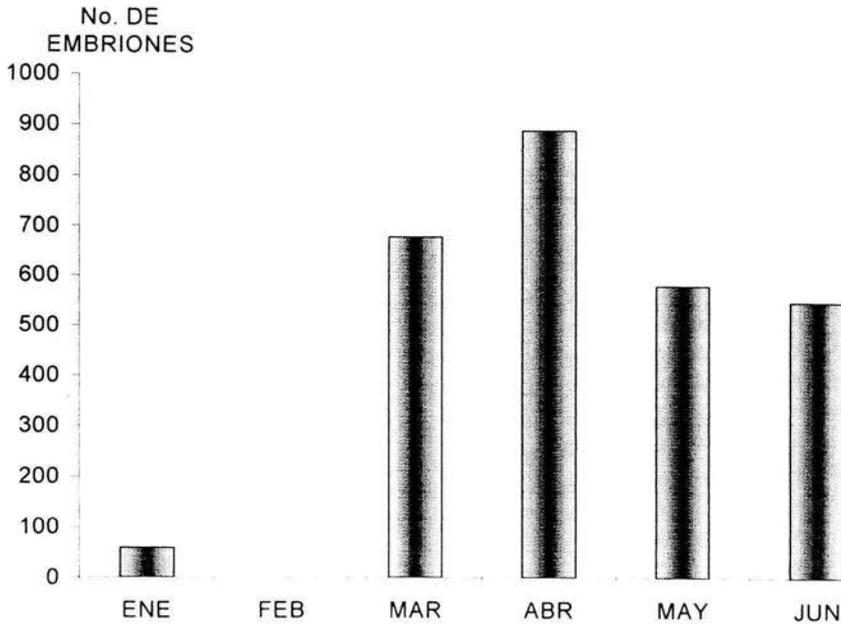


FIG. 12 NÚMERO DE EMBRIONES PROMEDIO POR HEMBRA DE *P. reticulata* EN CADA MES DE ESTUDIO.

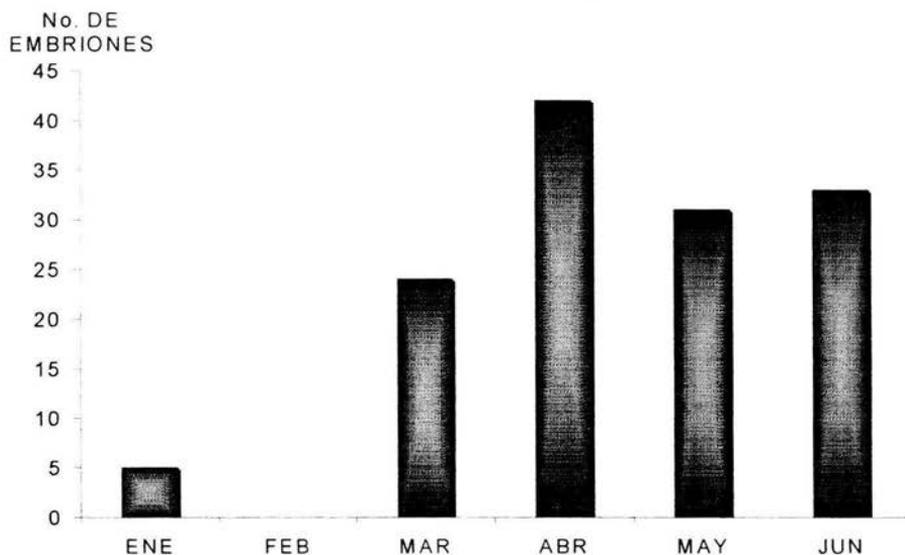


FIG. 13 FECUNDIDAD DE LAS HEMBRAS DE *P. reticulata*.

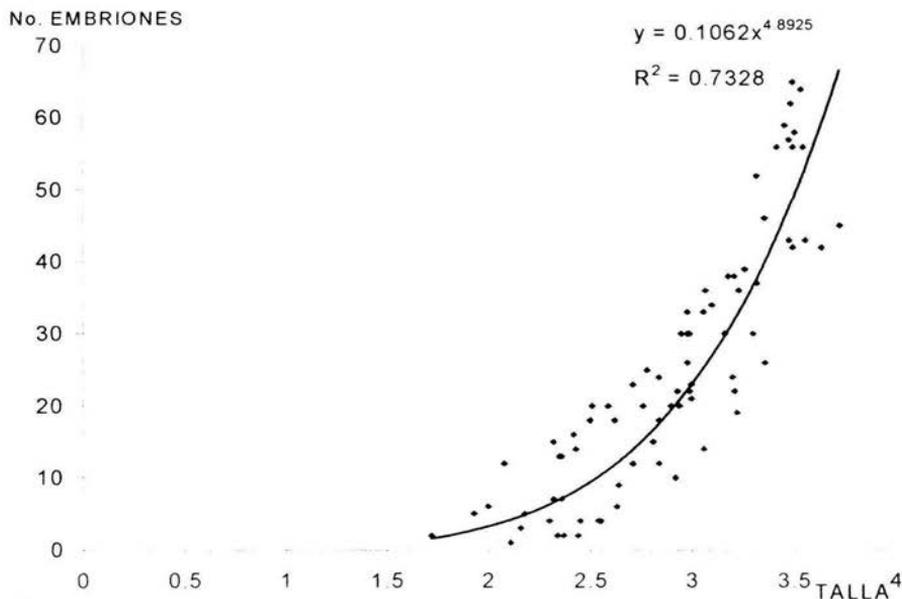


FIG. 14 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN ENERO.

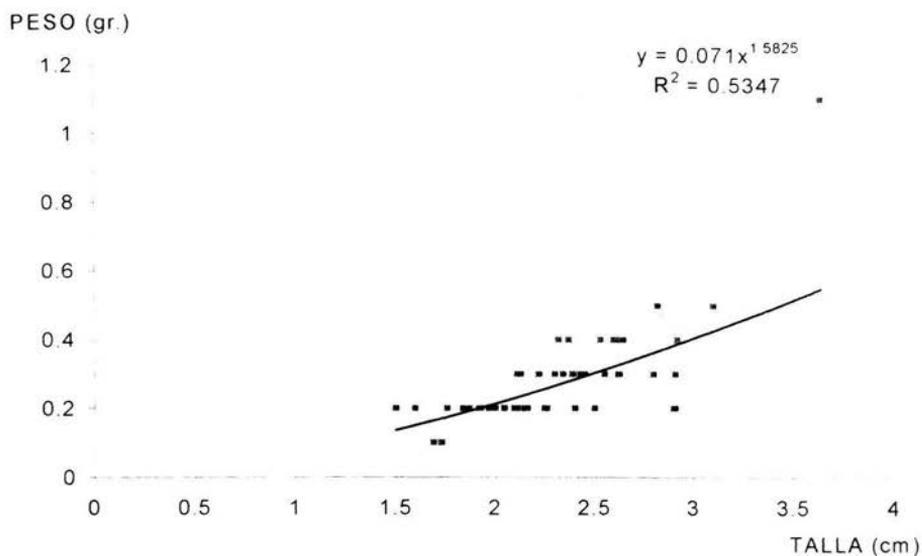


FIG. 15 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN FEBRERO.

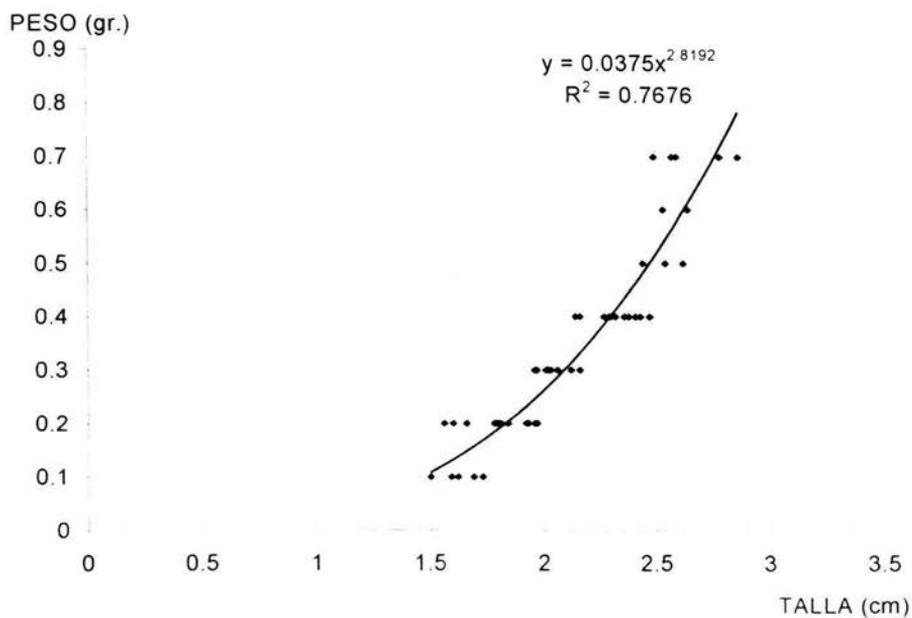


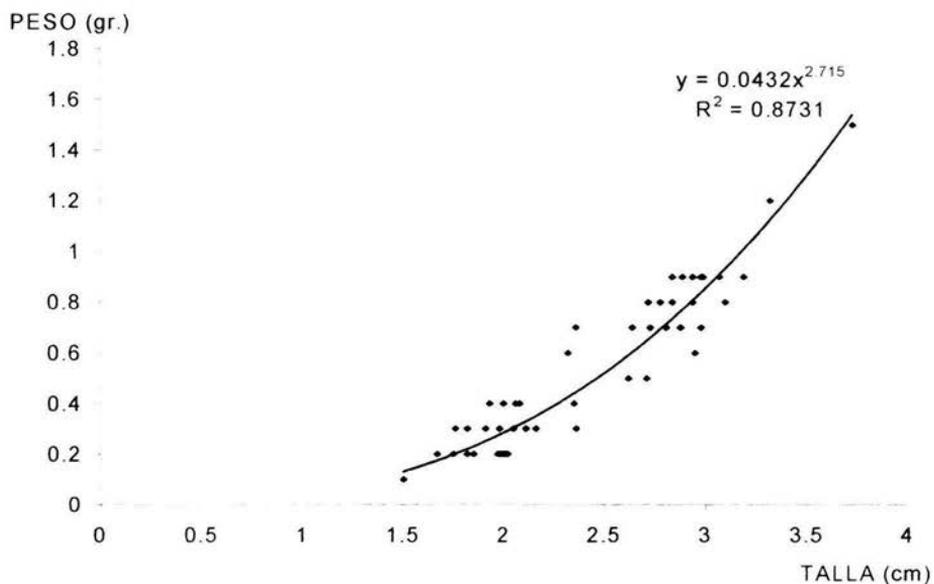
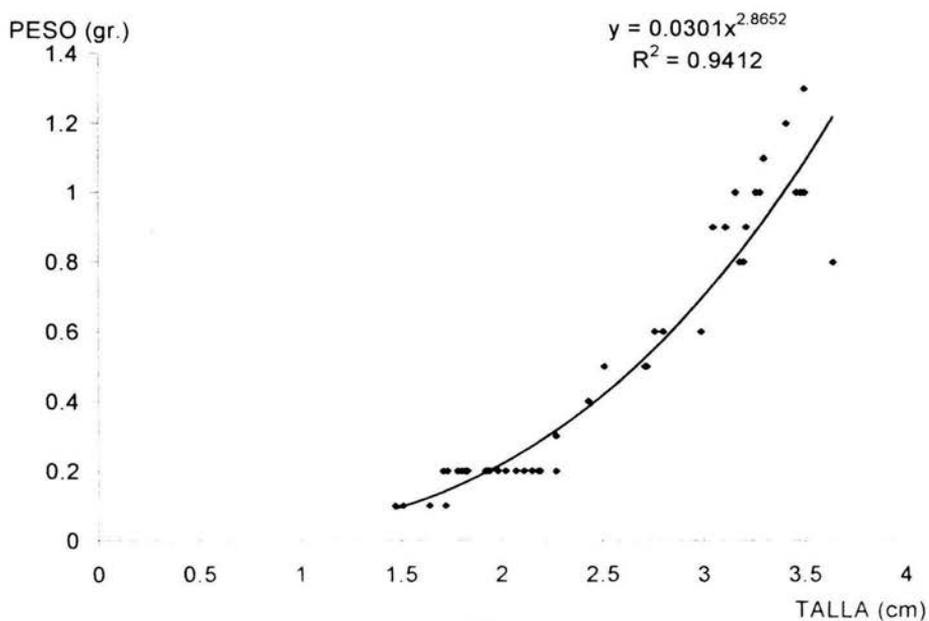
FIG. 16 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN MARZO.FIG. 17 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. Reticulata* EN ABRIL.

FIG. 18 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN MAYO.

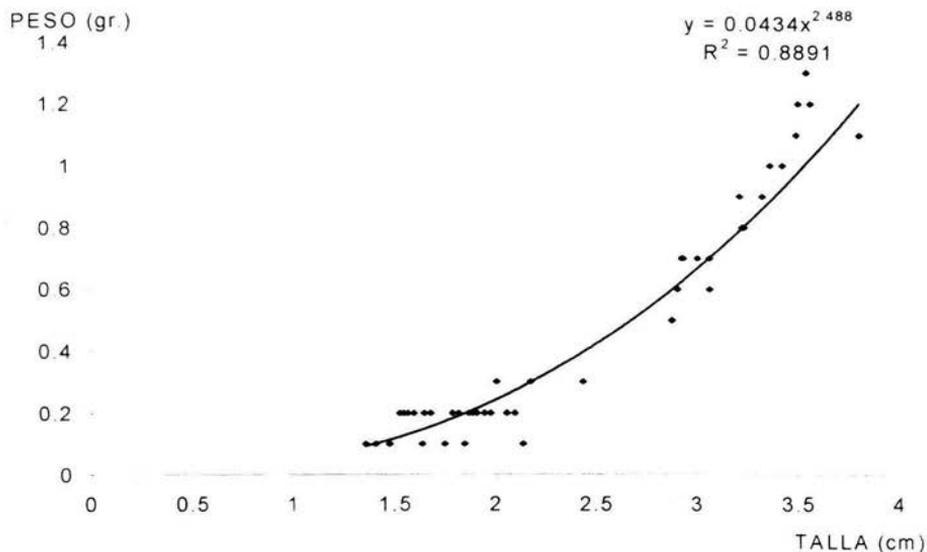


FIG. 19 RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN JUNIO.

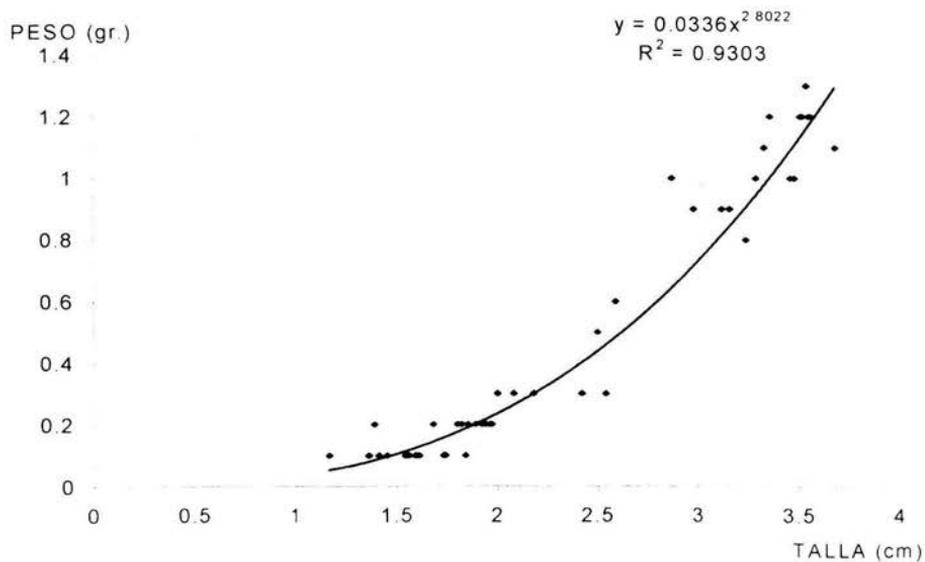


FIG. 20 FACTOR DE CONDICIÓN OBTENIDO DE LA RELACIÓN PESO-LONGITUD DE LOS ORGANISMOS DE *P. reticulata* EN LOS 6 MESES DE ESTUDIO.

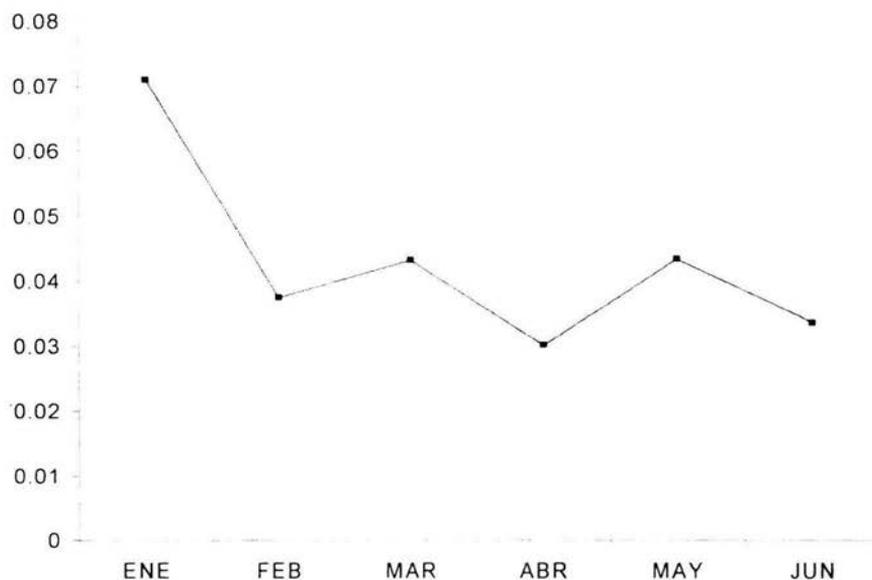


TABLA # 1. PRUEBA ESTADÍSTICA DE "t" APLICADA A LOS VALORES DE "n" EN LA RELACIÓN PESO - LONGITUD DE LA ESPECIE *P. reticulata*.

MESES	S	Sst	n = calculada	t - Student	t - Teórica
ENERO	0.14848	0.01485	1.5825	95.45	1.6759
FEBRERO	0.17280	0.01728	2.8192	10.46	
MARZO	0.31486	0.03149	2.715	9.05	
ABRIL	0.37123	0.03712	2.8652	3.63	
MAYO	0.36435	0.03644	2.488	14.02	
JUNIO	0.43068	0.04307	2.8022	4.59	

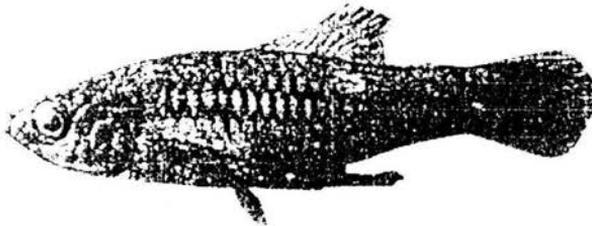
APÉNDICE II**POSICIÓN TAXONÓMICA**

(Tomada de Ramírez, 2000)

PHYLUM Chordata
 SUPERCLASE Gnathostomata
 CLASE Osteichthyes
 SUBDIVISIÓN Teleostei
 INFRADIVISIÓN Euteleostei
 SUPERORDEN Ostariophysi
 ORDEN Cyprinodontiformes
 SUBORDEN Cyprinodontoidei
 FAMILIA Cyprinodontidae
 SUBFAMILIA Poecillidae
 GÉNERO *Poecilia*
 ESPECIE *Poecilia reticulata*

APÉNDICE III**DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE**

Peces notablemente pequeños y con dimorfismo sexual muy marcado, los machos miden 3.5 cm y las hembras hasta 6 cm. Se alimenta de fitoplancton y zooplancton como *Daphnia* y larvas de mosquitos, por lo cual estos peces han sido utilizados como control biológico para controlar la reproducción de mosquitos y prevenir así el brote de enfermedades que pudieran transmitir estos. El color de los machos presentan jaspeados o manchas de color negro irregularmente dispuestas, entre las que los flancos muestran sus brillantes irisaciones rojas, azuladas y verdes; las hembras son de color más apagado, de color amarillo gris o amarillo verdoso. Viven en grupos muy dispersos y siempre en constante movimiento. Aceptan rangos de temperatura entre 20 – 30°C y pueden ser aclimatados para vivir en agua salada. Son sexualmente maduros a los 2 o 3 meses de vida, sin embargo es más usual a los 6 meses. Cada hembra puede tener 20 embriones, sin embargo es posible que se produzcan hasta 100 embriones en una sola fertilización en intervalos de 21 a 28 días (Scott, 1987)..

*Poecilia reticulata* (Tomado de Ramírez, 2000)

APÉNDICE IV

CLASIFICACIÓN DE MADUREZ SEXUAL PARA MACHOS (Nikolsky, 1978)

Estadio I. Individuos jóvenes que nunca han madurado.

Estadio II. Reposo. Los gametos 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.

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 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.

APÉNDICE V

ESTADIOS DE MADUREZ GONADICA PARA HEMBRAS

(Díaz – Pardo y Ortiz, 1986)

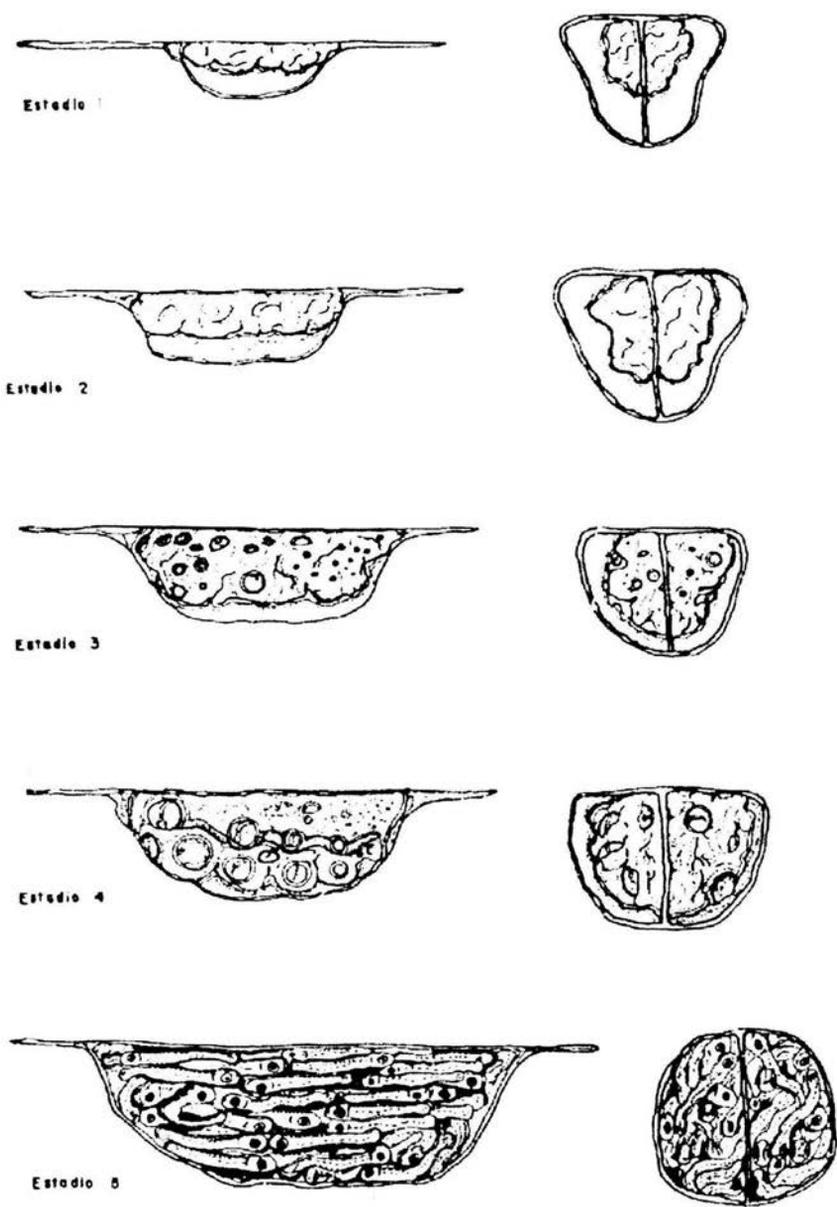
Estadio 1. Son los ovarios más pequeños. De aspecto fusiforme, aunque un poco ensanchado hacia la parte media, y de color café claro. El estroma ovárico es compacto, poco plegado, de color blanquecino; no existen óvulos en este tejido. Estos ovarios los presentan únicamente los ejemplares juveniles.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

Estadio 2. Los ovarios comprendidos en esta fase muestran incremento en el grosor de la parte media; la coloración es igual a los demás estadios pero el estroma se nota más esponjoso y su aspecto es más plegado y de color blanquecino. Se observa la presencia de óvulos de color blanco y alojados en forma dispersa entre el estroma. Corresponde 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. Corresponde a "ovarios con óvulos en crecimiento"

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 las hembras 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. Esta etapa representa la denominada "ovarios con óvulos libres"

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



(Ilustración tomada de Díaz-Pardo y Ortiz, 1986)

APÉNDICE VI

ESTADIOS DE DESARROLLO EMBRIONARIO (Haynes, 1995)

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

Estadio II. Óvulo vitelino temprano. El vitelo está en proceso de ser depositado en el óvulo, que adquiere un color amarillo opaco; incrementa en tamaño pero aún es pequeño. Cuando presenta gotas de aceite están irregularmente distribuidas.

Estadio III. Óvulo maduro. La depositación de vitelo se ha completado en el óvulo, que cambia a un 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 IV. 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 (matotróficas), a la mitad (lecitotróficas), del diámetro del vitelo. Las gotas de aceite se encuentran reunidas bajo el blastodisco del polo animal.

Estadio V. 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 lecitotróficas pero puede ser difícil de distinguir en las matotróficas. La raya primitiva aparece como una delgada línea blanca en el centro del escudo con una longitud aproximada de medio diámetro de vitelo (lecitotróficas), o un tejido con forma de media luna circunscribiendo casi todo el vitelo (matotróficas).

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

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

Estadio VIII: 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 IX. 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 aún relativamente grande en lecitotróficos pudiendo estar completamente absorbido en matotróficos.

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

Estadios XI. Embrión maduro. Vitelo casi o totalmente absorbido; “cordón del cuello” ausente; prolongación de aletas pectorales; embrión similar a un adulto pequeño.

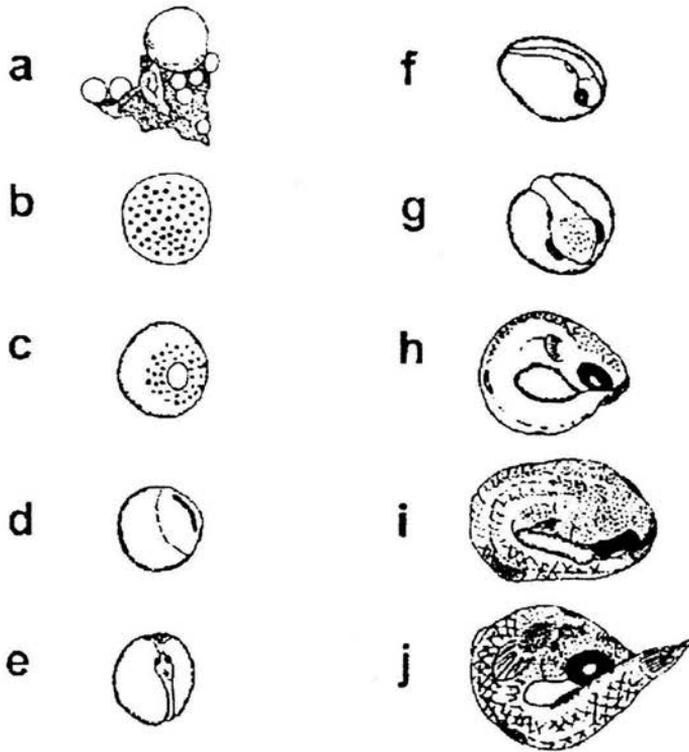


Fig. 22. Estadios de desarrollo embrionario (*Gambusia affinis*): (a) Los óvulos pequeños son los inmaduros (estadio 1), y el grande es el óvulo vitelino temprano (estadio 2); (b) óvulo maduro (estadio 3); (c) embrión blastodisco (estadio 4); (d) escudo embrionario (estadio 5); (e) embrión con copa óptica (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); (j) embrión maduro (estadio 11). (Tomado de Haynes, 1995)