



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA

Variación en la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) y su relación con algunos parámetros ambientales en el lago del Parque Tezozomoc, Cd. de México, durante un ciclo anual.

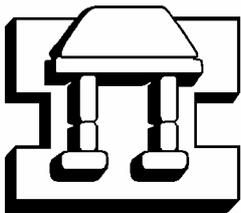
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A :

FERNANDEZ GUZMAN JOSE LUIS



IZTACALA

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



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE 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 BIÓL. GUILLERMO ELIAS FERNÁNDEZ

DEDICATORIA

A mis Padres:
Rosa y Alberto

Por haberme brindado apoyo incondicional en todos los aspectos, porque gracias a ustedes soy una persona de bien, todas sus enseñanzas influyeron profundamente en mí, el sentido de responsabilidad y de superación que me inculcaron en base al trabajo esta rindiendo frutos y mas que nada por el deseo de ver reflejado su esfuerzo convertido en una persona preparada y lista para hacerle frente a la vida. Mi triunfo solo fue posible gracias a ustedes.

A mis Hermanos:
Juan Carlos y Benjamín

Por su apoyo y cuidados cuando lo necesite, fue el mejor regalo que pudieron darme, porque el hecho de que cada uno de ustedes tiene un carácter completamente diferente, provocó que indirectamente aprendiera a ser un punto medio en cuanto a nobleza y arrebató, por lo que me siento muy orgulloso de que seamos hermanos.

A mis Hermanas:
Lizbeth, Karina, Rosa y Erika

Ustedes me dieron la fuerza y apoyo moral en los momentos más difíciles de mi vida, porque hemos vivido tantas cosas, y a pesar de los malos entendidos, estos nos han unido aún más, porque a pesar de cualquier cosa siempre he contado con ustedes, me han escuchado y han compartido conmigo tantas cosas, pueden confiar en mí todo el tiempo... Yo les admiro y quiero mucho.

A mis sobrinos:
Paola, Benjamín y Susana

Que han traído consigo un sentimiento que desconocía completamente y que me ha transformado, estoy muy feliz con su llegada, ojala en el futuro, yo les sirva de ejemplo para que se preparen... y claro que me gustaría poder ayudarlos en lo que necesiten.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Norma Angélica Navarrete Salgado, por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, agradezco infinitamente el permitirme trabajar en su Laboratorio, así como la confianza que deposito en mí... espero no haberle defraudado.

A el Biólogo Guillermo Elías Fernández, por todo el tiempo que me dedicó y por los comentarios y observaciones tan acertadas durante el desarrollo de mi trabajo, por ser tan paciente y por alentarme a seguir adelante cuando me veía tambalear... eres una gran persona y comparto contigo mi logro.

A el M. en C. Gilberto Contreras Rivero, por su asesoramiento y por compartir conmigo la gran experiencia que tiene mejorando en gran medida mi trabajo.

A mis Sinodales, Dr. Sergio Chazado Olvera, Dra. Norma A. Navarrete Salgado, M. en C. Gilberto Contreras Rivero, Biol. Guillermo Elías Fernández y QFB Esperanza Robles Valderrama, por sus revisiones y sugerencias que enriquecieron el contenido de este trabajo.

A los profesores que transmitieron y se esmeraron por dar una cátedra que considero insuperable, digno de la Máxima Casa de Estudios.

A mis compañeros de generación, porque con ustedes disfrute los momentos más intensos de la vida, y por compartir un poco de su tiempo conmigo... Les sigo recordando.

A mis amigos Alfredo, Alma, Laura, Martha, Julio, Ángeles, Carlos, Raúl, Gabriela y Adriana... podría seguir escribiendo muchas personas más... especialmente a Betty, porque me ha escuchado y acompañado en los momentos más difíciles, a David, porque siempre me alentabas para continuar, por todas las cosas que nos pasaron y que no se repetirán, pero queda el recuerdo; Aún conservo la esencia de cada uno de ustedes, a sido un placer enorme vivir esta aventura a su lado.

A todas las personas que me llevaron a conseguir este logro, a las personas que han estado a mi lado y se han marchado... Gracias, de no ser por ustedes... no habría tenido el coraje de llegar hasta aquí... y solamente es el principio.

INDICE

Resumen	1
I. Introducción	2
II. Antecedentes	6
III. Objetivos	9
Objetivo General	
Objetivos Particulares	
IV. Área de Estudio	10
V. Material y Métodos	12
VI. Resultados	16
1. Parámetros físicos y químicos	
2. Parámetros biológicos	
Abundancia de <i>Poecilia reticulata</i>	
Biomasa de <i>Poecilia reticulata</i>	
Relación Peso-Longitud	
Tipo de crecimiento	
Diferencia de Tallas	
Análisis de Componentes Principales	
Análisis de Regresión Múltiple	
VII. Discusión	24
1 Parámetros físicos y químicos	
2. Parámetros biológicos	
Relación Peso-Longitud	
Tipo de crecimiento	
Clases de edad	
Longitud máxima	
Análisis de Componentes Principales	
Análisis de Regresión Múltiple	
VIII. Conclusiones	31
Anexo I	32
Figuras y Graficas	
Anexo II	48
Tablas	
Bibliografía	50

RESUMEN

El Guppy (*Poecilia reticulata*) es un pez pequeño y ovovivíparo, que presenta una gran tolerancia a las variaciones en el ambiente que ocupa. Esta capacidad le ha permitido sobrevivir en cuerpos de agua que presentan condiciones que normalmente serían desfavorables para otras especies; para nuestro caso de estudio, este pez a sido colectado en el Lago del Parque Tezozomoc, que es irrigado con aguas tratadas que le confieren características diferentes a un lago natural, motivo que le hace de gran interés, por lo que en este trabajo se realizó un estudio de la distribución y abundancia para esta especie, durante un periodo de 12 meses que van de julio del 2000 a junio del 2001, considerando 3 estaciones de muestreo; El interés principal fue observar el efecto que tienen los parámetros fisicoquímicos del lago sobre la abundancia y biomasa del Guppy, por lo que se determinaron la temperatura, profundidad, transparencia, pH, alcalinidad, dureza y conductividad durante cada muestreo, también se llevo a cabo el conteo total de organismos y su biomasa por estación. A partir de estos datos se obtuvo la relación peso longitud, el tipo de crecimiento, las clases de edad, y la longitud máxima para la especie, además de que se realizo un Análisis de Componentes Principales con los parámetros fisicoquímicos y un Análisis de Regresión Múltiple entre los parámetros fisicoquímicos contra la abundancia y biomasa obtenidas de la especie objeto de estudio. Al finalizar el estudio las aguas del Lago Tezozomoc indican que corresponden a aguas templadas, duras, productivas, alcalinas y permiten el desarrollo de la especie *Poecilia reticulata*. El tipo de crecimiento observado fue alométrico; se obtuvieron 4 clases de edad, con una longitud promedio de 17.34 mm, 28.24 mm, 37.67 mm y 43.3 mm respectivamente; la longitud máxima estimada fue de 61.55 mm; la tasa de crecimiento observada fue de 0.2987; El ACP aplicado demostró que los parámetros fisicoquímicos que determinaron la dinámica del sistema fueron la alcalinidad, y la conductividad; El ARM indicó que los parámetros que presentaron mayor relación con la abundancia de *Poecilia reticulata* en la estación I fueron la profundidad y la dureza. En la estación II, la alcalinidad y el pH. En la estación III la profundidad y la temperatura.

Variación en la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) y su relación con algunos parámetros ambientales en el Lago del Parque Tezozomoc, Cd. de México, durante un ciclo anual.

INTRODUCCIÓN

Los peces son animales que dependen primordialmente del agua, son de sangre fría y se caracterizan por poseer vértebras, branquias y aletas; habitan desde aguas heladas hasta aguas a más de 40°C; se encuentran en agua dulce y blanda o salada. Están presentes en corrientes fluviales o en aguas quietas, profundas y oscuras, así como a diferentes altitudes que van desde los 5 mil msnm hasta los 11 km de profundidad en las trincheras marinas (Lagler *et al.*, 1984).

Son el grupo más numeroso de los vertebrados con 19,000 especies descritas (Vernon, 1995). Su notable diversidad refleja la variedad de los sistemas acuáticos del país que van desde arrecifes de coral, arroyos, ríos mayores, lagos, cenotes, etc. (Espinosa, *et al.*, 1993).

Estos animales han colonizado con éxito el agua dulce (Young, 1985), contando en la actualidad con unas 8,275 especies dulceacuícolas, sin contemplar las 115 que dividen su vida entre el mar y las aguas continentales (Margalef, 1995), en México hay alrededor de 500 especies de peces dulceacuícolas, en una gran variedad de hábitats que van desde zonas desérticas hasta lugares ecológicamente inestables (Miller, 1986).

Los peces presentan por lo menos tres tipos de reproducción: bisexual, hermafrodita y partenogenética; aunque en la mayoría de ellos la unión entre el espermatozoide y el óvulo es externa (Lagler *et al.*, 1984) en algunos organismos se presentan diferentes adaptaciones para la fecundación interna presentando varios grados de viviparidad (Constantz, 1989).

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).

La familia Poeciliidae está compuesta casi exclusivamente de peces ovovivíparos, a la cual pertenecen los molys, platys y guppys (Álvarez del Villar, 1970); su forma peculiar de reproducción, con sus diferentes grados de especialización (almacenamiento de esperma, superfecundación) permite que una sola hembra fecundada, pueda colonizar un nuevo hábitat y fundar una población exitosamente.

Los poecílicos muestran diferencias sexuales en tamaño, estructura y coloración. En los machos, la parte de la aleta anal (usualmente tercero, cuarto y quinto radios) se desarrolla un gonopodio (Fig. 1), esta estructura se usa para insertar paquetes de esperma en el tracto genital del hembra, y que posteriormente puede fertilizar varios paquetes de huevos. (Meffe y Snelson, 1989).

Los poecílicos poseen una gran tolerancia térmica y ambiental que les confiere grandes posibilidades de dispersión para colonizar una gran variedad de ambientes. Toleran muy bajas concentraciones de oxígeno disuelto y pueden respirar oxígeno del aire (Meffe y Snelson, *op cit*).

Poecilia reticulata se conoce comúnmente como guppy, y desde 1859 a recibido diversos nombres científicos, de los cuales *Lebistes reticulatus* fue aceptado durante mucho tiempo; la taxonomía del guppy fue revisada y se le concedió el mérito a J. L. Peters, su primer descubridor quien lo había clasificado como *Poecilia reticulata* (Tabla 1). Esta especie presenta un tipo de reproducción ovovivípara y la fertilización es interna, que los relaciona más estrechamente con la reproducción de los vertebrados terrestres. Presentan dimorfismo sexual muy marcado, los machos pueden medir hasta 3.5 cm y las hembras hasta 6 cm, los machos de las formas originales presentan manchas de color negro dispuestas irregularmente, 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 (Fig. 2). Viven en grupos muy dispersos y siempre en constante movimiento. (Álvarez del Villar, 1970).

Los guppys pueden ser sexualmente maduros desde los dos o tres meses, aunque es más usual a los seis meses. Pueden ser producidas de 6 a 8 crías o posiblemente hasta 100 en una sola fertilización en intervalo es desde 21 a 28 días (Scott, 1987). En cuanto a sus hábitos alimenticios, las crías de poecílicos una vez nacidos inician su alimentación con zooplancton (protozoarios y rotíferos), al madurar se alimentan de algas, larvas de insectos y peces (Álvarez del Villar, 1970).

El Guppy es considerado como el pez de acuario más popular y dentro de los peces ornamentales de agua dulce es el que tiene mayor demanda (Fig. 3) (Whitern, 1979). Es una especie muy tolerante, acepta un intervalo de pH de 5.5 a 8.5; de temperatura desde 20 a 30°C; estos peces pueden ser aclimatados para vivir en aguas marinas. Su esperanza de vida es de 2 años (Meffe y Snelson, 1989).

Es una especie endémica de Brasil (Da Silva *et al.*, 1999) en la actualidad se encuentra extendida por una gran variedad de localizaciones tropicales no solamente de América, sino de otros continentes, donde ha sido introducido de formar artificial por el hombre, como un control biológico en las larvas de mosquito y dengue (FUNASA, 2002). (Fig. 4).

Se reporta su existencia en algunos cuerpos acuáticos de México, como en la Presa la Angostura (Chiapas), Lago de Chapala (Jalisco), (SEPESCA, 1979), Río Coahuayana (Jalisco) (Lyons y Silva, 1999), Lago Tezozomoc (DF) (Arzate, 2002; Solano, 2002; Botello, 2002).

Actualmente no se encuentra ubicada dentro de alguna categoría de riesgo en la NOM-059-ECOL-2001 pero se considera una especie exótica (UICN, 2000). La introducción de estas especies en hábitats donde existen especies nativas provoca una competencia por el alimento y el territorio, puede ocurrir que las especies exóticas desplacen a las nativas o bien que se reproduzcan con estas causando alteraciones de las características de las especies involucradas. De igual forma la alteración química del hábitat provocada por contaminación o derrames en el cuerpo de agua de productos desechados, son también causa de peligro o amenaza hacia los peces y organismos en general (Montemayor y Aguilera, 1995).

En el lago 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, 2000). La relación de los peces con los restantes elementos bióticos y abióticos de su ecosistema es muy amplia, ya que con los elementos acuáticos es directa, habiendo aprovechamiento en forma de refugio, de alimento, o de estímulo reproductivo. La relación con los elementos fuera del ecosistema, en cambio, es más indirecta, pero hay relaciones importantes como el ser sustento alimentario de roedores, murciélagos, carnívoros y aves, en tanto que la relación con los invertebrados se da a un nivel mas bajo de degradación/descomposición (Péfaur, 1995).

Este cuerpo de agua es abastecido con aguas residuales tratadas provenientes de la Planta de Tratamiento "El Rosario", donde se efectúa un sistema del tipo secundario o llamado también biológico debido a que se basa en la actividad bioquímica de organismos que remueven o convierten la materia orgánica en compuestos más aceptables. (Rivera y Calderón, 1993). El agua residual es producto de actividades domesticas y no está contaminada con componentes tóxicos. Es captada en un carcamo y se conduce hacia un tanque sedimentador primario donde se separa la grasa y las partículas suspendidas, después pasa a una pileta de aereación y posteriormente el agua llega al tanque de licor mezclado, donde los rotíferos realizan una función biológica degradando la materia orgánica; el agua es filtrada y conducida hacia un tanque de sedimentación secundario y llevado al tanque de contacto de cloro, y finalmente al tanque de almacenamiento; en este punto el agua tiene un pH de 7.1-7.3 y oxígeno disuelto de 2.5-3 ppm (Vega, Encargado del Laboratorio en la Planta de Tratamiento "El Rosario", *com per*).

Las características físicas y químicas del agua del Lago Tezozomoc son muy diferentes a las de cualquier lago natural, por lo que el conocimiento de los distintos parámetros que se deben tener en cuenta para mantener una buena calidad del agua es de fundamental importancia para el buen funcionamiento y óptimo aprovechamiento del cuerpo de agua. Esto incluye todas las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Entre los factores físicos, la temperatura y la luz son variables importantes, los parámetros químicos considerados son conductividad, pH, alcalinidad total y dureza (Proença y Biencourt, 1994).

A pesar del tipo de agua presente en el lago, las condiciones han permitido la supervivencia y desarrollo de *Poecilia reticulata*, especie tolerante a contaminación, salinidad, temperatura variable y transporte (FUNASA, 2002). La contaminación de agua determina un descenso en la diversidad, tanto por establecer condiciones rigurosas que algunas especies pueden resistir como por estimular el fuerte desarrollo de unas pocas especies en un ambiente altamente fluctuante e inestable (Margalef, 1995).

Normalmente, los peces viven en un estado de equilibrio con el ambiente acuático y con los organismos patógenos presentes en el agua, pero cualquier disturbio en este equilibrio hace a los peces vulnerables de estrés y de enfermedades (Proença y Biencourt, 1994). Esto puede provocar que se den cambios en la diversidad biológica en el cuerpo de agua a largo plazo (Sanjay *et al*, 2003).

Por todo lo anterior, es importante determinar si las variaciones de los parámetros fisicoquímicos afectan la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* en el Lago Tezozomoc. Aun más, debido a que hasta el momento tanto la información, como la investigación es escasa, por lo que el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la variación en la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* además de su relación con algunos parámetros ambientales.

ANTECEDENTES

A pesar de que el conocimiento que se tiene sobre la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* es escaso, la familia a la que pertenece a sido ampliamente estudiada, abordando diferentes temáticas. Entre las investigaciones de carácter ecológico, relacionadas con la especie *Poecilia reticulata*, podemos mencionar como las más importantes las realizadas por:

- En 1989 Bureli hace una comparación entre *Girardinichthys viviparus* y *Poecilia reticulata* en relación a características morfológicas y abundancia en los canales de Xochimilco.
- Cruz, *et al*, 1992, así como Rodríguez y Cruz en 1995 observaron el efecto de la *cobamamida* (coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento de *Poecilia reticulata*.
- En 1995 Maya y Marañón estudiaron el efecto de la temperatura y el pH sobre la proporción de sexos en *Poecilia reticulata*.
- Da Silva, *et al* en 1999 utiliza a *Poecilia reticulata* como biomonitor en la restauración medio ambiental de un ecosistema acuático, en 3 cuerpos de agua interconectados llamados sistema Jauá-Interlagos, en Brasil.
- Ávila, en el 2000 estudio la composición de la ictiofauna del Lago de Xochimilco, describiendo entre estos a *Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *X. helleri* en estanques con aguas tratadas.
- García, en 2001 realiza la evaluación de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *X. helleri*) y la determinación de producción de crías en estanquería con aguas tratadas.
- Botello, en 2002 estudio algunos aspectos reproductivos en *Poecilia reticulata* y los parámetros físicos y químicos en el agua del Lago del Parque Tezozomoc.
- Arzate, en 2002 Realiza un análisis en la dieta de *Poecilia reticulata* por tallas y en la variación física y química del Lago del Parque Tezozomoc.
- Solano, en 2002 revisó aspectos reproductivos de *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc.
- Debrot, en el 2003 menciona la presencia de *Poecilia reticulata* en Curaçao, Puerto Rico, Ha sido sembrada extensivamente por el servicio de Salud Publica de Curaçao para el control de mosquito.

- Kharat, *et al*, en el 2003, realizan una investigación en los cambios de diversidad de fauna de peces ribereños en el Distrito de Pune, India, mencionan que el aumento en la contaminación del agua ha provocado que las especies nativas sean desplazadas al borde de la extinción por especies tolerantes, entre ellas *Poecilia reticulata*.

Entre las investigaciones llevadas a cabo en el Lago del Parque Tezozomoc, encontramos:

- Fernández, *et al* en 1998, realizaron un estudio sobre la diversidad de rotíferos en el Lago Tezozomoc y mencionan que las familias más representativas con mayor número de especies fueron: Brachionidae, Trichocercidae, Synchaetidae.
- Islas, en 2003 realiza un estudio sobre el *phylum* Sarcomastigophora en el Parque Tezozomoc y observa una mayor incidencia del género *Euglena*, seguido del *subphylum* Sarcodina y la clase Zoomastigophora.
- Contreras y Rivera, en el 2003 Realizan un Diagnostico ambiental en el Lago del Parque Tezozomoc, llevando a cabo un estudio en la diversidad de aves, así como el impacto que a sufrido la fauna debido a los cambios efectuados en el Lago.
- Camarillo, en 2004 realiza un análisis espacial de la familia Corixidae (Hemíptera) y evalúa algunos parámetros ambientales en el Lago de Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, México D.F.

Entre las investigaciones de carácter evolutivo, taxonómico, toxicidad, realizadas con la especie *Poecilia reticulata* y algunos miembros de su familia, destacan:

- Orr y Smith en 1998, menciona que el guppy neotropical (*Poecilia reticulata*) presenta una evolución de rápida adaptación. Las poblaciones naturales se encuentran en una gran variedad de arroyos y se caracterizan por su alto o bajo nivel de predación.
- Lyons y Silva en 1999, estudian los patrones taxonómicos y ecológicos entre comunidades de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, encontrando varios géneros de la familia Poeciliidae, entre ellos *Poecilia reticulata*.

- Kavanagh en el 2002 encuentra especímenes en estado postlarval de *Poecilia reticulata* dentro del rango de 7.1-15.7 mm, indicando que estas poblaciones están presentes en el río Sungei Masalog, Malasia. A una altura de 400 msnm y en aguas claras.
- Domitrovic en el 2000, realiza un experimento de toxicidad y respuesta histopatológica en *Cichlasoma dimerus* (Pisces, Cichlidae) entre las comparaciones de tolerancia a la cipermetrina, menciona a *Poecilia reticulata* como muy tolerante a la toxicidad con una concentración máxima de cipermetrina de 24.87 (en µg l⁻¹).
- Hilal, *et al* en el 2002 reviso la actividad y potencial toxico de un pesticida sintético utilizado en actividades de agricultura (beta-cypermethrin) que contaminaba los ecosistemas acuáticos y utilizó a *Poecilia reticulata* para el experimento biológico en condiciones de laboratorio.
- La FAO & PNUMA en el 2002 mencionan que estudios sobre la toxicidad aguda del dicloruro de etileno aplicada en varias especies de peces de agua dulce, la especie más sensible fue *Poecilia reticulata*, de dos a tres meses de edad, con una concentración de 106 mg/l de dicloruro de etileno.
- Para 1996 Kant, *et al.* estudian el rol de los agentes biológicos en el control de mosquitos, mencionando entre estos a *Poecilia reticulata*.
- Rodríguez, *et al.* en 1999 trabajaron en la tolerancia y crecimiento de tres especies de poecilidos (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *X. helleri*) en el Lago de Xochimilco.
- Englund, en 1999 realiza un estudio del impacto que tiene la introducción de peces (poecilidos) y odonatos sobre el *Megalagrion* (Odonata) libélula endémica de Oahu Island, los peces fueron introducidos para control de mosquito, pero dentro del impacto negativo se observó una disminución en la población de libélulas nativas.
- Bernade, *et al*, en el 2000 encontraron a *Poecilia sp.* como componente en la dieta de la serpiente *Thamnodynastes strigatus*, presente en Paraná, Brasil.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar la relación que tienen los parámetros físicos y químicos del agua del Lago Tezozomoc con la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata*, de julio del 2000 a junio del 2001.

Objetivos Particulares

- 1.- Analizar la variación mensual de los parámetros físicos y químicos en el agua del lago Tezozomoc.
- 2.- Analizar la variación mensual en abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata*.
- 3- Establecer la relación peso longitud de la especie *Poecilia reticulata* y su tipo de crecimiento.
- 4.- Determinar las clases de edad de *Poecilia reticulata* presentes a lo largo del periodo de estudio.
- 5.- Establecer el modelo de crecimiento que presenta *Poecilia reticulata*.

ÁREA DE ESTUDIO

El parque Tezozomoc se ubica entre las coordenadas 19° 29' 05" de latitud norte y 99° 12' 36" de longitud oeste, a una altura de 2250 msnm (INEGI 1985). 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 (D. D. F. 1998). (Fig. 5).

Es un sitio de esparcimiento, rescate ecológico y centro cultural, en el se llevan a cabo actividades deportivas como el ciclismo, patinaje y gimnasia, entre otras; Se considera de gran importancia en la zona norte de la Ciudad de México. Está integrado por un lago central artificial rodeado de montículos que sirven para recrear el Valle de México en el siglo XV dando una idea, aproximada, de la situación natural y de las poblaciones de la región durante la época prehispánica (D. D. F., *op cit*).

Tiene un clima de tipo C (Wo), es decir, templado subhúmedo con lluvias en verano. 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 (INEGI, 1981).

El lago se ubica en la parte central del parque, tiene una superficie de 17,000m² y una capacidad de 38,000 m³. La profundidad mínima es de 50 cm y la máxima de 2.10 m; cuenta con un sistema de aireadores que mantiene el agua en movimiento; 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 17 l/seg (Vega, Encargado del Laboratorio en la Planta de Tratamiento "El Rosario", *com per*).

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 encontrándose cedro blanco, fresno, pino, sauce, yuca, eucalipto, acacia, pirul y palma. En relación a los arbustos las especies predominantes son el piracanto, el bambú y la rosa laurel, 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.

El fitoplancton en el Lago, esta constituido por: *Calothrix sp.*, *Chroococcus sp.*, *Coelosphaerium sp.*, *Dactylococcopsis sp.*, *Merismopedia sp.*, *Microcoleus sp.*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, *Cyclotella sp.*, *Fragilaria sp.*, *Navicula sp.*, *Pinnularia sp.*, *Euglena sp.*, *Coelastrum sp.*, *Desmoccocus sp.*, *Oedogonium sp.*, *Pandorina sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Schoederia sp.*, *Tetraedrom sp.*, *Volvox sp.*, *Kirchneriella sp.* y *Spirulina sp.* (Arzate, 2002 y González, *et al* 2003). El zooplancton esta representado por rotíferos (*Ascomorpha sp.*, *Asplanchna sp.*, *Epiphanes sp.*, *Polyarthra sp.*, *Trichocerca sp.*, *Filinia cornuta*, *Proalides subtilis*,

Brachionus sp., *Lepadella ovalis*, *Lecane sp.* *Lindia torulosa*, *Conochilus sp.*, *Cephalodella catellina* y *Notommata glyphura*) (Fernández et al, 1998, Sarma y Martínez, 2000; Arzate 2002), cladóceros (*Bosmina sp.*) y ostrácodos (Arzate, *op cit*).

El zoobentos está constituido por anfípodos (*Hyaella azteca*), hemípteros (*Graptocorixa abdominalis*, *Corisella edulis* y *Krizousacorixa femorata*), copépodos, quironómidos (*Chironomus sp.*) (Arzate, *op cit.*; Macedo, 2002). Con respecto a los peces se encuentra la carpa, y guppy (*Poecilia reticulata*).

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*) (Ramírez, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron 12 muestreos mensuales, de julio del 2000 a junio del 2001.

Se establecieron 3 estaciones de muestreo (Fig. 6, 7 y 8) y en cada una de estas se registraron los siguientes parámetros ambientales *in situ*: **Temperatura** con termómetro Taylor (-35 a 50 °C), **Profundidad y Transparencia** con disco de Secchi, **Conductividad** con un conductivímetro Cole Parmer, **pH** con un potenciómetro digital Elite, **Alcalinidad** por titulación con ácido sulfúrico 0.02 N, **Dureza** por titulación con EDTA 0.1 m, los tres últimos bajo los criterios de APHA, *et al* (1992).

Para capturar a los peces se utilizó una red de cuchara con marco rectangular de 1 m de largo por 0.5 m de ancho y luz de malla de 0.5 cm. Una vez capturados se fijaron con formalina al 10% y se colocaron en bolsas de polietileno previamente etiquetadas (Laevastú, 1971). Posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Producción de Peces e Invertebrados en la FES Iztacala, donde se preservaron en frascos de vidrio con alcohol al 70%.

Los peces se identificaron a nivel específico con las claves de Álvarez del Villar (1970), de los cuales se seleccionaron 50 organismos por estación (150 por 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 (mm) y el peso (gr) se registró con una balanza electrónica digital marca Sartorius modelo BL-150 obteniéndose la abundancia y biomasa por estación.

Los valores de abundancia y biomasa, así como los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos mensuales por estación, fueron capturados en la bitácora de trabajo y posteriormente en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico.

Para un mejor manejo de los datos, se ordeno la longitud patrón (mm) en intervalos de clase utilizando la regla de Sturges, cuyo propósito principal de agrupar los datos es el de resumir la información (Daniel, 2002).

$$K = 1 + 3.322(\log_{10}n)$$

La dimensión de los intervalos de clase esta dada por:

$$W = R/K$$

Donde:

grande

R= Diferencia de la observación más pequeña y la más grande

K= Intervalos de Clase

Para estimar el crecimiento se obtuvieron las clases modales (Bhattacharya, 1967). Cada una de las clases modales se somete a una regresión de los puntos que la conforman para obtener la ordenada al origen (a) y la pendiente (b). Utilizando la expresión a/b obtenemos \bar{L} (Longitud promedio) de cada clase modal. Con los valores resultantes se elaboró un gráfico de Ford-Walford, que representa una regresión de valores de longitudes consecutivas, a través del cual se pudo inferir la longitud máxima que alcanzan los individuos en la población. La expresión matemática que fundamenta este proceso es la ecuación empírica desarrollada en forma independiente por Ford-Walford (Ricker, 1975), donde:

$$L_{\infty} = a/1-b \quad \text{donde:}$$

$L_{\infty} =$	Longitud máxima
$a =$	Ordenada al origen
$b =$	Pendiente

La velocidad de crecimiento se obtiene mediante la fórmula de Von Bertalanffy (1938), expresada como:

$$L_t = L_{\infty} (1e^{-k(t - t_0)})$$

$L_t =$	Velocidad de crecimiento
$L_{\infty} =$	Longitud máxima
$-k =$	Tasa de crecimiento
$t =$	Tiempo
$t_0 =$	Constante de tiempo hipotético

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

$$W = aL^b \quad \text{donde:}$$

$W =$	Peso (g)
$a =$	Ordenada al origen o Factor de condición
$L =$	Longitud (mm)
$b =$	Pendiente (Tipo de crecimiento)

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 *Poecilia 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 (Sokal y Rohlf, 1995):

$$t = \frac{b \text{ calculada} - b \text{ teórica}}{S_{st}}$$

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

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

Donde:

S_{st} : Error estándar de t

Constante: 0.7071068

S: Desviación estándar

n: número de datos

Y_i : Peso observado

\bar{Y} : Peso promedio

Sí $b = 3$ el crecimiento es isométrico

Si $b \neq 3$ el crecimiento es alométrico

H_0 : $b_c = 3$

H_a : $b_t \neq 3$

b_c : Pendiente calculada (n)

b_t : Pendiente teórica (n = 3)

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

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

Con el programa Statgraphics Plus versión 5.1 se aplicó un análisis de correlación del Producto-Momento de Pearson (Daniel, 2002). Entre los parámetros ambientales del agua del Lago Tezozomoc con la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata* Utilizando el coeficiente de correlación de la muestra (r), que mide la intensidad de la relación lineal entre X y Y, puede tomar cualquier valor entre -1 y +1.

Si $r = 1$ existe una correlación perfecta entre las 2 variables.

$r = -1$ indica una correlación inversa perfecta entre las 2 variables.

$r = 0$ las dos variables no están correlacionadas.

Se llevo a cabo un Análisis de Regresión Múltiple para determinar que parámetros ambientales están más relacionados con la abundancia y biomasa de *Poecilia reticulata*. Este modelo supone que existe una relación lineal entre alguna variable Y , a la cual se le da el nombre de variable dependiente, y k variables independientes, X_1, X_2, \dots, X_k y se les conoce como variables de predicción, pues se usan para predecir a Y (Sokal y Rohlf, 1995). De forma más concreta se enuncia como:

$$Y_j = \beta_0 + \beta_1 X_{1j} + \beta_2 X_{2j} + \dots + \beta_k X_{kj} + e_j$$

Donde Y_j es un valor representativo de una de las subpoblaciones de los valores de Y , las β_i son los coeficientes de la regresión, $X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{kj}$ son respectivamente, los valores específicos de las variables independientes X_1, X_2, \dots, X_k , y e_j es una variable aleatoria con media 0 y variancia σ^2 .

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) Con el fin de investigar cuales son los parámetros cuya influencia determina la dinámica del sistema, en el lago estudiado. (Sokal y Rohlf, *op. cit.*). Los componentes principales generados explican la proporcionalidad de la variabilidad total y se expresa en relación a 1 o a 100. Los valores aceptados de varianza acumulada son de 75% a 93%.

Los valores de los parámetros fisicoquímicos fueron estandarizados para su análisis utilizando $\log(x+1)$ y el ACP se llevo a cabo mediante el programa Statgraphics Plus Versión 5.1.

RESULTADOS

Los datos comprenden las 12 salidas de muestreo que corresponden a los meses de julio del 2000 a junio del 2001, en los cuáles se presentan los siguientes resultados:

TEMPERATURA DEL AGUA

Presentó un comportamiento similar en las tres estaciones; En la estación I, el valor máximo fue en septiembre (25.3 °C) y el mínimo en diciembre (19.4 °C); En la estación II el valor máximo se observó en julio (23.9 °C) y el mínimo en diciembre (18.2 °C); en la estación III el valor máximo se observó en septiembre (23 °C) y el mínimo en diciembre (18.2 °C). (Fig. 9)

PROFUNDIDAD

En la estación I, la profundidad máxima se presentó en marzo (0.71 m) y el mínimo en julio (0.2 m); En la estación II el valor máximo se observó en marzo (0.54 m) y los mínimos en agosto, noviembre y mayo (0.23 m); en la estación III el valor máximo se observó en diciembre (0.44 m) y el mínimo en julio (0.11 m). (Fig. 10)

TRANSPARENCIA

La transparencia presenta un comportamiento similar durante el periodo de estudio, En la estación I, la transparencia máxima se presentó en abril (0.39 m) y el mínimo en noviembre y febrero (0.15 m); En la estación II el valor máximo se observó en octubre (0.32 m) seguido de enero y marzo (0.31 m), el valor mínimo en noviembre (0.16 m); en la estación III el valor máximo se observó en octubre y marzo (0.27 m) y el mínimo en agosto (0.11 m). (Fig. 11)

DUREZA

En la estación I, la dureza máxima se presentó en abril (294.29 mgCaCO₃/l) y el mínimo en noviembre (140.14 mgCaCO₃/l); En la estación II el valor máximo se observó en abril (274.27 mgCaCO₃/l), el valor mínimo en noviembre (146.14 mgCaCO₃/l); la estación III presentó un valor máximo en abril (276.27 mgCaCO₃/l) y el mínimo en noviembre (150.15 mgCaCO₃/l). (Fig. 12)

ALCALINIDAD

En la estación I la alcalinidad máxima se presentó en mayo (424 mgCaCO₃/l) y el mínimo en junio (165 mgCaCO₃/l); En la estación II el valor máximo se observó en mayo (470 mgCaCO₃/l), el valor mínimo en junio (171 mgCaCO₃/l); la estación III presentó un valor máximo en mayo (494 mgCaCO₃/l) y el mínimo en junio (177 mgCaCO₃/l). (Fig. 13)

CONDUCTIVIDAD

En la estación I la conductividad máxima se presentó en abril (1548 $\mu\text{mhos/cm}$) y el mínimo en agosto (817 $\mu\text{mhos/cm}$); En la estación II el valor máximo se observó en abril (1517 $\mu\text{mhos/cm}$), el valor mínimo en agosto (859 $\mu\text{mhos/cm}$); la estación III presentó un valor máximo en abril (1475 $\mu\text{mhos/cm}$) y el mínimo en agosto (818 $\mu\text{mhos/cm}$). (Fig. 14)

pH

En la estación I el pH máximo se presentó en agosto (10) y el mínimo en diciembre (7); en la estación II el valor máximo se observó en agosto (10.1), el valor mínimo en junio (7.3); la estación III presentó un valor máximo en agosto (10.1) y el mínimo en diciembre y junio (8.2). (Fig. 15)

ABUNDANCIA de *Poecilia reticulata*

Durante el periodo de estudio se capturó un total de 11485 organismos de *Poecilia reticulata*, 6148 en la estación I, 3133 en la estación II y 2204 en la estación III. (Fig. 16)

La estación I en el mes de julio presentó la mayor cantidad de organismos (1483) seguido de agosto (1256); por el contrario, los meses de noviembre y diciembre (17 y 18 organismos) presentaron el menor número de organismos.

La estación II presentó en el mes de mayo la mayor cantidad de organismos (648), el mes septiembre el menor número de organismos (19).

La estación III presentó en el mes de julio la mayor cantidad de organismos (431), los meses de septiembre, enero y diciembre el menor número de organismos (14, 14 y 16). (Fig. 17)

BIOMASA de *Poecilia reticulata*

La biomasa total de *Poecilia reticulata* fue de 1352.65g; y para las estaciones I, II y III de 677.28g., y 358.95g., y 316.42g respectivamente. (Fig. 18)

La estación I en el mes de agosto presentó la mayor cantidad de biomasa (145.12 g) seguido de marzo (138.63 g); los meses de diciembre y noviembre (5 y 6 g) el menor número de biomasa.

La estación II presentó en el mes de diciembre la mayor cantidad de biomasa (70.81 g) seguido de junio (67.04 g), el mes septiembre presentó la menor biomasa (8 g).

La estación III presentó en el mes de abril la mayor cantidad de biomasa (83.43 g) seguido de mayo (75.68 g), los meses de enero, febrero y diciembre presentó la menor de biomasa (2.6, 4.63 y 5.5 g) respectivamente. (Fig. 19)

Relación Peso-Longitud

Para obtener la relación peso-longitud, se tomaron en cuenta 150 organismos por mes (50 por estación); en los meses en que la abundancia de algunas estaciones fue baja, solo se consideraron los organismos presentes.

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

Factor de Condición

Los valores máximos se presentaron en los meses de marzo (0.03) y diciembre (0.02), mientras que los mínimos se obtuvieron en octubre (0.0007), julio y agosto (0.001 en ambos casos) y octubre (0.008). (Fig. 20).

Tipo de Crecimiento

Los valores del exponente "b" más altos se presentan en octubre (3.488) seguido de julio (3.272) y agosto (3.251) y los valores más bajos se presentan en marzo (2.177) febrero (2.336) y diciembre (2.354). A los valores de "b" 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 9 de los 12 meses de estudio rechazando H_0 , por el contrario en septiembre, noviembre y junio, no se observan diferencias significativas ya que la "t" calculada fue menor que la "t" de tablas por lo que se acepta H_0 para estos tres meses (Tabla 2).

Diferencia de las tallas (Método de Bhattacharya)

Se presentaron 4 clases de edad durante todo el periodo de estudio, la clase de edad I presenta 1240 organismos con una \bar{L} de 17.34 mm, la clase II presenta 281 organismos con una \bar{L} de 28.24 mm, la clase III presenta 21 organismos y una \bar{L} de 37.67 mm, y finalmente la clase IV con 10 organismos y una \bar{L} de 43.3 mm. (Fig. 21) (Tabla 3).

Con el modelo de Ford-Walford se estimó la Longitud Máxima siendo de 61.55 mm

Con la fórmula de Von Bertalanffy se confirmó la Longitud Máxima de 61.55 mm calculada a partir del modelo del Ford-Walford, observando un crecimiento asintótico y una tasa de crecimiento de 0.2987. (Fig. 22).

De esta forma el modelo de Von Bertalanffy para la longitud de *Poecilia reticulata* se expresó:

$$L_t = 61.55 * (1 - e^{-0.2987 (t - 0.2686)})$$

$$t_0 = 0.2686$$

$$-k = 0.2987$$

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El ACP aplicado determinó la dinámica entre los parámetros fisicoquímicos evaluados del sistema. Al realizar el ACP por estación durante todo el año, se observó que en las 3 estaciones se presentaba el mismo comportamiento, el componente 1 fue la alcalinidad y el componente 2 fue la conductividad. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

El ACP en la estación I, mostró a la alcalinidad como el primer componente principal (porcentaje de variación de 63.96%), seguida por la conductividad en el segundo componente y con un porcentaje de varianza de 21.99%; siendo estos, los parámetros de más influencia en la estación, con un porcentaje de variación total de 85.95% (Fig. 23).

En la estación II, mostró a la alcalinidad como el primer componente principal (porcentaje de variación de 69.51%), seguida por la conductividad en el segundo componente y con un porcentaje de varianza de 20.25%; siendo estos, los parámetros de más influencia en la estación, con un porcentaje de variación total de 89.77% (Fig. 24).

El ACP en la estación III, mostró a la alcalinidad como el primer componente principal (porcentaje de variación de 74.04%), seguida por la conductividad en el segundo componente y con un porcentaje de varianza de 18.80%; siendo estos, los parámetros de más influencia en la estación, con un porcentaje de variación total de 92.85% (Fig. 25).

ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

El Análisis de Regresión Múltiple en la estación I, mostró a la profundidad, dureza y conductividad como los parámetros de mayor influencia sobre la abundancia con un R^2 de 78, y la dureza, temperatura y conductividad con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 82.40. (Tabla 5)

Para la estación II, presentó a la alcalinidad, pH, y conductividad, con mayor influencia sobre la abundancia con un R^2 de 54, y la transparencia, dureza y pH con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 45.77. (Tabla 5)

La estación III, presentó a la profundidad, temperatura y alcalinidad con mayor influencia sobre la abundancia con un R^2 de 58.30, y la temperatura, pH y dureza con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 74.44%. (Tabla 5)

A partir del ARM se obtuvieron las ecuaciones que representan los modelos de estimación para abundancia y biomasa en base a la influencia de los parámetros fisicoquímicos de las estaciones I, II y III durante todo el periodo de estudio.

La correlación lineal de Pearson entre los parámetros ambientales y los valores de abundancia y biomasa por estación presentaron relaciones iguales a las observadas en el ARM por lo que se decidió omitir los valores de correlación.

ECUACIONES DE LA ABUNDANCIA POR ESTACIÓN

En la estación I la ecuación obtenida presenta un R^2 de 78 entre la abundancia y los parámetros fisicoquímicos. (Fig. 26) (Tabla 5). Esta representada por:
$$ABUEST1 = -4684.36 - 821.702 \cdot PROEST1 + 308.138 \cdot TRAEST1 + 107.175 \cdot TEMEST1 + 251.028 \cdot PHEST1 - 1.39742 \cdot CONEST1 + 9.54736 \cdot DUREST1 + 1.3858 \cdot ALCEST1$$

En la estación II la ecuación obtenida presenta un R^2 de 54 entre la abundancia y los parámetros fisicoquímicos. El R^2 es bajo y la ecuación no representa adecuadamente el comportamiento observado con los valores originales, por lo que se omite la gráfica.

En la estación III la ecuación obtenida presenta un R^2 de 58.30% entre la abundancia y los parámetros fisicoquímicos. En esta estación el R^2 es bajo, por lo que se omite la gráfica.

ECUACIONES DE LA BIOMASA POR ESTACIÓN

En la estación I la ecuación obtenida presenta un R^2 de 82.40% entre la biomasa y los parámetros fisicoquímicos. (Fig. 27) (Tabla 5). La ecuación es:
$$\text{BIOEST1} = -389.455 + 52.1377 \cdot \text{PROEST1} - 138.974 \cdot \text{TRAEST1} + 24.1881 \cdot \text{TEMEST1} - 11.9559 \cdot \text{PHEST1} - 0.350827 \cdot \text{CONEST1} + 1.85942 \cdot \text{DUREST1} + 0.0922246 \cdot \text{ALCEST1}$$

En la estación II la ecuación obtenida presenta un R^2 de 45.77% entre la biomasa y los parámetros fisicoquímicos. El R^2 es demasiado bajo y la ecuación no representa adecuadamente el comportamiento observado con los valores originales, por lo que se omite la gráfica.

En la estación III la ecuación obtenida presenta un R^2 de 74.44% entre la biomasa y los parámetros fisicoquímicos. (Fig. 28). La ecuación es:
$$\text{BIOEST3} = -2.49457 - 99.8085 \cdot \text{PROEST3} + 24.5816 \cdot \text{TRAEST3} + 8.30528 \cdot \text{TEMEST3} - 20.2876 \cdot \text{PHEST3} + 0.00692277 \cdot \text{CONEST3} + 0.235404 \cdot \text{DUREST3} + 0.0243221 \cdot \text{ALCEST3}$$

DISCUSIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

En el caso de la temperatura observamos que el comportamiento es parecido en las 3 estaciones, los valores máximos para la estación I y III se presentaron en septiembre (25.3 y 23 °c respectivamente) y en la estación II en julio (23.9 °c) y mayo (22.5 °c). Las estaciones I, II y III presentaron sus valores mínimos en diciembre (19.4, 18.2 y 18.2 °c respectivamente). En el mes de septiembre la temperatura fue más intensa, además, en este mes, el nivel del agua cubre una mayor extensión de las zonas litorales, provocando que la radiación caliente más en estas zonas, elevando la temperatura. En diciembre, regularmente el agua tiende a disminuir su temperatura, esto se debe al cambio de estación que corresponde a temperaturas bajas (Wetzel, 1983). Esto explica que en los primeros meses, generalmente más cálidos (julio, agosto, septiembre), los valores de temperatura fueran más altos y los meses posteriores presentan una disminución gradual en la temperatura llegando a tomar valores mínimos en los meses de diciembre y enero, considerados como los mas fríos. En todos los casos, los valores de temperatura corresponden al tipo de clima Templado subhúmedo característico de la zona donde se encuentra ubicado el lago (García, 1988). De acuerdo con Rosas (1982) los intervalos de temperatura obtenidos corresponden a aguas templadas y propias para el desarrollo de la especie *Poecilia reticulata*.

La profundidad presenta variaciones a lo largo del año, los valores más bajos se presentaron en julio en la estación III con 0.11m y en la estación I con 0.2 m, aumentando gradualmente hasta octubre, este incremento en la profundidad se explica por la cantidad de lluvia que se presenta durante el verano (García, 1988). En noviembre disminuye tomando valores de 0.22 m en la estación I y 0.23 m estación II. A partir de febrero se observo un nuevo incremento en la profundidad alcanzando valores máximos en la estación I de marzo con 0.71 m. para disminuir en abril y mantenerse constante en mayo y junio, esto puede ser producto de la evaporación provocada por el aumento de temperatura que corresponde con la estación del año. Los cambios observados en la profundidad se deben a que la cantidad de agua bombeada por la planta de tratamiento "El Rosario" no es constante, además de que el agua es utilizada continuamente para regar las áreas verdes que rodean el lago, haciendo evidente que en la temporada cálida a partir del mes de marzo, se observa una disminución en la profundidad, a causa de un riego intensivo, necesario para conservar las áreas verdes en buen estado (Vega, Encargado del Laboratorio en la Planta de Tratamiento "El Rosario", *com. per.*).

La transparencia presentó valores constantes muy por debajo de 0.5 metros de profundidad, esta se relaciona con la dispersión de luz a causa de la gran concentración de materia orgánica en suspensión y compuesta principalmente de algas verdes, que en ocasiones puede llegar a cambiar la coloración del lago y por consiguiente la visibilidad dentro del mismo (Wetzel, *op cit*)., además, presenta una relación directa con la profundidad, ya que durante el periodo de lluvias en verano, ambas aumentaron hasta el mes de octubre en las tres estaciones, en noviembre la profundidad disminuye al igual que la transparencia, en los meses posteriores se presenta el mismo fenómeno, excepto en la estación I de abril, la profundidad disminuye drásticamente y la transparencia aumenta alcanzando el valor máximo (0.39m). Los valores de visibilidad pueden ser producto de la gran producción planctónica, considerada como deseable para un lago, pues favorece la producción y crecimiento de los peces (Arredondo, 1986). De acuerdo con Rosas, 1982, y con los resultados obtenidos, podemos clasificar el lago como de aguas turbias.

La alcalinidad registró en las tres estaciones valores altos en mayo (424, 470 y 494 mgCaCO_3/l respectivamente) y ligeramente más bajos en abril, indicando una actividad biológica intensa que se reflejó en los altos valores de temperatura, pues normalmente estos meses son los más cálidos, provocando que los procesos fotosintéticos fueran más intensos (Wetzel, 1983). Por el contrario, en junio presentó los valores más bajos en la estación I, II y III (165, 171 y 177 mgCaCO_3/l respectivamente). En este contexto, *Poecilia reticulata* tiene una preferencia por aguas de 200-300 mgCaCO_3/l . La dureza presentó concentraciones máximas en abril (294.29, 274.27 y 276.27 mgCaCO_3/l respectivamente) y mínimas en noviembre (140.14, 146.14 y 150.15 mgCaCO_3/l respectivamente), con estos valores, y según Vallentyne, (1978) podemos clasificar estas aguas como duras, porque contiene apreciables concentraciones de sales de calcio y magnesio. La dureza juega un papel importante en la productividad de los cuerpos de agua continentales; La dureza se relaciona con la alcalinidad porque los aniones de alcalinidad (CO_3^- , OH^- , HCO_3^-) y los cationes de 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 Na^{++} y K^{++} , más que al Ca^{++} y Mg^{++} (Arredondo, 1986).

El pH fue constante en casi todos los meses, los valores máximos se presentaron en agosto (10, 10.1 y 10.1) y en diciembre los valores más bajos (7, 8.5 y 8.2), sin embargo las aguas se pueden clasificar como aguas alcalinas (Wetzel, *op cit*) debido a la presencia de carbonatos en gran cantidad (Margalef, 1995). Scott (1987) menciona que los peces vivíparos aceptan un intervalo de pH 7.2 a 7.5 pero toleran algunas variaciones. Estos valores son aceptables para el crecimiento del guppy (Rosas, *op cit*).

La conductividad presentó sus valores más altos en abril, en las tres estaciones (1548, 1571 y 1475 $\mu\text{mhos/cm}$), seguido de mayo, con valores ligeramente más bajos. Por el contrario, los valores mínimos se presentaron en agosto (817, 859, 818 $\mu\text{mhos/cm}$) y noviembre con cantidades muy aproximadas. Estos indican una mayor concentración de iones, este parámetro, presentó un comportamiento similar al de la profundidad, ya que también incrementaron su valor en este mes. Este parámetro se ve afectado por las lluvias (Solano, 2002), pues al aumentar el volumen de agua, la cantidad de sales calcio y carbonatos es diluida, en el presente estudio, los meses correspondientes a temporada de lluvias (junio, julio, agosto, septiembre) presentan una disminución en la conductividad. La conductividad normal de un cuerpo de agua dulce fluctúa entre 50 y 500 $\mu\text{mhos/cm}$, lo que indica que el Lago Tezozomoc, presenta una gran cantidad de materia orgánica, considerándose un sistema altamente productivo (Botello, 2002).

RELACIÓN PESO – LONGITUD

El factor de condición fue mayor en marzo (0.0003) ya que la estación I presentó un porcentaje alto de hembras grávidas y machos maduros, siendo el desarrollo gonadal de las hembras grávidas el principal elemento que afecta el factor de condición (Solano, 2002).

En los meses de julio, agosto y octubre, el factor de condición es bajo, debido a que la cantidad de alimento disponible disminuye y la poca presencia de hembras grávidas. El factor de condición es mas o menos constante de diciembre a mayo, esto se debe a que se da una disminución de organismos maduros y aumenta la cantidad de hembras grávidas, que no son muy abundantes pero se refleja la influencia del desarrollo gonadal (Wootton, 1990). Otro factor que influye en el factor de condición es la cantidad de alimento disponible, que puede ser alta en los meses cálidos por el aumento del plancton favorecido por las condiciones ambientales del sistema, principalmente la temperatura y el oxígeno (Solano, 2002).

TIPO DE CRECIMIENTO

En septiembre, noviembre y junio, el tipo de crecimiento observado fue isométrico, al considerar las tallas presentes en estos meses se observa que en la mayoría de los casos, son organismos delgados y las partes del cuerpo mantienen sus proporciones relativas tanto en longitud como en peso, además, el factor de condición observado en estos meses es bajo. De acuerdo con Wetzel (1981), menciona que los picos máximos de recurso alimenticio de especies ícticas se lleva a cabo durante primavera y verano, y por el contrario, (Aguilar, 1993) sugiere que la ausencia de este recurso en otoño e invierno en este tipo de sistemas sea una causa para que el factor de condición sea bajo.

En los meses restantes, el tipo de crecimiento fue alométrico, de acuerdo con Botello, (2002) y Solano, lo cuál indica que el ritmo de crecimiento es diferente tanto en peso como en longitud; en la primavera se presentaron los valores máximos del factor de condición, que representa mayor disponibilidad de alimento.

CLASES DE EDAD

Las 4 clases de edad obtenidas representan la mayoría de tallas durante el periodo de estudio, el intervalo de tallas utilizado en el presente trabajo, incluyó desde organismos juveniles de *Poecilia reticulata* con escasa edad (12-13.8 mm), hasta adultos con tallas adultas (44.3- 46.1mm). Las tallas de *Poecilia reticulata* menores a 20 mm fueron más abundantes que las tallas posteriores, probablemente a causa de la capacidad reproductora de los organismos pues las hembras de esta talla pueden tener un promedio de 33 embriones (Solano, *op cit*), aunado a que la proporción sexual de hembras es de 4:1 que provoca mayor abundancia de organismos de tallas pequeñas (Botello, 2002).

LONGITUD MAXIMA

El modelo de Ford-Walford representa adecuadamente el valor de longitud máxima (61.55 mm) de *Poecilia reticulata* en el Lago Tezozomoc. El método de Von Bertalanffy comprueba que este valor es aproximado a los obtenidos en el crecimiento de poblaciones de *Poecilia reticulata* en condiciones naturales (60 mm) (Álvarez del Villar, 1970).

La velocidad de crecimiento en longitud para la especie, es relativamente acelerado en las cuatro o cinco primeras edades, y disminuye en las edades adultas debido a que los individuos realizan mayor gasto energético en procesos diferentes a su desarrollo, como la reproducción y el mantenimiento de cuerpos cada vez mayores (Solano, 2002).

La tasa de crecimiento de *Poecilia reticulata* obtenida ($k=-0.2987$) es muy aproximada a la obtenida por Gómez, *et al.*, en 1999, con el Poecilido *Heterandria bimaculata* con una tasa de 0.2618 en hembras y 0.3579 en machos.

El modelo de crecimiento descrito debe considerarse como un diagnóstico del comportamiento de la población en vista de que es una representación global de la misma; si tomamos en cuenta que las hembras por lo general alcanzan tallas mayores que los machos, y que ambos sexos crecen a velocidades similares durante los primeros meses de vida (Chávez y Chávez, 1976), pero en forma retardada posteriormente; los modelos de crecimiento propuestos describen la población conjunta de machos y hembras, por lo que es conveniente realizar cálculos por separado, lo cual pudiera dar valores ligeramente diferentes.

ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El ACP presentó un comportamiento similar entre los parámetros fisicoquímicos evaluados en las estaciones I, II y III. Presentó a la alcalinidad como el componente principal más importante que determinó la dinámica del sistema, con una variación de 63.96%, 69.51% y 74.04% respectivamente, seguido por la conductividad con una variación de 21.99%, 20.25% y 18.80% respectivamente. La variación total en las estaciones I, II y III aportada por estos dos componentes fue de 85.95%, 89.77% y 92.85%.

La alcalinidad fue el primer componente principal y junto con la conductividad influyeron en la dinámica del sistema. La conductividad y dureza formaron un grupo que los separa del resto y se caracterizan por ser de tipo conservativo, dicho de otra manera, las variaciones en las concentraciones de estos parámetros se llevan a cabo lentamente y requieren de periodos más prolongados de tiempo.

Por una parte, la alcalinidad y la dureza son sales; la concentración de bicarbonatos (HCO_3) y carbonatos (CO_3) se presenta en función de la cantidad de CO_2 en el cuerpo de agua, pues al aumentar el CO_2 su concentración, provoca que el pH se vuelva más ácido, afectando a los peces provocándoles la muerte, si la concentración de CO_2 disminuye (por fotosíntesis del fitoplancton) aumenta el pH, y la concentración de oxígeno, carbonatos y bicarbonatos, manteniendo el pH por arriba de 8.34 alcalino. La dureza se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua y se relaciona con la alcalinidad porque los aniones de alcalinidad y los cationes de dureza, se derivan normalmente de carbonatos minerales. La conductividad explica su relación porque los iones presentes en el agua, hacen que varíe la capacidad de conducir electricidad, y puede cambiar de acuerdo a la concentración de sales disueltas en el medio, la presencia de iones carbonatados y solutos en gran cantidad presentes en el agua, mantienen los valores de conductividad elevados en casi todo el periodo de estudio (Contreras, *et al*, 2001). Este parámetro nos permite estimar el grado de mineralización del sistema. (Arredondo, *op cit*).

De igual forma, se observa un agrupamiento entre la temperatura, la transparencia y la profundidad, los 2 primeros son parámetros no conservativos y presentan variaciones en un ciclo de 24 horas, estos parámetros se relacionan entre sí ya que la cantidad de radiación que penetra en el cuerpo de agua va a disminuir si la concentración de materia orgánica aumenta, provocando que el fitoplancton reciba menos radiación y por lo tanto disminuya la producción de O_2 . La profundidad y la transparencia presentan una relación directa pues al aumentar la profundidad, disminuye la transparencia, y viceversa (Arzate, 2002).

ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

ABUNDANCIA

El Análisis de Regresión Múltiple en la estación I, mostró a la profundidad, dureza y conductividad como los parámetros de mayor influencia sobre la abundancia con un R^2 de 78; en el mes de julio se presenta la mayor cantidad de organismos (1483) seguido de agosto (1256) y la profundidad en estos meses es la más baja (0.2 y 0.23 m respectivamente) al disminuir la cantidad de agua, la cantidad de sales disueltas y fitoplancton se concentran, provocando que la visibilidad disminuya, y es considerada como deseable para un lago, pues favorece la producción y crecimiento de peces, además, este tipo de peces tienen preferencia por las zonas litorales del cuerpo de agua (Arredondo, 1986). En noviembre y diciembre se presentan la menor cantidad de organismos (17 y 18) en el primer caso, disminuyen la profundidad y la dureza, que en conjunto con la conductividad provocan un decremento en la productividad del sistema. En los meses posteriores a enero se observa un aumento en la dureza y un aumento en la conductividad, al mismo tiempo que la temperatura presenta un comportamiento ascendente, que en conjunto promueve que la abundancia incremente (Arredondo, *op cit*).

Las estaciones II y III presentan un R^2 bajo (54 y 58.30) por lo que el modelo obtenido no representa adecuadamente el comportamiento observado ya que por lo menos se espera un R^2 de 80 para poder realizar predicciones con un grado de confianza aceptable (Sokal y Rohlf, 1995).

BIOMASA

Para el caso de la biomasa de *Poecilia reticulata* en la estación I, el ARM presentó a la dureza, temperatura y conductividad con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 82.40. La menor biomasa se presentó en los meses de noviembre a febrero, esto se debe a que la temperatura invernal característica de la época reduce el metabolismo de los organismos (Arzate, 2002) y permanecen en un estado de letargo cuando las temperaturas son frías. De igual manera el decremento en las concentraciones de sales (dureza) y de iones (conductividad) en el agua indican un sistema pobre en cuanto a producción primaria que se refleja en la cantidad de alimento disponible. Por el contrario, en los meses de agosto y marzo, corresponden a temperaturas cálidas, el metabolismo de los organismos aumenta y se presenta una disminución en la transparencia que indica una mayor cantidad de materia orgánica considerada como mayor disponibilidad de alimento. (Arredondo, 1986).

En la estación II, el ARM presentó a la transparencia, dureza y pH con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 45.77, demasiado bajo para utilizarlo como modelo de predicción.

En la estación III, el ARM presentó a la temperatura, pH y dureza con mayor efecto en la biomasa con un R^2 de 74.44. La menor cantidad de biomasa se observó en todo el año excepto en abril y mayo. La temperatura en esta estación es más baja que la estación I y II, la temperatura presenta una disminución de octubre a febrero, en estas condiciones, las bajas temperaturas, provocan una disminución en la biomasa de *Poecilia reticulata*, ya que el metabolismo se reduce; así como también la cantidad de alimento, al haber menos materia orgánica en el agua, la transparencia aumenta (Arzate, 2002). Para los meses de abril y mayo, la temperatura aumenta, la época del año corresponde a temperaturas cálidas, periodo en que se incrementa la cantidad de alimento, además de que el metabolismo del guppy se acelera, por lo que tiene que consumir más alimento (Arzate, *op cit*).

CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos del agua obtenidos en el Lago Tezozomoc, indican que corresponden a aguas templadas, duras, productivas y alcalinas.

Los parámetros fisicoquímicos registrados permiten el desarrollo de la especie *Poecilia reticulata*.

El mayor factor de condición para *Poecilia reticulata* se presentó en marzo.

El tipo de crecimiento observado en la especie *Poecilia reticulata* es alométrico.

Se obtuvieron 4 clases de edad durante el periodo de estudio con una longitud promedio de 17.34 mm, 28.24 mm, 37.67 mm y 43.3 mm respectivamente.

La longitud máxima estimada para *Poecilia reticulata* en el Lago del Parque Tezozomoc es de 61.55 mm.

La tasa de crecimiento observada en *Poecilia reticulata* es de 0.2987.

El ACP aplicado demostró que los parámetros fisicoquímicos que determinaron la dinámica del sistema en las estaciones I, II, y III fueron la alcalinidad, y la conductividad.

El ARM indica que los parámetros que presentaron mayor relación con la abundancia de *Poecilia reticulata* en la estación I fueron la profundidad y la dureza. En la estación II, la alcalinidad y el pH. En la estación III la profundidad y la temperatura.

En el caso de la biomasa de *Poecilia reticulata* los parámetros con mayor influencia fueron, para la estación I, la dureza y la temperatura. En la estación II la transparencia y la dureza. En la estación III, la temperatura y el pH.

ANEXO I

Fig. 1 Se presenta un organismo silvestre de la especie *Poecilia reticulata*, en el macho se observa que la aleta anal se desarrolla como una estructura de reproducción llamado gonopodio.



Fig. 2 Se presenta el dimorfismo sexual característico en la especie *Poecilia reticulata*, los machos presentan coloraciones iridiscetes, menor tamaño (3.5 cm) y gonopodio; las hembras colores opacos, además son más grandes (6 cm).

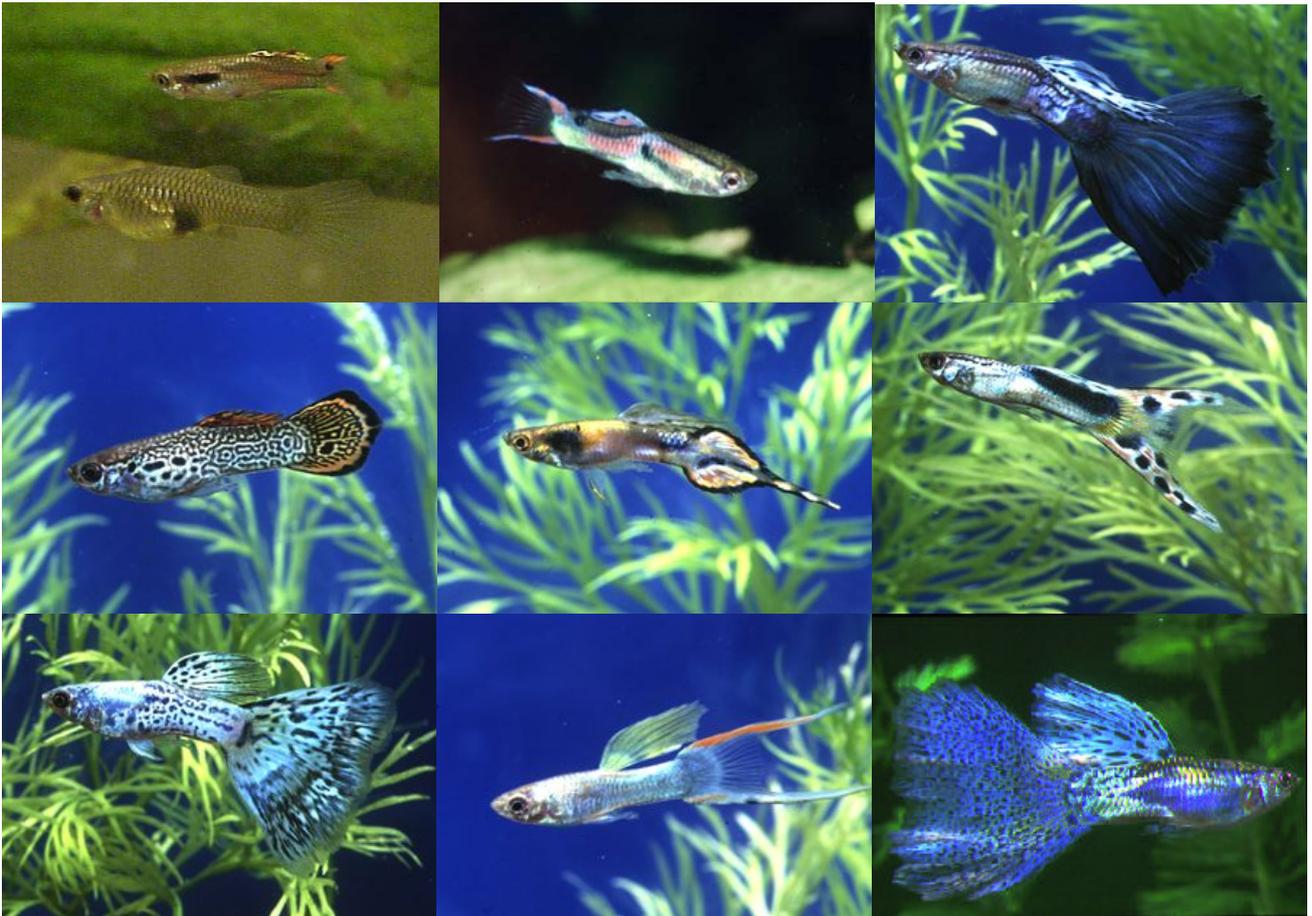


Fig. 3 Algunos ejemplos que resultan de la hibridación sexual, con la especie silvestre *Poecilia reticulata* (Primera foto con hembra y macho), En acuariofilia el macho es muy cotizado ya que se obtienen variedades más vistosas.



Fig. 4 Distribución de la especie la especie *Poecilia reticulata*, nativa de Brasil e introducida en muchos cuerpos de aguas tropicales.

UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

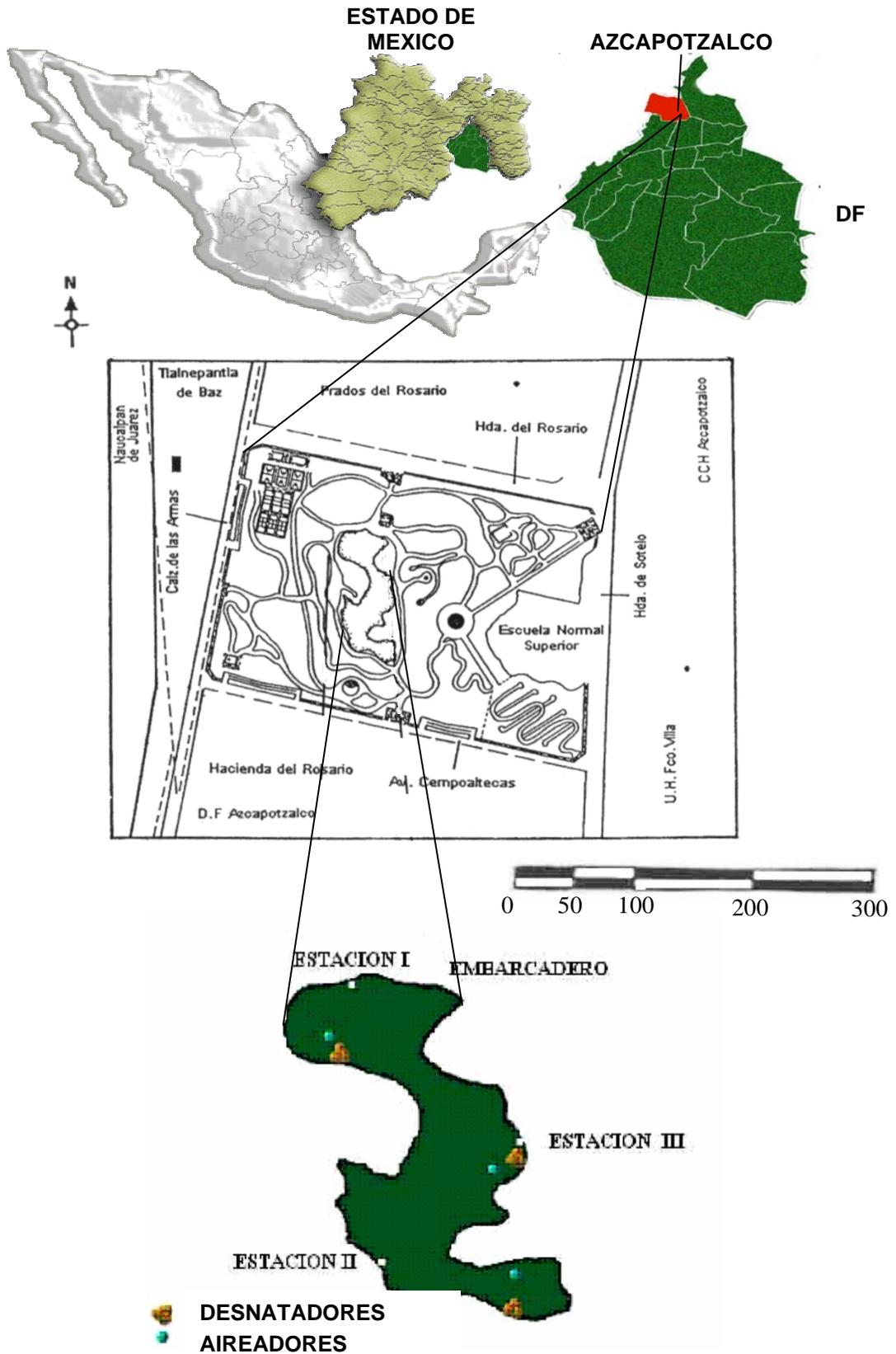


Fig. 5 Ubicación del Lago Tezozomoc, en la Delegación Azcapotzalco, D.F.: así como de las estaciones en las que se realizaron los muestreos correspondientes de julio del 2000 a junio del 2001.



Fig. 6 Ubicación de la Estación 1, dentro del Lago Tezozomoc, en la Delegación Azcapotzalco, D.F., en la que se realizaron los muestreos correspondientes de julio del 2000 a junio del 2001.



Fig. 7 Ubicación de la Estación 2, dentro del Lago Tezozomoc, en la Delegación Azcapotzalco, D.F., en la que se realizaron los muestreos correspondientes de julio del 2000 a junio del 2001.



Fig. 8 Ubicación de la Estación 3, dentro del Lago Tezozomoc, en la Delegación Azcapotzalco, D.F., en la que se realizaron los muestreos correspondientes de julio del 2000 a junio del 2001.

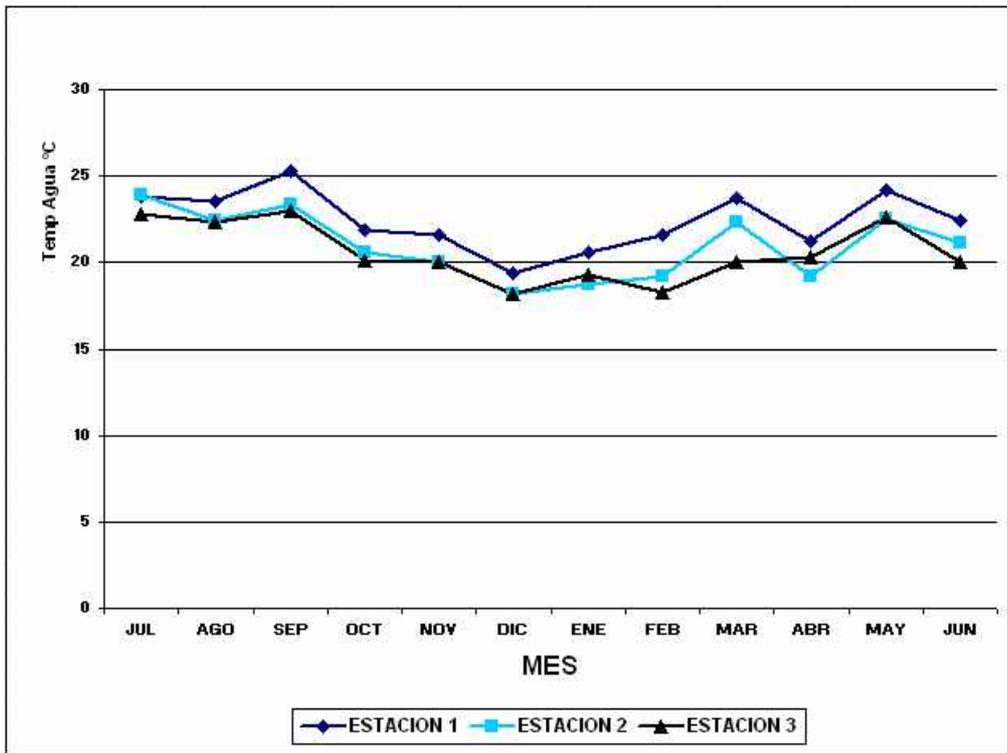


Fig. 9 Temperatura (°C) observada mensualmente por estación en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001

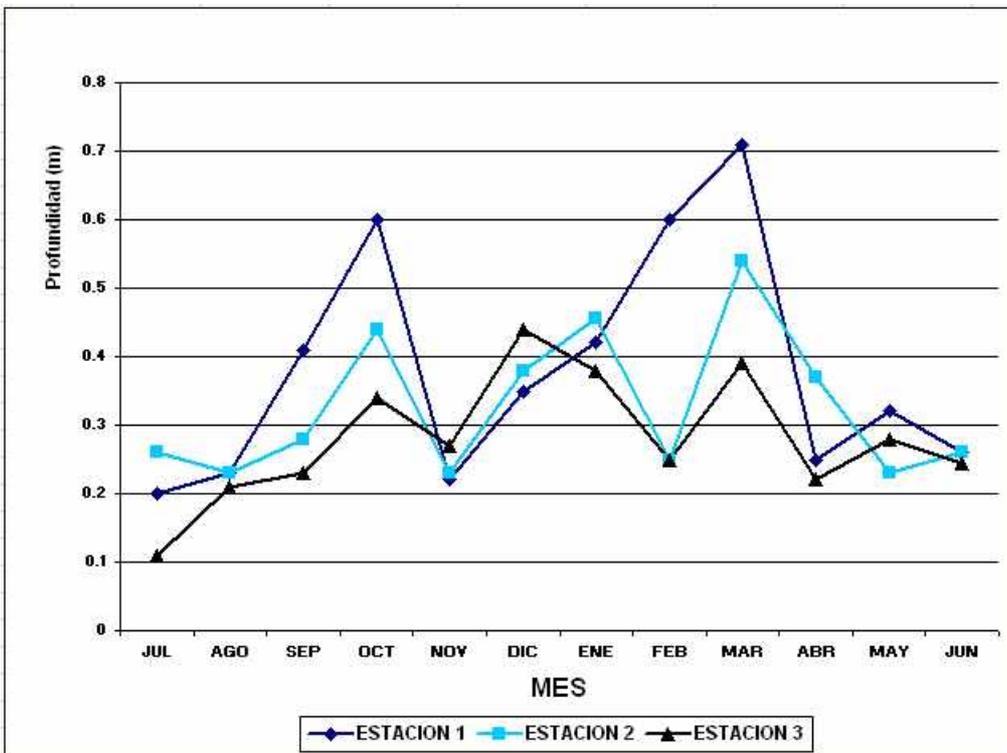


Fig. 10 Profundidad (m) observada mensualmente por estación, en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

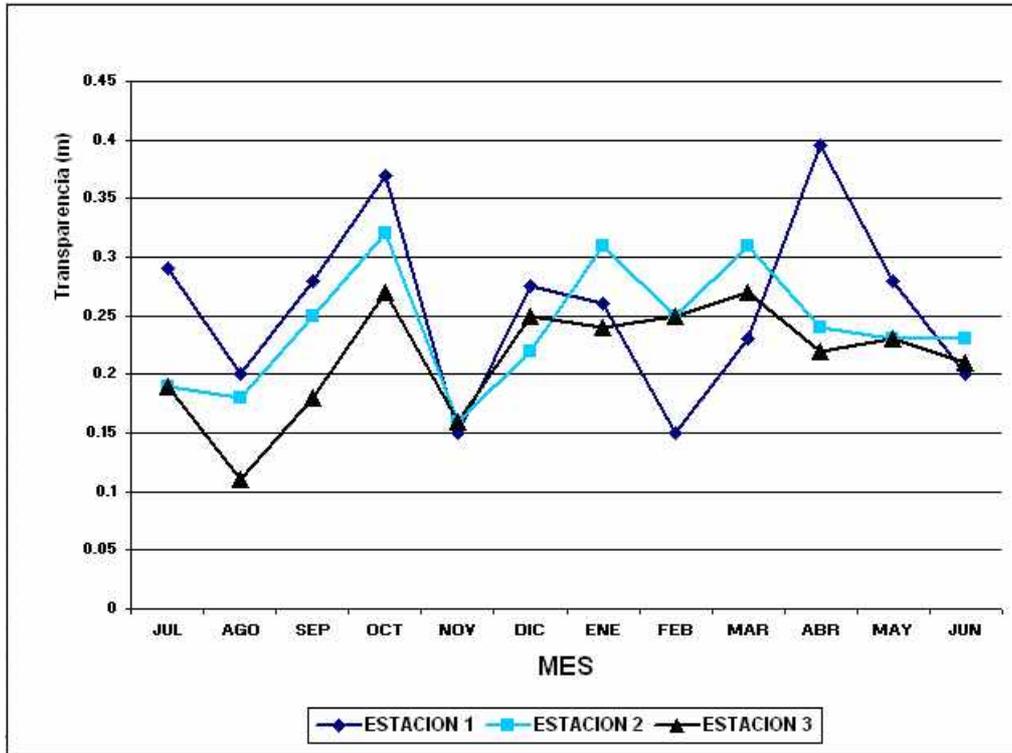


Fig. 11 Transparencia (m) observada mensualmente por estación, en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

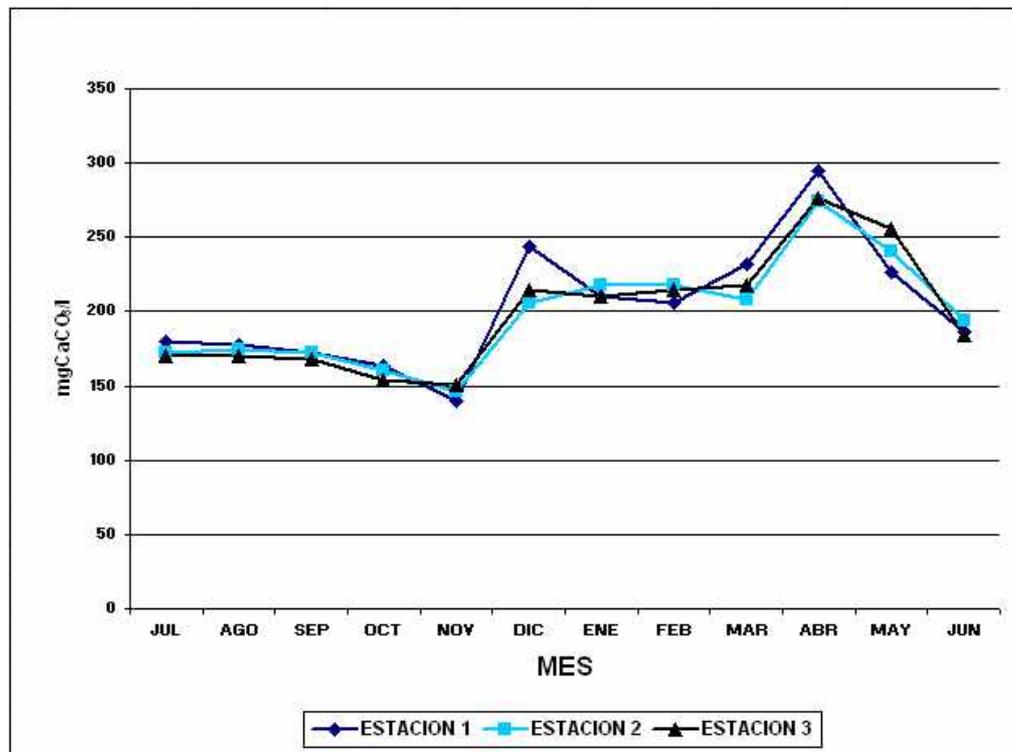


Fig. 12 Dureza (mgCaCO₃/l) observada mensualmente por estación en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

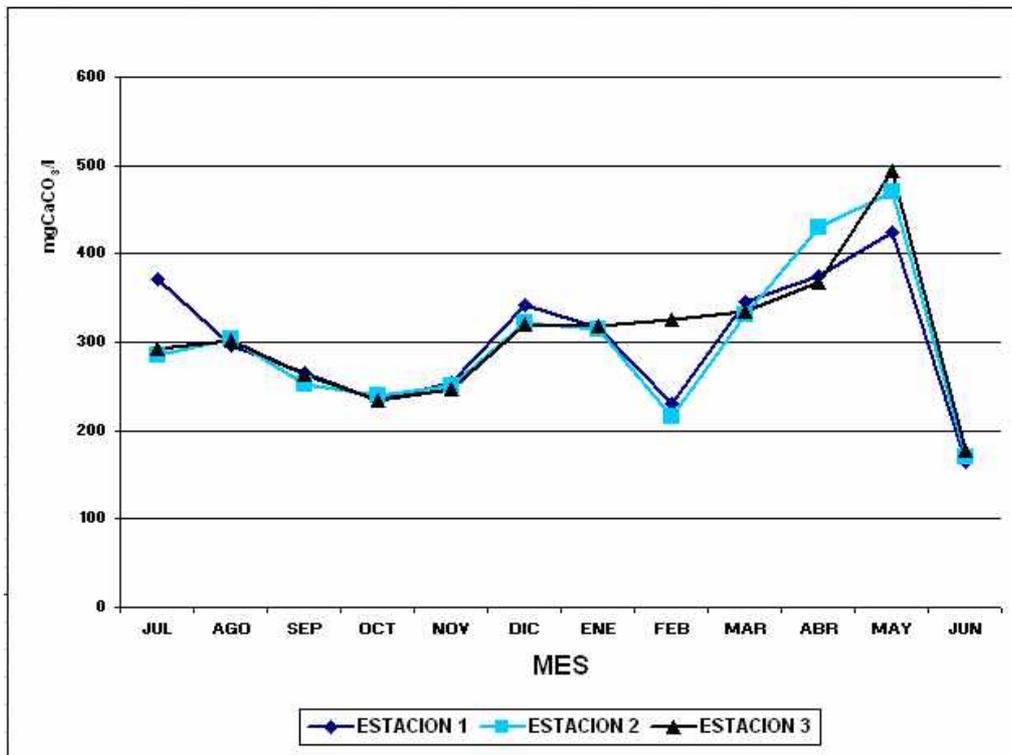


Fig. 13 Alcalinidad (mgCaCO₃/l) observada mensualmente por estación en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

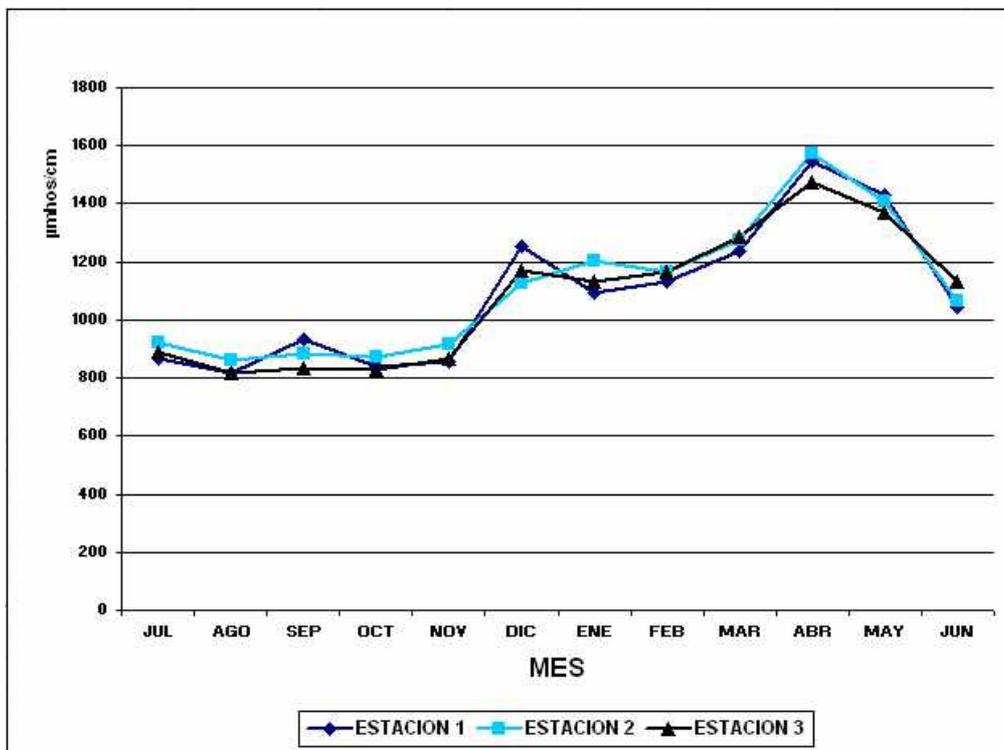


Fig. 14 Conductividad (µmhos/cm) observada mensualmente por estación en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

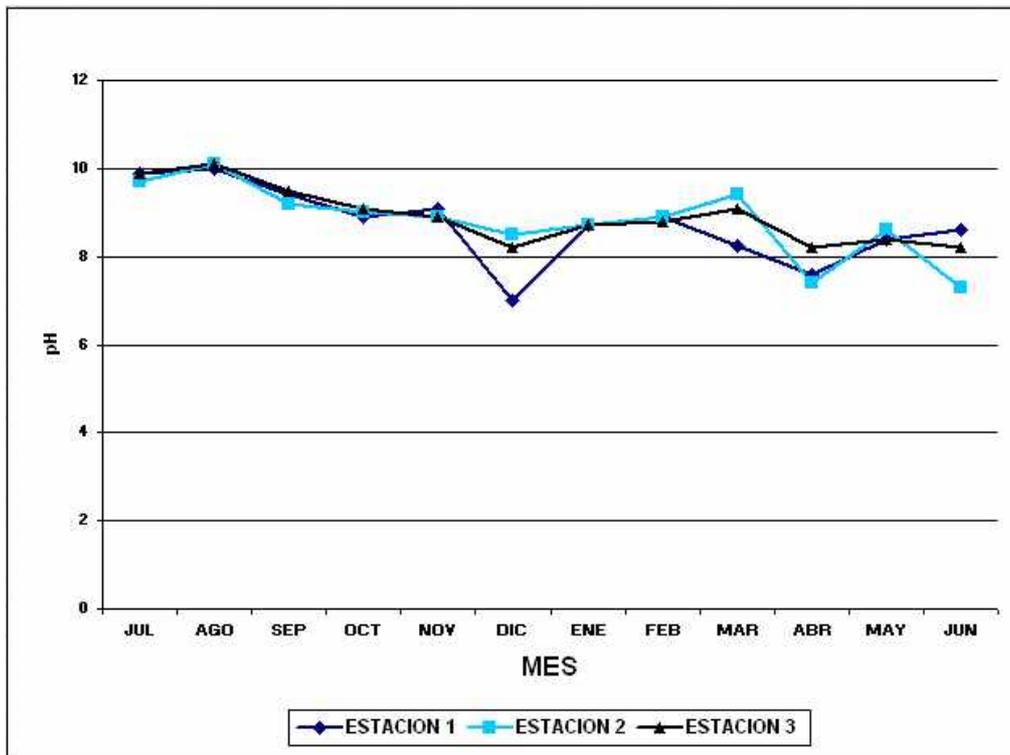


Fig. 15 pH observado mensualmente por estación en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

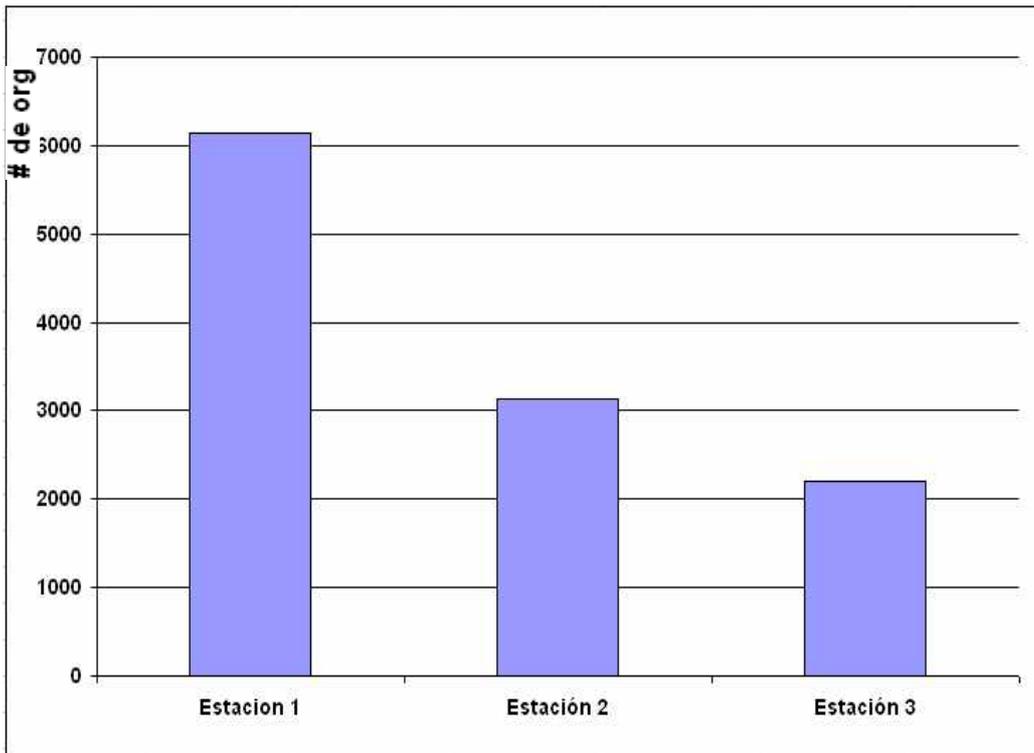


Fig. 16 Abundancia de *Poecilia reticulata* por estación en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

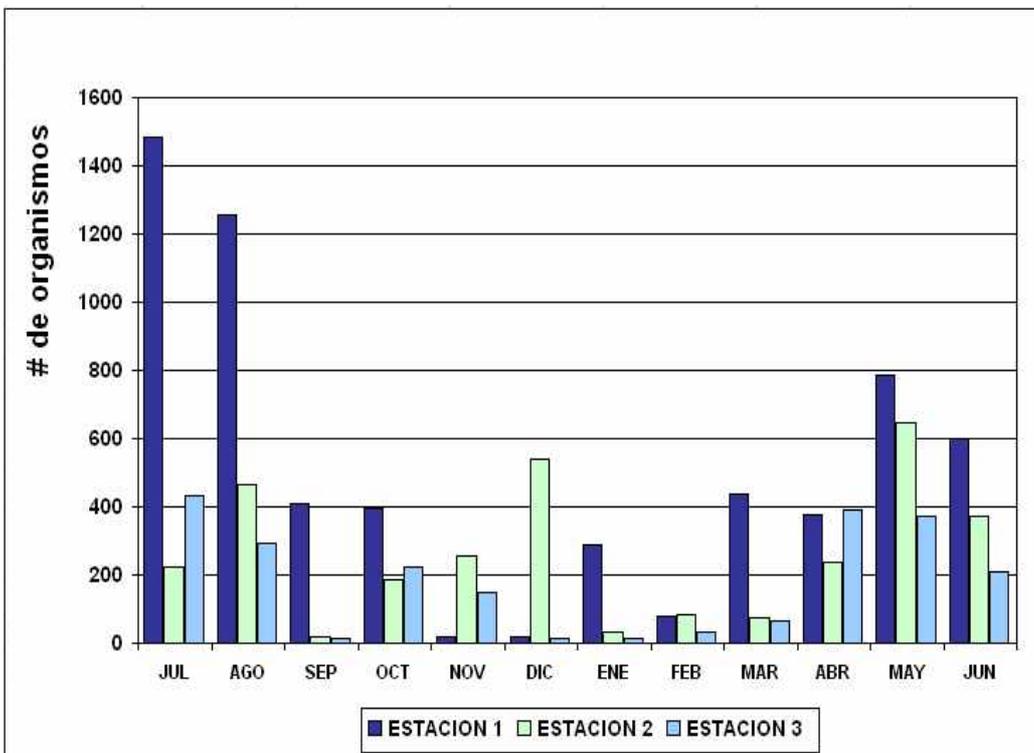


Fig. 17 Abundancia de *Poecilia reticulata* obtenida mensualmente y por estación en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

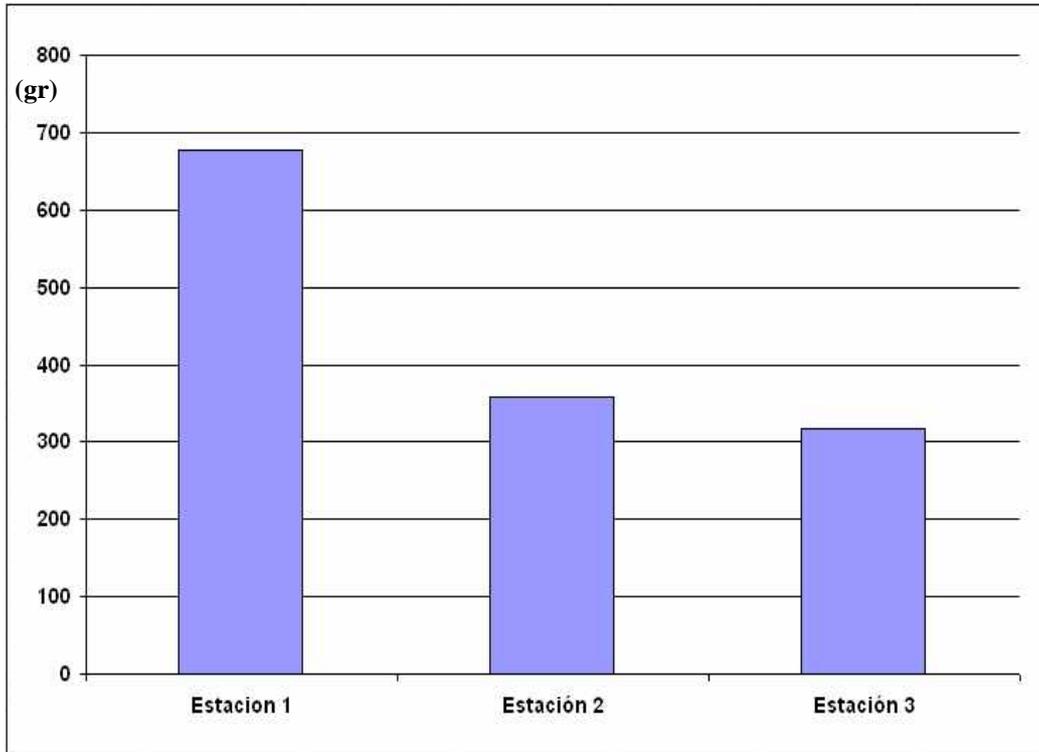


Fig. 18 Biomasa de la especie *Poecilia reticulata* por estación en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001

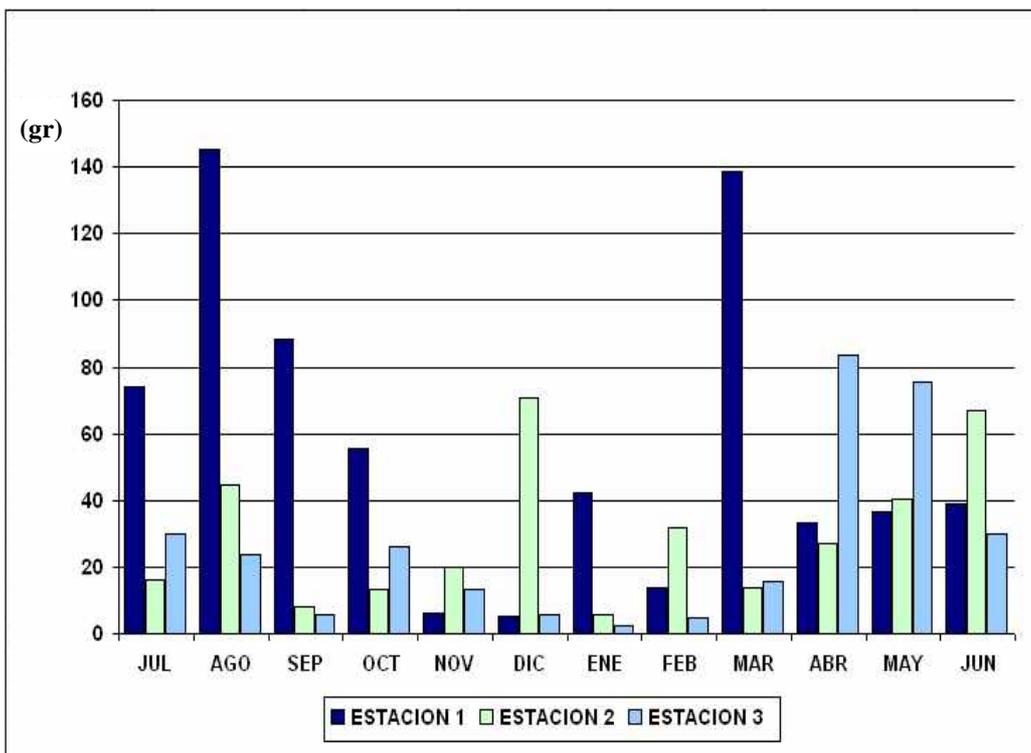


Fig. 19 Biomasa de la especie *Poecilia reticulata* obtenida mensualmente y por estación en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

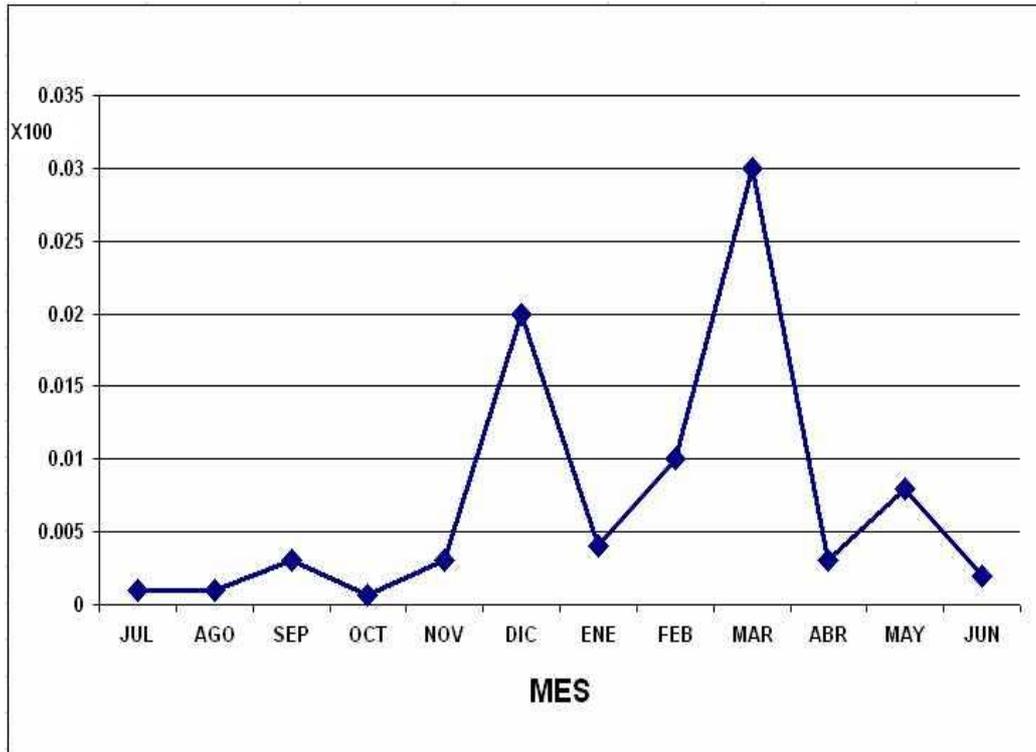


Fig. 20 Factor de condición (X100) observado mensualmente en la especie *Poecilia reticulata*, en el Lago del Parque Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001.

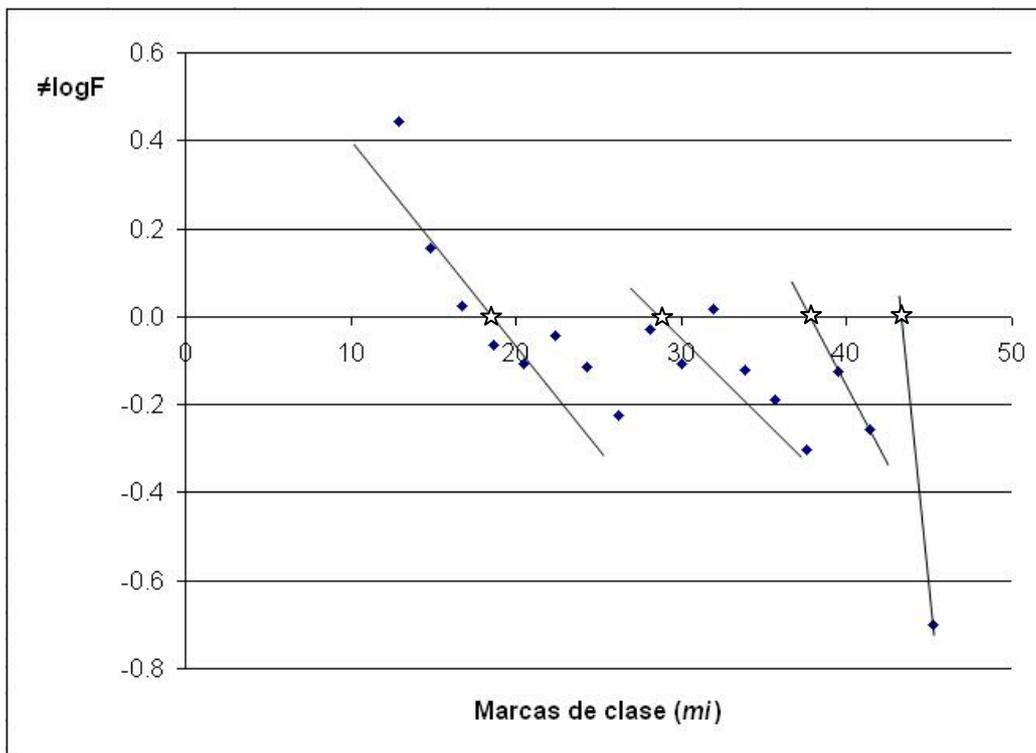


Fig. 21 Clases de edad presentes en la especie *Poecilia reticulata* durante julio del 2000 a junio del 2001.

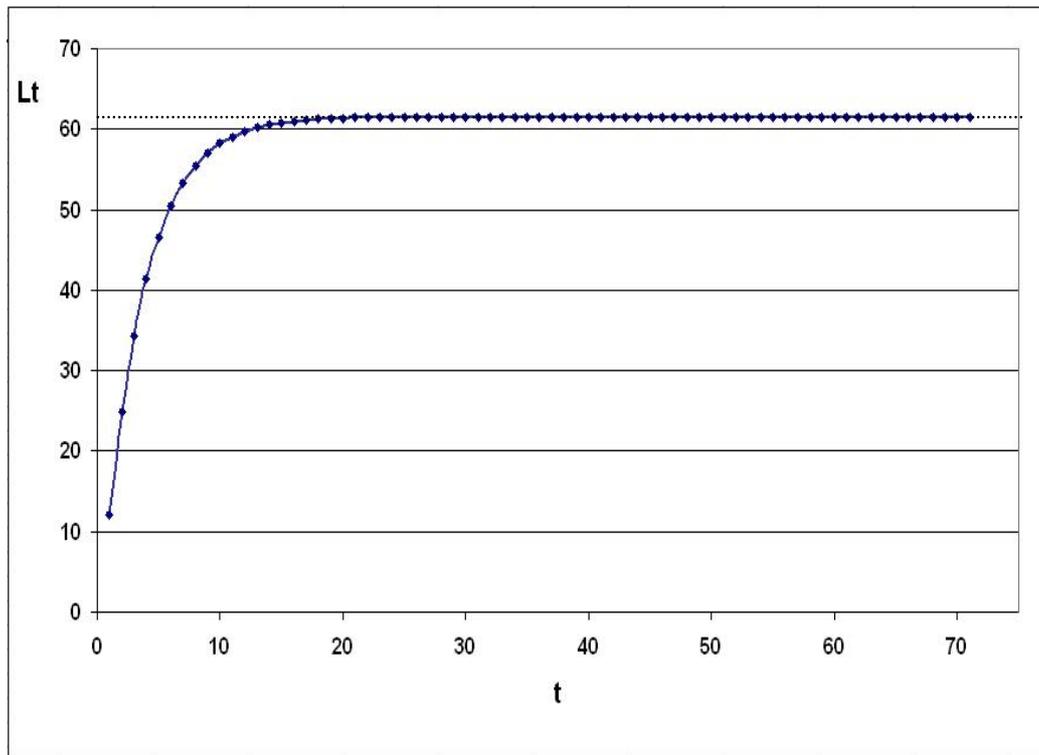


Fig. 22 Velocidad de Crecimiento observado mediante la formula de Von Bertalanffy en la especie *Poecilia reticulata* durante julio del 2000 a junio del 2001. expresada de la siguiente manera: $Lt = 61.55 * (1 - e^{-0.2987(t - 0.2686)})$

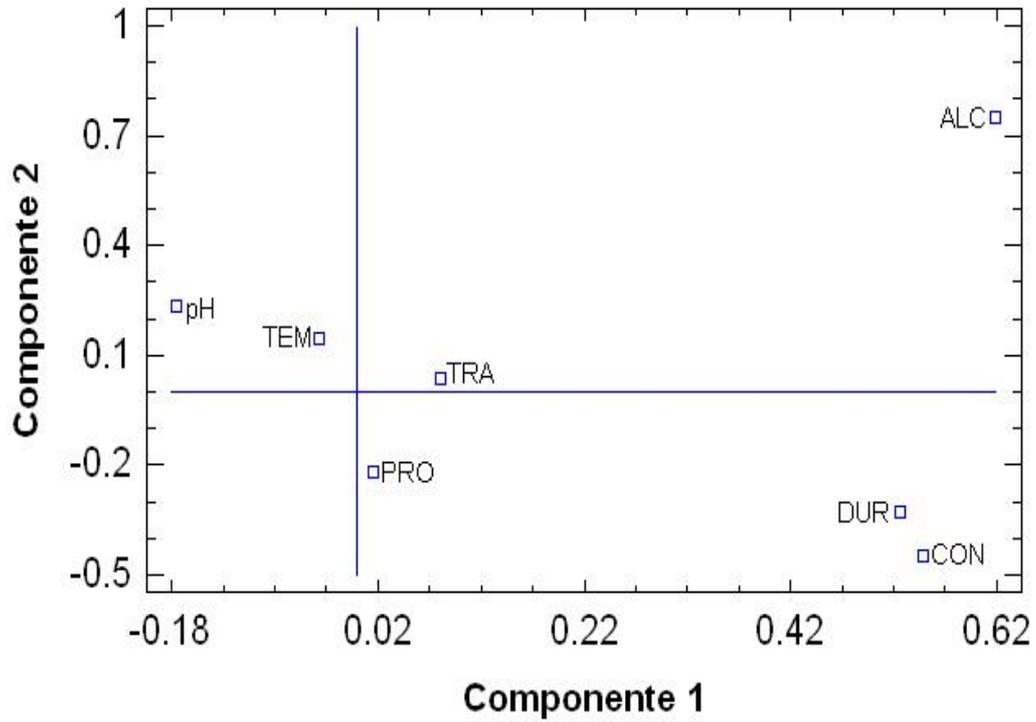


Fig. 23 Análisis de Componentes Principales entre los parámetros fisicoquímicos de la estación I obtenida en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001, en donde ALC = Alcalinidad, DUR = Dureza, CON = Conductividad, TRA = Transparencia, PRO = Profundidad, TEM = Temperatura, pH = pH.

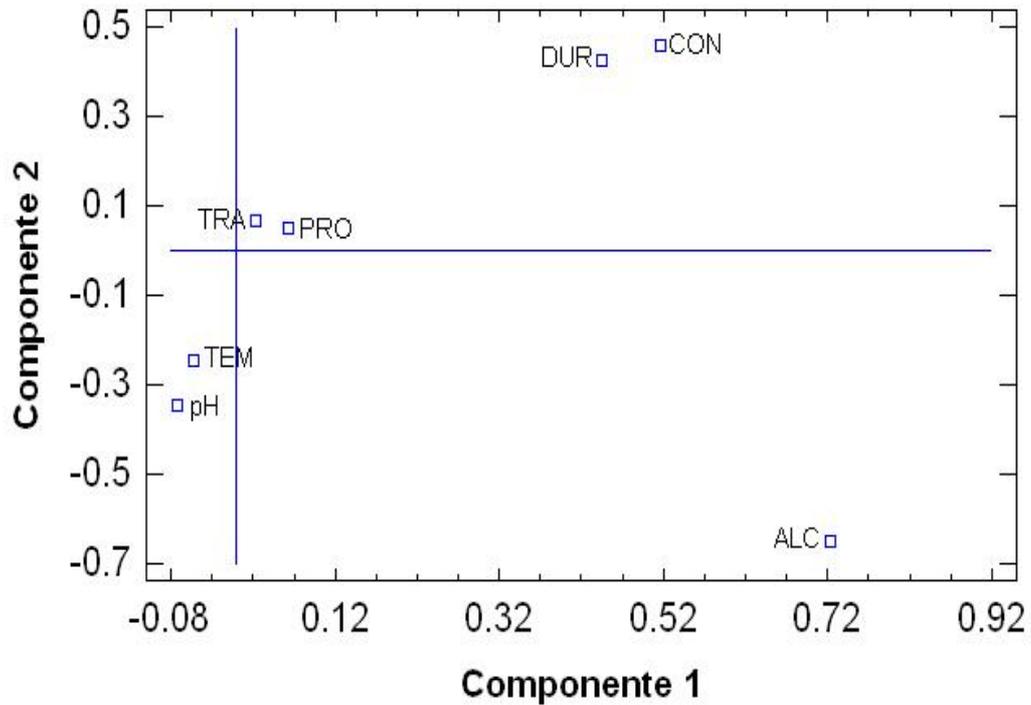


Fig. 24 Análisis de Componentes Principales entre los parámetros fisicoquímicos de la estación II, en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001, en donde ALC = Alcalinidad, DUR = Dureza, CON = Conductividad, TRA = Transparencia, PRO = Profundidad, TEM = Temperatura, pH = pH.

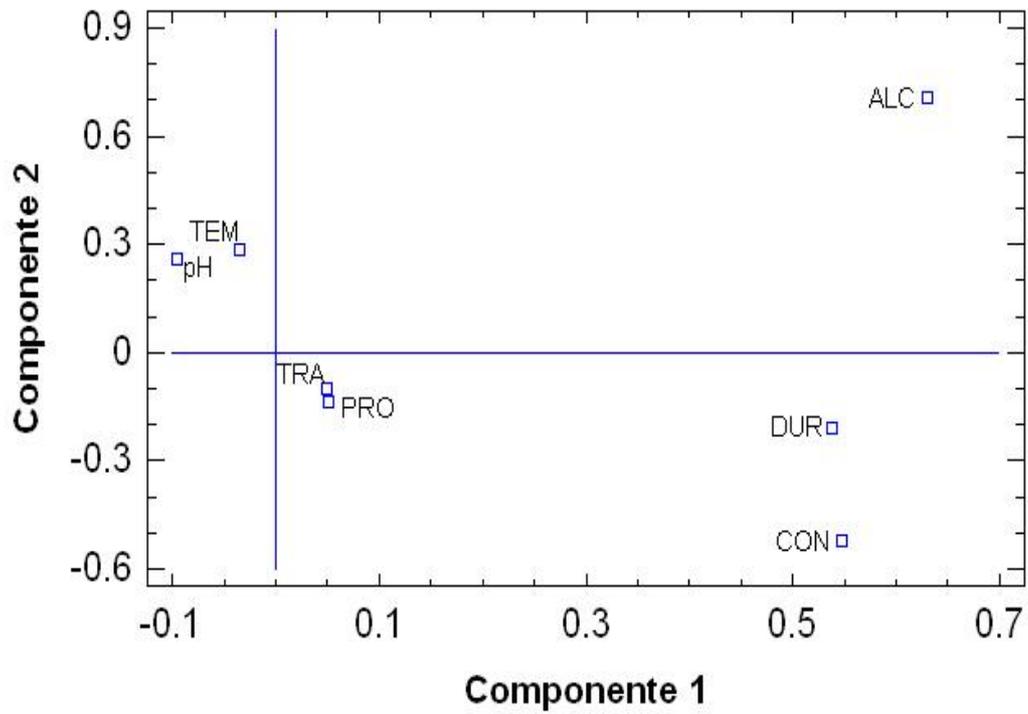


Fig. 25 Análisis de Componentes Principales entre los parámetros fisicoquímicos de la estación III, en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001, en donde ALC = Alcalinidad, DUR = Dureza, CON = Conductividad, TRA = Transparencia, PRO = Profundidad, TEM = Temperatura, pH = pH.

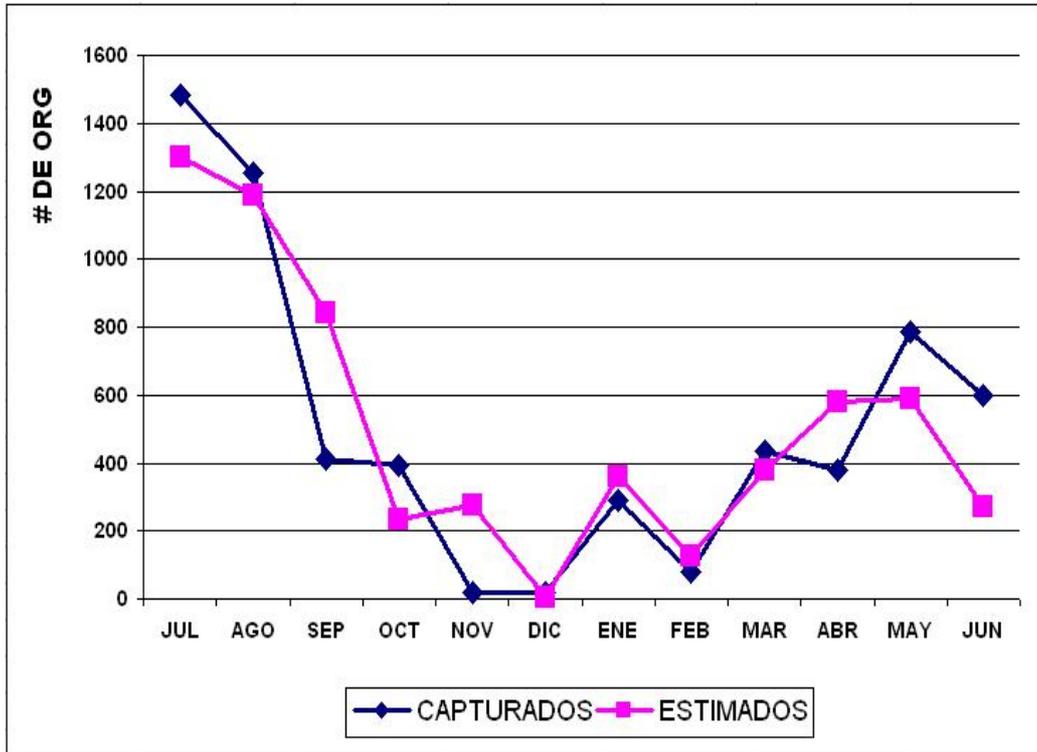


Fig. 26 Número de organismos de la especie *Poecilia reticulata* capturados mensualmente y estimados a través del Análisis de Regresión Múltiple en la estación I, representados mediante la ecuación:
 $ABUEST1 = -4684.36 - 821.702*PROEST1 + 308.138*TRAEST1 + 107.175*TEMEST1 + 251.028*PHEST1 - 1.39742*CONEST1 + 9.54736*DUREST1 + 1.3858*ALCEST1$

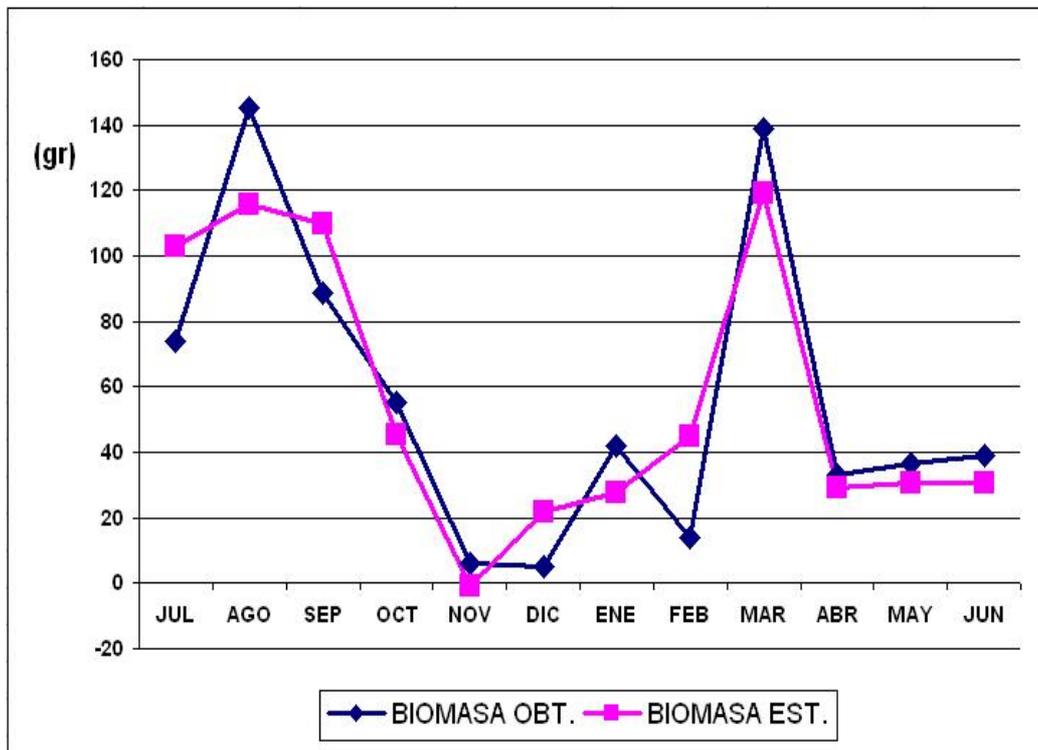


Fig. 27 Biomasa en (gr) obtenida mensualmente de la especie *Poecilia reticulata*, así como la estimada a través del Análisis de Regresión Múltiple en la estación I, mediante la ecuación:

$$BIOEST1 = -389.455 + 52.1377*PROEST1 - 138.974*TRAEST1 + 24.1881*TEMEST1 - 11.9559*PHEST1 - 0.350827*CONEST1 + 1.85942*DUREST1 + 0.0922246*ALCEST1$$

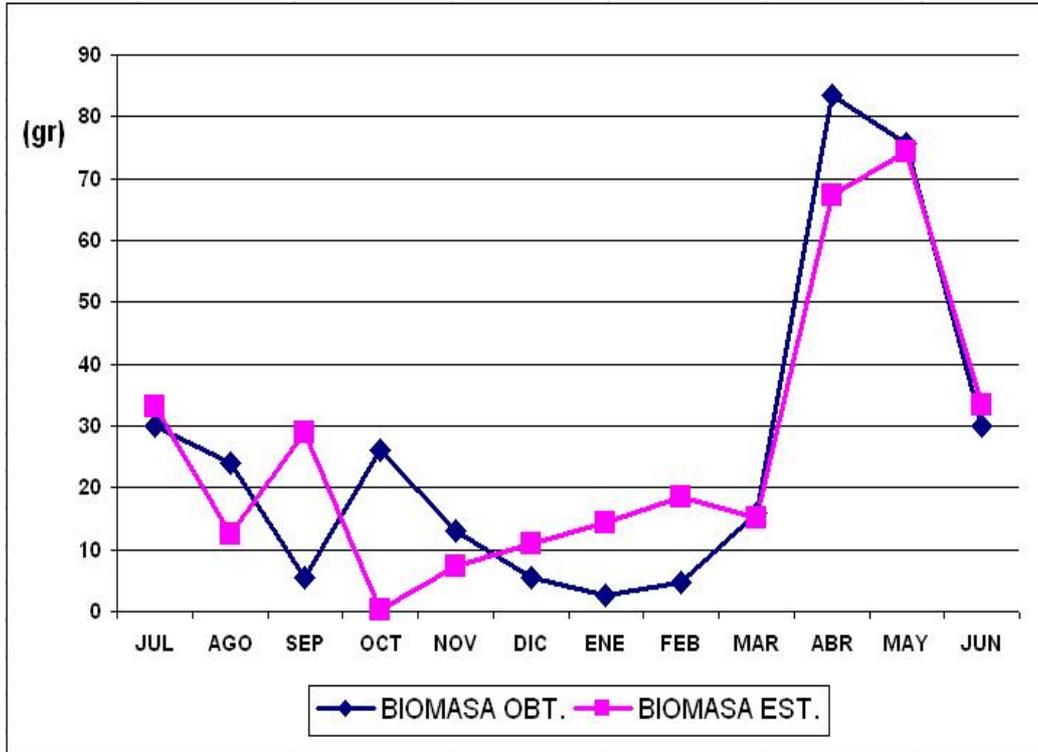


Fig. 28 Biomasa en (gr) obtenida mensualmente de la especie *Poecilia reticulata*, así como la estimada a través del Análisis de Regresión Múltiple en la estación III, durante mediante la ecuación:

$$BIOEST3 = -2.49457 - 99.8085*PROEST3 + 24.5816*TRAEST3 + 8.30528*TEMEST3 - 20.2876*PHEST3 + 0.00692277*CONEST3 + 0.235404*DUREST3 + 0.0243221*ALCEST3$$

ANEXO II

AÑO	CLASIFICADOR	NOMBRE CIENTIFICO	SITUACIÓN
1859	J. L. Peters	<i>Poecilia reticulata</i>	Correcto
1863	De Filippi	<i>Lebistes poeciloides</i>	
1866	John Lechmere Guppy	<i>Girardinus guppyi</i>	
1913	Regan	<i>Lebistes reticulatus</i>	Aceptado hasta épocas muy recientes

Tabla 1 Sinónimos de *Poecilia reticulata* por diversos autores, durante el transcurso del tiempo, actualmente se reconoce a J. L. Peters como su primer clasificador.

MESES	b calculada	t - Student	±t 0.05 (n-1)
JULIO	3.2723	22.13	1.6553
AGOSTO	3.2511	15.27	1.6553
SEPTIEMBRE	3.003	0.13	1.6637 *
OCTUBRE	3.4883	37.42	1.6553
NOVIEMBRE	3.0116	0.87	1.6582*
DICIEMBRE	2.354	59.56	1.6535
ENERO	2.7422	22.86	1.6611
FEBRERO	2.3366	64.65	1.6576
MARZO	2.177	56.76	1.6553
ABRIL	2.9045	4.59	1.6553
MAYO	2.5256	24.42	1.6553
JUNIO	3.0157	0.72	1.6553*

Tabla 2 Prueba estadística de t aplicado en los valores de "n" en la relación Peso-Longitud de la especie *Poecilia reticulata* de julio del 2000 a junio del 2001.

* No significativos (isometría)

	\bar{L}	Nt
\bar{L} I=	17.34	1240
\bar{L} II=	28.24	281
\bar{L} III=	37.67	21
\bar{L} IV=	43.3	10

Tabla 3 Longitud promedio de las clases de edad presentes en la especie *Poecilia reticulata* durante julio del 2000 a junio del 2001.

ESTACION I			ESTACION II			ESTACION III		
COMP	%	% ACUM	COMP	%	% ACUM	COMP	%	% ACUM
ALCA	63.96	63.96	ALCA	69.51	69.51	ALCA	74.04	74.04
COND	21.99	85.95	COND	20.25	89.77	COND	18.80	92.85

Tabla 4 Componentes principales y porcentaje de variación obtenida por estación en el Lago Tezozomoc, durante julio del 2000 a junio del 2001. En donde ALCA = Alcalinidad, COND = Conductividad.

ABUNDANCIA			BIOMASA		
ESTACION I			ESTACION I		
PARAMETRO	ORD	R ²	PARAMETRO	ORD	R ²
CONSTANTE	-4684.36	78.00	CONSTANTE	-389.45	82.40
PROFUNDIDAD	-821.70		DUREZA	1.85	
DUREZA	9.54		TEMPERATURA	24.18	
CONDUCTIVIDAD	-1.39		CONDUCTIVIDAD	-0.35	
ESTACION II			ESTACION II		
PARAMETRO	ORD	R ²	PARAMETRO	ORD	R ²
CONSTANTE	1800.9	54.00	CONSTANTE	182.92	45.77
ALCALINIDAD	2.08		TRANSPARENCIA	-294.51	
pH	-111.62		DUREZA	0.62	
CONDUCTIVIDAD	-0.63		pH	-0.73	
ESTACION III			ESTACION III		
PARAMETRO	ORD	R ²	PARAMETRO	ORD	R ²
CONSTANTE	107.96	58.30	CONSTANTE	-2.49	74.44
PROFUNDIDAD	-1087.54		TEMPERATURA	8.30	
TEMPERATURA	29.58		pH	-20.28	
ALCALINIDAD	0.34		DUREZA	0.23	

Tabla 5 Se muestran los parámetros de mayor influencia con la abundancia y biomasa de la especie *Poecilia reticulata* por estación, a partir del Análisis de Regresión Múltiple.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, P. J. 1993. Crecimiento, Supervivencia y Reproducción del charal *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (Atherinidae) en embalse San Felipe Tiacaque, Méx. Tesis. ENEP Iztacala. UNAM. México, D.F.
- Álvarez, del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (claves) Secretaria de Industria y Comercio. Dirección General de Piscicultura. 167 p.p.
- APHA, AWWA, WPCF. 1992. Métodos normalizados para el análisis de agua potable y residual. Díaz de Santos, S. A. Madrid, España. 2-38, 2-68 p.p.
- Arredondo, F. J. 1986. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de la calidad del agua en estanques de piscicultura extensiva. SEPES. Dirección de Fomento Acuícola. Depto. de Asistencia Técnica. México. 182 pp.
- Árzate, G. K. 2002. Contribución al estudio de la alimentación de *Poecilia reticulata* y su relación con algunos parámetros ambientales en el Lago del Parque Tezozomoc de julio a diciembre del 2000. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 41 pp.
- Ávila, R. B. E. 2000. Composición actual de la Ictiofauna del Lago de Xochimilco. Tesis. ENEP Iztacala. UNAM. 72 pp.
- Bagenal, T. 1978. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters. 3rd. edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K. 365 pp.
- Bernade, P., Moura, J., Machado, R. and Kokobum, M. 2000. Diet of the colubrid snake, *Thamnodynastes strigatus* (Günther, 1858) from Paraná, Brasil, with field notes on anuran. Rev. Brasil. Biol., 60(4): 695-699.
- Bertalanffy, L. V. 1938 Human Biology, A quantitative theory of organic growth. 10(2): 181-213.
- Bhattacharya, C. 1967. A simple of resolution of a distribution into Gaussian components. Biometrics: 115-133.
- Botello, C. A. 2002. Estudio de algunos aspectos reproductivos en *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) del Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 43 pp.
- Bureli, B. L. C. 1989. Estudio comparativo de la abundancia y algunas características morfológicas de *Poecilia reticulata* y *Girardinichthys viviparus* en los canales de Xochimilco. México. Informe de Servicio Social UAM Xochimilco. México. 1-21 pp.

- Camarillo, R. G. 2004. Análisis espacial de la familia Corixidae (Hemíptera) en el Lago de Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, México D.F. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 43 pp.
- Chávez, A. Z., y Chávez E. A. 1976. Introducción al conocimiento de la biología del langostino (*Macrobrachium carcinus* L.) en el estado de Veracruz. In: Mem. Simp. Biol. y Dinám. Pobl. de Camarones. Guaymas, Son. México. 12 pp.
- Constantz, G. D. 1989. Reproductive biology of poeciliid fishes. In Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). G. K. Meffe & F. F. Snelson, Jr. (eds). Prentice May, Engelwood Cliffs. New Jersey. 453 pp.
- Contreras, G. A., y Rivera, O. F. 2003. Diagnostico Ambiental del Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, D. F. Tesis Profesional. FES Iztacala. UNAM. 41 pp.
- Contreras, R. G., Navarrete, S. N., Elías, F. G., y Rojas, B. L. 2001 Aspectos ecológicos de los Corixidae (Hemiptera, Heteroptera) en el estanque piscícola "GL" de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. Hidrobiológica. 11 (1):53-60.
- Cruz, G. A., Franco L., Rodríguez, V. A., Chávez, L., Cházaro, S. y Rocha, R. 1992. Efecto de la Cobamamida (coenzima de la vitamina B-12) en el crecimiento de *Poecilia reticulata*. XII Coloquio de Investigación. 30 de noviembre al 4 de diciembre. ENEP Iztacala. UNAM.
- D. D. F. 1998. Departamento de Parques y Jardines. Parque Tezozomoc. Azcapotzalco. Folleto informativo. 4 pp.
- Da Silva, E. M., Navarro, M. F., Barros, A. F., Mota, M. F. Chastinet, C. B. 1999. The utilization of *Poecilia reticulata* as a Biomonitor in the environmental recovery of an aquatic ecosystem. Ecotoxicology and Environmental Restoration 2 (2):51-55.
- Daniel, W. W. 2002. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Editorial Limusa Wiley, México. 755 pp.
- Debrot, A. 2003. A Review of the Freshwater Fishes of Curaçao, with Comments on those of Aruba and Bonaire. University of Puerto Rico, Mayagüez. Caribbean Journal of Science, 39(1):100-108.
- Domitrovic, H. A. 2000. Toxicidad y respuesta histopatológica en *Cichlasoma dimerus* (Pisces, Cichlidae) expuestos a cipermetrina en ensayos de toxicidad aguda. Instituto de Ictiología del Nordeste - Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE. Argentina. 4 pp.

- Englund, R. A. 1999. The impacts of introduced poeciliid fish and Odonata on the endemic Megalagrion (Odonata) damselflies of Oahu Island, Hawai. Natural Sciences Department, Journal of Insect Conservation, 3:225–243.
- Espinosa, H., Fuentes, P., Gaspar, T. and Arenas, V. 1993. Notes on Mexican Ichthyofauna, In Biological Diversity of Mexico: Origin and Distribution. Eds. Ramamoorthy, T., Bye, R., et, A. Oxford University Press. New York. 853 pp.
- FAO & PNUMA. 2002. Aplicación del procedimiento provisional de consentimiento fundamentado previo aplicable a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. Dicloruro de etileno. Roma-Ginebra, Febrero 2001. 29 pp.
- Fernández, G. J., Fragoso F. D., Gomora C. Y. y Mata S. G. 1998. Estudio sobre la diversidad de rotíferos en el Lago del Parque Tezozomoc, Delegación Azcapotzalco, D.F. Foro de Metodología Científica IV. ENEP Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. Junio de 1998.
- Flores, M. L. 1991. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de los tres Lagos de Chapultepec. Tesis Profesional. ENEP Iztacala. UNAM. 43 pp.
- FUNASA (Fundacao Nacional de Saúde). 2002. Roteiro para Capacitao de Agentes do PACS/PSF nas Acoes de Controle da Dengue. 1era. Edición. Assesoria de comunicao e educacao em Saúde/Ascom. Brasilia, Janeiro. 41 pp.
- García, B. D. 2001. Evaluación del crecimiento de tres especies de poecílicos (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Xiphophorus helleri*) y determinación de la producción de crías en estanquería con aguas tratadas. Tesis. ENEP Iztacala. UNAM. 75 pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Ed. SIGSA. 4ta. Edición. México. 217 pp.
- Gerkin, S. D. 1978. Ecology of freshwaters fish production. Blackwell Scientific Pub. London. 519 pp.
- Gómez, M., J., Guzmán, S., J. y Olvera, S. A. 1999. Reproducción y crecimiento de *Heterandria bimaculata* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) en la Laguna "El Rodeo", Morelos, México. Laboratorio de Limnología. FES Zaragoza. UNAM.

- González, G. P. González, V. F. y Martínez, R. B. 2003. Fitoplancton de la zona litoral del Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Primer Foro de Metodología Científica. FES Iztacala. UNAM.
- Gudiño, G. D. 2003. Estudio cuantitativo de las amibas de vida libre presentes en un sistema de tratamiento de agua residual, del tipo de método de la zona de la raíz (MZR) en el poblado de Matilde, Hgo. Tesis. FES Iztacala, Estado de México. 60 pp.
- Hernández, V., A., E. 2003. Contribución al conocimiento de la Biología de *Xiphophorus helleri* HECKEL (1848) (Pisces: Poeciliidae) en la Laguna de Sontecomapan, Veracruz. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 58 pp.
- Hilal, P., Figen, Ü., Rukiye, V., Oner, K. 2002. Investigation of acute toxicity of beta-cypermethrin on guppies *Poecilia reticulata*. Department of Biology Education. Gazy University. Turkey. Chemosphere 49:39-44.
- INEGI. 1981. Síntesis geográfica y anexo cartográfico del Estado de México. 12 pp.
- INEGI. 1985. Carta Topográfica 1:50 000.
- Islas, Z., A. 2003. Sarcomastigophora en tres sitios del Parque Tezozomoc. 1er. Foro de Metodología Científica, FES Iztacala. UNAM.
- Kant, R., Pandey, S. D., Sharma, S. H. 1996. Role of biological agents for the control of mosquito breeding ricefields. Indian Journal of Mariology 33(4):209-215.
- Kavanagh, K. 2002. Fishes from mountain streams in the crocker range Park Sabah, Malaysia. ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC). July-September 2002. Harvard University, USA. 5 pp.
- Kharat, S., Dahanukar, N., Raut, R., Mahabaleshwarkar, M. 2003. Long-term changes in freshwater fish species composition in North Western Ghats, Pune District. Department of Zoology, M.E.S. Abasaheb Garware College, Pune, India. Current Science, Vol. 84(6).
- Laevastu, T. 1971. Manual de Métodos de Biología pesquera. Publicación FAO. Ed. Acribia. España. 243 pp.
- Lagler, L. F., Bardach, J. E., Miller, R. R., Passino, D. M. 1984. Ictiología. AGT Ed. Mexico, 489 pp.

- Lyons, J. y Silva, M. N. 1999. Patrones taxonómicos y ecológicos entre comunidades de peces en ríos y arroyos en el oeste de Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología. UNAM. Serie Zoología 70(2):169-190.
- Macedo, A. M. 2002. Aspectos ecológicos de la familia Corixidae en el Lago Tezozomoc, Azcapotzalco, D. F. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 43pp.
- Margalef, R. 1995. Ecología. 8ª Edición. Omega. Barcelona, España. 945 pp.
- Maya, E., y Marañón, S. 1995. Análisis Preeliminar del efecto de la temperatura y pH en la proporción de sexos de *Poecilia reticulata* (Peters) (1859). VII Congreso Nacional de Ictiología, Palacio de Minería de la Ciudad de México.
- Meffe, G. K., and Snelson, F. F. 1989. Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae). Prentice-Hall. Inc. Engewood. Ciffs, New Jersey. 453 pp.
- Miller, R. R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. An. Esc. Nac. Cien. Biol. 30: 121-153.
- Montemayor, L. J., y Aguilera, G. 1995. Una introducción al tema de "Peces en Peligro de Extinción". Acuagüía. (7): 2-5.
- NOM-059-ECOL-2001. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo del 2002.
- Orr, M., Smith, T. 1998. Ecology and speciation. Tree 13(12):502-506.
- Péfaur, J. 1995. Metodología de un análisis faunístico integral en el estudio de una cuenca hidrográfica. Grupo de Ecología Animal. Universidad de los Andes, Venezuela. Rev. Ecol. Lat. Am. 2(1-3):29-67
- Proença, C. E., y Biencourt P.R. 1994. Manual de piscicultura tropical. Brasilia: IBAMA.
- Ramírez, B. P. 2000. Aves de humedales en zonas urbanas del noroeste de la Ciudad de México. Tesis. ENEP UNAM. 180 pp.
- Rivera, F., y Calderón, A. V. 1993. Biotratamiento de aguas negras. Información Científica y Tecnológica. CONACYT. 15(203):12-15
- 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. 179-180pp.

- Rodríguez, V. A., García, B. D., Grave, W. V. 1999. Tolerancia y crecimiento de 3 poecílidos (*Poecilia reticulata*, *Poecilia sphenops* y *Xiphophorus helleri*) en el Lago de Xochimilco. XV Congreso Nacional de Ictiología Tepic, Nayarit. Programas y Resúmenes y VII Reunión de Malacología y Conquiología, Sociedad Mexicana de Zoología A. C. Universidad Autónoma de Nayarit.
- Rosas, M. N. 1982. Biología acuática y piscicultura en México. Secretaría de Educación Pública, México, 379 pp.
- Ricker, A. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. Bull. Fish. Res. Board. Canada. 191: 1-382.
- Sanjay, K., Neelesh, D., Rupesh, R., and Mukul, M. 2003. Long-term changes in freshwater fish species composition in North Western Ghats, Pune District. Current Science, 84(6).
- Sarma, S. S. S. y Martínez, F. J. 2000. Morfometría de *Filinia corneta* (Weisse, 1847) (Rotifera: Filiniidae) en el estanque del Parque Tezozomoc (México). TIP Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas 3(2):75-78
- Scott, P. W. 1987. A Fishkeeper's Guide to Livebearing Fishes. Tetra Press. London. 117 pp.
- SEPESCA. 1979. Aprovechamiento integral de los recursos acuáticos para el desarrollo rural. Primer *Simposium* Internacional Educación y Organización Pesqueros en México.
- Sokal, R. R. and F. J. Rohlf. 1995. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3rd edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp.
- Solano, B. N., 2002. Aspectos reproductivos de *Poecilia reticulata* (Pisces: Poeciliidae) en el Lago del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco, de enero a junio del 2001. Tesis. FES Iztacala. UNAM. 41 pp.
- Terrón, R. A. 1994. Estudio biológico de *Girardinichthys viviparus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse "La Goleta". Estado de México. Tesis. UNAM. FES Iztacala. México. 27 pp.
- UICN. 2000. Guías para la preservación de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras. Species Survival Comision, Unión Internacional para la Conservación de Naturaleza. 21 pp.

- Vallentyne, J. R. 1978. Introducción a la limnología. Omega. Barcelona. 169 pp.
- Vernon H. H. 1995. Global Biodiversity Assessment, United Nations Environment Programme. Cambridge University Press, U.K. 1140 pp.
- Villafranco, C. J. 2000. Avifauna del Parque Tezozomoc, Azcapotzalco. Tesis (Biol.) ENEPI-UNAM. 63 pp.
- Wetzel, R. G. 1983. Limnología. Omega. Barcelona, España. 679 pp.
- Whitern, W.A. 1979. Livebearers. Tropical Fish. Hobbyist Publications, Inc. Neptune City, New Jersey, USA. 93 pp.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of Teleost Fishes. Chapman & Hill. London. 440pp.
- Yamane, T. 1979. Estadística. Ed. Harper and Row. Latinoamericana. México. 771 pp.
- Young, J. 1985. La vida de los vertebrados. Ediciones Omega. Barcelona. 660 pp.