



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO
DE LA ICTIOFAUNA DE LOS TRES
LAGOS DE CHAPULTEPEC
MEXICO, D. F.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A :
MA. DE LOURDES FLORES TELLEZ

México, D. F.

1991



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.

DEDICATORIA

A Dios porque es él, la energía de cada ser.
A mis padres José Flores Gómez y Ma. de la -
Luz Téllez de Flores por haberme brindado
todo su apoyo, cariño y comprensión a lo
largo de toda mi vida.

A mis hermanas: Norma, Edith, Sandra
Araceli, Claudia y Elvia.

A ti Carlos, por el apoyo y estímulo
que supiste infundirme.

A mis profesores de Ecología
por el aliento y entusiasmo
que me inculcaron para
amar mi carrera.

A mis compañeros y
amigos como estímulo
al triunfo en la
lucha por la
vida.

AGRADECIMIENTOS

Deseo hacer patente mi más sincero agradecimiento a las siguientes personas:

A mis profesores de Ecología: M. en C. Gustavo de la Cruz Agüero, M. en C. Adolfo Cruz Gómez (por sus regaños), M. en C. Arturo Rocha Ramírez, M. en C. Johnathan Franco López y M. en C. Enrique Kato Miranda por compartir conmigo sus conocimientos, por sus valiosas enseñanzas y por la revisión del presente escrito.

Al M. en C. Javier Alcocer Durand por permitirme realizar este trabajo bajo su dirección, por sus consejos y asesorías.

Al personal de la Dirección del Centro de Datos e Información Oceanográfica por su cooperación. En especial al Biol. Antonio Gil Zurita por su ayuda incondicional y la paciencia que me proporcionó en todo momento para el procesamiento de los datos e impresión del escrito, así como también por las oportunidades que me ha brindado para el desarrollo de mi carrera. A la M. en C. Josefina Segura Gortáez por sus múltiples asesorías y a Clemente Cuadros Domínguez por su apoyo y amistad.

Al M. en C. Mario Chavez por la ayuda prestada en la identificación de los consumos alimenticios y su disponibilidad en todo momento.

A mis compañeros y amigos Silvia González, Rogelio Acosta y Eduardo Castañeda por su aliento para seguir adelante.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
1.0 INTRODUCCION	2
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 AREA DE ESTUDIO	4
2.0 MATERIAL Y METODOS	8
2.1 FISICOQUIMICA	10
2.2 ICTIOFAUNA	11
3.0 RESULTADOS Y DISCUSION	15
3.1 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS	15
3.2 ICTIOFAUNA	19
3.2.1 Abundancias	20
Densidad y biomasa	20
3.2.2 Proporción Sexual	25
3.2.3 Edad y Crecimiento	29
Relación peso-longitud	29
Clases de edad	36
Longitud máxima	39
Crecimiento en longitud	42
Crecimiento en peso	45
3.2.4 Madurez Gonádica	48
3.2.5 Hábitos Alimenticios	52
3.2.6 Factor de Condicion	58
3.2.7 Parasitismo	62
3.2.8 Mortalidad y Supervivencia	63
3.3 INFLUENCIA DE FACTORES AMBIENTALES	66
4.0 CONCLUSIONES	68
5.0 ANEXOS	70
6.0 LITERATURA CITADA	73

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Localización del área de estudio	5
Ubicación de estaciones de muestreo	9
Grafico de densidades	21
Relación densidad, biomasa	22
Proporción de sexos	26
Curvas de la relación peso-longitud	31
Graficos de Cassie	37
Graficos de L_{∞}	40
Graficos de crecimiento en longitud	43
Graficos de crecimiento en peso	46
Hábitos alimenticios	53
Variación temporal del consumo alimenticio	55
Variación con la edad del consumo alimenticio	57
Graficos del factor de condición	61
Graficos de mortalidad	64

INDICE DE TABLAS

Parámetros fisicoquímicos	16
Ecuaciones mensuales de la relación peso-longitud	34
Factores de condición	59

ANEXOS

I. Importancia de la familia Goodeidae	70
II. Importancia de la familia Atherinidae	71
III. Importancia de la familia Cyprinidae	72

RESUMEN

Los lagos de Chapultepec son eutróficos, con una elevada concentración de nutrimentos (N y P) por lo que presentan una elevada productividad. Poseen aguas alcalinas, suaves a moderadamente duras, con un pH elevado y altas concentraciones de sólidos suspendidos así como también de oxígeno disuelto superficialmente.

La ictiofauna estuvo representada por 3 especies pertenecientes a 3 familias y 3 géneros: Goodeidae (Girardinichthys viviparus Bustamante), Atherinidae (Chirostoma jordani Woolman) y Cyprinidae (Cyprinus carpio Linneo). El estudio se llevó a cabo exclusivamente en los godeidos y su captura representó el 98% de la total.

Girardinichthys viviparus presenta dimorfismo sexual, viviparidad y baja fecundidad. Se presentó un predominio de hembras con respecto a los machos. El crecimiento de la relación peso-longitud fue isométrico ($P < 0.05$), es decir, $b=3$. Se determinaron 5 clases de edad para hembras y 4 para machos, así como 5 estadios de madurez gonádica y una temporada de reproducción larga (abril a septiembre). Su dieta principal estuvo constituida por crustáceos planctónicos (41.7%) e insectos (14.6%); el factor de condición mensual reveló que las hembras poseen una mejor condición física, especialmente en la época reproductiva.

Se encontró al género Ergasilus como ectoparásito branquial de los peces con un grado de prevalencia menor al 1%. La mortalidad es baja y presenta una relación inversamente proporcional a la supervivencia, es decir, ésta es alta.

De los parámetros fisicoquímicos analizados, la temperatura y el oxígeno mostraron un comportamiento similar con las abundancias de G. viviparus.

INTRODUCCION

Históricamente los lagos mexicanos han estado asociados al desarrollo de las culturas prehispánicas importantes, como es el caso bien conocido de los aztecas, en la cuenca de México, o de los tarascos, en el lago de Pátzcuaro. De ellos obtenían recursos nutritivos valiosos y aún hoy en día, constituyen una fuente importante de alimentación para algunas comunidades. De esta forma en el México antiguo el pescado ya era un animal de consumo, es decir, existía la pesca abundante en estanques señoriales y en bordos populares, en los diversos ríos, arroyos y lagos de agua dulce del Valle de México (Arredondo-Figueroa y Aguilar, en Gómez y Arenas, 1984).

México no sobresale internacionalmente por presentar una gran cantidad y diversidad de lagos, al contrario, se podría afirmar que es pobre en este tipo de recursos. Tal vez por este hecho, no se ha prestado mucha atención a su estudio. Las primeras investigaciones hidrobiológicas fueron realizadas hace medio siglo, y encontraron un campo fértil en los lagos michoacanos y de Chapala. Desafortunadamente, parte de la tradición limnológica iniciada en esa época por investigadores como Cuesta-Terrón, De Buen, Osorio-Tafall, Rioja y Alvarez del Villar, se ha perdido y no existe una continuidad, sobresaliendo algunos esfuerzos aislados.

Por otra parte, los lagos mexicanos, por su naturaleza tropical-subtropical, representan una fuente valiosa de información y en ellos abundan los temas de interés para los investigadores. La fauna presente en estos ecosistemas es rica en especies endémicas, algunas de ellas únicas en el mundo y que conforman una riqueza científica nacional, que no está bien estudiada y que es menester preservar, dadas las condiciones de deterioro ambiental a que están sujetas, tal es el caso de los lagos de Chapultepec.

En el presente los lagos se encuentran sometidos a una presión constante por parte del hombre, que incluye entre otras cosas, el excesivo aporte de desechos urbanos, agrícolas e

industriales, desforestación de la cuenca y la introducción de diferentes especies exóticas, que en su conjunto favorecen notablemente la eutrofización y limitan el desarrollo y la supervivencia de las especies autóctonas, ocasionando daños irreversibles al sistema.

Es evidente la necesidad de estudiar a los peces nativos de las diferentes regiones con el objeto de que, de acuerdo a sus requerimientos, puedan ser cultivados y con ello ampliar su distribución, introduciéndolos en lagos, lagunas y presas, o bien rehabilitar los lugares en donde éstos han desaparecido.

La fauna ictiológica de los lagos de Chapultepec es de marcada importancia ya que en primer lugar en ella se encuentran especies nativas, en seguida porque son de consumo alimenticio y en tercera porque los godeidos están en peligro de extinción (Contreras, 1990).

Con base en lo anterior, el presente trabajo contribuye al conocimiento de la biología de los peces existentes en los tres lagos de Chapultepec, siendo los objetivos particulares:

- La identificación de las especies que habitan los tres Lagos.
- La determinación de las abundancias relativas y proporción de sexos.
- La obtención de la relación peso-longitud, clases de edad y curvas de crecimiento tanto en longitud como en peso.
- El establecimiento de la madurez gonádica.
- La determinación de sus hábitos alimenticios.
- Determinar la existencia de parasitismo y el grado del mismo.
- La obtención del factor de condición.
- Establecer la posible influencia de parámetros fisicoquímicos sobre la abundancia de la ictiofauna.

ANTECEDENTES.

En el País los estudios llevados a cabo en los lagos de Chapultepec se han realizado únicamente en el Lago Viejo. En cuanto a aspectos biológicos existen registros sobre: anfibios (Enciclopedia de México, 1985); anélidos (Caballero, 1935); crustáceos (Rioja, 1940; Villalobos, 1983); dípteros (Martínez, 1952); fitoplancton (Sámano, 1934 y 1935); hemípteros (Jaczweski, 1931); protozoarios (López-Ochoterena, 1955; López-Ochoterena y Barajas, 1963; López-Ochoterena y Roure-Cane, 1970) y rotíferos (Osorio-Tafall, 1942), principalmente. En cuanto a la ictiofauna nativa la información es muy pobre ya que hasta la fecha se cuenta únicamente con la proporcionada por Alvarez (1957) y De Buen (1946) consistente en estudios taxonómicos. Sobre la fauna introducida no existe ningún dato acerca de su introducción.

El trabajo más reciente que incluye aspectos hidrobiológicos de los tres Lagos es el realizado por Alcocer (1988) y Alcocer *et al.*, (1988).

AREA DE ESTUDIO.

El Bosque de Chapultepec se ubica al oeste-suroeste de la Ciudad de México entre los 19°24' y 19°26' de latitud N y los 99°11' y 99°13' de longitud W (Molina-Enríquez, 1979). Constituye el área verde más grande de la Ciudad (6,700,000 m²) a unos 5.5 km del Centro (Anónimo, 1985). Fue descubierto por los toltecas en 1122 y bautizado con este nombre por los aztecas en 1245 (Fig. 1).

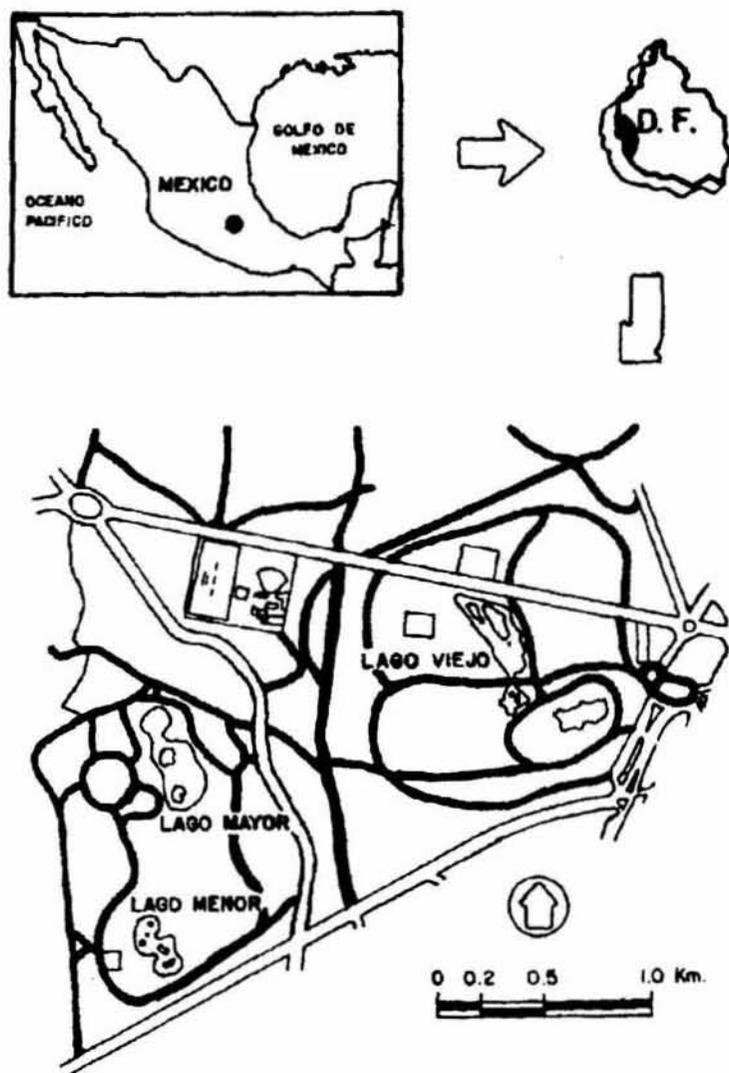


FIG. 1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El clima de la región es templado con lluvias en verno caracterizado como Cwl (w) b (i') por García (1988). De acuerdo a la estación meteorológica de Tacubaya, la precipitación pluvial es de 672 mm, una evaporación media anual de 965 a 1910 mm y una temperatura media anual de 14.7°C con máximas en mayo y mínimas en enero (Anónimo, 1968).

En el Bosque se encuentran tres lagos: el lago Viejo ubicado en la Primera Sección con una antigüedad de 700 años (19°25'18" N y 99°11'08" W); el lago Mayor y el lago Menor, construidos en la Segunda Sección entre 1962-1964 (19°25' N y 99°11'09" W, el primero, y 19°25'02" N y 99°11'09" W, el segundo) y están situados a 2240 m sobre el nivel del mar (Alvarez, 1978; Anónimo, 1979).

Sus fuentes de alimentación son la planta de tratamiento de aguas residuales de Chapultepec y pequeñas descargas de aguas crudas (aguas negras sin tratar) provenientes de los comercios asentados en la periferia y, además sólo para el lago Viejo, agua del río Hondo (Alcocer, 1988). La planta de tratamiento secundario de aguas residuales de Chapultepec fue construida en 1956 (Villalobos et al., 1982).

El lago Viejo presenta una forma de triángulo (Fig. 2-A) con un estrangulamiento hacia el ápice que lo divide en dos porciones. La del norte presenta dos islas de área considerable; la del sur posee así mismo, dos isletas de dimensiones restringidas. En su conjunto estas islas cubren un área de 12240 m² (20%) del área total.

La forma del lago Mayor es parecida a un número "8" (Fig. 2-B) en el cual, al igual que en el lago Viejo, se encuentra un estrangulamiento. En este caso la porción norte es la de menores dimensiones y desprovista de islas. La parte sur conforma la mayor área del Lago y se prestan en ella dos islas con un área de 5800 m² (10% del área total).

Parecido a una "S" (Fig. 2-C), el lago Menor presenta seis isletas pequeñas que se distribuyen a lo largo de éste ocupando un área de 4200 m² (15% del área total).

Alcocer en 1988, reportó las características morfométricas de los lagos de Chapultepec entre las cuales se encuentran:

PARAMETRO	LAGO VIEJO	LAGO MAYOR	LAGO MENOR
A (m ²)	60240	58200	27600
a (m ²)	48000	52400	23400
Lmáx (m)	432 N-S	442 NNW-SSE	264 NNW-SSE
Ai (m ²)	12240	5800	4200
Dmáx (m)	1.8	1.3	1.2
\bar{D} (m)	1.0	1.1	1.1
V (m ³)	49525	59709	26573

donde A=área total, a=superficie efectiva, Lmáx=longitud máxima
 Ai=área ocupada por las islas, Dmáx=profundidad máxima
 \bar{D} =profundidad media y V=volúmen.

Con base en lo anterior, dicho autor destaca el hecho de que el lago Mayor posee la mayor superficie efectiva aún cuando el lago Viejo presenta la mayor área total y que es, en ese mismo Lago, en donde se registra la mayor longitud máxima y volúmen. En el lago Viejo el área ocupada por las islas es más grande por lo que el movimiento libre de sus aguas se ve impedido.

Por otra parte, aún cuando en el lago Viejo se encontró una profundidad máxima de 1.8 m, la profundidad media de los tres Lagos es similar (1.0 a 1.1 m).

Estas características junto con el oleaje y las corrientes aunado a la someridad de los Lagos, permiten la mezcla de las aguas y evitan la estratificación térmica, con lo que se optimiza la distribución de las sustancias en solución y suspensión en las aguas (Cole, 1979).

MATERIAL Y METODOS.

El trabajo se dividió en tres fases: A) Campo, B) Laboratorio y C) Gabinete.

A) Campo. El trabajo consistió en muestreos fisicoquímicos y biológicos realizados durante un ciclo anual, con una periodicidad mensual, en el lapso comprendido entre noviembre de 1984 y octubre de 1985.

Las muestras para la obtención de las características fisicoquímicas fueron colectadas en 12 estaciones de muestreo: 5 ubicadas en el lago Viejo, 4 en el lago Mayor y 3 en el lago Menor (Fig. 2).

En cada una de estas estaciones se determinó *in situ* la transparencia [disco de Secchi (Lind,1979)], la temperatura (termistor), el oxígeno disuelto (polarográficamente) y el pH (potenciométricamente). Además, se tomaron muestras de agua con una botella Van Dorn a 0.21 m de profundidad para su posterior análisis en el laboratorio.

Para los muestreos ictiológicos se establecieron estaciones en cada Lago distribuidas de la siguiente manera: 14 en el lago Viejo, 10 en el lago Mayor y 8 en el lago Menor (Fig. 2).

Los organismos fueron colectados por medio de una red de cuchara con un diámetro de 45 cm y 1 mm de luz de malla. Se hicieron dos barridos a lo largo en cada estación de 1 m cada uno, lo cual permitió muestrear un área total de 39.9 m² en el lago Viejo, 30.7 m² en el lago Mayor y 24.5 m² en el lago Menor. Así mismo se empleó, en dos ocasiones, una red tipo chinchorro de 10 m y 1/2 pulgada de abertura de malla con el fin de muestrear las partes centrales del lago Viejo. La utilización generalizada de este tipo de muestreador no fué permitido por las autoridades responsables del manejo del Bosque.

Una vez realizada la captura se procedió a su etiquetado y

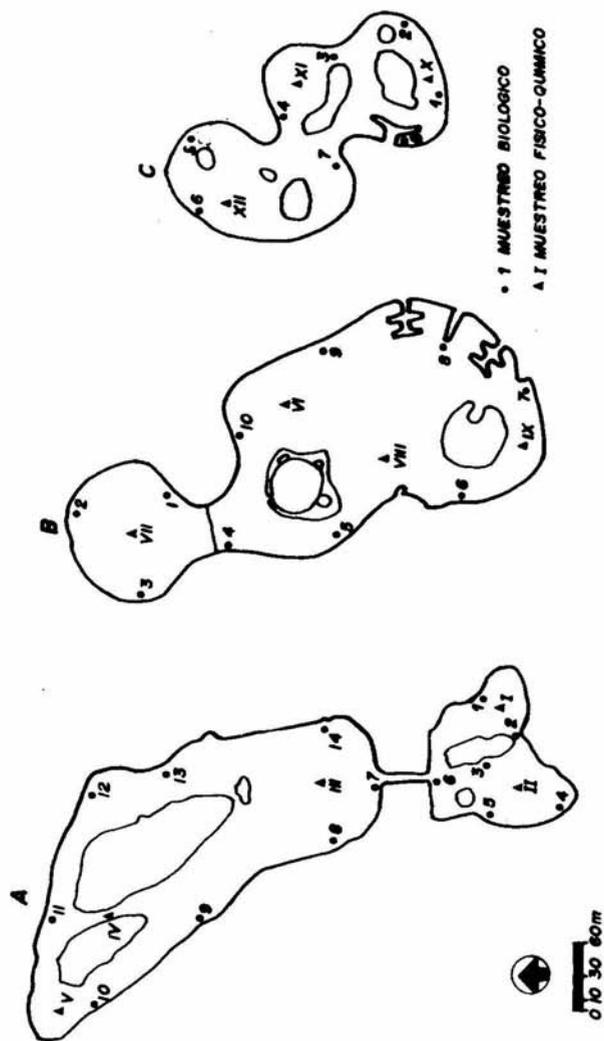


Fig. 2 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN (A) LAGO VIEJO, (B) LAGO MAYOR Y (C) LAGO MENOR DE CHAPULTEPEC.

fijación con formalina al 5% para su traslado al laboratorio en bolsas de polietileno.

B) Laboratorio. El análisis de los parámetros fisicoquímicos fue realizado por el personal del Laboratorio de Investigación de la UIICSE, ENEP Iztacala, de la manera siguiente: a las muestras de agua tomadas en cada estación se les determinó la demanda bioquímica de oxígeno (por el método de dilución), alcalinidad (potenciométricamente), nitrógeno amoniacal (Kjeldahl-Nesslerización), nitratos (reducción con cadmio), nitritos (diazotización), ortofosfatos (colorimétricamente con cloruro estanoso), fósforo total (digestión y colorimétricamente con cloruro estanoso), sulfatos (turbidimétricamente con cloruro de bario), dureza (titulométricamente con EDTA), cloruros (argentométricamente con nitrato de plata), conductividad (potenciométricamente), sólidos suspendidos (por filtrado y secado a 103°C) y clorofila "a" (extracción con metanol puro y espectrofotométricamente (Golterman *et al.*, 1978). La metodología siguió los criterios de APHA, AWWA y WPCF, (1980) salvo lo indicado.

Los organismos capturados se lavaron con agua corriente y se colocaron en frascos con alcohol al 70% para su preservación. Se identificaron tomando en cuenta el criterio de Alvarez del Villar (1970), se pesaron hasta centésimas de gramo con una balanza digital y se les midió la longitud estandar con un ictiómetro hasta milímetros, el contenido gástrico fue analizado por el método porcentual (Bagenal, 1978) registrándose, al mismo tiempo, la presencia de parásitos y el lugar de incidencia. La identificación de cada tipo alimenticio se realizó hasta especie cuando fue posible.

Se determinó su sexo y la etapa de desarrollo gonádico en las hembras por observación directa de las gónadas (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986). Para realizar esta determinación se practicó un corte ventral del lado derecho desde la base de la aleta anal hasta el opérculo, haciéndose después dos cortes transversales: uno a la altura de la aleta anal y otro al nivel

del opérculo. Con unas pinzas de relojero se levantó el tegumento, la capa muscular y se separó el hígado para dejar visibles las gónadas con el fin de no perder su posición; se tomó nota de la porción de la cavidad abdominal que ocupaban. Se separaron del cuerpo y se colocaron en una caja de Petri con agua. A las gónadas se les midió su longitud total y ancho haciéndose, además, una descripción de su aspecto exterior. Cuando las hembras estuvieron grávidas, se extrajeron los embriones, anotándose el número en cada cámara y posición con respecto a la cabeza de la madre. A cada uno de los embriones se les tomó su longitud estándar y se hicieron descripciones con respecto a su desarrollo, pigmentación y presencia o no de aletas.

La proporción de sexos se estableció en relación a los datos de sexado.

C) Gabinete. Todos los resultados de parámetros fisicoquímicos se vertieron en tablas para caracterizar el agua de cada sistema. Una vez tabulados los valores mensuales de los parámetros analizados, se procedió a obtener su media y desviación estándar anual.

A partir de los datos biológicos mensuales, se calculó la densidad (No. de orgs./m²), biomasa (g/m²) y longitud media (mm) con el fin de observar su comportamiento entre sí.

La proporción sexual se obtuvo para dos periodos: noviembre-marzo y abril-octubre a partir de la distribución teórica de "Z" como prueba estadística para ensayo de una cola con un nivel de significancia (α) de 0.10 en el cual, al graficar los puntos calculados, aquéllos que aparecen dentro del área enmarcada por las curvas, indican una proporción sexual de 1:1 (Guzmán *et al.*, 1982).

Se determinó la relación peso-longitud a través de la ecuación:

$W=aL^b$ propuesta por Pitcher (1982)

donde W=peso, L=longitud, a= constante y b= exponente $\cong 3$.

Para determinar estadísticamente el tipo de crecimiento, los valores de b obtenidos se sometieron a una prueba de "t" de Student para establecer si diferían significativamente del valor teórico de 3 (Daniel, 1989). La fórmula utilizada fue:

$t = \frac{bc - Bt/Sb}{\text{donde } bc = \text{pendiente calculada}}$
 $Bt = \text{pendiente teórica}$

y $Sb^2 = \frac{(S^2y/x)}{\{\sum Xi^2 - [(\sum Xi)^2/n]\}}$

con $S^2y/x = (N-1/N-2)(Sy^2 - bc^2Sx^2)$

Las clases de edad se obtuvieron utilizando el método gráfico de Cassie (1954), en donde cada punto de inflexión indica el límite entre una clase de edad y la siguiente.

Un aspecto importante en estudios poblacionales es la determinación de la edad. El análisis de frecuencias de tallas de una población (método de Petersen) es un método simple que usa las longitudes individuales de un gran número de organismos, requiere una distribución unimodal de los individuos de la misma edad y es fácil de emplear si no hay una gran sobreposición en el tamaño de los individuos y grupos de edad adyacentes. Un avance sobre este método lo constituye la técnica propuesta por Cassie (1954), en la cual se eliminan algunos errores referentes a la sobreposición de puntos de las distribuciones de frecuencias que componen la curva polimodal. Las curvas obtenidas por este método dependen, muy estrictamente, de la determinación del lugar que ocupan los puntos de inflexión (Gallardo-Cabello, 1986; Ricker, 1968). Para esto se tomaron los datos de los meses con las capturas más abundantes por ser los más representativos, puesto que también en ellos se capturaron ejemplares de la mayor parte de las longitudes registradas probablemente por estar en la época reproductiva.

Posteriormente, se ajustó el modelo de crecimiento de von Bertalanffy a los datos anteriores. Este modelo propone que el crecimiento disminuye con la edad hasta un punto denominado $L_{\text{máx}}$ (L_{∞}), que es la longitud en la cual la tasa de crecimiento es nula. Esto significa que mientras más cercana esté L a $L_{\text{máx}}$, menor será la tasa de crecimiento, o sea:

$$\begin{aligned} dL/dt &= K(L_{\infty} - L) \\ \text{e integrando: } L_t &= L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)}) \end{aligned}$$

donde L_t = longitud a través del tiempo, L_{∞} = longitud máxima alcanzada por la especie, K = tasa de crecimiento individual proporcional al índice metabólico del pez y t_0 = es una constante que indica el tiempo teórico en el que la longitud del pez es igual a cero (Gulland, 1971).

Los parámetros K y t_0 se obtienen mediante la siguiente regresión ajustada por mínimos cuadrados:

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

donde K = pendiente y t_0 = ordenada al origen/pendiente.

Para encontrar dicho modelo es necesario calcular primero L_{∞} , lo cual se hizo siguiendo el método de Ford-Walford (Ricker citado en Gómez, 1967) que consiste en graficar L_{t+1} contra L_t ; la recta así obtenida interseca en algún punto a la bisectriz obteniéndose en el eje de las abscisas el valor de L_{∞} .

Con el método analítico, si

$$\begin{aligned} L_{t+1} &= a + bL_t, \\ \text{y la intersección con la bisectriz } L_{\infty} &= L_{t+1} = L_t \\ \text{entonces } L_{\infty} &= a + bL_{\infty} \\ \text{y despejando } L_{\infty} &= a/(1-b). \end{aligned}$$

Una vez conocida la relación peso-longitud y la ecuación de crecimiento, se calculó el crecimiento en peso:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^n$$

Se estimó el factor de condición mensual de la población tanto para hembras como para machos en ambos Lagos, según la ecuación de LeCren (en Nielsen y Johnson, 1983). Se obtuvieron sus medias y desviaciones estandar para su comparación.

Todos los cálculos anteriores fueron realizados para cada sexo debido a que los godeidos presentan un marcado dimorfismo sexual.

Los intervalos para la elaboración del espectro trófico por edad, fueron obtenidos siguiendo los criterios de Sturges† (Daniel, 1989):

$$K = 1 + 3.322(\log N)$$

donde N = número de datos y K = número de intervalos de clase.

La tasa de mortalidad Z se obtuvo por medio de la regresión logarítmica de la ecuación

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

(Gulland, 1971) ajustada por mínimos cuadrados de los periodos descendientes de de la captura de los meses donde la captura fue más numerosa y cada clase de edad estuvo mejor representada (época reproductiva).

La supervivencia (S) se calculó a partir de la ecuación de mortalidad:

$$S = e^{-z} \text{ propuesta por Gulland (1971).}$$

Finalmente, la determinación de los parámetros fisicoquímicos relacionados con la abundancia de los organismos, se realizó por comparación de gráficos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Caracterización Fisicoquímica.

El análisis de los factores hidrológicos realizados en el Laboratorio de la UIICSE, permitió visualizar el ambiente fisicoquímico que imperó a lo largo del estudio (Tabla 1).

En general, los tres lagos de Chapultepec se clasificaron como eutróficos de acuerdo a Thienemann (en Russell-Hunter, 1970). Poseen aguas alcalinas, de pH elevado, con altas concentraciones de nutrientes; son de aguas suaves a moderadamente duras, con elevadas concentraciones de sólidos suspendidos y ricas en oxígeno disuelto (entre las 07:00 y las 14:00 hrs.).

El lago Viejo presentó valores elevados de DBO (20.06 ± 4.74 mg/l) en comparación con los obtenidos en el lago Mayor (12.68 ± 5.0 mg/l) y en el lago Menor (13.8 ± 6.52 mg/l) puesto que recibe, además del afluente de la planta de tratamiento de aguas residuales de Chapultepec, agua del río Hondo el cual antes de verter sus aguas en este Lago, recibe desechos de origen orgánico a su paso a través de la Ciudad de México.

La alcalinidad, producto de la elevada actividad biológica (productividad primaria), se reflejó en un incremento del pH siendo de 9.0 ± 0.6 para el lago Viejo, 9.34 ± 1.0 para el lago Mayor y para el Menor de 10.04 ± 1.14 , lo que significó que en este último, los procesos fotosintéticos a la hora del muestreo fueron más intensos.

Por su parte, la alcalinidad total más elevada se presentó en el lago Viejo (94.29 ± 20.25 mg/l) siguiéndole la del lago Menor (76.97 ± 24.09 mg/l) y la del lago Mayor (75.8 ± 20.43 mg/l). En los tres Lagos la alcalinidad fue debida a los bicarbonatos pues a un pH entre 7.0 y 9.0 predominan éstos (Wetzel, 1981). En el caso del lago Menor (pH = 10.04) no existen formaciones apreciables de carbonatos puesto que no se han detectado precipitados de carbonato de calcio y magnesio en las

Tabla 1. CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LOS TRES LAGOS DE CHAPULTEPEC

PARAMETRO	LAGO VIEJO		LAGO MAYOR		LAGO MENOR	
	MEDIA	D. E.	MEDIA	D. E.	MEDIA	D. E.
DBO (mg/l)	20.06	4.74	12.68	5.00	13.80	6.52
pH	9.01	0.60	9.34	1.00	10.04	1.14
ALC. TOTAL (mg/l)	94.29	20.25	75.80	20.43	76.97	24.09
NIT. AMONIACAL (mg/l)	0.64	1.13	1.66	0.98	0.67	0.66
NITRATOS (mg/l)	0.52	1.24	5.08	10.05	0.21	0.53
NITRITOS (mg/l)	0.01	0.01	0.15	0.05	0.04	0.05
P TOTAL (mg/l)	1.37	0.44	2.43	0.93	1.65	0.52
FOSFATOS (mg/l)	0.73	0.50	1.83	1.17	1.04	0.64
SULFATOS (mg/l)	32.73	5.21	36.75	5.75	33.74	5.28
DUR. TOTAL (mg/l)	79.59	25.16	52.98	18.05	48.90	19.01
CLORUROS (mg/l)	7.37	2.13	6.16	1.94	8.94	5.42
SOLIDOS SUSP. (mg/l)	106.67	54.23	65.30	44.17	102.57	71.81
TRANSPARENCIA (m)	0.19	0.36	0.37	0.17	0.18	0.56
TEMPERATURA (°C)	16.65	2.26	18.48	1.92	17.02	2.02
OXIGENO (mg/l)	9.99	3.74	13.81	2.43	12.18	3.37
CLOROF. "a" (mg/m ³)	484.56	120.84	352.95	134.40	419.73	181.31

orillas o en el sedimento (Alcocer, 1988) por lo que lo elevado del pH se atribuyó a los procesos fotosintéticos, como se mencionó con anterioridad.

El amonio (NH_3^+), una de las formas del nitrógeno inorgánico se presentó en bajas concentraciones (0.64 ± 1.13 mg/l-Viejo, 1.66 ± 0.98 mg/l-Mayor y 0.67 ± 0.66 mg/l-Menor), de acuerdo a los intervalos establecidos por Reid y Wood (1976) para aguas superficiales no contaminadas (1.0 mg/l o menos).

Caso contrario al amonio fueron los nitratos, con altos valores de este nutrimento durante el ciclo anual, pues su promedio fue de 0.52 ± 1.24 mg/l en el lago Viejo, 5.08 ± 10.05 mg/l en el lago Mayor y 0.21 ± 0.53 mg/l en el lago Menor, muy superiores al 0.30 mg/l considerados como promedio por Reid y Wood (1976).

El nitrógeno como nitrito también se encontró en altas proporciones (0.01 ± 0.01 mg/l, 0.15 ± 0.05 mg/l y 0.04 ± 0.05 mg/l en los lagos Viejo, Mayor y Menor respectivamente) siendo generalmente muy bajo en aguas no contaminadas [del orden de 0.0 a 0.01 mg/l (Wetzel, 1981)].

Las concentraciones de P total y PO_4 aquí obtenidas son altas, pues el lago Viejo presentó 1.37 ± 0.44 mg/l, el lago Mayor 2.43 ± 0.93 mg/l y el lago Menor 1.65 ± 0.52 mg/l de fósforo total, mientras que de PO_4 se reportaron 0.73 ± 0.50 mg/l, 1.83 ± 1.17 mg/l y 1.04 ± 0.64 mg/l respectivamente, mientras que las concentraciones del primero en muchas aguas superficiales no contaminadas están entre 10.0 y 50.0 ug/l y las del segundo están comprendidas desde menos de 1.0 ug/l hasta niveles extremos en lagos salinos cerrados (> 200 mg/l) (Russell-Hunter, 1970), con promedios mundiales de PO_4 entre 0.01 a 0.03 mg/l (Reid y Wood, 1976).

Las concentraciones más bajas de SO_4 son algo menores a 1.0 mg/l, pero los límites regularmente se hallan entre 5.0 y 30.0 mg/l, con una media aproximada de 11.0 mg/l (Wetzel, 1981). Desde este punto de vista, las concentraciones en los Lagos son altas puesto que van de 32.73 mg/l en el lago Viejo a 36.75 mg/l en el lago Mayor.

Con base en los valores de dureza total, el lago Viejo posee aguas moderadamente duras (79.59 ± 25.16 mg/l), el 60.89% constituido por calcio y el 39.08% por magnesio; en los lagos Mayor y Menor, indican que se trata de aguas suaves (52.98 ± 18.05 mg/l y 48.90 ± 19.01 mg/l respectivamente), en el primero el 53.94% constituido por calcio y el 46.15% por magnesio, mientras que en el segundo el 56.85% es calcio y 43.05% es magnesio.

Las concentraciones de cloruros registradas durante el estudio se encuentran dentro de los niveles promedio (10.0 mg/l Wetzal, 1981) con 7.37 ± 2.13 mg/l lago Viejo, 6.16 ± 1.94 mg/l lago Mayor y 8.94 ± 5.42 mg/l lago Menor, por lo que las variaciones del cloro están relacionadas, básicamente, con las descargas de agua provenientes de la planta de tratamiento.

La cantidad de sólidos suspendidos y la transparencia son parámetros íntimamente relacionados. De acuerdo con Margalef (1983), Russell-Hunter (1970) y Wetzal (1981), la transparencia está bastante relacionada con un incremento en la dispersión de la luz debida a la materia particulada en suspensión, por lo que la transparencia de los Lagos fue baja y presenta una relación inversamente proporcional a la cantidad de sólidos suspendidos. Para el caso de los Lagos de Chapultepec fue la siguiente: lago Viejo 106.67 ± 54.23 mg/l con 0.19 m de transparencia, el lago Mayor 65.30 ± 44.17 mg/l con 0.37 m y el lago Menor 102.57 ± 71.81 mg/l con 0.18 m de transparencia.

La temperatura entre los cuerpos de agua no varió notablemente, siendo de 16.65 ± 2.26 °C en el lago Viejo, 18.48 ± 1.92 °C en el lago Mayor y de 17.02 ± 2.02 °C en el Menor; las diferencias fueron ocasionadas por la hora en que se realizaron los muestreos. El primero resultó ser el menos cálido ya que fue muestreado aproximadamente de 9:30 a 11:00 AM; la temperatura del segundo aumentó, ya que fue muestreado alrededor de las 11:00 a 12:30 del día y el Lago Menor fue muestreado de las 12:30 a 14:00 PM.

Los procesos fotosintéticos y en el caso de los lagos Viejo y Mayor, el hecho de que la gente reme, permitieron una buena

oxigenación de las aguas superficiales (lago Viejo 9.99 ± 3.74 mg/l, lago Mayor 13.81 ± 2.43 mg/l y lago Menor 12.18 ± 3.37 mg/l). Sin embargo, la concentración de oxígeno disuelto del lago Viejo estuvo por debajo de la del lago Mayor y Menor, dados los índices que se reportaron de DBO en el mismo, producto de la actividad bacteriana y quizá también influenciada por la hora del muestreo puesto que en su momento aún no se llega a un máximo de actividad fotosintética.

La producción fitoplactónica fue caracterizada por elevadas concentraciones de clorofila "a", de 484.56 ± 120.84 mg/m³, 352.95 ± 134.40 mg/m³ y de 419.73 ± 181.31 mg/m³ para los lagos Viejo, Mayor y Menor respectivamente.

ICTIOFAUNA.

Se reconocieron organismos pertenecientes a tres familias, tres géneros y tres especies. Se identificó a Girardinichthys viviparus Bustamante, de la familia Goodeidae; Chirostoma jordani Woolman, de la Atherinidae; y a Cyprinus carpio Linneo, de la familia Cyprinidae.

De todos ellos, los primeros fueron los más abundantes, representando el 98% de la captura total. La carpa no fue capturada en los muestreos mensuales debido a que es un pez que se pesca, de preferencia con atarraya o chinchorro, por lo que al utilizar este último arte de pesca fue posible capturar a su representante.

Debido a que la presencia de los aterínidos fue esporádica tanto en espacio como en tiempo y muy poco abundante, no se pudieron obtener los parámetros poblacionales deseados. En la misma situación se encontró la carpa, ya que como se mencionó con anterioridad, su captura sólo fue posible en las dos ocasiones en que fue utilizado el chinchorro. Por lo anterior, el estudio se centró en Girardinichthys viviparus.

Abundancia.

El mayor número de organismos fue capturado en el lago Mayor cuya abundancia (1447) representó, aproximadamente, el 47% de la captura total de los tres Lagos. El lago Viejo representó el 25% (775 organismos) y el lago Menor el 28% restante (558 organismos).

La figura 3 muestra que existe una tendencia general hacia un incremento en el número de individuos en la época más cálida (de abril a septiembre) coincidiendo con la época reproductiva y que es también en el Lago Mayor, donde la captura por unidad de área fue más grande a pesar del menor número de estaciones muestreadas (10) en relación con las del lago Viejo (14).

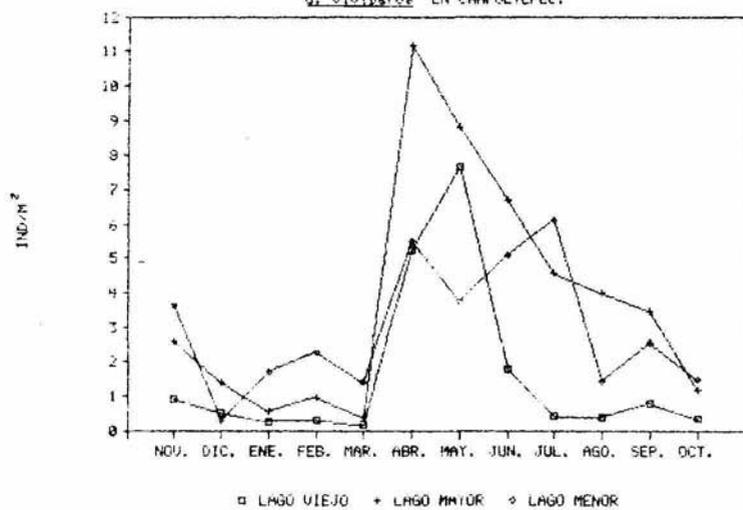
Biomasa y Densidad.

La biomasa y la densidad presentaron un patrón de comportamiento similar en cada uno de los sistemas (Figs. 4, 5 y 6) sin embargo, pudo observarse que la biomasa se vió afectada tanto por la densidad como por el tamaño y condición de cada organismo (estado fisiológico de los organismos), esto último resultado del consumo alimenticio, disponibilidad del alimento y actividad reproductiva.

Por otra parte, ambos parámetros presentaron características completamente diferentes en cada Lago. En el Viejo (Fig. 4) mostraron una relación directamente proporcional disminuyendo regulamente hasta alcanzar los valores más bajos de noviembre a marzo y de julio a octubre.

En el Mayor la tendencia general que se presentó fue un seguimiento de los dos parámetros aún cuando surgieron ciertas discrepancias a partir de abril ya que mientras la densidad decrece en forma moderada hasta octubre, la biomasa se incrementa en junio debido posiblemente, a que en ese mes el factor de condición indicó un buen estado fisiológico de la población. En septiembre se vuelve a repetir ese mismo hecho pero ahora a causa de que la longitud promedio aumentó con respecto a los meses precedentes.

FIG. 3 VARIACION DE LA DENSIDAD DE
G. VIMPERNAE EN CHAPULTEPEC.



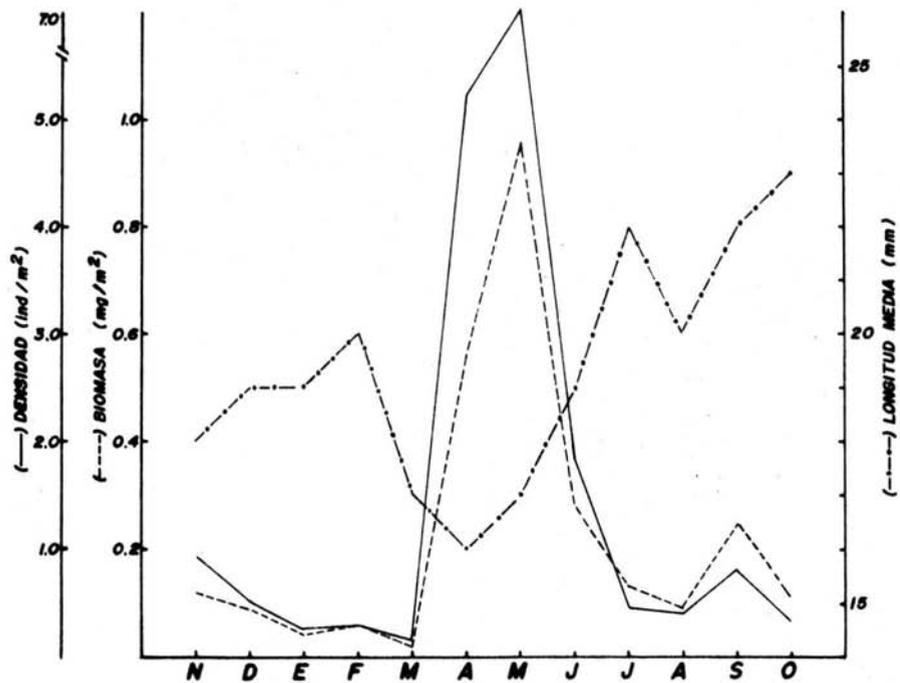


Fig. 4. VARIACION DE DENSIDAD, BIOMASA Y LONGITUD MEDIA DE *S. vitreum* EN EL LAJO VIEJO.

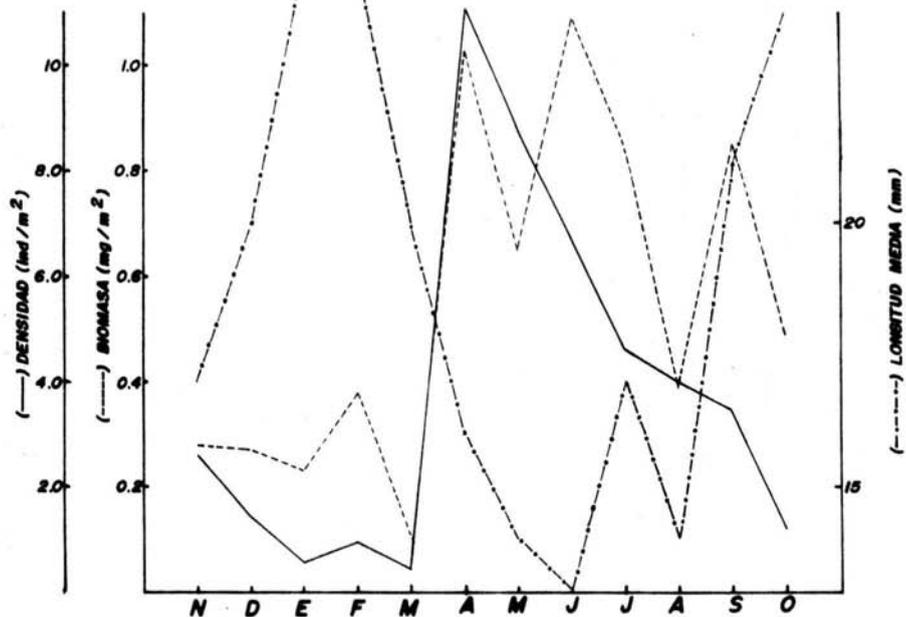


Fig. 5. VARIACION DE DENSIDAD, BIOMASA Y LONGITUD MEDIA DE *G. viviparus* EN EL LAGO MAYOR.

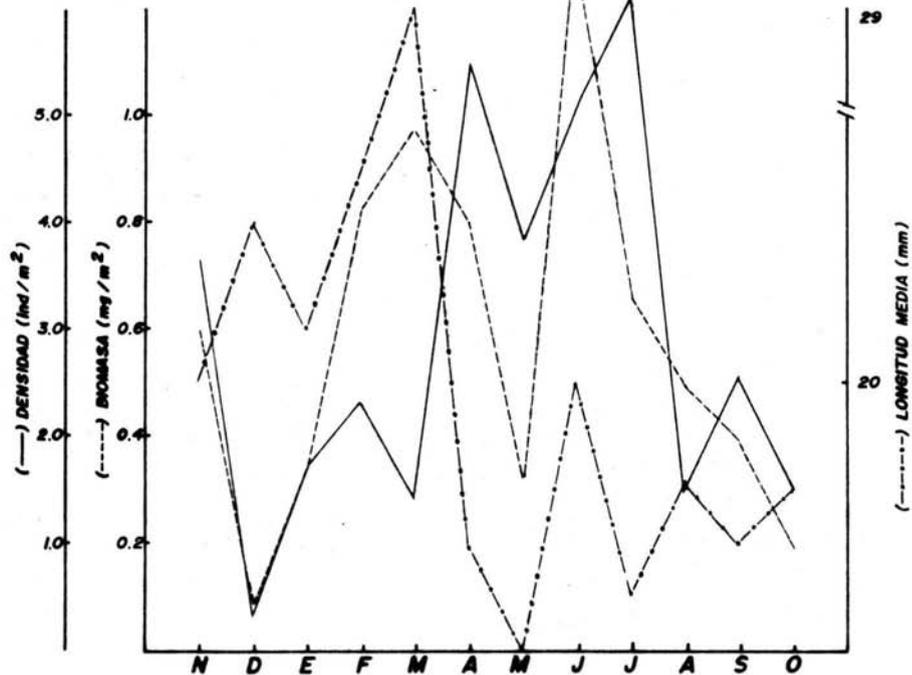


Fig. 6. VARIACION DE DENSIDAD, BIOMASA Y LONGITUD MEDIA DE *S. vittiger* EN EL LAGO MENOR.

En el lago Menor (Fig. 6) en los meses de marzo, abril, julio y septiembre, ambos parámetros se comportaron en forma inversa debido a que la biomasa se vió influida por la longitud promedio de los organismos capturados en cada caso, puesto que en marzo y septiembre aumenta, y en los otros dos la longitud decrece en relación a los meses que les anteceden.

En las mismas figuras (4 a 6) se puede apreciar que en los meses de mayor densidad las capturas correspondieron, en su mayor parte, a organismos más pequeños, fenómeno que se presentó desde abril a septiembre, aproximadamente.

Proporción sexual.

La proporción de sexos presentada por las poblaciones mostró un claro dominio de las hembras sobre los machos. De esta forma, de la captura total del lago Viejo, el 58% fueron hembras; en el lago Mayor éstas representaron el 67% del total, y en el lago Menor también fue notorio su predominio (62% de la captura total). No obstante, las proporciones no fueron las mismas a lo largo del periodo de muestreo; en las figuras 7, 8 y 9 puede observarse que de noviembre a marzo hay una dominancia de machos en los lagos Viejo y Mayor y sólo de enero a marzo en el Menor, en tanto que en los meses de abril a octubre es a la inversa, con un dominio de las hembras.

Sin embargo, aplicando una prueba de "Z", se puso de manifiesto que en el primer periodo (noviembre a marzo) la proporción fue de 1:1 en el lago Viejo, pero en el Mayor y Menor fue de 1:1.6 y 1:1.5 respectivamente a favor de los machos. En el segundo periodo (abril-octubre) confirmó la abundancia de las hembras sobre los machos a razón de 1.5:1, 2.5:1 y de 1.5:1 en cada uno de los Lagos en el orden anteriormente citado (Fig. 10).

Lo anterior concuerda con lo establecido por Nikolski (1969), quien menciona que en especies de baja fecundidad (como es el caso de las especies vivíparas como Girardinichthys viviparus) hay predominancia de hembras. Los trabajos realizados

FIG. 7 PROPORCION DE SEXOS DE *G. viviparus* EN EL LAGO VIEJO

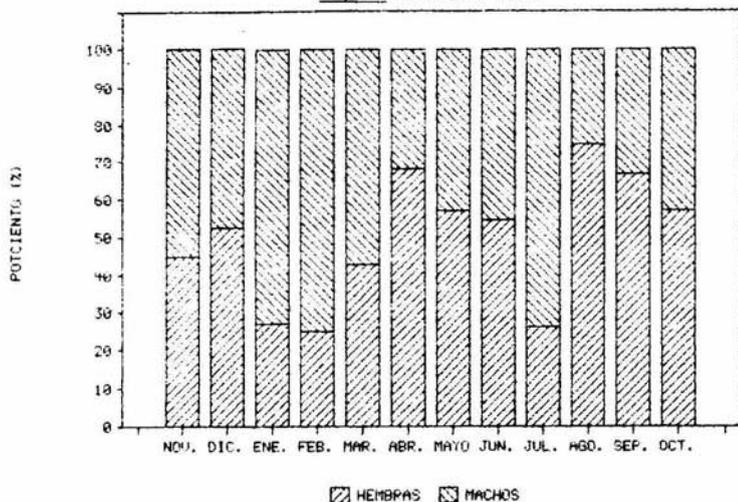


FIG. 8 PROPORCION DE SEXOS DE *B. viviparus* EN EL LAGO MAYOR

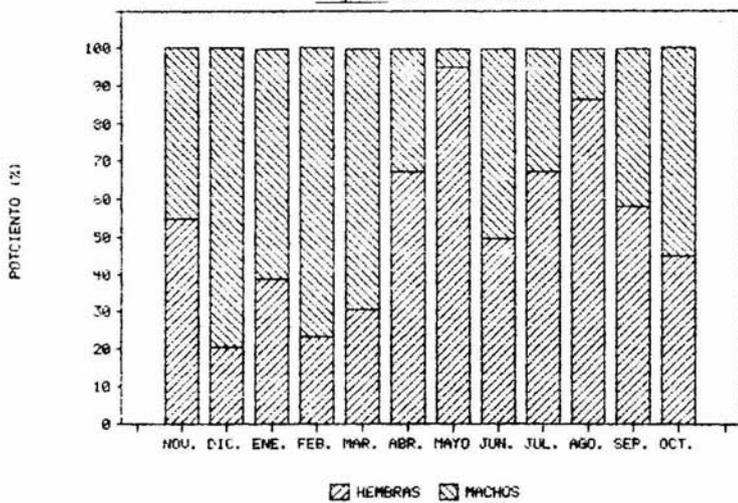
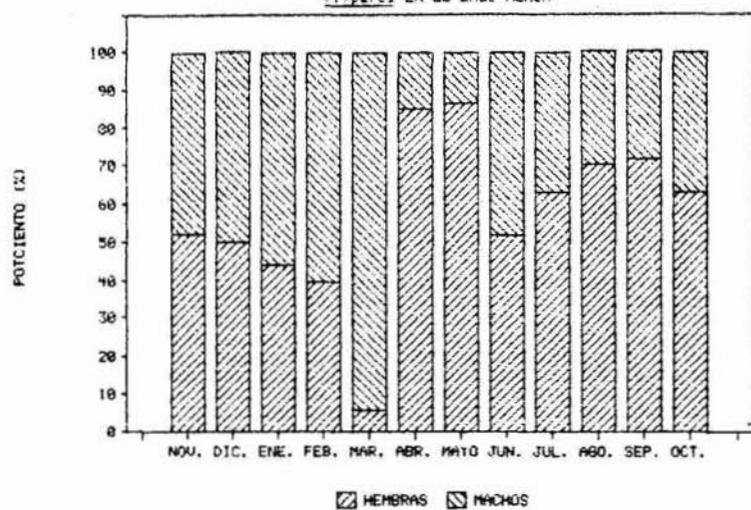


FIG. 9 PROPORCION DE SEXOS DE *G. viviparus* EN EL LAGO MENOR



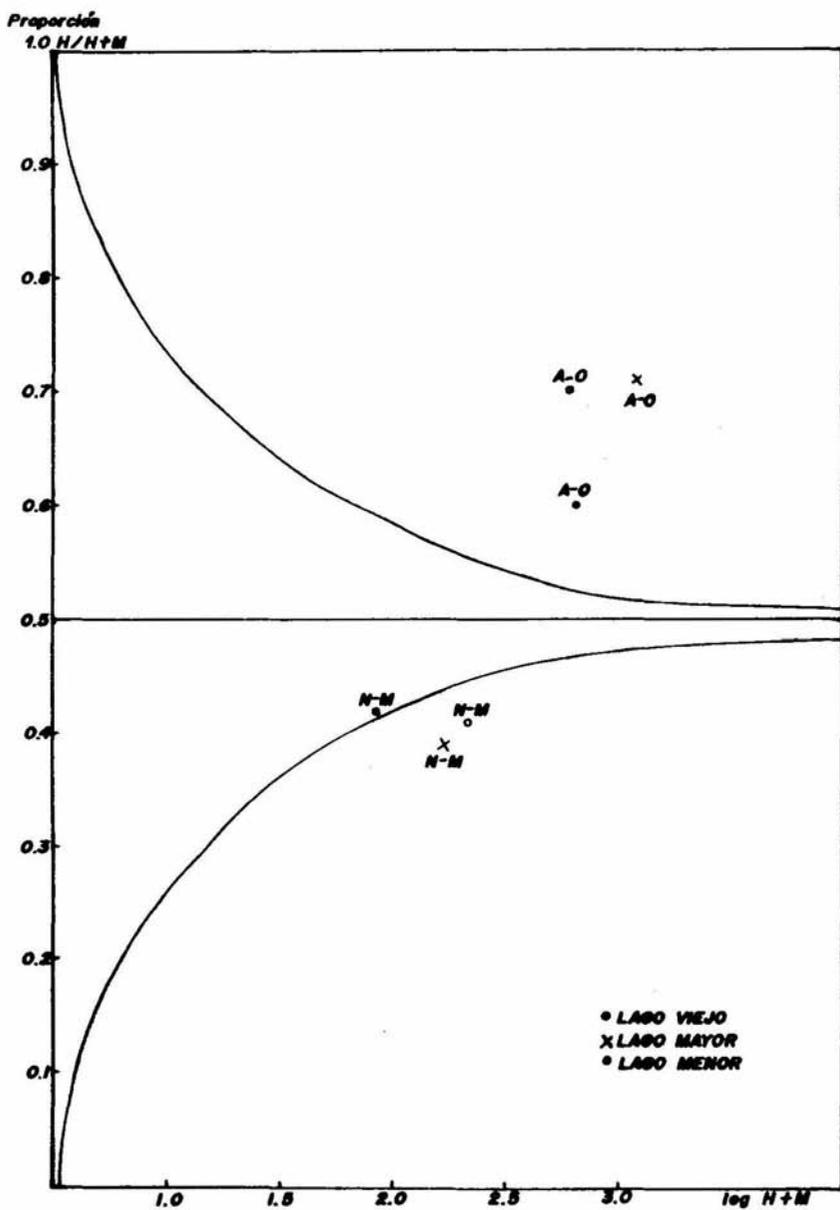


Fig. 10 PROPORCION SEXUAL DE *S. viviparus*.

sobre esta especie por Ojendis (1985) y Salazar (1981) también mencionan un predominio de hembras sobre los machos en el ex-Lago de Texcoco el primero y en el Embalse Requena, Edo. de Hidalgo, el segundo.

El cambio de proporción sexual a lo largo del tiempo se puede adjudicar en primer lugar, a que, posiblemente de abril a septiembre como es época reproductiva, las hembras se acercan a las orillas de los lagos para parir a sus crías y las posibilidades de captura aumentaron y, en seguida, porque dada la baja fecundidad de la especie, nacen más hembras que machos.

Las características que a continuación se describen fueron obtenidas con base en los datos del mes de mayo para el lago Viejo, con un total de 314 organismos (179 hembras y 135 machos), y del mes de abril en el caso del Mayor, con 351 organismos capturados (237 hembras y 114 machos). Dado que las abundancias registradas en el Menor no permitieron representatividad estadística, no fueron consideradas. Así mismo, los siguientes cálculos fueron realizados tanto a hembras como a machos por separado dado que, como se mencionó con anterioridad, existe un marcado dimorfismo sexual en esta especie.

Edad y Crecimiento.

El modelo descriptivo de la relación peso-longitud para cada caso fue:

$$\begin{array}{l} \text{A) Lago Viejo: hembras: } W_t = 1.5707 \times 10^{-5} L^{3.0994} \quad (r = 0.910) \\ \text{machos : } W_t = 1.6969 \times 10^{-5} L^{3.0695} \quad (r = 0.838) \end{array}$$

Para determinar si las pendientes eran distintas estadísticamente, se procedió a efectuar una comparación de pendientes [análisis de covarianza (Sokal y Rohlf, 1969)] cuyos resultados fueron:

Fuente de variación	G. L.	S.C.	C.M.	F
Entre pendientes	1	0.0012	0.0012	0.0172
Dentro de cada regresión	296	20.9772	0.0709	
<hr/> F _{0.05 (1,296)} = 3.84 <hr/>				

G.L. = grados de libertad S.C. = suma de cuadrados
C.M. = cuadrados medios

Ya que no existieron diferencias significativas en cuanto al crecimiento de hembras y machos, se obtuvo una tercera ecuación utilizando el conjunto total de datos (Fig. 11):

$$Wt = 1.6050 \times 10^{-5} L^{3.0904} \quad (r = 0.900)$$

B) Lago Mayor: hembras: $Wt = 1.6961 \times 10^{-5} L^{3.1028}$ ($r = 0.918$)
machos : $Wt = 7.2950 \times 10^{-5} L^{2.5979}$ ($r = 0.872$)

A estos resultados se les aplicó también un análisis de covarianza que arrojó los siguientes resultados:

Fuente de variación	G. L.	S.C.	C.M.	F
Entre pendientes	1	0.1299	0.1299	6.6869
Dentro de cada regresión	347	6.7429	0.0194	
<hr/> F _{0.05 (1,347)} = 3.84 <hr/>				

El resultado de este análisis de varianza mostró que estadísticamente las pendientes no fueron iguales, lo cual significó una diferencia en crecimiento entre hembras y machos, es decir, los incrementos de peso y longitud para cada sexo no fueron similares para este cuerpo de agua y en este mes (abril) (Figs. 12 y 13).

FIG. 11 CURVA DE PESO-LONGITUD DE *A. maculatus* EN EL LAGO UIEJO

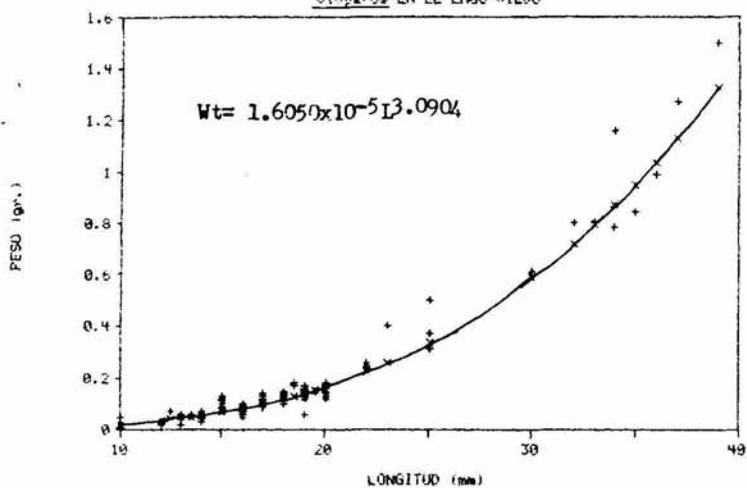


FIG. 12 CURVA DE PESO-LONGITUD DE G.
VALLEJUNUS HEMBRAS DEL LAGO MAYOR

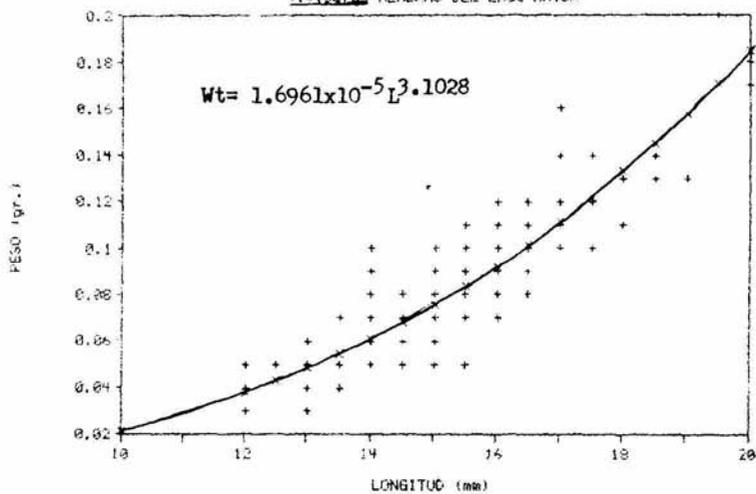
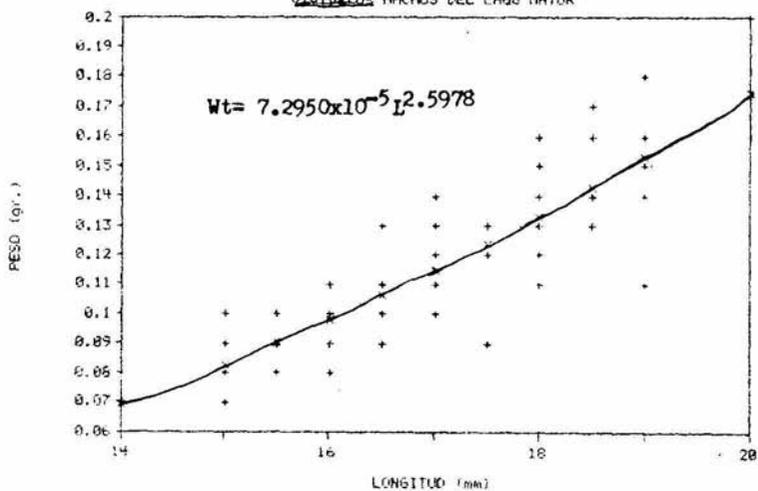


FIG. 13 CURVA DE PESO-LONGITUD DE G.
VALLEJUNUS MACHOS DEL LAGO MAYOR



Los resultados obtenidos al aplicar la prueba de t para comparar el valor calculado de b, mostraron que el crecimiento de los individuos de las poblaciones es isométrico tal como podría caracterizarse a un pez que no posee cambios en la forma corporal ni en la gravedad específica, aunque en muchas especies el peso es afectado a través del tiempo, por contenidos estomacales, condición de preñez, etc. (Nikolsky. 1963; Ricker, 1975).

En todos los casos la t_c fue menor que la $t_{0.05}$

para el Lago Viejo $t = 0.5050$ siendo $t_{0.05} = 1.96$
Mayor (hembras) $t = 0.5079$ con $t_{0.05} = 1.96$
Mayor (machos) $t = -1.6379$ y $t_{0.05} = 1.98$

De acuerdo a estos resultados, se aceptó el hecho de que la diferencia entre los valores calculados de b y el valor de 3 no es significativa por lo que se puede aceptar que el crecimiento es isométrico.

Salazar (1981) reportó que el valor de sus exponentes fue de 3.4190 para hembras y 3.1689 para machos, con base en lo cual afirma que el crecimiento de esta especie es alométrico. Esta discrepancia pudo ser motivada por la diferente condición biológica de los individuos de la presa Requena en relación a la de los organismos de Chapultepec, ó bien porque Salazar (1981) quizá halla considerado arbitrariamente que el crecimiento era alométrico dado que sus exponentes no fueron exactamente 3, ya que no reporta ningún estadístico que abale que el valor de sus exponentes fueran significativamente diferentes de dicho valor.

Por otra parte, en las tablas 2 y 3 se puede observar que el valor de los exponentes de las ecuaciones obtenidas mensualmente, osciló entre 2.0 y 3.0, tanto para hembras como para machos en ambos Lagos (considerando aquellas ecuaciones en las que el número de observaciones fueron mayores de 10). Esto implica una diferencia en el crecimiento para ambos sexos en ambos sistemas, aún en los mismos meses. Ricker (1975) menciona que algunas veces hay marcadas diferencias entre diferentes poblaciones de la misma especie y entre la misma población en diferentes tiempos, presumiblemente asociados con su condición nutricional o a los

Tabla 2. VALORES MENSUALES DE LA RELACION PESO-LONGITUD PARA HEMBRAS Y MACHOS
DE G. viviparus (Lago Viejo)

	HEMBRAS		MACHOS	
NOV.	Wt = $2.1813 \times 10^{-5} L^{2.9349}$	r = 0.9169	Wt = $4.0833 \times 10^{-6} L^{3.5076}$	r = 0.9491
DIC.	Wt = $1.8726 \times 10^{-5} L^{3.6893}$	r = 0.9837	Wt = $6.7450 \times 10^{-5} L^{3.0714}$	r = 0.9666
ENE.	-----	-----	Wt = $1.4788 \times 10^{-5} L^{3.1756}$	r = 0.9469
FEB.	-----	-----	Wt = $4.2590 \times 10^{-6} L^{3.5034}$	r = 0.9808
MAR.	-----	-----	Wt = $2.7614 \times 10^{-5} L^{2.8768}$	r = 0.9945
ABR.	Wt = $1.1288 \times 10^{-5} L^{3.1875}$	r = 0.9319	Wt = $1.4510 \times 10^{-5} L^{3.1474}$	r = 0.9027
MAY.	Wt = $1.5707 \times 10^{-5} L^{3.0994}$	r = 0.9103	Wt = $1.6969 \times 10^{-5} L^{3.0695}$	r = 0.8375
JUN.	Wt = $5.0024 \times 10^{-5} L^{2.6534}$	r = 0.9229	Wt = $1.1323 \times 10^{-5} L^{3.1991}$	r = 0.9831
JUL.	Wt = $5.3462 \times 10^{-4} L^{2.9945}$	r = 0.9996	Wt = $7.7561 \times 10^{-5} L^{2.6255}$	r = 0.8688
AGO.	Wt = $1.8850 \times 10^{-5} L^{3.0250}$	r = 0.9336	Wt = $1.1355 \times 10^{-6} L^{3.8646}$	r = 0.9968
SEP.	Wt = $3.2848 \times 10^{-6} L^{3.4912}$	r = 0.9839	Wt = $8.1272 \times 10^{-6} L^{3.2507}$	r = 0.9834
OCT.	Wt = $5.9677 \times 10^{-5} L^{2.6836}$	r = 0.9859	-----	-----

----- menos de 10 datos

Tabla 3. VALORES MENSUALES DE LA RELACION PESO-LONGITUD PARA HEMBRAS Y MACHOS
DE G. viviparus (Lago Mayor)

	HEMBRAS		MACHOS	
NOV.	Wt = $6.6900 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9469	Wt = $6.0934 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9384
DIC.	Wt = $3.6259 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9665	Wt = $1.3960 \times 10^{-5} L^3$	r = 0.8617
ENE.	Wt = $3.0930 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9962	Wt = $4.9682 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9904
FEB.	Wt = $2.5272 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9993	Wt = $1.8822 \times 10^{-5} L^3$	r = 0.8941
MAR.	Wt = $6.9553 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9997	Wt = $1.8178 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9862
ABR.	Wt = $1.6961 \times 10^{-5} L^3$	r = 0.9182	Wt = $7.2950 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.8719
MAY.	Wt = $4.0033 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.8438	Wt = $1.6966 \times 10^{-5} L^3$	r = 0.9398
JUN.	Wt = $1.7650 \times 10^{-5} L^3$	r = 0.9841	Wt = $2.3060 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9499
JUL.	Wt = $8.9681 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9681	Wt = $1.4599 \times 10^{-4} L^2$	r = 0.9491
AGO.	Wt = $6.2025 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.8342	Wt = $8.6735 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9490
SEP.	Wt = $7.4709 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9738	Wt = $1.9612 \times 10^{-4} L^2$	r = 0.9321
OCT.	Wt = $5.4081 \times 10^{-5} L^2$	r = 0.9941	Wt = $7.3068 \times 10^{-6} L^3$	r = 0.9609

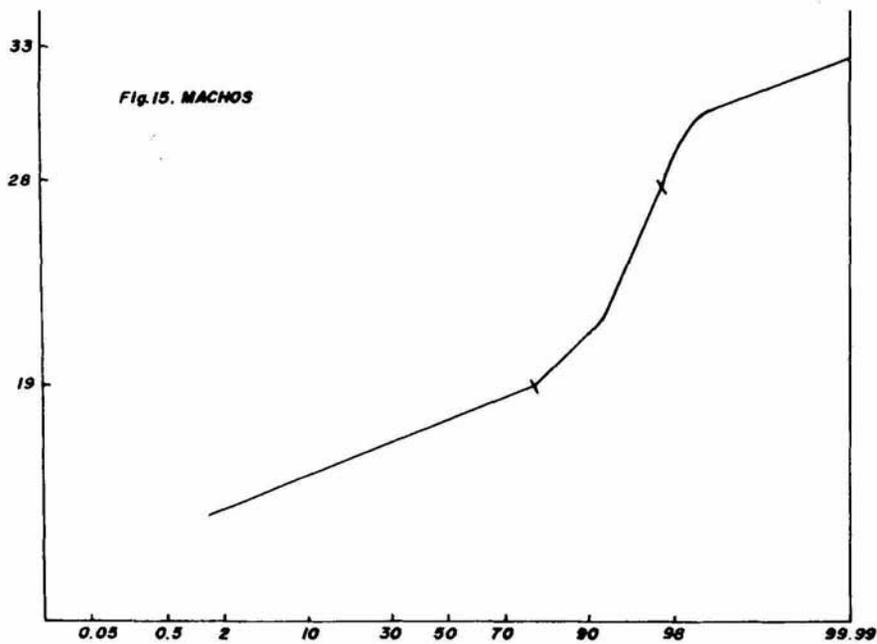
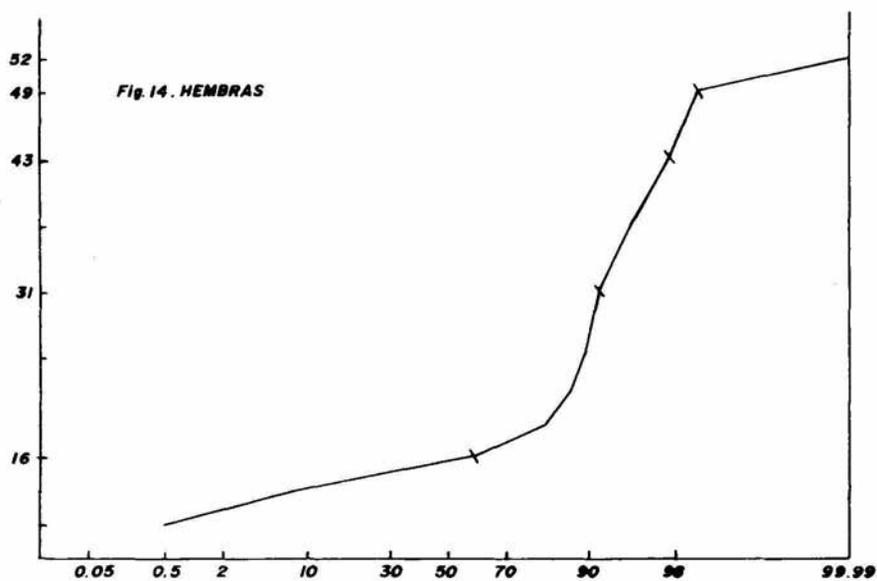
cambios en las tasas de medidas lineares del pez. No obstante lo anterior, no hay que perder de vista que dichas oscilaciones pueden estar, de alguna manera, influenciadas por el número de datos procesados y las longitudes incluidas en el sentido de que en algunos casos son muy pocos como para tener representadas tanto longitudes pequeñas como grandes y realizar un análisis de regresión de este tipo, aún cuando los factores de correlación en la mayoría de los casos fueron de 0.90 y, por lo tanto, pueden ser erróneos.

Los datos de longitud estándar fueron procesados por el método de Cassie (1954) con el fin de determinar las clases de edad. Los datos utilizados para el proceso de dicho método fueron los porcentajes de frecuencia acumulados.

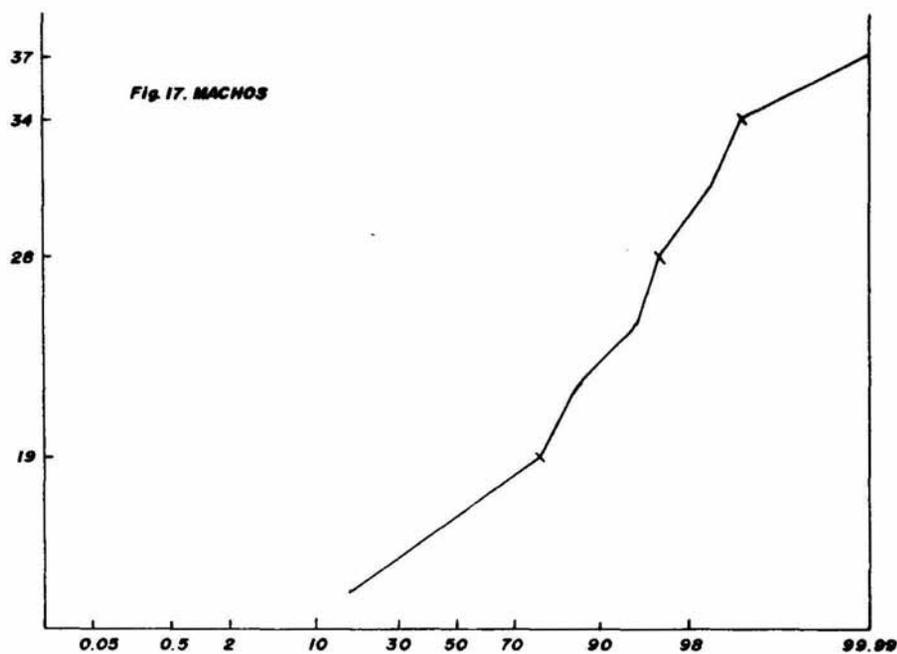
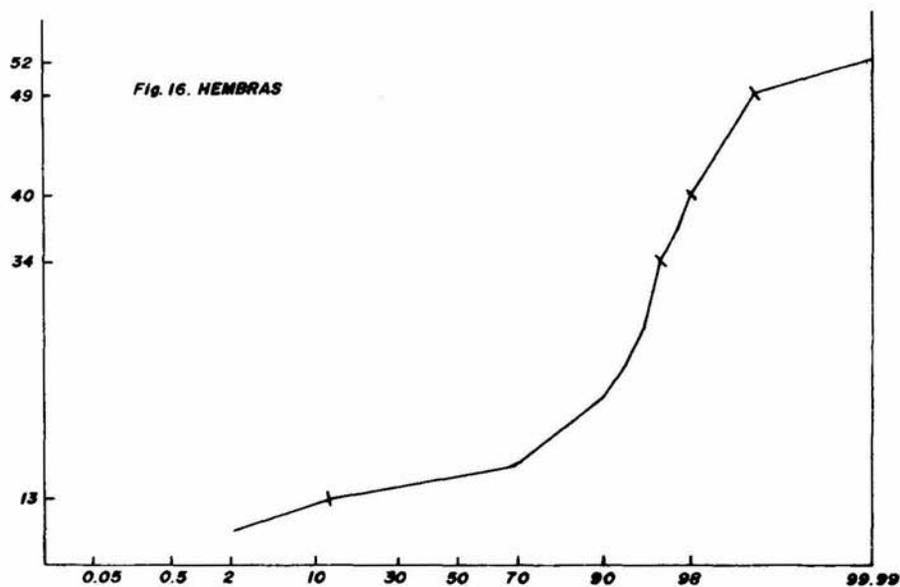
Se determinaron cinco clases de edad para las hembras a partir de los puntos de inflexión de las gráficas hechas en papel probabilidad en los dos Lagos. En el caso de los machos fueron tres para los individuos del lago Viejo y cuatro para los del lago Mayor (Figs. 14 a 17). A partir de los valores promedio de las clases de talla en longitud observados, se calcularon las siguientes clases de edad:

Edad	Lago Viejo	Hembras	Lago Mayor
	Longitud estándar (mm)	Longitud estándar (mm)	Longitud estándar (mm)
I	13.0		11.5
II	23.5		23.5
III	37.0		37.0
IV	46.0		44.5
V	50.5		50.5

CLASES DE EDAD DE G. viviparus DEL LAGO VIEJO



CLASES DE EDAD DE *G. viviparus* DEL LAGO MAYOR



	Lago Viejo	Lago Mayor
	Machos	
I	16.0	16.0
II	25.0	25.0
III	31.0	31.0
IV	--	35.5

El hecho de que se hallan podido inferir sólo tres clases de edad para los machos del lago Viejo, fue debido a que las longitudes del último intervalo considerado para el lago Mayor, no estuvieron representadas en el lago Viejo ya que no se capturaron peces machos de mayor talla en este mes.

Tomando en consideración estas clases de edad, se determinó la longitud máxima (L_{∞}) mediante el método de Ford-Walford (Ricker, citado en Gómez, 1967) como se indica en las figs. 18 a 21; los resultados se presentan a continuación:

	Lago Viejo	Lago Mayor
Hembras:	$L_{t+1} = 15.32 + 0.80L_t$ ($r = 0.980$)	$L_{t+1} = 15.94 + 0.79L_t$ ($r = 0.989$)
	$L_{\infty} = 77.02$ mm	$L_{\infty} = 75.00$ mm
Machos :	$L_{t+1} = 14.33 + 0.67L_t$ ($r = 1.000$)	$L_{t+1} = 13.76 + 0.70L_t$ ($r = 0.999$)
	$L_{\infty} = 43.00$ mm	$L_{\infty} = 45.48$ mm

Aún cuando la diferencia entre la proporción de capturas fue considerable (de aproximadamente 800 organismos, la captura de este estudio representó sólo el 25%); estos resultados son similares a los encontrados por Salazar (1981) (cuatro clases de edad con 16.0, 30.5, 44.0 y 50.7 mm en cada una, de la primera a la última, y una $L_{\infty} = 72.5$ mm) para las hembras, pues no calculó

FIG. 18 GRAFICO DE Lt vs. Lt+1
HEMERAS (Lago Viejo)

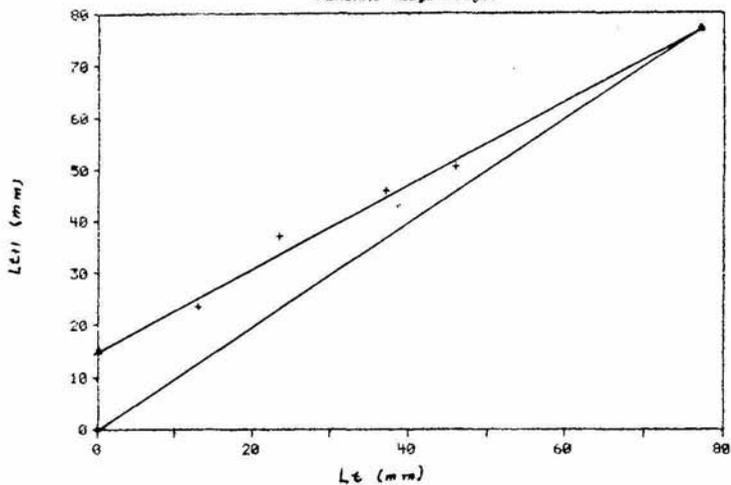


FIG. 19 GRAFICO DE Lt vs. Lt+1
MACHOS (Lago Viejo)

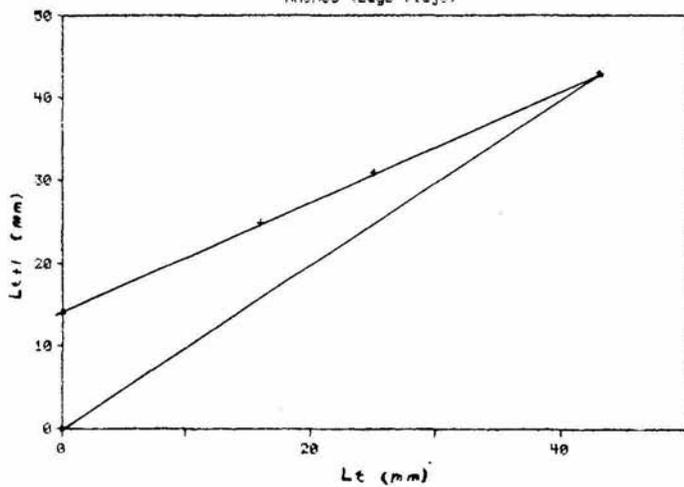


FIG. 20 GRAFICO DE Lt vs. Lt+1
HEMBRAS (Lago Mayor)

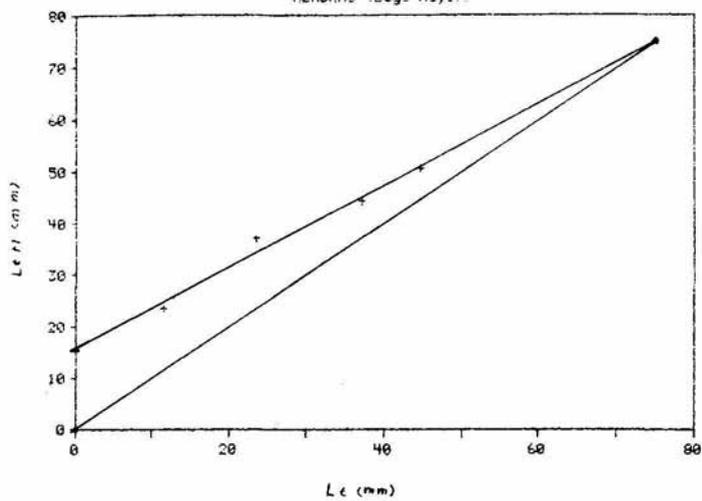
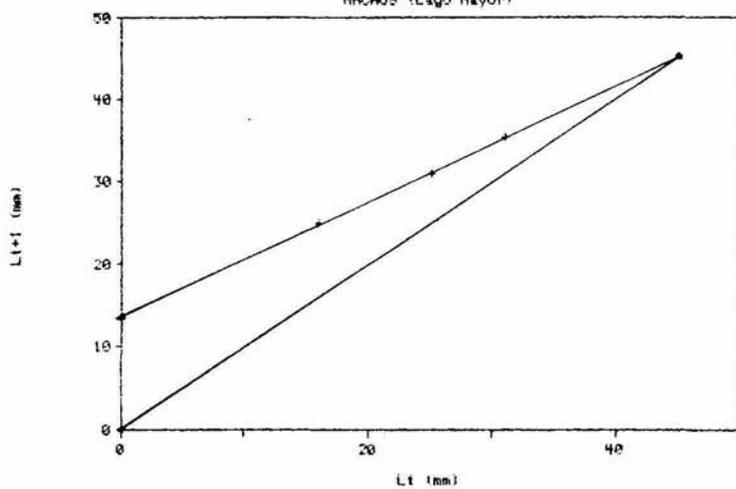


FIG. 21 GRAFICO DE Lt vs. Lt+1
MACHOS (Lago Mayor)



estos parámetros para machos. Ojendis (1985), trabajando con la misma especie reporta datos (para su población sin hacer diferencias entre las hembras y los machos) muy diferentes a éstos en cuanto a las tallas para cada clase de edad y al valor de L_{∞} (99.32), lo cual puede ser atribuido a que Ojendis obtuvo este valor con organismos más grandes (24 a 66 mm).

Con base en estos datos se hizo un ajuste mediante la ecuación exponencial del modelo de von Bertalanffy (Gulland, 1971), la cual cumple con los criterios de ajuste de ecuaciones a las tasas de crecimiento, o sea, se ajusta a la mayoría de los datos observados de crecimiento en peces, el número de constantes que presenta son pocas y con significado biológico ya que está basada en hipótesis fisiológicas. La tasa de incremento en longitud a través del tiempo es representada por la ecuación:

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

Para los lagos de Chapultepec se estimaron las siguientes ecuaciones:

Lago Viejo (hembras) $L_t = 77.0151(1 - e^{-0.2308(t-0.2452)})$ ($r = -0.995$)
 (machos) $L_t = 43.0042(1 - e^{-0.4054(t+0.1479)})$ ($r = -1.000$)

Lago Mayor (hembras) $L_t = 75.0028(1 - e^{-0.2428(t-0.3311)})$ ($r = -0.998$)
 (machos) $L_t = 45.4831(1 - e^{-0.3595(t+0.2063)})$ ($r = -1.000$)

En las figuras 22 a 25 se puede apreciar que la velocidad de crecimiento en longitud no es constante a través del tiempo, sino que al principio es muy acentuado y va disminuyendo conforme aumenta la edad hasta llegar a un punto en que cesa completamente como lo menciona Gulland (1971). Los machos alcanzan su L_{∞} en menor tiempo aún cuando la tasa de crecimiento es mucho menor que la de las hembras, evidentemente, porque dicha talla es mucho menor que la que pueden llegar a alcanzar las hembras.

Conocida la relación peso-longitud se obtuvo el modelo de von Bertalanffy (Gulland, 1971) para crecimiento en peso:

FIG. 22 CRECIMIENTO EN LONGITUD
DE HEMBRAS (Lago Viejo)

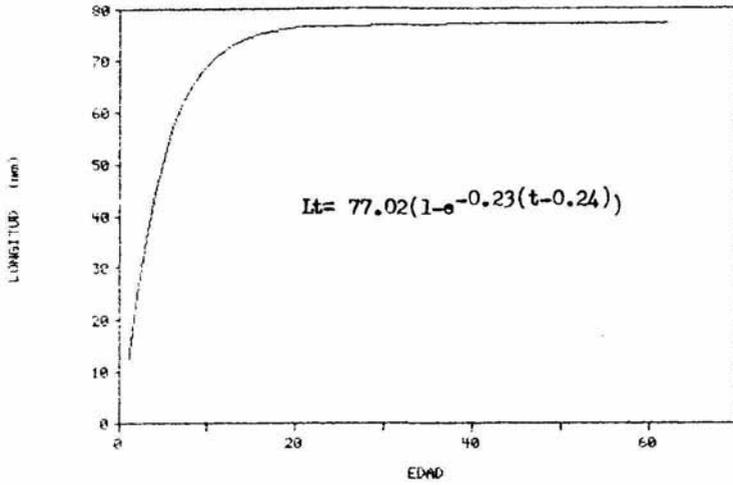


FIG. 23 CRECIMIENTO EN LONGITUD
DE MACHOS (Lago Viejo)

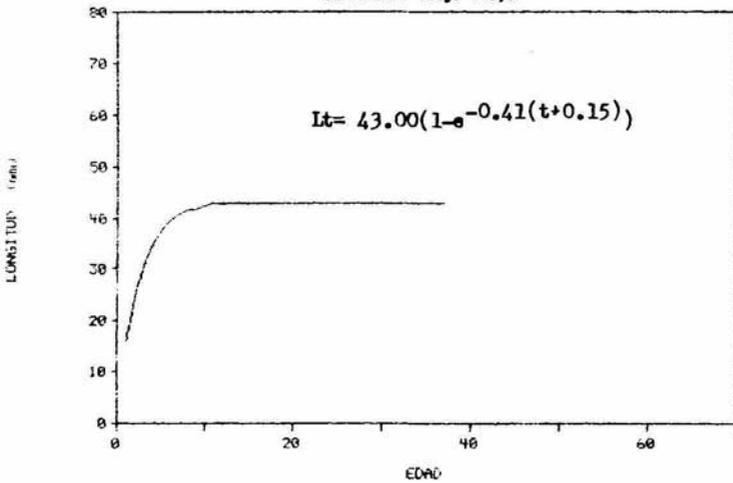


FIG. 24 CRECIMIENTO EN LONGITUD
DE HEMBRAS (Lago Mayor)

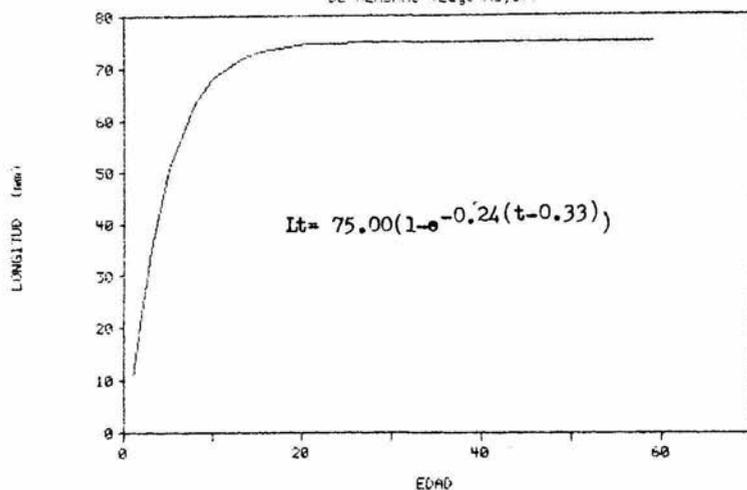
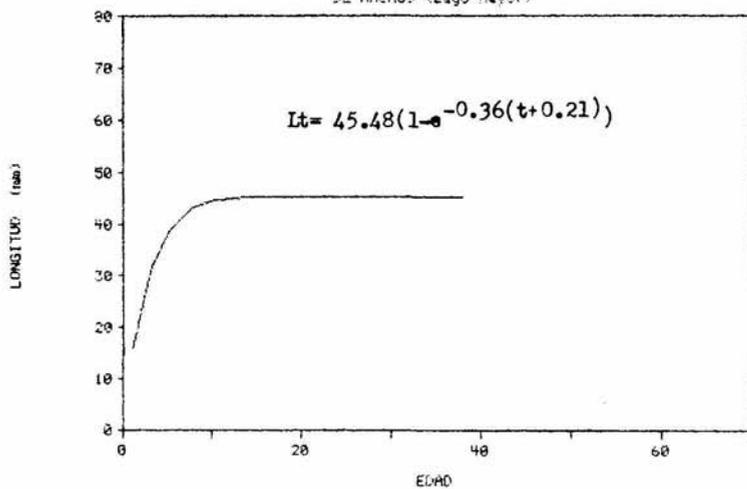


FIG. 25 CRECIMIENTO EN LONGITUD
DE MACHOS (Lago Mayor)



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

donde W_{∞} = peso máximo que puede alcanzar un pez y n = exponente de la relación peso-longitud.

Si se tiene que:

$$\begin{aligned} \text{Lago Viejo (hembras)} \quad W_{\infty} &= 1.6050 \times 10^{-5} (77.0151)^{3.0904} = 10.8580 \text{ g} \\ \text{entonces} \quad W_t &= 10.8580 (1 - e^{-0.2308(t-0.2452)})^{3.0904} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(machos)} \quad W_{\infty} &= 1.6050 \times 10^{-5} (43.0042)^{3.0904} = 1.7934 \text{ g} \\ \text{entonces} \quad W_t &= 1.7934 (1 - e^{-0.4054(t+0.1479)})^{3.0904} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lago Mayor (hembras)} \quad W_{\infty} &= 1.6961 \times 10^{-5} (75.0028)^{3.1028} = 11.1536 \text{ g} \\ \text{entonces} \quad W_t &= 11.1536 (1 - e^{-0.2428(t-0.3311)})^{3.1028} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(machos)} \quad W_{\infty} &= 7.2950 \times 10^{-5} (45.4831)^{2.5979} = 1.4790 \text{ g} \\ \text{entonces} \quad W_t &= 1.4790 (1 - e^{-0.3595(t+0.2063)})^{2.5979} \end{aligned}$$

Las representaciones gráficas de las curvas descritas por el modelo, se muestran en las figs. 26 a 29.

El crecimiento en peso tampoco es constante a través del tiempo. Al inicio, este crecimiento de los individuos al igual que la longitud es muy pronunciado después del cual comienza a ser más lento, disminuyendo conforme a la edad, así se mantiene hasta que alcanza el peso asintótico, o sea, teóricamente el peso más allá del cual los peces no crecerán (Gulland, 1971; Nikolski, 1963; Ricker, 1975).

En este punto el dato del peso máximo de las hembras de *G. viviparus* reportado por Salazar (1981) es similar al aquí obtenido ($W_{\infty} = 11.63 \text{ g}$).

FIG. 26 CRECIMIENTO EN PESO
DE HEMBRAS (Lago Viejo)

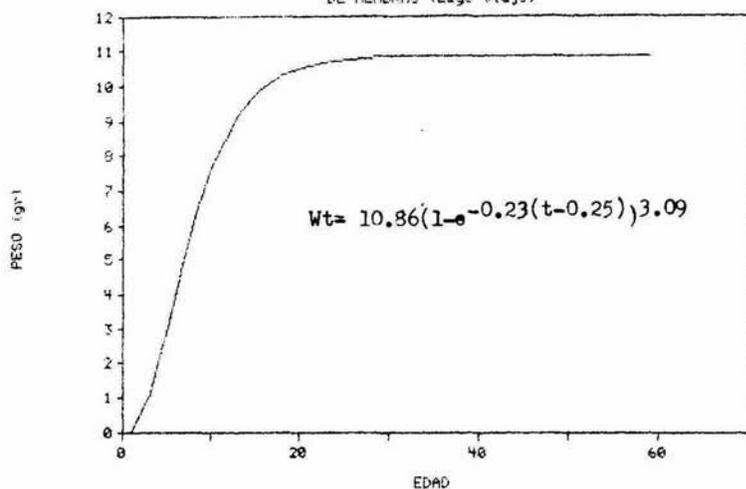


FIG. 27 CRECIMIENTO EN PESO
DE MACHOS (Lago Viejo)

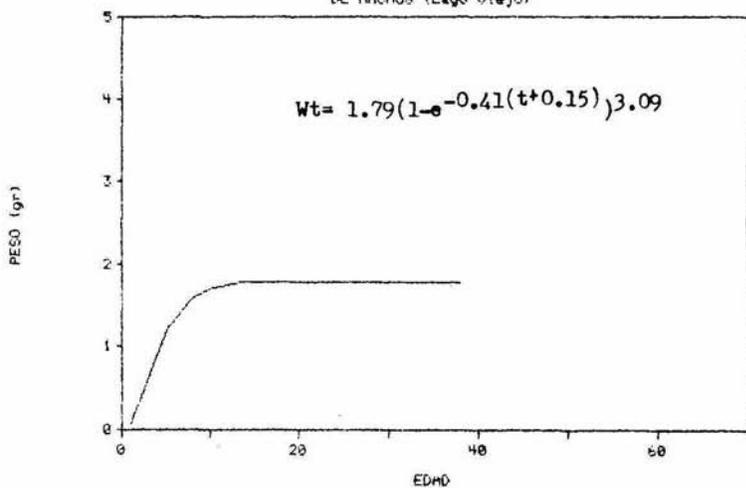


FIG. 28 CRECIMIENTO EN PESO
DE HEMBRAS (Lago Mayor)

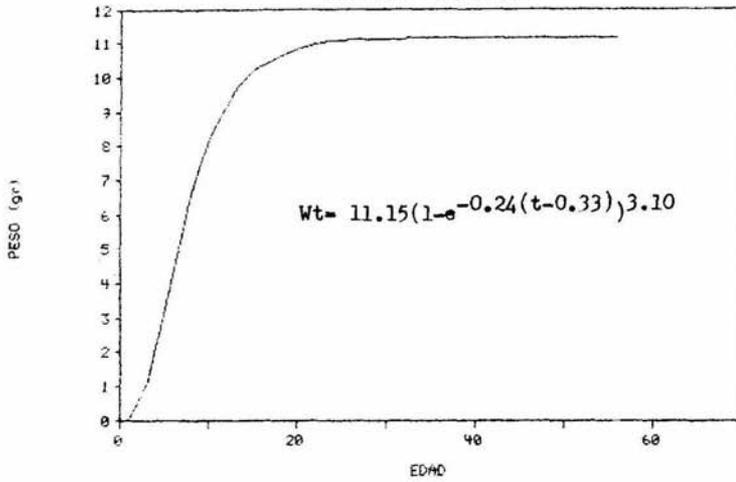
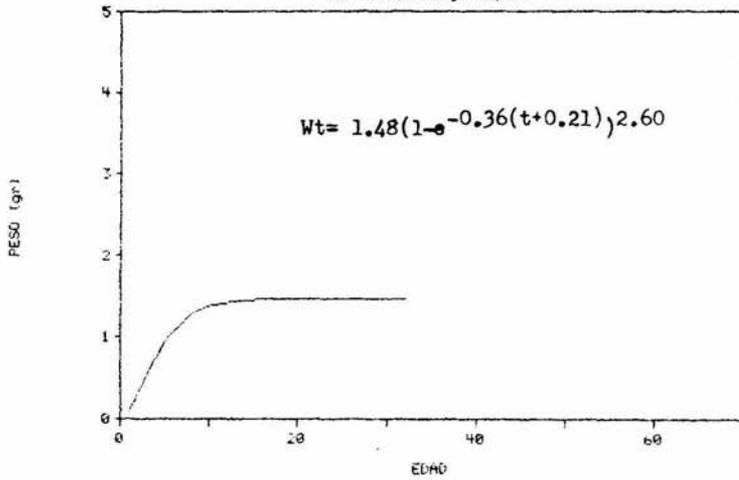


FIG. 29 CRECIMIENTO EN PESO
DE MACHOS (Lago Mayor)



Madurez Gonádica.

La diferenciación entre hembras y machos se basó en sus características externas debido a que el macho presenta un menor tamaño, es más delgado, posee un acortamiento de los primeros 5 ó 6 radios de la aleta anal unidos entre sí y a su vez separados del resto de la aleta (lo cual pudo ser observado incluso en organismos de 11 mm de longitud), mientras que la hembra es más grande y más robusta.

Con el fin de poder establecer el estadio gonádico de los organismos, se consultaron dos claves específicas para Girardinichthys viviparus, una propuesta por Ojendis (1985) y otra propuesta por Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986).

Ojendis (1985) establece siete estadios gonádicos con los cuales las características aquí observadas no concordaron, especialmente en los dos primeros. Del estadio III al VII, podría decirse que su afinidad fué sólo en cuanto al abultamiento abdominal de las hembras. Estas desigualdades pueden ser atribuidas a la diferente metodología empleada, ya que Ojendis (1985), además de las observaciones morforológicas, las realizó colorimétricamente.

Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) postulan cinco estadios de madurez sólo para hembras y por consiguiente los correspondientes a los machos no se obtuvieron. Las descripciones que caracterizan a cada uno fueron más afines a las aquí obtenidas, con base en lo cual se obtuvieron los cinco estadios gonadales en los tres Lagos. Este hecho estuvo de acuerdo a las clases de edad encontradas para hembras utilizando el método de Cassie (1954), lo que hace suponer que las clases determinadas no son erróneas.

A través de un análisis de regresión lineal se pudo comprobar que el estadio gonádico no es directamente proporcional al tamaño de la hembra ($r=0.389$), debido a la superfetación que presentan. Sin embargo, el número de embriones que se encontraron en cada una de ellas, sí mostró una relación lineal ($r= 0.865$) según se especifica a continuación:

Estadio	Intervalo de long. de la hembra
I	10 - 29
II	27 - 51
III	30 - 52
IV	30 - 50
V	32 - 47

Número de embriones por intervalo de longitud:

Juveniles: Los organismos menores que 30 mm de longitud estandar no presentaron embriones.
 Adultas : De 30 a 35 mm LS con 8 a 23 embriones siendo su promedio 14.17+/-5.23.
 Adultas : De 36 a 45 mm LS con 9 a 25 embriones siendo su promedio 17.40+/-8.68.
 Adultas : De 46 a 55 mm LS con 28 a 45 embriones siendo su promedio 36.56+/-5.28.

Estos resultados son comparables con los obtenidos por Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) quienes reportan:

segundo caso - 8 a 27 embriones y media de 15.07
 tercer caso - 9 a 32 embriones y media de 19.7
 cuarto caso - 11 a 114 embriones y media de 47.7

El número de hembras que se ubicaron dentro de cada estadio fue:

	I	II	III	IV	V	
Lago Viejo	51 (71.8%)	3 (4.2%)	10 (14.1%)	0 —	7 (9.9%)	10 grávidas
Lago Mayor	79 (66.4%)	14 (11.8%)	19 (16.0%)	7 (5.8%)	0 —	16 grávidas
Lago Menor	115 (78.8%)	5 (3.4%)	12 (8.2%)	10 (6.8%)	4 (2.7%)	18 grávidas

El estadio I es considerado por Mendoza (en Díaz-Pardo y

Ortiz-Jiménez, 1986), como inmaduro. El estadio II corresponde a la fase de reposo, pues los ejemplares que alcanzan el estadio V, una vez desalojados los embriones reinician el ciclo en el estadio II. En el estadio III las hembras ya han madurado, y se encuentran aptas para la reproducción.

Como puede observarse en la tabla anterior, para los tres Lagos, el mayor número de hembras se ubicó dentro del estadio I y el mínimo en el V. La menor abundancia en los estadios IV y V junto con la ausencia del primero en el lago Viejo y del segundo en el Mayor pudieron ser producto de la técnica de muestreo ya que, por el mayor tamaño de los organismos capturados con el chinchorro, se cree que los organismos adultos habitan en su mayoría, las partes centrales de los sistemas, mientras que los juveniles se encuentran preferentemente a las orillas de los mismos.

A través del tiempo los estadios presentaron la siguiente distribución:

	L. Viejo	L. Mayor	L. Menor
NOV.	I	III, IV	I
DIC.	I	I, III	I, III
ENE.	I	I, III	I
FEB.	I	I, III, IV	I, IV
MAR.	I	III, IV	III, IV
ABR.	I	I, IV	I, IV
MAY.	I, III, V	I, III	I, V
JUN.	I, III, V	I, IV	IV, V
JUL.	II	I, III	I, III, IV
AGO.	I, V	I, III	I, III, IV
SEP.	I, III	I, III	I, III, V
OCT.	I, III	I, III	I, IV

Una de las razones que motivó el encontrar hembras en estadio I en el lago Viejo, especialmente, de noviembre a abril, es el tamaño de las mismas, ya que varió de 13 a 29 mm. En los otros dos Lagos, las hembras capturadas fueron más grandes.

En la figura 3 se puede apreciar que las densidades de noviembre a marzo son muy bajas, de abril a julio se incrementan notoriamente para volver a decaer en los meses subsecuentes. Tomando como base este patrón, se puede observar que las tallas encontradas en cada lago fueron (las cantidades ubicadas por debajo de cada intervalo, representan la media y su desviación estandar):

	L. Viejo	L. Mayor	L. Menor
NOV.-MAR.	13-29 mm (18+/-0.6)	12-43 mm (25.4+/-0.66)	12-41 mm (23.0+/-1.1)
ABR.-JUL.	10-49 mm (17.3+/-2.14)	10-48 mm (20.8+/-4.3)	10-51 mm (20.0+/-3.4)
AGO.-OCT.	11-51 mm (21.5+/-1.0)	10-51 mm (18.0+/-3.3)	11-50 mm (17.5+/-1.8)

Esto da pauta para explicar, más claramente, la distribución irregular de los estadios gonádicos a través del tiempo, tomando como base la escasa relación que existe en cuanto al tamaño de la hembra y el estadio gonádico. El haber encontrado menor cantidad de estadios gonádicos en el lago Viejo, pudo ser atribuido a la técnica de muestreo, aunque no se descarta el hecho de que la gente al remar principalmente en este Lago, espante a los organismos adultos y se alejen de las orillas manteniéndose protegidos en la porción central. En los otros dos Lagos ésto no sucede pues aunque también se rema en ellos, se hace en menor proporción en comparación con el lago Viejo y, consecuentemente, los adultos tienen más libertad de acercarse a las orillas.

Al mismo tiempo, se pudo comprobar que en los meses de mayor densidad se encontró, por un lado, que los organismos de menor tamaño (10 a 18 mm) fueron los de elevada dominancia (80%) y, por el otro, se capturaron más frecuentemente, organismos de mayor talla (30-52 mm) y hembras grávidas, indicando la época reproductiva.

La familia Goodeidae agrupa peces que además de presentar un dimorfismo sexual muy marcado, poseen viviparidad y

superfetación; es por ésto que, en ocasiones, resulta difícil definir a que fase del ciclo de madurez corresponde un ovario determinado, pues la temporada de reproducción es muy larga y las hembras pueden ser fertilizadas casi continuamente, lo cual provoca que las gónadas femeninas, aunque han desalojado los embriones, tienen ya nuevos óvulos maduros que darán lugar a la siguiente generación (Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez, 1986).

Los ejemplares que alcanzan el estadio V, una vez desalojados los embriones, reinician el ciclo en el estadio II. De acuerdo a las observaciones realizadas en *G. viviparus* de Chapultepec, el ciclo reproductivo es múltiple y quedó comprendido entre abril y septiembre en los tres Lagos. Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) reportan un periodo similar comprendido de marzo a octubre. Salazar (1981) establece que, en su área de muestreo, entre marzo y agosto existen condiciones ambientales (en cuanto a temperatura y oxígeno) que propician el desarrollo de la especie. La extensión del periodo reproductivo y las variaciones del mismo reportado por cada autor, posiblemente estén determinados, más que nada, por la temperatura.

Díaz-Pardo y Ortiz-Jiménez (1986) establecen que el reclutamiento reproductivo de las hembras se lleva a cabo cuando éstas alcanzan una talla promedio de 30 mm de longitud patrón y que la medida de un ejemplar recién nacido es de 16.5 mm; sin embargo, tanto en este estudio como en el de Salazar (1981), se encontraron organismos recién nacidos de 10 mm, hecho constatado por la presencia de la trofotenia.

El número de embriones encontrados en cada cámara de la gónada es variable, pudiendo ser igual o diferente en ambas, lo cual coincide con los hallazgos de los mismos autores.

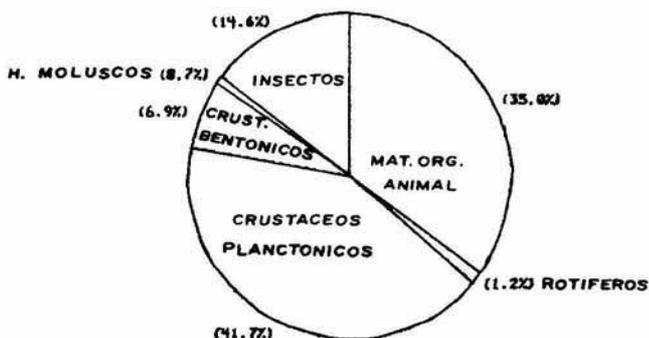
Hábitos Alimenticios.

El número de contenidos estomacales analizados representó el 18%, 19% y 35% de las capturas totales en los lagos Viejo, Mayor y Menor respectivamente.

Como resultado de estos análisis, se determinó que los componentes principales de la dieta de Girardinichthys viviparus están representados por crustáceos planctónicos (41.7%) e insectos (14.6%), presentándose gran cantidad de materia orgánica (35.0%). Rotíferos, crustáceos bentónicos y huevos de molusco se encontraron en menor proporción (8.8%) (Fig. 30).

Dentro de los crustáceos planctónicos se encontraron principalmente copépodos (Cyclops spp.) y cladóceros (Moina micrura, M. macrops, M. rectirostris, M. brachiata, Alona costata y A. sp.), además de huevos y larvas nauplio. Los insectos estuvieron representados por quironómidos (Tanytus sp. y Chironomus spp), y corixidos (Tricorixella mexicana, Krizousacorixa femorata y Corisella edulis); mientras que entre los crustáceos bentónicos se hallaron anfípodos (Hyalella azteca), ostrácodos (Cypridopsis vidua) y acociles (Cambarellus

FIG. 30 PREFERENCIAS ALIMENTICIAS DE G. viviparus EN CHAMPATEPEC



montezumae). Se identificaron rotíferos (Polyartha sp., Keratella sp., Brachionus plicatilis, B. calciforus, B. havanaensis y B. sp.) y huevos de molusco (Physa sp.), (Alcocer, Chávez, Kato y Nuño, 1990 comunicación personal).

La especie mantiene su dieta básica (crustáceos planctónicos e insectos) independientemente del Lago donde se encuentre. Ojendis (1985) reporta como parte de la dieta de G. viviparus en el ex-Lago de Texcoco, crustáceos planctónicos en un 67.99%, insectos en un 23.26% y ostrácodos con 0.01%. El otro 8.72% son algas. Esto podría sugerir que después de estos dos grupos principales, los componentes del alimento pueden variar tanto en tipo como en porcentaje, dependiendo de su disponibilidad en el medio, tanto espacial como temporalmente.

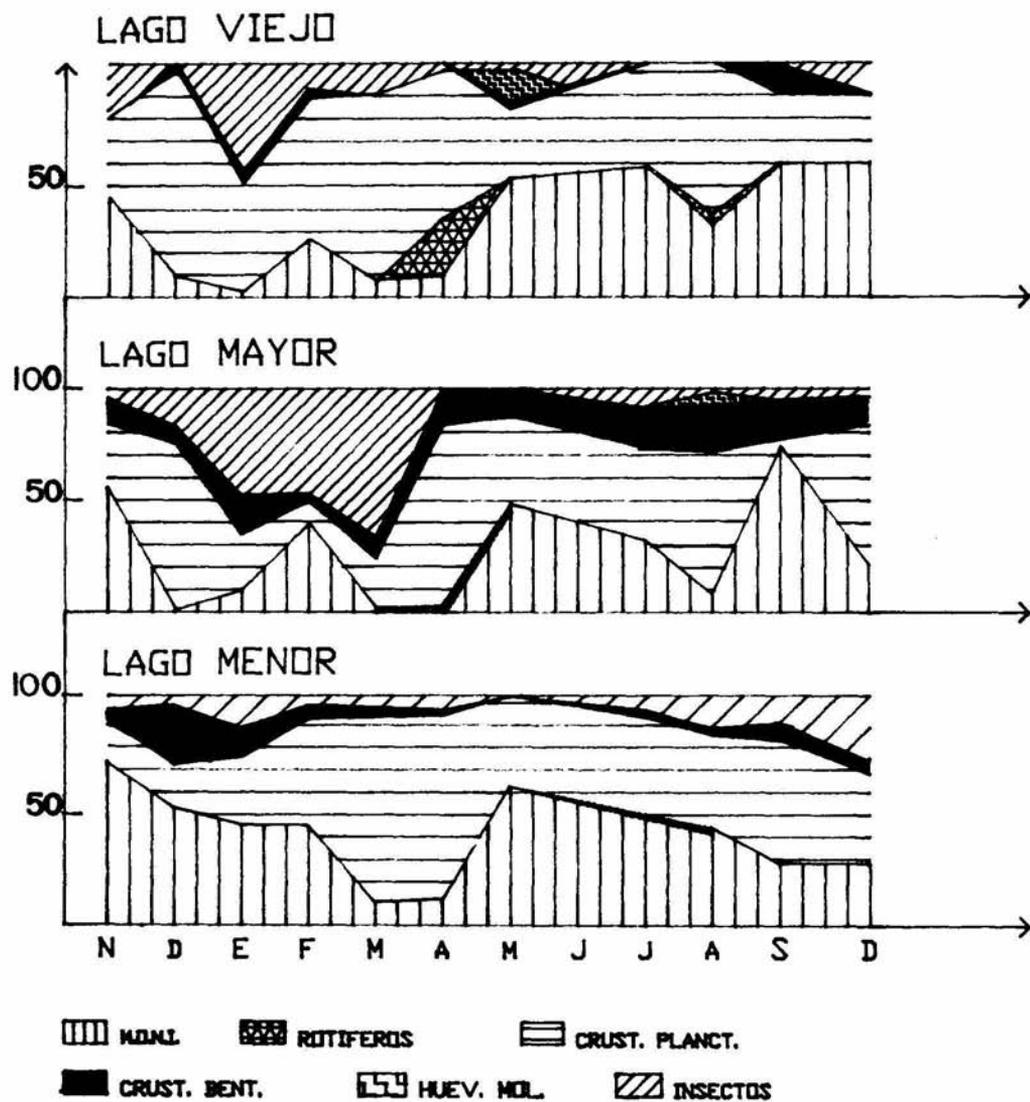
A través del tiempo se notó (Fig. 31) que no hay un cambio radical en la dieta alimenticia pero sí pequeñas variaciones como la disminución en el consumo de los crustáceos planctónicos, aumentando el de insectos en el mes de enero para el lago Viejo. De igual forma se comporta la ingesta de crustáceos bentónicos de agosto a octubre y se detecta la aparición de rotíferos, de marzo a mayo y de huevos de molusco de abril a junio.

En el lago Mayor predominan en la dieta los insectos, básicamente en los meses de enero a marzo constituyendo más del 50% del contenido alimenticio, pero desaparecen de abril a mayo volviendo a surgir en mínima proporción en los meses subsecuentes. Esta disminución se ve compensada con el aumento en el consumo de crustáceos bentónicos y la aparición de huevos de molusco de julio a septiembre.

En cuanto al lago Menor existió una proporción notable de crustáceos bentónicos en los primeros cuatro meses, reduciéndose posteriormente; mientras que la cantidad de crustáceos planctónicos aumenta significativamente de febrero a mayo y de agosto a octubre con la consiguiente disminución de materia orgánica. En este último periodo también se ve aumentado el consumo de crustáceos bentónicos e insectos.

Con base en lo anterior, se puede afirmar que estos orga-

FIG. 31 VARIACION TEMPORAL DEL ESPECTRO TROFICO DE G. viviparus.



nismos son, principalmente, zooplanctófagos y que las variaciones descritas pueden ser el reflejo de la disponibilidad del alimento, es decir, de las variaciones de abundancia y distribución de los diferentes grupos consumidos a lo largo del año.

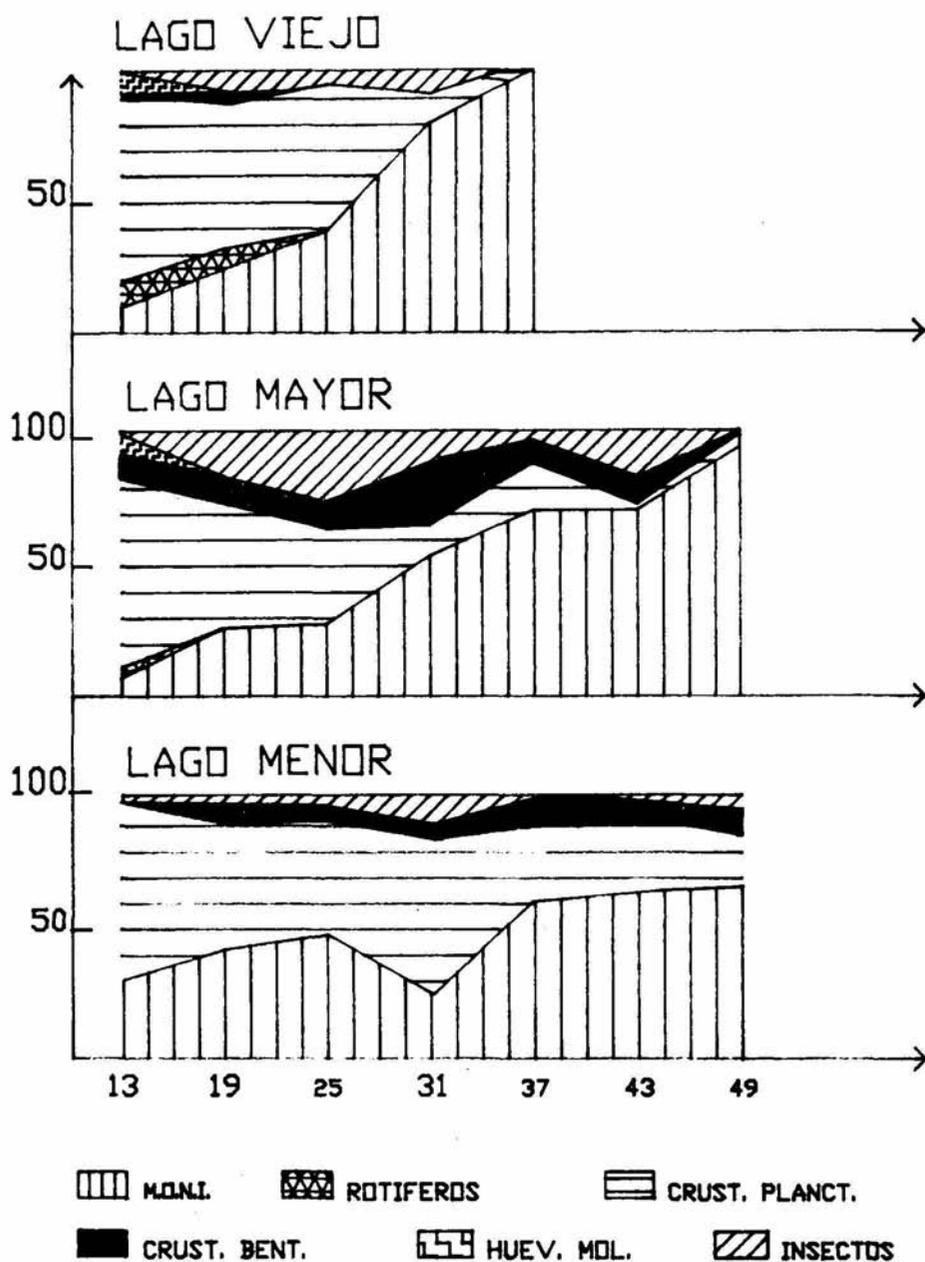
De acuerdo a la talla del organismo (Fig. 32), en cada Lago se presentaron consumos diferentes:

En el lago Viejo los organismos de 13 a 25 mm, consumen principalmente crustáceos planctónicos en tanto que los organismos más grandes, presentan gran cantidad de materia orgánica. En el lago Mayor los crustáceos planctónicos y bentónicos y los insectos son consumidos primordialmente en los primeros estadios, pero de 25 mm en adelante, presentaron mucha materia orgánica aunque los crustáceos bentónicos se mantuvieron presentes en todas las edades con un ligero aumento en las tallas de 25 mm a 37 mm. En el lago Menor sólo fue distinguible un ligero aumento tanto de crustáceos bentónicos como de insectos en los especímenes de 25 mm a 37 mm.

El aumento de materia orgánica animal presente en las tallas más grandes puede ser causado por dos factores. Los organismos grandes presentan piezas bucales más desarrolladas para triturar el alimento que los más pequeños, dando como resultado una mejor masticación, digestión y asimilación. Los organismos de menor tamaño, al no masticar adecuadamente y no poseer la capacidad de digerir material de queratina o lignina, como sucede en los insectos (Bond, 1979), éstos se presentan más enteros en los contenidos alimenticios. La hora del muestreo quizá también tenga cierto efecto sobre la cantidad de materia orgánica encontrada, dando tiempo a que el material consumido fuera digerido. Esto puede ser constatado por la cantidad de materia orgánica en los contenidos pertenecientes al lago Menor que fue mayor que en los otros dos, pues fue siempre el último en muestrearse.

Sin embargo, con estos datos no podría establecerse la hora de consumo de alimento pues la cantidad de ingesta por día y las veces en que lo haga durante éste, depende de muchos factores. Muchas especies son activas durante el día, aunque los picos de

FIG. 32 ESPECTRO TRÓFICO POR EDAD DE G. viviparus



actividad alimenticia ocurren en la mañana y en la tarde. Otros peces pueden alimentarse efectivamente durante el crepúsculo o en la noche. Los resultados de diversos estudios (Schreck y Scanlon, 1977; Sundararaj y Vasali, 1976) sobre la alimentación de peces, han mostrado que los organismos pequeños consumen mayor cantidad por día en relación a su peso corporal, que los individuos mayores debido a que las tasas de digestión son variables, dependiendo del tipo de alimento, temperatura y cantidad de alimento ingerido. Existen algunas indicaciones (Bond, 1979) de que los peces pequeños digieren el alimento más rápidamente que los organismos adultos y, por lo tanto, se ven en la necesidad de consumir alimento más veces al día.

Factor de Condición.

El índice de LeCren (en Nielsen y Johnson, 1983) varió de 0.67 a 1.82 para hembras y de 0.83 a 1.23 para machos en el lago Viejo, en tanto que en el lago Mayor osciló de 0.93 a 1.58 para hembras y de 0.84 a 1.30 para machos, manifestando una diferencia de peso entre hembras y machos en los meses del año; si no en todos los casos, en su mayoría (70.8%), las hembras poseen un factor de condición mayor, son más robustas que los machos por lo que presentan un marcado dimorfismo sexual (Tabla 4).

Lo anterior se vio reflejado en las medias anuales de los factores, ya que en el lago Viejo fue de 1.2454 ± 0.33 para hembras y 1.0552 ± 0.12 para machos; en el lago Mayor fue de 1.2883 ± 0.20 para hembras y de 1.1346 ± 0.14 para machos. Sin embargo, una prueba de "t" reveló que estas medias no son significativamente diferentes ya que las t_c son menores que $t_{0.05}$

Lago Viejo: $t_c = 1.8395$ $t_t = 2.1604$
Mayor: $t_c = 0.4910$ $t_t = 2.0739$

A pesar de que estas medias manifestaron que los organismos del lago Mayor poseen mejor condición que los del lago Viejo, comparando las medias de las hembras entre sí y las medias de los machos entre sí de ambos sistemas, se encontró que también son

Tabla 4. VARIACION TEMPORAL DEL FACTOR DE CONDICION DE G. viviparus

	LAGO VIEJO		LAGO MAYOR	
	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Noviembre	1.04	1.17	0.93	0.84
Diciembre	1.31	0.84	1.09	1.03
Enero	1.21	1.23	1.23	1.24
Febrero	0.67	1.17	1.16	1.15
Marzo	0.77	1.04	1.42	1.30
Abril	1.22	1.09	1.07	1.02
Mayo	1.37	1.08	1.25	1.25
Junio	1.04	1.10	1.32	1.21
Julio	1.29	1.17	1.58	1.15
Agosto	1.58	0.91	1.50	1.20
Septiembre	1.82	0.92	1.52	0.99
Octubre	1.61	0.95	1.41	1.22

iguales tomando en cuenta que la $t_c < t_{0.05}$.

hembras:	$t_c = -0.3792$	$t_t = 2.0739$
machos:	$t_c = -1.5005$	$t_t = 2.0739$

El gráfico de las figuras 33 y 34 muestra lo ya mencionado, que en ambos Lagos las hembras poseen un factor de condición mayor, alcanzando su mejor estado de julio a octubre, época de reproducción, mientras que la condición de los machos en los últimos tres meses decrece en relación al factor obtenido en los meses precedentes, posiblemente por el esfuerzo realizado en la actividad reproductiva.

Con base en lo anterior se calcularon las medias de ambos sexos en cada lago fuera de, y durante la época reproductiva (de noviembre a marzo y de abril a septiembre respectivamente). Con una prueba de t se verificó que continuaban siendo iguales en el primer caso ($t_c < t_t$), pero diferentes en el segundo ($t_c > t_t$):

Epoca no reproductiva:

Lago Viejo	$t_c = -0.5576$	$t_t = 2.4469$
Lago Mayor	$t_c = 0.3938$	$t_t = 2.4469$

Epoca reproductiva:

Lago Viejo	$t_c = 2.8710$	$t_t = 2.2281$
Lago Mayor	$t_c = 2.5401$	$t_t = 2.2281$

Estos resultados parecen indicar que las diferencias pueden ser atribuidas al peso de las gónadas de las hembras. Al respecto, Nikolsky (1963) señala que el factor de condición es afectado por el peso de las gónadas en la época reproductiva, ya que puede llegar a constituir el 15% del peso corporal del organismo.

Se podría pensar que este factor podría estar alterado

FIG. 33 VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION (Lago Urujeo)

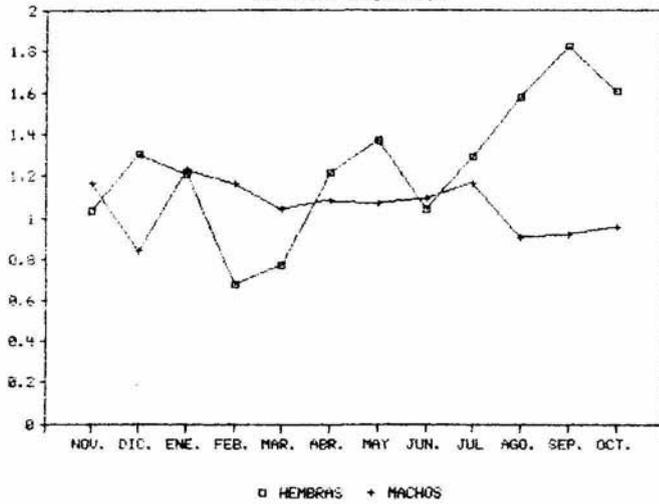
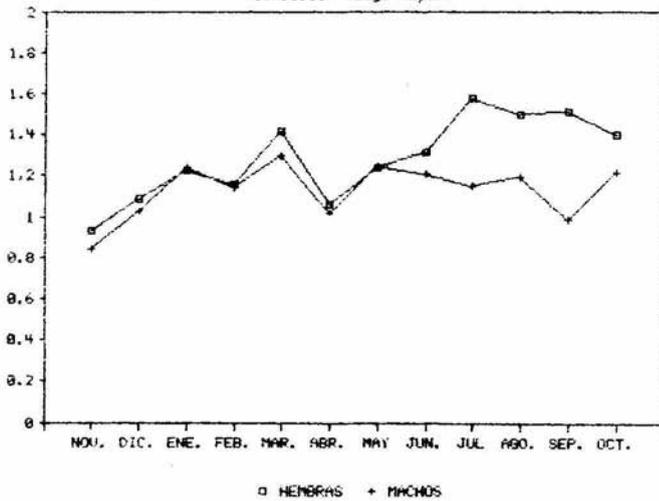


FIG. 34 VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION (Lago Mayor)



además de por el peso de las gónadas, por las condiciones nutricionales del pez en el sentido de consumo alimenticio del organismo, hecho que pudo estar reflejado en la cantidad de contenido estomacal -grado de llenado del tracto digestivo- y en el valor nutricional del alimento. Sin embargo en todos los casos (en ambos sexos), el grado de llenado fue del 30% al 50% de estómagos medio llenos y casi vacíos (el otro 20% restante estuvo repartido en los estómagos llenos y vacíos). La dieta estuvo constituida, como se mencionó con anterioridad, primordialmente de crustáceos e insectos, alimentos ricos en proteínas y calorías, que abastece sus requerimientos nutricionales sin ingerir alimento en gran cantidad (Bond, 1979), por lo que las diferencias registradas se atribuyeron principalmente al peso de las gónadas.

Parasitismo.

En los tres Lagos el grado de parasitismo fue inferior al 1% de la captura total (de 3 a 5 organismos por Lago), con un promedio de un parásito por pez. Los peces estuvieron parasitados por un copépodo ciclopoideo del género Ergasilus.

El exámen detallado de las partes externas de los organismos (las cavidades oral y branquial, los ojos y aletas, etc.) así como también la cavidad visceral y el tracto digestivo, manifestó que el único sitio que infesta el parásito son las branquias, específicamente en la parte superficial externa del arco branquial.

Un hecho notorio es que en los organismos capturados con chinchorro (lago Viejo), el grado de prevalencia fue mayor, pues de 423 el 30% lo presentó. Se encontraron 78 hembras (18%) y 50 machos (11.8%) parasitados. Cabe aclarar que estas proporciones fueron atribuidas, más que a una selectividad por el sexo, al hecho de que se capturaron más hembras (280-66.2%) que machos (143-33.8%).

Las tallas de los organismos parasitados osciló entre los 30

y los 50 mm, mientras que los organismos más pequeños no presentaron ningún parásito.

Este comportamiento del parásito está regido por los hábitos durante su ciclo de vida. Se han realizado muchos estudios sobre la reacción del parásito a la luz, en los que se ha observado que cuando se encuentran en el estadio de larvas nauplio, permanecen en el fondo durante el día y vuelven a la superficie en la noche, donde permanecen por varias horas. La luz, aparentemente, afecta a los copépodos durante el día forzándolos a hundirse. Neuhaus (1929) y Sgonina (1936) citados en Bauer (1961), observaron que existe una reacción fotonegativa tanto en las larvas nauplio como en las hembras maduras, las cuales cuando se encuentran en la parte periférica de la branquia, se desplazan hacia el arco branquial que son las áreas menos iluminadas.

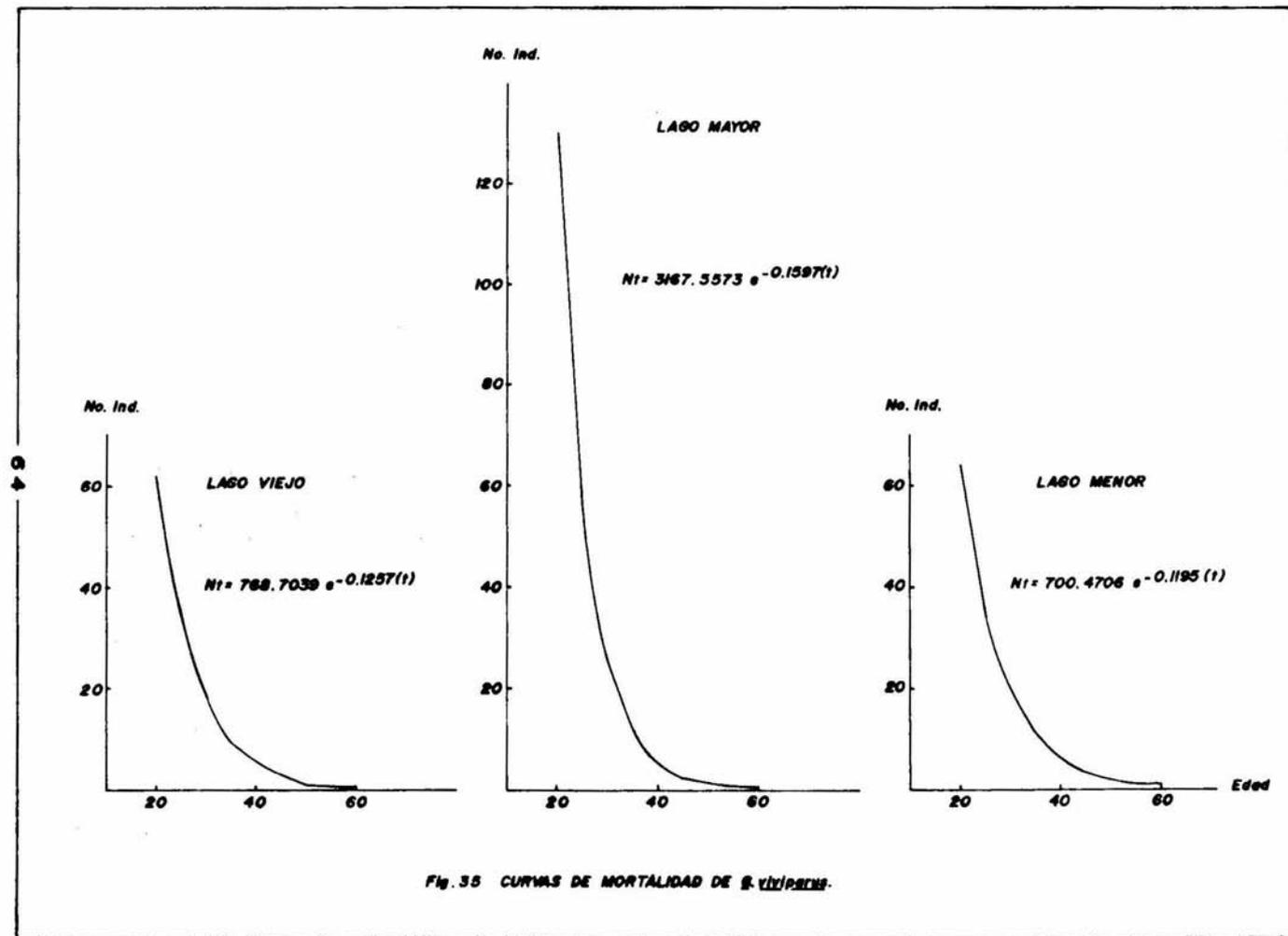
Con base en lo anterior es posible explicar el porqué los organismos capturados con chinchorro estuvieron más infestado que los capturados con red de cuchara, ya que los sitios de muestreo de estos últimos son tan someros que los copépodos no los habitan porque presentan un mayor grado de exposición a la luz.

Ya que los organismos más pequeños se encuentran preferentemente, en las orillas, resultaron ser los menos parasitados.

Mortalidad y Supervivencia.

Se calculó la mortalidad total debido a que las poblaciones de *Gyrardinichthys viviparus* de los lagos de Chapultepec no están sujetas a explotación pesquera o a pesca deportiva. Para este fin se tomaron los datos de la captura del mes de mayo para el lago Viejo y abril tanto para el lago Mayor como para el Menor, porque para este tipo de estudios la población sujeta a estudio debe ser cerrada, es decir, no debe presentar ni emigración, ni inmigración ó aumento de organismos por reproducción (Rabinovich, 1978).

La ecuación que describe el fenómeno es (Fig. 35):



L. Viejo	$N_t = 768.7039e^{-0.1257(t)}$	($r = -0.881$)
L. Mayor	$N_t = 3167.5573e^{-0.1597(t)}$	($r = -0.948$)
L. Menor	$N_t = 700.4706e^{-0.1195(t)}$	($r = -0.960$)

donde la mortalidad (Z) fue de -0.1257, -0.1597 y -0.1195 para los lagos Viejo, Mayor y Menor correspondientemente.

Esta especie al ser vivípara se caracteriza por un bajo potencial biótico con una baja fecundidad, una fecundación segura debido a que es interna y por asegurar la viabilidad de cada huevo fertilizado. Los huevos no se ven afectados por condiciones adversas medioambientales, ni expuestos a la depredación, gracias al desarrollo intrauterino. De igual forma, la baja mortalidad calculada para estas poblaciones es característica de especies poco o no explotadas y de aquéllas con una baja mortalidad natural como lo menciona Turner (1933).

La supervivencia está dada por $S = e^{-z}$, entonces sustituyendo se tiene:

L. Viejo	$S = e^{-0.1257}$	$S = 0.8819$
L. Mayor	$S = e^{-0.1597}$	$S = 0.8524$
L. Menor	$S = e^{-0.1195}$	$S = 0.8874$

Estos valores resultan congruentes con la mortalidad, dado que ésta y la supervivencia poseen una relación inversamente proporcional.

Salazar (1981) reporta una $Z = -0.1248$ y una $S = 0.8826$, valores muy similares a los obtenidos para las poblaciones de Girardinichthys viviparus en este estudio.

Estos resultados parecen indicar que en el medio existen buenas fuentes de alimentación (principalmente en el lago Viejo ya que por poseer aguas moderadamente duras, es muy productivo, lo que puede verse reflejado en la cantidad de clorofila "a" encontrada), dado que los peces que no poseen la cantidad y

calidad del alimento necesario para su desarrollo gonádico, por lo general no se reproducen y si lo hacen, la mortalidad del huevecillo o los recién nacidos, es muy grande (Rosas, 1982).

FACTORES AMBIENTALES RELACIONADOS CON LA BIOLOGIA DE G. viviparus.

Como ya se mencionó con anterioridad, la familia Goodeidae ha sido poco estudiada, sin embargo Rosas (1976) establece que es un grupo de organismos que se adapta fácilmente a las condiciones ambientales prevaletientes en la mayoría de los cuerpos de agua dulce. Dado el grado de adaptación de este pez resultaría no defenitivo el afirmar que alguno de los parámetros registrados en este estudio, fuera el que regulara estrictamente la abundancia de la especie.

No obstante lo anterior, el análisis gráfico de las variaciones mensuales de cada uno de los parámetros fisicoquímicos reveló que las fluctuaciones en la concentración de oxígeno y temperatura, coinciden con la variación en la abundancia de G. viviparus.

De esta forma, el promedio y desviación estandar de oxígeno en el lago Viejo de noviembre a marzo fue de 6.60 ± 2.01 mg/l y de 12.41 ± 3.05 mg/l de abril a septiembre. En el caso del lago Mayor durante el primer periodo el promedio fue de 12.09 ± 0.96 mg/l y durante el segundo de 15.80 ± 0.30 mg/l. El lago Menor por su parte, mostró un promedio de 7.89 ± 0.64 mg/l de noviembre a marzo y de 14.53 ± 1.01 mg/l de abril a septiembre. Al parecer, en esta época existen buenas condiciones de oxigenación para el desarrollo de los individuos y para propiciar la alta supervivencia registrada. Salazar (1981) reporta también que el oxígeno está vinculado con la abundancia de esta especie en la presa Requena y diferenció dos periodos: uno de altas (de julio a septiembre y de enero a marzo con concentraciones que van de 8.0 a 15.0 ml/l) y otro de bajas concentraciones (de octubre a diciembre con 2.5 a 5.0 ml/l) con los que este autor relaciona la escasa presencia de G. viviparus con las bajas concentraciones de oxígeno disuelto.

Entre los parámetros fisicoquímicos más importantes relacionados con los cambios en la tasa metabólica de los peces, está sin duda, la temperatura del agua circundante. En muchos casos el metabolismo cambia en función de la temperatura como un factor de señal, un estímulo natural que determina el comienzo de algunos procesos como el desove, migración, reproducción y otros (Nikolski, 1963).

El aumento de la temperatura acelera las reacciones químicas y los procesos fisiológicos en general, lo que es especialmente aparente en el desarrollo, crecimiento y metabolismo (Margalef, 1980). Este parámetro puede actuar en cualquier estadio del ciclo de vida y puede limitar la distribución a través de sus efectos en supervivencia, reproducción y desarrollo de organismos jóvenes (Krebs, 1978).

De la misma forma existe mucha literatura (Arnold, 1972; Espinosa, 1968; Medlen, 1951) con respecto a los efectos de la temperatura sobre la velocidad de los procesos orgánicos que pueden constatar la influencia de éste sobre los procesos reproductivos.

Con base en lo anterior, se puede establecer que la mayor abundancia de *G. viviparus* de abril a septiembre es provocada por las condiciones térmicas ambientales, que mantienen y propician el desarrollo de la especie (reproducción e incubación de los huevos) puesto que el promedio de este parámetro de noviembre a marzo fue de $14.9 \pm 0.99^{\circ}\text{C}$, $17.3 \pm 1.31^{\circ}\text{C}$ y de $15.4 \pm 0.88^{\circ}\text{C}$ en los lagos Viejo, Mayor y Menor respectivamente; mientras que de abril a agosto fue de $18.8 \pm 0.33^{\circ}\text{C}$, $20.2 \pm 0.41^{\circ}\text{C}$ y $19.1 \pm 0.33^{\circ}\text{C}$ en el orden mencionado. El trabajo de Salazar (1981) también presenta una mayor captura en los meses más cálidos (17° a 21.5°C).

Como se puede apreciar en la tabla 1, el lago Mayor fue el que presentó las temperaturas más elevadas, lo cual puede ser la razón de que se halla obtenido una captura más abundante en comparación con los otros dos Lagos independientemente del número de estaciones muestreadas en cada cuerpo. Es decir, las elevadas temperaturas pudieron haber propiciado una mayor superfetación y una mayor actividad copulatoria entre los organismos.

CONCLUSIONES.

- La ictiofauna estuvo representada por organismos pertenecientes a 3 familias, 3 géneros y 3 especies: Goodeidae (Girardinichthys viviparus Bustamente), Atherinidae (Chirostoma jordani Woolman) y Cyprinidae (Ciprinus carpio Linneo). De ellos, los godeidos representaron el 98% de la captura total.

- Se presentó una mayor abundancia de hembras que de machos de G. viviparus, sin embargo, de noviembre a marzo hubo una ligera predominancia de machos con respecto al número de hembras.

- El crecimiento de Girardinichthys viviparus en los lagos de Chapultepec se reconoció como isométrico, ($b=3$) con un $r=0.05$.

- El crecimiento en longitud y en peso es diferente en machos y hembras (estas son más grandes y robustas en comparación con los machos) debido a que presentan un marcado dimorfismo sexual.

- La madurez gonádica no es proporcional a la edad de los organismos, sin embargo el número de embriones sí lo es ($r=0.05$) en cuanto al tamaño de la hembra.

- No existe un patrón de distribución de madurez gonádica a través del tiempo a causa de la superfetación que caracteriza a la especie.

- El periodo de reproducción quedó comprendido, aproximadamente, de abril a septiembre, época en que se registra un incremento en las abundancias con predominancia de las tallas más pequeñas (10 a 18 mm).

- La talla de las hembras que empezaron a mostrar embriones en desarrollo, fue de alrededor de los 30 mm de longitud.

- No se encontró ningún patrón entre el número y posición ($r=0.05$) de los embriones con respecto a la cabeza de la madre, en las cámaras gonádicas.

- La dieta de Girardinichthys viviparus está constituida básicamente, por crustáceos planctónicos e insectos, sin variación evidente en cuanto a tallas o a lo largo del tiempo.

- Las hembras mostraron factores de condición más elevados que los machos, especialmente durante la época de reproducción, aunque las medias anuales de ambos sexos no fueron estadísticamente diferentes ($\alpha = 0.05$).

- Girardinichthys viviparus es parasitado por un copépodo del género Ergasilus, encontrado exclusivamente en branquias (1% de prevalencia).

- G. viviparus presenta una mortalidad baja y, por lo tanto, una supervivencia elevada, debido a la viviparidad de la especie.

- La temperatura y el oxígeno disuelto mostraron un patrón similar de variación con relación a la abundancia de G. viviparus, coincidiendo los valores más elevados de dichos parámetros con el periodo de reproducción de la especie (abril a septiembre).

A N A X O I

IMPORTANCIA DE LA FAMILIA GOODEIDAE.

Es una familia de peces endémicos de la ictiofauna mexicana de aguas lénticas. Aunque son pequeños, su abundancia y adaptación a cuerpos de agua de pequeñas dimensiones los hace explotables. Tanto Meek (1904) como Regan (1906-08) reconocieron la particularidad de la fauna del río Lerma, que está mayormente restringida a la parte occidental de las frescas tierras altas tropicales de la Mesa Central (West, 1964). Esta fauna está principalmente constituida por la familia de los Goodeidae vivíparos, que comprende como 35 especies en 15 géneros con una historia fósil en esta parte de México (Miller, 1982).

Se explotan en casi todas las regiones que tienen aguas templadas, frías y semicálidas como Xochimilco, Mixquic, Tláhuac, Cuitzeo, Yuriria, Chapala, Pátzcuaro y otras (Rosas, 1976).

En cuerpos de agua donde otros peces no se desarrollan por la poca profundidad y superficie, los godeidos se adaptan bien. Las poblaciones nativas los consumen en formas diversas: asados, en tamales, secos o guisados en formas diferentes.

Es una familia poco estudiada en sus hábitos. Los godeidos son vivíparos y sus diferentes géneros tienen hábitos alimenticios ictiófagos, zooplanctófagos y ficófagos.

En el estado de México se explota el género Girardinichthys, en Michoacán Allophorus y Goodea; Chapalichthys en el lago de Chapala, y Balsadichthys en el Balsas. Son conocidos comúnmente como sardinitas o chehuas (Rosas, 1976).

A N E X O I I

IMPORTANCIA DE LA FAMILIA ATHERINIDAE.

La familia Atherinidae se encuentra ampliamente distribuida y con especies de hábitos litorales, que se recogen en las irregularidades de la costa poblando bahías y ensenadas; penetran en los estanques litorales y remontan los cursos de agua, siendo buen número de sus especies exclusivamente dulceacuícolas.

A través de los trabajos de atherinicultura se ha comprobado que son organismos con alta fecundidad y de crecimiento rápido cuya reproducción artificial se puede lograr fácilmente. Una vez resuelto el problema de alimento en las crías, éstas pueden adaptarse a vivir en cautiverio durante cierto tiempo. Por lo anterior es que este grupo presenta amplias perspectivas de cultivo y deben tener un lugar relevante en toda actividad piscícola. Sin embargo, la explotación de estos peces es bastante deficiente ya que son pocos los lugares donde se pescan (Rosas, 1976).

En el género Chirostoma están las especies lacustres (18) y en México las que se consumen predominantemente son el pescado blanco (Chirostoma estor) del lago de Pátzcuaro, Michoacán; y los charales de los géneros Chirostoma, Poblana y Thyrinops (provenientes de diversas regiones).

A N E X O III

IMPORTANCIA DE LA FAMILIA CYPRINIDAE.

En el Valle de México, la familia está representada por cinco géneros y 7 especies, de los cuales tres géneros son autóctonos (Algansea, Notropis y Evarra), uno de ellos exclusivo de la cuenca (Evarra) representado por tres especies. Las dos especies introducidas son las carpas Cyprinus carpio y Carassius auratus.

En México el género Cyprinus fue introducido hace medio siglo y puede encontrarse en los lagos, ríos, lagunas, charcas temporales, etc.

Son peces de aguas cálidas, resisten bajos porcentajes de oxígeno disuelto y tienen un crecimiento rápido. Aunque bien adaptada para alimentarse de insectos bentónicos y otros pequeños invertebrados, pueden alimentarse predominantemente de vegetación y consumirá pequeños peces ocasionalmente (Bond, 1979).

Gran variedad de carpas son cultivadas y se les dan calificativos diversos según las aguas en que viven (carpa de río, de lago) o por sus escamas (carpa escamuda, cuero o desnuda, espejo). Se les encuentra fácilmente en el mercado de la ciudad de México.

LITERATURA CITADA.

- ALCOCER, D.J. 1988. Caracterización hidrobiológica de los lagos de Chapultepec, México. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. México D. F. 96 pp.
- ALCOCER, D.J., E. KATO, E. ROBLES y G. VILACLARA. 1988. Estudio preliminar del efecto del dragado sobre el estado trófico del lago Viejo de Chapultepec. Contaminación Ambiental, 4:43-56.
- ALVAREZ DEL VILLAR, J. 1957. Los peces del Valle de México. Secretaría de Marina, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Com. Fom. Piscicultura Rural, México. 62 pp.
- ALVAREZ DEL VILLAR, J. 1970. Peces mexicanos (Claves), Inst. Nal. de Inv. Biol-pesc., Comisión Nal. Consultiva de Pesca (Ed.). 165 pp.
- ALVAREZ, J.R. 1978. Enciclopedia de México. Enciclopedia de México (Ed.). México. III: 269-550.
- ANONIMO. 1968. Carta geológica de México. Serie 1:100 000. Instituto de Geología. U.N.A.M. México.
- ANONIMO. 1979. Mapa de la Ciudad de México. Esc. 1:50 000. DETENAL. México.
- ANONIMO. 1985. Programa de reintegración ecológica del Bosque de Chapultepec. D.D.F., Delegación Miguel Hidalgo. México. (Inédito).
- APHA, AWWA y WPCF. 1980. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, Inc. (Ed.). Nueva York 1,193 pp.

- ARNOLD, E.T. 1972. Behavioral ecology of two pupfishes (Ciprinodontidae, Genus Cyprinodon) from Northern México, Ph. D. Thesis, Arizona State Univ., Tempe. 131 pp.
- BAGENAL, T. 1978. Fish Production in Fresh Water. IBP-Handbook No. 3, 3a. ed. Blackwell Scientific Publications (Ed.). Londres. 1-365 I-XV+ pp.
- BAUER, O.N. 1962. The ecology of parasites of freshwater fish. Bulletin of the state Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries. 49: 96-101.
- BOND, C.E. 1979. Biology of fishes. W. B. Saunders Company (Ed.). Estados Unidos de América. 514 pp.
- CABALLERO, C.E. 1935. Hurudíneos de México. XI. Glossosiphonia fusca Castle, 1900. An. Inst. Biol., Univ. Nal. Auton. México. 6:49-52.
- CASSIE, R.M. 1954. Some uses of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 5:513-522.
- COLE, G.A. 1979. Textbook of Limnology. The C.V. Mosby (Ed.). San Luis. 426 pp.
- CONTRERAS, B.S. 1990. Lista anotada de especies de peces mexicanos en peligro o amenazados de extinción. Areas Naturales Protegidas en México y Especies en Extinción. Univ. Nal. Aut. de Méx. (Ed.). México, 211-217.
- CONTRERAS, E.F. 1980. Curso teórico-práctico y manual de técnicas Hidrobiológicas. División de Ciencias Biológicas y de la Salud, U.A.M.-I (Ed.), México. 132 pp.
- DANIEL, W.W. 1989. Bioestadística. 3a. Ed., Limusa. México. 667 pp.
- DE BUEN, F. 1946. Ictiogeografía continental mexicana. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. VII (1-4): 88-137.

- DIAZ-PARDO E. y D. ORTIZ-JIMENEZ. 1986. Reproducción y ontogenia de Girardinichthys viviparus (Pisces: Goodeidae). An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx. 30:45-66.
- ENCICLOPEDIA DE MEXICO. 1985. Imágen de la gran capital Enciclopedia de México (Ed.). México. 316 pp.
- ESPINOSA, F.A. 1968. Spawning periodicity and fecundity of Crenichthys baileyi, a fish endemic to Nevada. M.S. Thesis. Univ. Nevada. Las Vegas. 67 pp.
- GALLARDO-CABELLO, M. 1986. Análisis de las frecuencias de tallas por medio de los métodos de Petersen, Cassie y Bayyacharya para la determinación de la edad de la brótola Phycis blenoides (Brunich, 1968) en el Mediterráneo occidental (Pisces Goodeidae). An. Inst. Cienc. Mar. Limn. Univ. Nal. Aut. México. 13(2):187-195.
- GARCIA, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Kopen. Instituto de Geografía. U.N.A.M. (Ed.) México. 218 pp.
- GOLTERMAN, H.L., R.S. CLYMO y M.A.M. OHNSTED. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. IBP-Handbook. Blackwell Scientific Publications (Ed.). Londres. 213 pp.
- GOMEZ, A. Y V. ARENAS. 1984. Contribuciones en hidrobiología. Memoria de la reunión "Alejandro Villalobos" (24 al 26 de octubre de 1983). Universidad Nacional Autónoma de México. México 278 pp.
- GOMEZ, L.M. 1967. Ecología marina (Dinámica de las poblaciones explotables de animales marinos). Estación de Investigaciones Marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales (Ed.), Caracas.
- GULLAND, J.A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. FAO-Acribia (Ed.). España. 39-45.

- GUZMAN, M., L. ROJAS Y D. GONZALEZ. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del charal blanco Macrobrachium tenellum en relación con factores medioambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Gro., México (Decapoda, Palemonidae). An. Inst. Cienc. Mar. Limn. Univ. Nal. Aut. México 9(1):67-80.
- JACZEWSKI, T. 1931. Studies on mexican corixidae. Ann. Mus. Polonici, IX (15): 188-229.
- KREBS, CH. J. 1978. ECOLOGY. The experimental analysis of distribution and abundance. 2a. ed., Harper International, USA. 678 pp.
- LIND, O. T. 1979. Handbook of common methods in Limnology. The C. V. Mosb (Ed.), San Luis. 199 pp.
- LOPEZ-OCHOTERENA, E. 1965. Ciliados mesosapróbicos de Chapultepec. (Sistemática, morfología, ecología). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., México, XXVI: 115-247.
- LOPEZ-OCHOTERENA, E y E. BARAJAS. 1963. Protozoarios ciliados de México IV. Morfología y Sistemática de dos especies de protozoarios suctores de Chapultepec. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., México, XXIV: 89-96.
- LOPEZ-OCHOTERENA, E y M. T. ROURE-CANE. 1970. Lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre en México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., México, XXXI: 23-68.
- MARGALEF, R. 1980. Ecología. Omega (Ed.). Barcelona. 767 pp.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Omega. (Ed.), Barcelona. 1010 pp.
- MARTINEZ, P. A. 1952. Nota sobre la distribución de los mosquitos Culex en México (Diptera, Culicidae). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., México, XIII (1-4): 75-87.
- MELLEN, A. B. 1951. Preliminary observations on the effects of temperature and light upon reproduction in Gambusia affinis. Copeia 1951: 148-152.

- MEEK, S.E. 1904. The fresh-water fishes of Mexico north of the Isthmus of Tehuantepec. Field Columbian Mus., Zool. Ser. 5:i-lxiii, 1-252.
- MILLER, R.R. 1982. Pisces. In: Hulbert, S.H. y A. Villalobos-Figueroa (eds.). Aquatic biota of México, Central America and the west Indies. San Diego State University (Ed.). San Diego. 486-501.
- MOLINA-ENRIQUEZ, M.J.F.F. 1979. Algunos aspectos del deterioro ambiental en el Bosque de Chapultepec. Tesis Profesional. Fac. Cienc. U.N.A.M. México, 58 pp.
- NIELSEN, L.A. y D.L. JOHNSON (eds.). 1983. Fisheries Techniques. American Fisheries Society (Ed.). Bethesda, 468 pp.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. Ecology of fishes. Academic Press. Inc. Londres. 352 pp.
- NIKOLSKY G.V., 1969. Theory of fish population dynamycs as Biological background for national explotation and management of fishery resources. Oliver y Boyd. LTD. Edimburgo 1-323.
- OJENDIS, G.V.M. 1985. Contribución al conocimiento de la biología del mexclapique (Girardinichthys viviparus); con algunos aspectos ecológicos de la parte norte del ex-lago de Texcoco. Tesis Profesional. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México D.F. 55 pp.
- OSORIO-TAFALL, B.F. 1942. Rotíferos planctónicos de México. I, II y III. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat., México, III (1-4): 23-80.
- PITCHER, T.J. y J.B.P. HART. 1982. Fisheries ecology. The AVI Publishing Company. INC (Ed.). Wesport. 134-143 pp.
- RABINOVICH, J.E. 1978. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Compañía editorial Continental, México. pág. 110-111.

- REID, G.K. y R.D. WOOD, 1976. Ecology of inland waters and estuaries. D. Van Nostrand's Company (Ed.), Nueva York, 485 pp.
- REGAN, C.T. 1906-08. Pisces. In: *Biología Centrali-Americana* 8: i-xxxiii + 1-203. Comprehensive (though outdated) account with keys and excellent illustrations; key reference for work on Central American freshwater fishes.
- RICKER, W.E. 1968. Methods for assessment of Fish Production in freshwaters. IBP Handbook No. 3. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 313 pp.
- RICKER, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Department of the Environment Fisheries and Marine Service. Vol. 1:29-32.
- RIOJA, E.L. 1940. Un caso de biocenosis observado sobre Cambarus (Cambarellus) montezumae (Saussure) de México. Rev. Chilena de Historia Natural. 44: 57-59.
- ROSAS, M.M. 1976. Peces dulceacuicolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Subsecretaría de Pesca. Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo. Area: Alimentos. 115-124.
- RUSSELL-HUNTER, W.D. 1970. Productividad acuática. Acribia (Ed.). Zaragoza. 273 pp.
- SALAZAR, M.E. 1981. Contribución al conocimiento de la biología de Girardinichthys innominiatus Bleeker, 1860 (Pisces: Goodeidae) del embalse Requena, Edo. de Hidalgo. Tesis Profesional. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México D. F. 43 pp.
- SAMANO, B.A. 1934. Contribución al conocimiento de las algas verdes de los lagos del Valle de México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Aut. México, 5:149-160.

- SAMANO, B.A. 1935. Algunas zygmataceas de Chapultepec. An. Inst. Biol. Univ. Nat. Aut. México, 6:167-171.
- SCHRECK, C.V. y P.F. SANLON. 1977. Endocrinology in fisheries and wildlife. Fisheries, 2:20-27.
- SMET, W.H.O. 1982. Observations on the immature chironomidae of a polluted lowland brook-pond system (Antwerp, Belgium), aerated by the Phallus process. Hidrobiología. 87:171-189.
- SOKAL, R. y ROHLF J. 1969. Biometry. W. H. Freeman. U.S.A. 776 pp.
- SUNDARARAJ, B.I. y S. VASALI. 1976. Photoperiod and temperature control in the regulation of reproduction in the female catfish. J. Fish. Res. Bd. Can., 33:959-971.
- TURNER, C.L. 1933. Viviparity superimposed upon ovo-viviparity in the Goodeidae, a family of cyprinodont teleost fishes of the Mexican plateau. J. Morphol. 55:207-251.
- VILLALOBOS-FIGUEROA, A. 1983. Crayfishes of Mexico (Crustacea: Decápoda). American Publishing Co. (Ed.). Nueva York. 276 pp.
- VILLALOBOS, G.C., A.M. FERNANDEZ y H.G. VELASCO (eds.). 1982. El sistema hidráulico del Distrito Federal. D.D.F. (Ed.). México.
- WEST, R.C. 1964. Surface configuration and associated geology in Middle America, pp. 33-83. In: R. Wachope and R.C. West (eds.), Handbook of Middle American Indians, vol. 1. Univ. Texas Press. Austin.
- WETZEL, R.G. 1981. Limnología. Omega (Ed.). Barcelona. 669 pp.