



110  
229  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“ESTUDIO POBLACIONAL DE Girardinichtys viviparus  
(BUSTAMANTE, 1837) EN EL LAGO  
“NABOR CARRILLO” TEXCOCO, ESTADO DE MEXICO  
(TELEOSTEI: GOODEIDAE)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE;  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
P R E S E N T A :

GUADALUPE DE LA LUZ GONZALEZ





## **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 está 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.

## CONTENIDO.

	Pag.
Resumen .....	1
I.- Introducción .....	2
II.- Antecedentes .....	6
III.- Objetivos .....	10
IV.- Area de Estudio .....	11
V.- Material y Método .....	14
1.- Trabajo de Campo.	
2.- Determinación del tamaño de la muestra.	
3.- Trabajo de Laboratorio.	
4.- Determinación de las clases de edad a través de la talla.	
5.- Determinación del crecimiento en peso y longitud.	
6.- Determinación de la fecundidad relativa.	
7.- Tasa instantánea de mortalidad natural.	
8.- Determinación del Factor de condición.	
9.- Relación de la abundancia de <u>Girardinichtys viviparus</u> con los parámetros fisicoquímicos.	
VI.- Resultados .....	22
1.- Abundancia y Distribución.	
2.- Determinación de las clases de edad a través de la talla.	

3.- Crecimiento.	
4.- Relación de sexos y fecundidad relativa.	
5.- Tasa de mortalidad.	
6.- Factor de condición.	
7.- Relación de la abundancia de <u>G. viviparus</u> con los parámetros fisicoquímicos.	
- Temperatura.	
- Oxígeno Disuelto.	
- pH.	
- Carbonatos, nitratos y ortofosfatos.	
VII.- Discusión .....	49
1.- Abundancia relativa y distribución.	
2.- Crecimiento y determinación de las clases de edad.	
3.- Relación de sexos y fecundidad relativa.	
4.- Tasa instantánea de mortalidad.	
5.- Factor de condición.	
6.- Abundancia de la especie en función de los pará-- metros fisicoquímicos.	
VIII.- Conclusiones .....	57
IX.- Literatura citada .....	59

## INDICE DE FIGURAS.

N° de figura	Pag.
1 Localización geográfica del lago "Nabor Carrillo" -- Texcoco, Edo. de Méx. ....	12
2 Diagrama de las zonas de muestreo y distribución de <u>Girardinichtys viviparus</u> , en el lago Nabor Carrillo...	15
3 Grupos de edad para hembras y machos de <u>G. viviparus</u> durante el periodo comprendido de junio de 1987 a ma yo de 1988. ....	26
4 Curvas de crecimiento en peso y longitud para hembras de <u>G. viviparus</u> , durante junio de 1987 a mayo de 1988..	29
5 Curvas de crecimiento en peso y longitud para machos de <u>G. viviparus</u> durante junio de 1987 a mayo de 1988..	30
6 Fecundidad relativa contra longitud de las hembras de <u>G. viviparus</u> durante junio de 1987 a mayo de 1988. ...	34
7 Hembras grávidas de <u>G. viviparus</u> por época de colecta durante junio de 1987 a mayo de 1988. ....	35
8 Mortalidad natural instantánea de <u>G. viviparus</u> de agos to de 1987 a abril de 1988. ....	37
9 Mortalidad mensual promedio contra tiempo para <u>G. viviparus</u> durante 1987 - 1988. ....	38

N° de figura	Pag.
10 Factor de condición para hembras no grávidas, hembras grávidas y machos de <u>Girardinichtys viviparus</u> , durante junio de 1987 a mayo de 1988. ....	41
11 Número de individuos de <u>G. viviparus</u> contra parámetros fisicoquímicos, en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx. ....	48

INDICE DE TABLAS.

Nº de Tabla	Pag.
1 Abundancia relativa de <u>Girardinichtys viviparus</u> en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. Mex. - durante el periodo comprendido de junio de 1987 a mayo de 1988. ....	23
2 Grupos de edad de hembras y machos de <u>G. viviparus</u> en el lago Nabor Carrillo Texcoco, Edo de Mex, de junio de 1987 a mayo de 1988. ....	25
3 Hembras grávidas y número de embriones presentes en <u>G. viviparus</u> durante junio de 1987 a mayo de 1988. ..	33
4 Factor de Condición (K) promedio para hembras grávidas no grávidas y machos de <u>G. viviparus</u> , durante junio - de 1987 a mayo de 1988. ....	42
5 Valores promedio obtenidos de la relación peso/longitud, para hembras grávidas, no grávidas y machos de -- <u>G. viviparus</u> , durante junio de 1987 a mayo de 1988. ...	43
6 Parámetros fisicoquímicos medidos en el lago Nabor Carrillo, Edo. de Mex. durante junio de 1987 a mayo de - 1988. ....	47

**RESUMEN:**

Se evaluó la dinámica poblacional de Girardinichthys viviparus en el lago Nabor Carrillo Texcoco, Edo. de Méx. Durante un año - de junio de 1987 a mayo de 1988. En el presente estudio se observó el comportamiento que presentó la abundancia de la especie en relación con los parámetros fisicoquímicos durante el período -- que duro el estudio.

Mensualmente se tomaron muestras representativas de la población y se midieron algunos parámetros fisicoquímicos, de los cuales la temperatura y el oxígeno disuelto fueron determinantes sobre la densidad de la población.

Por otra parte, el crecimiento que presentó G. viviparus, durante todo el año fué de tipo alométrico debido a la variación - de dicha tasa mensualmente.

La mortalidad calculada resultó ser mayor del 50 % por lo que se deduce que la especie, en el lago Nabor Carrillo presentó - ciertas estrategias reproductivas para poder contrarrestarla.

Al calcular el Factor de condición (K), se llegó a establecer que las hembras presentaron mejor estado de bienestar que los machos, además la especie se encontró en mejores condiciones y en mayor número en los meses de julio a septiembre de 1987.



## 1.- INTRODUCCION.

El Valle de México ha sido a través de la historia un lugar de gran importancia económica, social, cultural y política -- dentro del país; además, en él se concentra una población de --- aproximadamente 18,000,000 de habitantes, los cuales afrontan serios problemas sociales, ambientales y sanitarios.

En los últimos años se ha generado una concentración demográfica urbano-industrial, que de continuar incrementándose se - calcula que para el año 2,000 alcanzará 30,000,000 de habitantes (SARH, 1984); dicho crecimiento ha tenido graves consecuencias en el clima y en las comunidades del Valle.

Al igual que la expansión urbana, se ha llevado a cabo tam bién la desecación de los lagos, la devastación de los bosques, - la erosión de los suelos y la pérdida de valiosas tierras de cultivo, así como la contaminación del aire, del agua y el abatimien to de los acuíferos (SAOP, 1980).

Frente a esta realidad se han tomado medidas para llevar a cabo una reordenación ecológica que cumpla, en parte, con objetivos como el de recuperar y conservar el agua del Valle de México y con ello contribuir a atenuar la contaminación en el área metro politana (Plan Nacional de Desarrollo, 1989-1994). Lo anterior se justifica ya que la cantidad de agua que se utiliza en la Ciudad de México cada día se incrementa en gran escala, además de que se acaba con fuentes de agua tan importantes para otros aspectos de la economía del país, como son los ríos Lerma y Cutzamala generan

do con ello problemas de falta de energía eléctrica y los padecimientos consecuentes por carecer de riego en zonas agrícolas en estados como Michoacán y Guerrero (Sierra y Zepeda, 1977).

Uno de los objetivos de almacenar grandes volúmenes de aguas residuales tratadas en la Ciudad de México, consiste en su empleo para recargar los acuíferos por medio de infiltración contribuyendo así al máximo aprovechamiento de aguas de calidad inferior a la potable. Sin embargo, es necesario hacer al mismo tiempo diferentes estudios que contemplen aspectos físicos, químicos y biológicos, y así aprovechar al máximo este tipo de cuerpos de agua (Golterman, 1978).

La estructura de los lagos es muy variable, su forma, profundidad y volumen, indican en muchos aspectos su origen; además, el viento y la composición mineralógica juegan un papel complementario importante. El ciclo térmico, transparencia, turbiedad, color, naturaleza de las corrientes y evolución de los componentes químicos condicionan la población animal, así como la capacidad de producción piscícola (Lagler, 1978).

Este tipo de reservorios son utilizados para varios fines, como vías de comunicación, para producción de energía eléctrica (Golterman, op cit) y cuando se tiene un óptimo control de calidad de agua se emplean para el cultivo de peces como es el caso del lago Kariba en África (Coche, 1969).

Por otro lado los lagos artificiales comúnmente se crean para aprovechar al máximo las aguas residuales provenientes de los

grandes centros de población; estos son excelentes reservorios para el estudio de la producción primaria, manejo del metabolismo -- del fitoplancton y zooplancton, así como la diversidad entre otros factores (Mason, 1980).

Además, a éstos reservorios se les da un uso recreacional -- tal es el caso del lago Apopka en Florida (Golterman, 1978).

En nuestro país un ejemplo es el ex-lago de Texcoco, el cual presenta pequeños cuerpos de agua como el lago artificial "Dr. Nabor Carrillo", que es alimentado con aguas del río Churubusco, previó proceso de tratamiento. Dicho lago forma parte de un programa denominado "Proyecto Texcoco" realizado por la Comisión del lago - de Texcoco, dependiente de la SARH, el cual contempla la construcción de 6 lagos los cuales almacenarán 117 millones de metros cúbicos de agua.

Para la Construcción del lago Nabor Carrillo, se bombeó --- ininterrumpidamente durante un período de 5 años (1973-1978) a -- una profundidad de 65 m, para provocar una depresión del suelo de aproximadamente 3.60 m, obteniéndose así 12 millones de metros cúbicos de capacidad de almacenamiento. Posteriormente y dado que - la capacidad requerida era mayor, se construyó un bordo perime---tral de tipo presa de baja altura, con una longitud de 11 km que rodea la zona hundida, incrementándose al doble la capacidad inicial.

Finalmente al ser llenado el lago, el peso del agua produjo un hundimiento adicional de 1.5 m. La capacidad final resultante es de 36 millones de metros cúbicos de agua (de acuerdo a las es-

timaciones de los técnicos de la Comisión).

Algunos de los objetivos a realizar en el lago Nabor Carrillo son, entre otros, la de proporcionar agua para usos agrícolas y en un futuro para usos industriales, además de contribuir al mejoramiento ecológico de la zona y cumplir con actividades recreativas de remo, canotaje y pesca deportiva, para esta última actividad, se ha considerado necesario contar con peces que integren cadenas alimenticias de varios niveles, como la lobina negra, los cuales deben ser alimentados con especies forrajeras. Por tal motivo en 1982, se sembraron en el lago 75,000 ejemplares de - - - Girardinichthys viviparus, que posteriormente servirán de alimento a dicha especie. Finalmente debe mencionarse que en el "Nabor Carrillo" se efectúan bioensayos con tilapias, para evaluar las respuestas a las condiciones del medio. Esto es de suma importancia, ya que crea la perspectiva de producir pescado para consumo humano en el centro del país, a un precio menor que el traído de las costas y además en estado fresco (SARH, 1984).

Por otra parte, la ecología de poblaciones es de un interés especial para los biólogos, en virtud de que la población es una de las unidades principales involucradas en la evolución por lo que es importante estudiar a los individuos a nivel de grupo si se quiere comprender en su totalidad la ecología de una especie, también se deben estudiar y medir las características de ese grupo así como el ciclo de vida y los caracteres diagnósticos de la misma; dentro de las características o atributos se pueden mencionar la densidad, tasa de natalidad, mortalidad, tasa de crecimen-

to de la población, distribución interna, entre otras (Odum, 1985) por ello el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento de la biología de Girardinichtys viviparus, para darle un aprovechamiento adecuado a un recurso poco explotado y endémico del Valle de México.

## II.- ANTECEDENTES.

En México, los estudios ictiológicos formales de especies dulceacuícolas se inician en el siglo XVII, propiamente en 1769 por José Antonio Alzate y Ramírez (Turner, 1933; Hubbs y Turner, 1939) dedicándose a la viviparidad, dimorfismo y conducta sexual de especies no definidas taxonómicamente para ese entonces. Posteriormente un siglo después, contribuye a su estudio Bustamante y Septiem (1937) describiendo un pez viviparo; en 1859 lo hacen Baird y Girard (Alvarez, 1937) con el estudio de peces neárticos; entre 1896 y 1900 Jordan y Evermann publicaron los peces de América del Norte y Central, en 1902 Hubbs y Turner (de Buen, 1946) clasifican las especies mexicanas de la familia Goodeidae. De igual forma contribuyen al estudio de la fauna ictiológica mexicana M. del Campo, F. de Buen, M. Maldonado, J. Carranza, A. Solórzano, J. Berdegue y J. Alvarez del Villar entre otros.

Dentro de los peces dulceacuícolas mexicanos más importantes se encuentra la familia Goodeidae (Soto, 1953), ya que agrupa peces exclusivamente mexicanos que se caracterizan por presentar marcado dimorfismo sexual, cortejo prenupcial y viviparidad, entre

otras características (de Buen, 1943).

Los goodelidos tienen una área de distribución que incluye - la Cuenca del Valle de México, la región del Lerma, sus afluentes y el lago de Chapala, las cuencas endorréicas de Pátzcuaro, Zihuatlahuén y Cuitzeo, además de las cuencas del Pánuco y del Balsas - aunque en esta última localidad no esten representados ampliamente (Salazar, 1979).

Estos organismos se distribuyen en aguas lénticas de poca profundidad y superficie, aunque son de poca abundancia su adaptación a cuerpos de agua de pocas dimensiones los hace susceptibles de explotación (Rosas, 1976). En la actualidad, hay más de 22 géneros en el país explotándose en casi todas las regiones que tienen aguas templadas, frías y semicálidas como por ejemplo Xochimilco, Mixquic, Tlahuac, Cuitzeo, Chapala, Pátzcuaro, entre otras. Debe señalarse que la población nativa los consume de diversas formas: asados, secos, en tamales o guisados.

Los goodelidos forman una familia sin ninguna labor piscícola (explotándose únicamente las poblaciones silvestres), debido a su tamaño pequeño y sabor ligeramente amargo que no los hace muy agradables al consumidor; esta familia junto con la de los atherinidos, sirven de forraje a ictiofágos nativos e introducidos como la lobina negra en el lago de Pátzcuaro (Rosas, op cit).

Uno de los géneros pertenecientes a esta familia es - - - - Girardinichtys que incluye dos especies G. multiradiatus y - - - G. viviparus; esta última endémica del Valle de México, además de

que la familia a la que pertenece es la única presente en las cercanías del mismo, la cual pasó a la cuenca del Pánuco a través -- del tajo de Nochixtongo (canal de desagüe), realizado desde la -- época de la colonia (Alvarez, 1957).

La primera descripción fué realizada por M. de Bustamante y Septiem en 1837 (Alvarez, 1949) denominándola G. innominatus, la cual posteriormente paso a ser G. viviparus (Hubbs y Turner, 1939).

Las características diagnósticas de la especie son: D. 16 a 22, A. 20 a 23, Escamas 40 a 45, Branquiespinas 14 a 16. - - - G. viviparus presenta un cuerpo alto, comprimido, boca pequeña, - cabeza dorsalmente aplanada, generalmente en individuos adultos - forma un ángulo al nivel de la nuca, el dorso se presenta no muy elevado, aplanado anteriormente arqueado desde el occipucio a la aleta caudal, los machos se caracterizan por presentar modificada la parte anterior de la aleta anal, incluyendo los primeros 5 a - 6 radios para constituir la trofotenia.

Son de color gris muy variable, las hembras se presentan -- con bandas transversales oscuras de color café en los costados, - más o menos bien definidas; los machos a veces llegan a ser Intensamente negros, algunas veces los individuos jóvenes presentan -- manchas oscuras sobre la aleta anal, el color de los juveniles - es variable, las hembras predominan en número sobre los machos.

G. viviparus es conocido con el nombre vulgar de "pescadito amarillo" o "mexplaplique" y es una especie originaria de la cuenca de México (Texcoco, Canal de la Viga, Chalco, Xochimilco, Chi-

malhuacán y otros) (Alvarez, 1973).

La mayoría de los estudios realizados hasta la fecha acerca de ésta especie y algunas otras de la familia tratan aspectos de tipo taxonómico y descriptivo principalmente, tal es el caso de los trabajos de Hubbs y Turner (1939). Por lo que se refiere a aspectos biológicos, éstos son escasos, y sólo se encuentran el que se refiere a aspectos de la dinámica poblacional en el embalse Requena, Hgo. (Salazar, 1979) y sobre reproducción y ontogenia (Díaz-Pardo y Ortiz, 1986).



### III.- OBJETIVOS

#### Objetivo General.

Determinar las variaciones de algunos parámetros poblacionales de Girardinichtys viviparus (Bustamante, 1837) en el lago "Nabor Carrillo" Texcoco, Edo. de México, durante el período comprendido de junio de 1987 a mayo de 1988.

#### Objetivos Particulares.

- 1.- Determinar la abundancia relativa y distribución de G. viviparus en el lago "Nabor Carrillo" Texcoco, Edo. de México, en el espacio y tiempo.
- 2.- Determinar para G. viviparus los diferentes grupos de edad y la distribución espacio-temporal de los mismos.
- 3.- Determinar la curva de crecimiento en peso y longitud de G. viviparus.
- 4.- Estimar la fecundidad relativa de la especie.
- 5.- Estimar la tasa instantánea de mortalidad natural de la especie.
- 6.- Determinar la variación en el tiempo del factor de condición.
- 7.- Analizar la relación existente entre la abundancia relativa y distribución de G. viviparus y los factores abióticos como temperatura, pH, oxígeno disuelto, carbonatos, nitratos y ortofosfatos.

#### IV.- AREA DE ESTUDIO

##### Situación Geográfica.

La zona del ex-lago de Texcoco se encuentra localizada al -- NW de la Ciudad de México (García, 1973) a  $99^{\circ}00'$  longitud W y --  $19^{\circ}30'$  de latitud N, a una altura aproximada de 2,240 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

La base del ex-lago de Texcoco, ocupa probablemente una fosa tectónica en la cual se depositaron los primeros sedimentos continentales del terciario representados por la formación Balsas, la cual está constituida por clásticos gruesos derivados de la erosión de las Sierras Crétácicas y de los productos de un vulcanismo contemporáneo. El área del ex-lago de Texcoco esta cubierta -- por depositos lacustres antiguos así como aluviones, encontrándose la planicie interrumpida por aparatos volcánicos aislados ---- (SARH, 1984); los suelos de la zona son de origen volcánico, constituidos de cenizas volcánicas, basaltos, andesitas, tobas y brechas depositadas a diferentes estratos y espesores (García y Falcón, 1977).

La zona del ex-lago es alimentada por afluentes de los ríos San Juan Teotihuacán, Papantla, Xalapango, Coxcacaco, Texcoco, - Chapingo, Santa Monica y Coatepec por el oriente; los ríos San -- Francisco, la Compañía (Canal de Ayotla) y Churubusco por el Sur y por el Oeste la Desviación combinada. El río Churubusco aporta gran cantidad de aguas negras y pluviales de la Ciudad de México, las cuales después de recibir un tratamiento, son bombeadas al la



go "Nabor Carrillo", siendo ésta la única fuente de agua para el lago.

El clima según Köppen modificado por García (1973), es ---BSKW(W)(L) aunque es importante señalar que en la zona se presentan condiciones microclimáticas particulares debido principalmente a las características orográficas, las cuales provocan una variación de oriente a poniente que va desde un clima templado semihúmedo, hasta un seco estepario (SARH, 1984).

La precipitación varía de 1200 a 600 mm anuales y la temperatura de 0° a 15° en promedio; se puede decir que las temperaturas bajas y altas coinciden con las precipitaciones medias altas y bajas (SARH, op cit).

En la zona se presentan vientos de tres tipos; de altura, rasantes y convectivos. Los vientos dominantes son los del NE y SSE, y los vientos convectivos y rasantes originan las tolvaneras.

En el área del ex-lago, se encuentra vegetación acuática o hidrófila representada por halófitas como: Distichlis spicata, Eragrostis obtusiflora, Suaeda nigra y flotantes como: Lamina gibba, Elchornia crassipes (SARH, op cit).

## V. - MATERIAL Y METODO

### 1. - Trabajo de Campo.

El muestreo se llevó a cabo en las áreas someras del lago ya que de acuerdo a Salazar (1979) G. viviparus se localiza, comúnmente entre los 0.25 y 1.20 m. de profundidad, en la figura 2 se señalan las estaciones de muestreo.

Se realizaron 12 muestreos, los cuales se llevaron a cabo durante las dos primeras semanas de cada mes a partir de junio de 1987 y hasta mayo de 1988, utilizando un chinchorro con bolsa, de 9 m de largo por 1.15 de caída y luz de malla de 5 mm. En cada estación se efectuaron como máximo 2 lances, tomándose in situ los siguientes parámetros fisicoquímicos: temperatura, tanto ambiental como del agua y profundidad; aunados a éstos se incluyeron los datos de pH, oxígeno disuelto, dureza (en forma de  $\text{CaCO}_3$ ), nitratos y ortofosfatos.

Dichos parámetros fueron obtenidos por el Laboratorio Analítico de la Comisión del Lago de Texcoco (C.L.T.), SARH, y se basan en los métodos convencionales del Standard Methods for the examination of water and wastewater (A.P.H.A., 1971).

Los peces obtenidos fueron colocados en bolsas de polietileno previamente etiquetadas y se trasladaron al Laboratorio del Departamento de Recursos Bióticos de la Comisión del Lago de Texcoco, donde se lavaron y colocaron en formol al 10% durante 2 días, cambiándose posteriormente a una solución de alcohol al 70%.

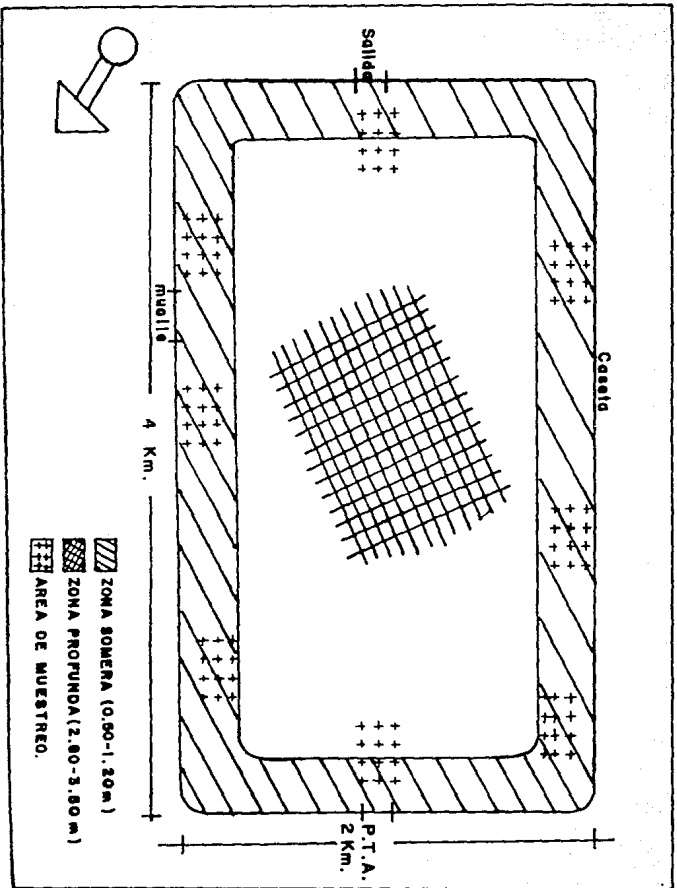


Figura 2. Diagrama del lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx.

## 2.- Determinación del tamaño de la muestra.

Dado que en los primeros muestreos se capturaron gran cantidad de individuos, se optó por determinar un tamaño de muestra -- adecuado para trabajar los datos morfométricos; para ello se empleó la Ecuación establecida por Yamane (1979).

$$n = \frac{N}{1+Ne}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Número de datos de la población

e = Precisión

Se consideró un error de +/- 10 % y un intervalo de confianza de 90 %.

## 3.- Trabajo de Laboratorio.

### Procesamiento Primario.

A los peces obtenidos en cada muestreo se les tomaron los siguientes datos: Longitud patrón, peso y sexo. Posteriormente, se separaron las hembras grávidas tomando de cada una de ellas el número de embriones al igual que la longitud promedio de los mismos.

Con los datos obtenidos se elaboraron tablas de peso, longi-

tud y sexo para cada muestreo, con el objeto de facilitar su manejo.

Para el procesamiento de los datos morfométricos, se empleó una computadora PC Printaform; utilizando programas específicos para el cálculo de las pruebas estadísticas y para la resolución de cada uno de los objetivos.

#### 4.- Determinación de las clases de edad a través de las tallas. ( Método Indirecto )

Para observar la variación de las diferentes clases de edad se empleó el método de Petersen (Bagenal, 1978) para lo cual se construyeron gráficas de cada intervalo de clase considerando períodos mensuales, las cuales se utilizaron para correlacionar los valores y analizar gráficamente a través del tiempo a cada generación.

#### 5.- Determinación del Crecimiento en Peso y Longitud.

Debido al marcado dimorfismo sexual que presenta G. viviparus el crecimiento debe calcularse por separado para cada sexo, ajustando los datos obtenidos al modelo de crecimiento según la ecuación de Von Bertalanffy (1938) (Nikolsky, 1969; Gulland, 1971; Ricker, 1978), la cual cumple con criterios de ajuste de ecuaciones a las tasas de crecimiento como por ejemplo que se ajusta a la mayoría de los datos observados de crecimiento en



peces, el número de constantes que involucra son pocas y además - éstas tienen un significado biológico basado en hipótesis fisiológicas (Pereiro, 1982) dicha formula es:

$$L_t = L_{oo} (1 - e^{-K(t - t_0)})$$

Derivando la curva de crecimiento en peso queda:

$$W_t = W_{oo} (1 - e^{-K(t - t_0)})^b$$

Donde:

- Lt, Wt = Longitud o peso en el tiempo t
- Loo, Woo = Longitud o peso en el nivel asintótico -- donde el crecimiento llega a su máximo.
- e = Base de los logaritmos naturales
- K = Constante de crecimiento
- to = Tiempo teórico donde la longitud o el peso es igual a cero.
- b = Pendiente de la regresión peso/longitud

Para determinar los valores de las constantes Loo, Woo, K y to, se utilizó el método de Ford Walford (Gulland, 1971) y Tomlinson y Abranson (Rafail, 1973; Schunute y Fournier, 1980) el cual - consiste en calcular Loo y Woo por medio de iteraciones consecutivas, hasta alcanzar la Loo o Woo óptima (longitud o peso máximo -- promedio, que ya no variará).

## 6.- Determinación de la Fecundidad relativa.

En este caso, se contaron y midieron los embriones de cada hembra grávida de cada intervalo de clase considerando los muestreos, calculándose el promedio de acuerdo a su longitud y número y haciendo una regresión exponencial para el ajuste de los datos por medio de la ecuación de Bagenal (1978):

$$F = (ax)^b$$

Donde:

- F = Fecundidad relativa
- a = Constante
- x = Longitud, peso o edad
- b = Exponente

## 7.- Tasa instantánea de mortalidad natural.

Se denomina mortalidad natural al proceso por medio del cual se reduce el número de individuos de la cohorte, por causas independientes de la pesca, tales como la depredación, enfermedades, senilidad, etc.

En el presente trabajo se calculó la mortalidad natural instantánea, según la ecuación exponencial de Bagenal (op cit) debido a que la especie no es objeto de explotación pesquera.

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

Donde:

$N_t$  = Número de la población en el tiempo  $t$ .

$N_0$  = Número inicial de la población

$Z$  = Coeficiente de mortalidad total - instantánea.

$t$  = Tiempo

#### 8.- Determinación del Factor de Condición (K).

Según Fulton (1902) (En: Nikolsky, 1969), para determinar la variación mensual del estado de bienestar de la población a lo largo del tiempo, se emplea el Factor de condición (K) para machos, hembras grávidas y no grávidas. De acuerdo con Díaz---Pardo y Ortiz (1986), se considera aquí como hembras grávidas a todas aquellas que miden aproximadamente 30 mm de longitud y en las cuales se encuentran embriones en el lumen ovárico. Para calcular K se utiliza la regresión logarítmica peso/longitud: (Beverton y Holts, 1957; Ricker, 1978).

Para especies que presentan un crecimiento isométrico, el valor de la regresión (W/L) es igual a 3.0 (Gulland, 1971).

$$K = \frac{W}{L^b} \times 100$$

Donde;

K = Factor de condición

L = Longitud

W = Peso

b = Constante (pendiente de la regresión).

#### 9.- Relación de la abundancia de G. viviparus con los parámetros fisicoquímicos.

Para analizar la relación existente entre la abundancia de la especie y su distribución con los factores abióticos como temperatura, pH, oxígeno disuelto, carbonatos y ortofosfatos en el lago Nabor Carrillo, se empleó el Análisis de Componentes principales (Dillon y Goldstein, 1984), el cual reduce el número de variables involucradas en el problema, dejando únicamente aquellas que presentan una mayor correlación con una variable fija, en este caso es la abundancia relativa.

## VI.- RESULTADOS

### 1.- Abundancia relativa y distribución.

De junio de 1987 a mayo de 1988, se realizaron 12 muestreos mensuales colectándose 78,936 individuos de G. viviparus de los cuales 18.7 % fueron hembras, 8.09 % machos y 73.21 % juveniles, presentándose la máxima captura en el mes de agosto de 1987 con el 42.9 % y la mínima en el mes de enero de 1988 con 0.13 % - - - (Tabla 1).

De acuerdo a Yamane (1979), se obtuvo un tamaño de muestra adecuado de 100 individuos para cada muestreo. En el presente estudio se tomaron 100 ejemplares de cada intervalo de clase, cuando los hubo, tanto para hembras como para machos, trabajando los datos morfométricos con un total de 6,208 (Tabla 1).

Por otra parte, y de acuerdo a los datos obtenidos en cada muestreo se pudo establecer que G. viviparus se encontró distribuida en zonas sómeras de 0,50 m. a 1.20 m. de profundidad y cerca de pastos (Figura 2).

### 2.- Determinación de las clases de edad a través de la talla. ( Método indirecto )

Las clases de edad se formaron tomando en cuenta la mejor distribución estadística de los datos de longitud para diferentes intervalos de clase, además de tomar como antecedente lo señalado

Tabla 1.- Abundancia de G. viviparus en el lago Nabor Carrillo  
Texcoco, Edo. de Méx., del período 1987 - 1988.

FECHA	N° TOTAL DE INDIVIDUOS	N° DE HEMBRAS	N° DE MACHOS	N° DE JUVENILES	TAMAÑO DE MUESTRA
junio 1987	6,686	1,212	477	3,947	1,040
júlio	13,474	2,670	1,924	8,880	1,117
agosto	33,920	1,360	1,142	31,466	1,012
sept.	14,065	3,543	818	9,706	621
octubre	4,321	2,597	624	1,100	405
nov.	2,757	1,882	650	225	317
dic.	1,563	299	468	796	700
enéro 1988	104	62	8	34	104
febrero	318	202	57	59	225
marzo	523	322	99	102	297
abril	252	179	17	56	162
mayo	953	429	104	420	206
Total:	78,936	14,757	6,388	57,791	6,208
Porcentaje		18.70 %	8.09 %	73.21 %	

por Salazar (1979) y Díaz-Pardo y Ortiz (1986).

En el presente trabajo se establecieron 6 diferentes clases de edad para las hembras y 4 para los machos (Tabla 2).

En la figura 3 se aprecian las diferentes clases que se presentaron durante el estudio y se observa que para las hembras hay de 4 a 5 durante todo el año, a excepción de noviembre en donde sólo se presentaron 2; esto se infiere a partir de los datos graficados mensualmente (Tabla 2), Donde los grupos presentes se formaron tomando en cuenta los valores promedio de las clases de talla observadas. Por lo que se refiere a los machos, el número fué menor en comparación con las hembras y además, se presentó una predominancia de dos clases de talla en la población ya que para éstas hubo 4 grupos en el mes de junio de 1987, 3 para agosto, octubre y diciembre del mismo año y para los demás meses se observaron dos, exceptuando septiembre en donde sólo hubo uno. (Figura 3).

### 3.- Crecimiento.

La longitud máxima promedio para hembras y machos fué de 74.760 mm y 45.499 mm, respectivamente. A partir de estos datos se realizó un ajuste por medio de la ecuación exponencial de Von Bertalanffy, de esta manera se obtuvo la tasa de crecimiento en longitud a través del tiempo la cual fué de 0,3402 para hembras y 0,3130 para machos.

Tabla 2.- Grupos de edad en hembras y machos de G. viviparus en el lago Nabor Carrillo Texcoco, Edo. de Méx., durante el periodo 1987 - 1988.

HEMBRAS			MACHOS		
Grupos de Edad	Intervalo de clase L. patrón (mm)	Longitud promedio observada (mm)	Grupos de Edad	Intervalo de clase L. patrón (mm)	Longitud promedio observada (mm)
I	10.6-21.2	19	I	10.6-21.2	19
II	21.2-31.8	25	II	21.2-31.8	23
III	31.8-42.4	40	III	31.8-42.2	32
IV	42.4-53.0	44	IV	42.4-53.0	
V	53.0-63.6	53			
VI	>63.6	64			



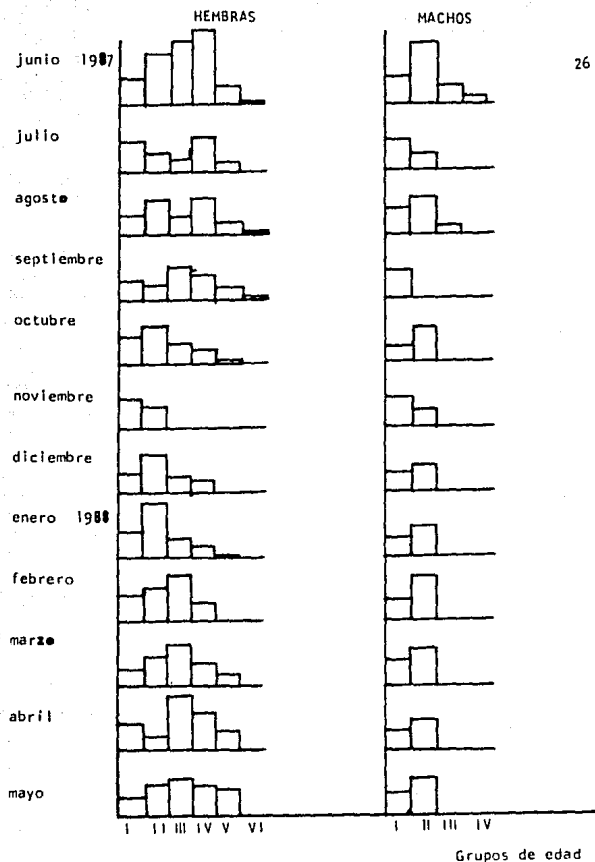


Figura 3. Grupos de edad para hembras y machos de G. vivinarius durante el periodo 1987 - 1988.

La curva de crecimiento se observa en las figuras 4 y 5 y la ecuación de crecimiento en longitud con el ajuste correspondiente es:

$$L_t \text{ Hembras} = 74.760(1 - e^{-0.3402(t-0.0003)})$$

$$L_t \text{ Machos} = 45.495(1 - e^{-0.3130(t-0.0038)})$$

Y en peso es:

$$W_t \text{ Hembras} = 11.04 \left[ 1 - e^{-0.3402(t-0.0003)} \right]^{3.7461}$$

$$W_t \text{ Machos} = 8.90 \left[ 1 - e^{-0.3130(t-0.0038)} \right]^{3.1304}$$

En las mismas figuras se muestra el incremento en peso que es de 3.7461 y 3.1204 para hembras y machos, respectivamente. Se observa que el crecimiento tanto en longitud como en peso no son constantes durante todo el ciclo de vida de la especie, ya que como se aprecia hay un incremento en los primeros meses de vida el cual disminuye conforme aumenta la edad.

En cuanto al crecimiento en peso se puede decir que presentan una relación inversa con respecto al crecimiento en longitud, ya que las hembras de G. viviparus presentaron un crecimiento en peso durante el primer tercio de la curva y posteriormente al lle

gar al peso máximo se va haciendo asintótico pues disminuye conforme aumenta la edad, manteniéndose de esta forma hasta alcanzar el peso promedio más allá del cual la especie no crecerá (Figura 4).

Esto no sucede con el crecimiento en longitud, ya que éste es rápido en las primeras edades durante casi la mitad de la curva y posteriormente empieza a disminuir por lo que tiende a cero. Comparando el crecimiento entre hembras no grávidas y grávidas se observa que en éstas últimas el crecimiento en longitud disminuye al aumentar el crecimiento en peso, debido principalmente a que el crecimiento en peso se ve influenciado por la presencia de los embriones; lo anterior se deduce de la comparación de los valores del factor de condición (K).

En el caso de los machos, el incremento en peso es muy similar al que presentan las hembras dándose un rápido crecimiento en las primeras edades, aunque aquí se observó que el crecimiento es muy cercano al que alcanzan las hembras quienes tienen una longitud mucho mayor que la de éstos por lo anterior, se puede decir que los machos resultan ser más pesados a edades más tempranas, a diferencia de las hembras las cuales ganan mayor peso a edades mayores (Figura 5).

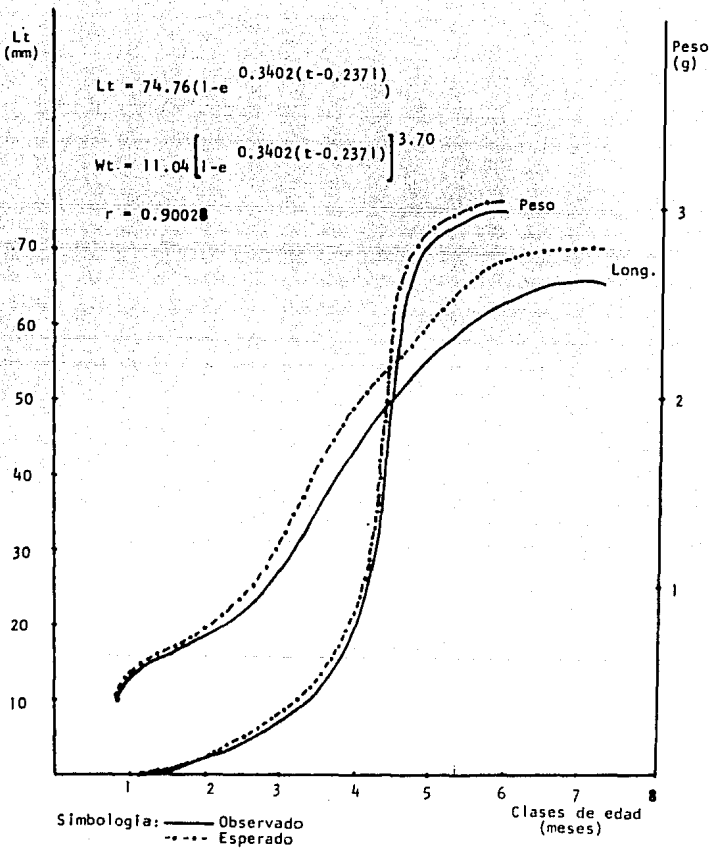


Figura 4. Curvas de crecimiento en longitud y peso para hembras de G. viviparus durante el periodo 1987 - 1988.

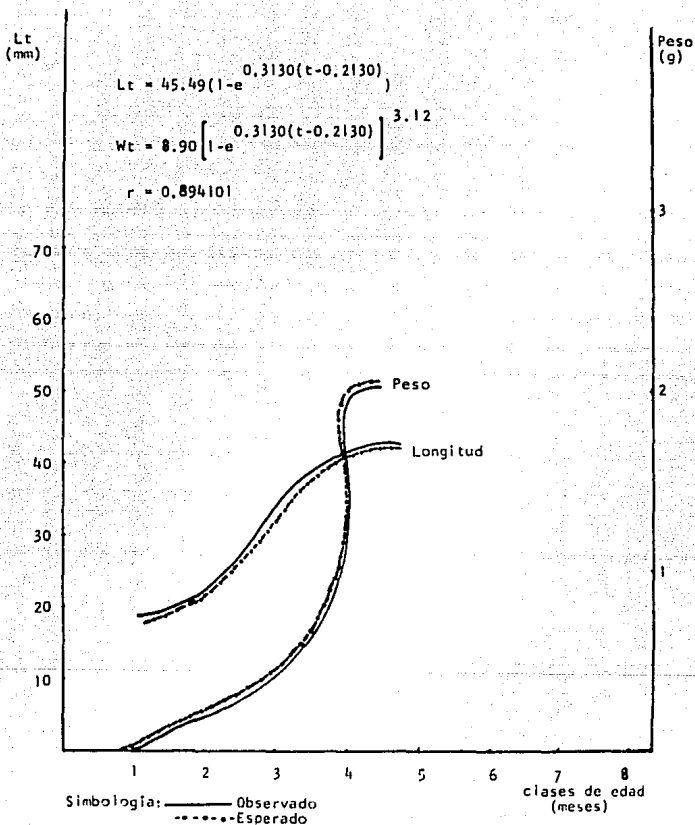


Figura 5. Curvas de crecimiento en longitud y peso para machos de G. viviparus durante el período 1987 - 1988.

#### 4.- Relación de sexos y Fecundidad relativa.

En los godelidos una característica para diferenciar a las hembras de los machos es la presencia del gonopodio que en éstos últimos se presenta a partir de los 11 mm de longitud (Salazar, 1979). Al determinar la relación porcentual existente entre hembras y machos, sumando el total de individuos adultos obtenidos en cada uno de los muestreos mensuales, se encontró en general la siguiente relación:

Hembras = 14,757 = 69.8 %

Machos = 6,388 = 30.2 %

Esto quiere decir que existen 2.3 hembras por cada macho, de lo que se infiere que el número de hembras supera en 1.3 veces el número de machos.

Los juveniles se encontraron en mayor número que los adultos, los cuales en conjunto sumaron 26.8 %, mientras que los primeros 73.21 %.

A través del análisis de 758 hembras grávidas se llegó a establecer una relación entre el tamaño de las hembras y el número de los embriones presentes, encontrándose un promedio de 20 embriones por hembra con tallas que van de 1.5 a 30 mm de longitud total y una talla promedio de 9 mm.

Se puede decir que la longitud mínima observada para hembras grávidas, fué de 30 mm (presentándose a ésta la primera edad) y la máxima fué de 64 mm. El número máximo de embriones observado fué de 67 y el mínimo no fué posible calcularlo con certeza ya que algunas hembras grávidas sólo presentaron pocos embriones como consecuencia de haber expulsado algunos anteriormente.

Los valores de longitud promedio se presentan en la tabla 3 y se procedió a hacer una regresión exponencial para ajustar los datos resultándo:

$$F = 0.3920(x)^{1.09}$$

Así, se encontró una clara relación entre el tamaño de las hembras y el número de los embriones (Figura 6).

En la figura 7 se aprecia que durante todo el muestreo se registraron hembras grávidas a excepción de enero y febrero de 1988, observándose los máximos valores en abril de ese año con un total de 268 hembras (las cuales tuvieron un promedio de 21.5 embriones con talla promedio de 23 mm de longitud total), y julio de 1987 con 144 hembras (registrándose 18 embriones en promedio y con una talla promedio de 20 mm de longitud total). De acuerdo a lo anterior se puede inferir que la especie se reproduce de marzo a diciembre, con dos picos de máxima actividad que coincidieron con los meses en que hubo más hembras grávidas.

Tabla 3.- Hembras grávidas y número de embriones presentes en G. viviparus del lago Nabor Carrillo Texcoco, Edo. de Méx., durante el período 1987 - 1988.

Hembras grávidas Intervalo de longitud en (mm)	Longitud pro- medio de hembras obser- vada en (mm)	N° de embriones observados	Longitud promedio de los embriones (mm)
20 - 30	30	18	8
30.1- 40	37	19	13.4
40.1- 50	41	20	10
50.1- 60	53.4	34	7
> 60	64	37	10



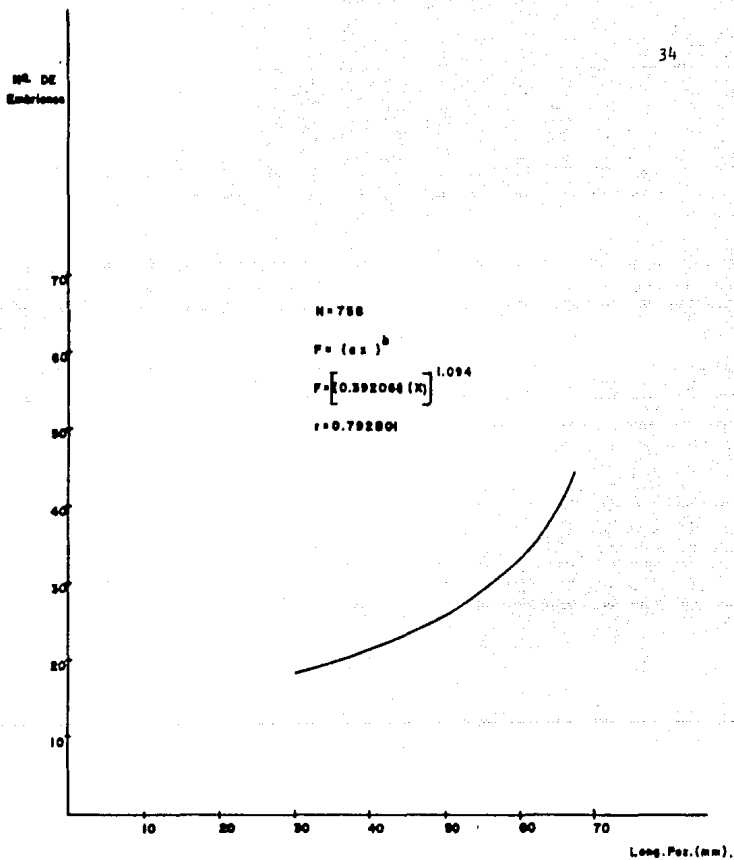


Figura 6. Fecundidad - Longitud para *G. viviparus* en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx., durante el período 1987 - 1988.

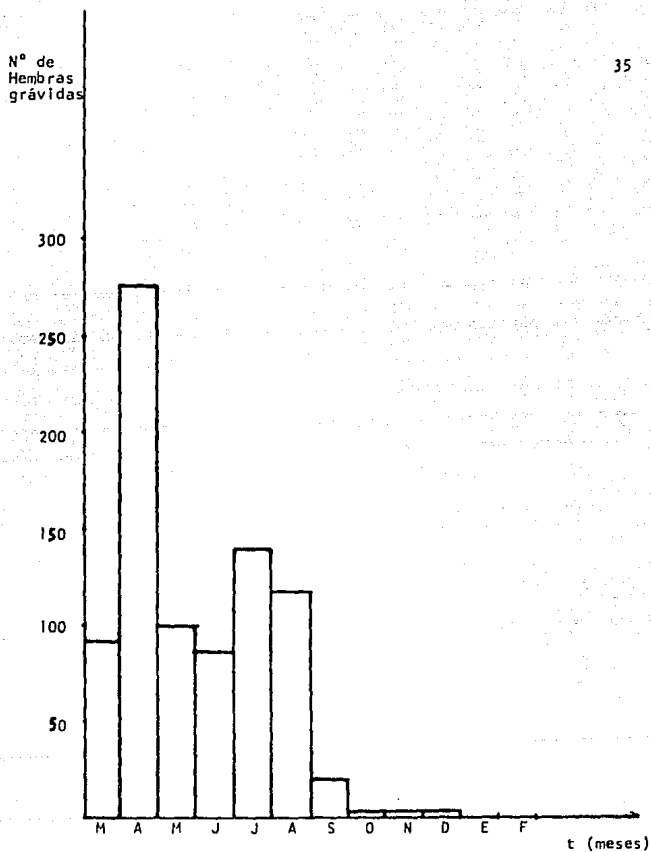


Figura 7. Hembras grávidas de *G. viviparus* en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx., durante el periodo 1987 - 1988.

### 5.- Tasa de Mortalidad instantánea.

La mortalidad depende del número de individuos que haya en una población evitándo que las poblaciones aumenten indefinidamente (Gómez Larrañeta, 1980).

En vista de que Girardinichtys viviparus no es una especie objeto de explotación, en el presente trabajo se calculó la mortalidad instantánea a través del tiempo, con la expresión:

$$N_T = N_0 e^{-Zt}$$

Obteniéndose:

$$N_T = 35,564 e^{-0.630133(t)}$$

$$Z = -0.630133$$

$$r = 0.8945$$

La mortalidad de la especie sólo se calculó para 10 meses a partir de agosto de 1987 y hasta abril de 1988, periodo en el cual se observó un decremento en la población, teniendo una Z de 0.6301 la cual se podría decir que es alta dado que Z únicamente puede tener valores de 0 a 1 (Gulland, 1971) y tomando en consideración el número promedio mensual de individuos presentes, además de saber de antemano que dicha especie no se explota (Figura B).

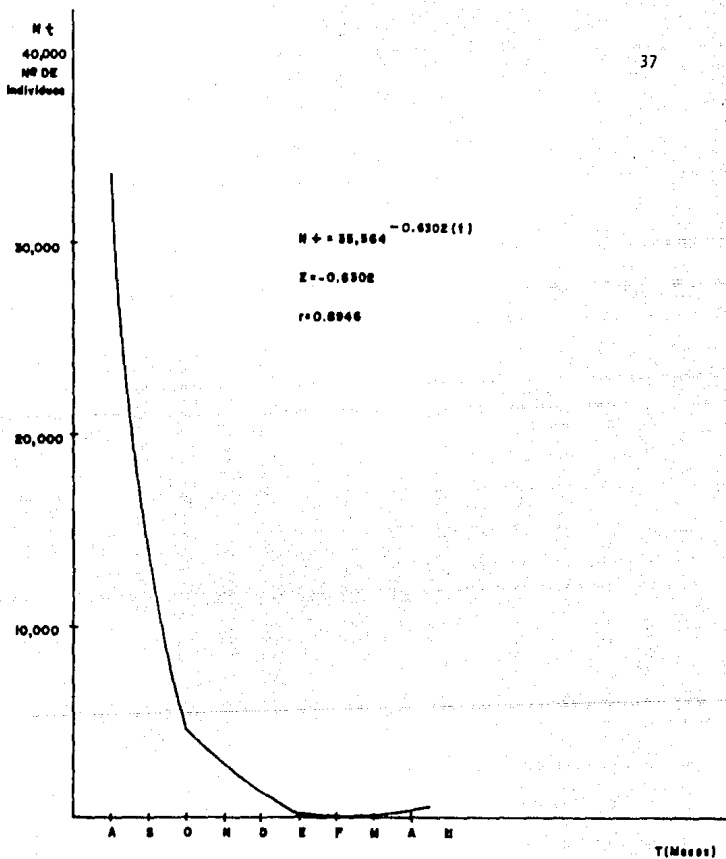


Figura 8. Mortalidad natural para *G. viviparus* en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx., durante el período comprendido de agosto de 1967 a abril de 1968.

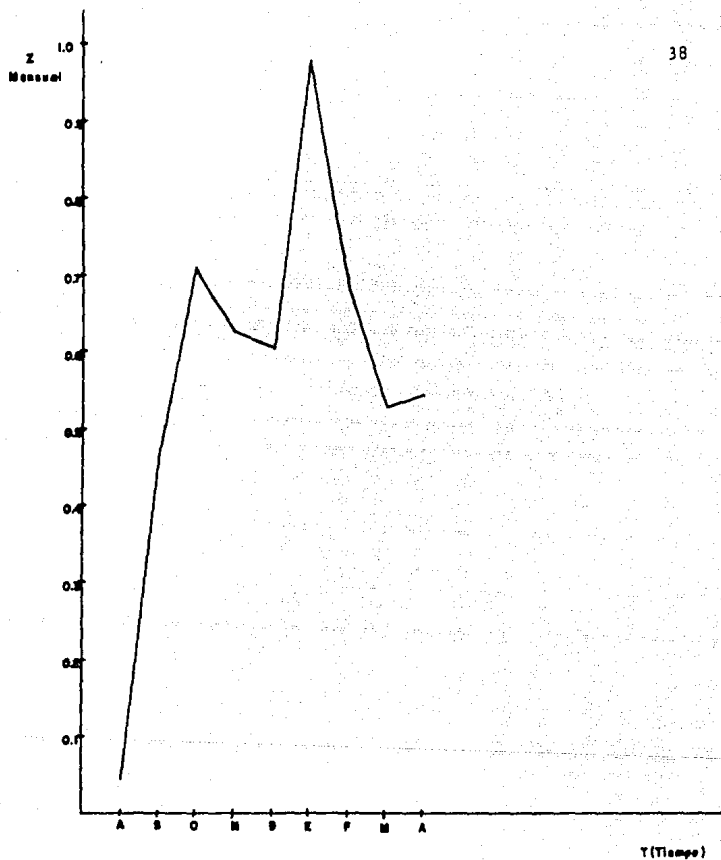


Figura 9. Z mensual vs tiempo de G. viviparus en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx. durante el periodo 1987 - 1988.

Analizando la tasa de mortalidad a través del tiempo (Figura 9) se observa que en agosto de 1987 se presentó el mínimo valor de Z, que fué de 0.4732 y el máximo en enero de 1988, en donde Z fué de 0.9724.

#### 6.- Factor de Condición.

Existe una marcada diferencia de peso entre machos y hembras durante todo el ciclo de vida, ya que las hembras pesaron más que los machos. Además, en las hembras existió un incremento en peso en los grupos III, IV y VI, mientras que en el grupo II se registró el valor mínimo de crecimiento en peso, alcanzando el máximo en la clase VI.

En el caso de los machos, el incremento en peso se presentó en las clases II y IV y el valor mínimo se observó en la clase III.

Por otra parte, las hembras no grávidas presentaron su mejor estado de bienestar ( $K = 0.005067$ ) en el mes de octubre de 1987 y el más bajo ( $K = 0.001340$ ) en agosto del mismo año. Para las hembras grávidas el comportamiento fué muy similar con valor máximo de ( $K = 0.005754$ ) para el mismo mes de octubre, mientras que el mes en que se registró el K mínimo ( $K = 0.001404$ ) fué julio de ese año (Figura 10).

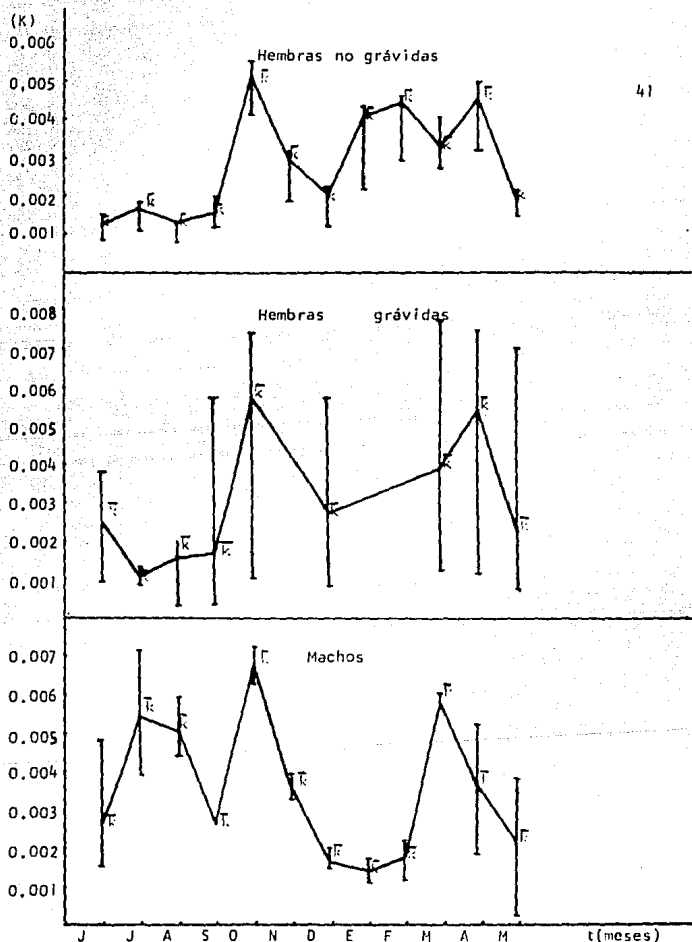
El comportamiento entre hembras grávidas y no grávidas es muy parecido, en este sentido es importante observar que los valores de (K) en general son mayores para las hembras grávidas; - ésto resulta lógico si se considera que el incremento en peso de éstas esta influenciado por el peso de los embriones (Tabla 4).

Con respecto a los machos, se aprecia que el valor máximo de bienestar ( $K = 0.006801$ ) se encuentra en octubre de 1987 y el mínimo ( $K = 0.001447$ ) en enero de 1988 (Tabla 4).

Por otra parte, debido a que el valor de los exponentes - de las ecuaciones oscilan entre 2.57 y 3.99 para hembras grávidas, 2.56 y 3.96 para no grávidas y 2.37 y 3.87 para machos (Tabla 5), puede decirse que el crecimiento tanto para machos como para hembras no es igual durante todo el ciclo de vida, lo que - implica que el crecimiento de la población sea alométrico, ya -- que existen cambios en longitud y peso a través del tiempo.

#### 7.- Relación de la abundancia de Girardinichtys viviparus con -- los parámetros fisicoquímicos.

Los parámetros fisicoquímicos considerados en este estudio, para efectuar el análisis de componentes principales (Dillon y -- Goldstein, 1984) en función de la abundancia relativa de la especie fueron temperatura, pH, oxígeno disuelto, carbonatos, nitratos y ortofosfatos; el método elimina aquellos parámetros que pre sentaron una correlación inferior a 0.7 y una variación total de



Simbología: (K) = Factor de Condición  
 K̄ = Factor de condición promedio  
 Figura 10. Factor de Condición para hembras no grávidas, grávidas y machos de *G. viviparus* durante 1987 - 1988.



Tabla 4.- Factor de condición (K) para hembras no grávidas, grávidas y machos de G. viviparus en el lago - - Nabor Carrillo Texcoco, Edo. de Méx., durante el período 1987 - 1988.

MES	HEMBRAS NO GRAVIDAS	HEMBRAS GRAVIDAS	MACHOS
junio 1987	0.001425	0.002448	0.002751
julio	0.001640	0.001448	0.005493
agosto	0.001340	0.001521	0.004961
septiembre	0.001517	0.001680	0.002448
octubre	0.005067	0.005754	0.006801
noviembre	0.002910		0.003714
diciembre	0.002021	0.002689	0.001694
enero 1988	0.004092		0.001447
febrero	0.004428		0.001717
marzo	0.003242	0.003894	0.005847
abril	0.002504	0.004956	0.003573
mayo	0.001869	0.002207	0.002157

Tabla 5.- Ecuaciones obtenidas de la relación (Wt/Lt), (Wt = aL<sup>b</sup>) para hembras grávidas, no grávidas y machos de G. viviparus para cada muestreo. Se presentan los respectivos coeficientes de correlación.

MES	HEMBRAS	GRAVIDAS	HEMBRAS	NO	GRAVIDAS	MACHOS
Junio 1987	Wt=0.00006 L <sup>t</sup> 2.9541	0.9248	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 2.9530	0.9930	Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 3.6949	0.9465
Julio	Wt=0.00006 L <sup>t</sup> 3.7618	0.9718	Wt=0.00005 L <sup>t</sup> 3.7548	0.9974	Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 3.2901	0.9999
agosto	Wt=0.00005 L <sup>t</sup> 3.9860	0.9201	Wt=0.00007 L <sup>t</sup> 3.9665	0.9938	Wt=0.000014 L <sup>t</sup> 3.2699	0.9710
septiembre	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 3.8991	0.9400	Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 3.8635	0.9712	Wt=0.000016 L <sup>t</sup> 3.0622	0.9542
octubre	Wt=0.00006 L <sup>t</sup> 2.5701	0.9911	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 2.5633	0.9687	Wt=0.000015 L <sup>t</sup> 3.0899	0.9978
noviembre			Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 2.6737	0.9999	Wt=0.000014 L <sup>t</sup> 3.8774	0.9999
diciembre	Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 2.8742	0.9192	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 2.9558	0.9944	Wt=0.000014 L <sup>t</sup> 2.4951	0.9993
enero 1988			Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 2.6773	0.9887	Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 2.3762	0.9918
febrero			Wt=0.00001 L <sup>t</sup> 3.0747	0.9726	Wt=0.000012 L <sup>t</sup> 3.0111	0.9909
marzo	Wt=0.00006 L <sup>t</sup> 3.1800	0.8903	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 3.1200	0.9054	Wt=0.000015 L <sup>t</sup> 2.5758	0.9009
abril	Wt=0.00005 L <sup>t</sup> 3.3107	0.9249	Wt=0.00006 L <sup>t</sup> 3.2992	0.9970	Wt=0.000017 L <sup>t</sup> 3.8221	0.9999
mayo	Wt=0.00005 L <sup>t</sup> 3.2198	0.9009	Wt=0.00004 L <sup>t</sup> 3.2106	0.9670	Wt=0.000019 L <sup>t</sup> 2.7061	0.9670

r = Coeficiente de correlación (con un intervalo de confianza de 97 %)

coeficientes del 70 %.

De acuerdo a lo obtenido por el método anteriormente descrito en conjunto con la desviación estándar (S) y el coeficiente de variación (CV) en función de las formulas mencionadas por Spiegel (1976) y Yamane (1979), se llegó a establecer que los parámetros que influyeron sobre la densidad de *G. viviparus* son: Temperatura y oxígeno disuelto (Tabla 6).

A continuación se describe el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos.

#### Temperatura.

La temperatura ambiente, varía tanto con la hora del día como con la estación del año, influyendo también sobre la temperatura del agua (Welch, 1952). Analizando las fluctuaciones de la temperatura durante el período muestreado, se encontró que presentó su máximo valor en mayo de 1988 con 23°C y el mínimo en enero del mismo año con 12.5°C, tomando en cuenta la diferencia entre ambas temperaturas, se podría decir que esta es de 10.5°C, lo que repercutió en la variación del número de individuos de *G. viviparus* en el lago Nabor Carrillo en los meses anteriormente citados. En relación a esto se observó, que la especie tuvo su abundancia más alta cuando la temperatura osciló entre 16 y 22°C (julio y agosto de 1987 (Figura 11).

### Oxígeno Disuelto.

Se sabe que la temperatura afecta la densidad, viscosidad y solubilidad de los gases, en particular a la del oxígeno disuelto (Arrignon, 1984). La concentración de oxígeno disuelto en el lago varió presentándose la máxima de 9.85 mg/l en junio de 1987 y la mínima de 4.32 mg/l en septiembre del mismo año (Figura 11). En vista del comportamiento de este parámetro se podría decir que en el lago hubo dos períodos de bajas concentraciones, el primero correspondió de julio a septiembre con variaciones -- promedio de 4.32 a 7 mg/l y el segundo de diciembre a marzo con variaciones de 5.85 a 7.71 mg/l; en el primer período es donde se observó el mayor número de individuos de G. viviparus, tanto de adultos como de juveniles.

### pH.

El pH, es indisociable de los valores de temperatura y -- oxígeno disuelto y en el intervalo de 5 a 9 no es mortal para la mayoría de los peces (Arrignon, op cit). Presentó un comportamiento muy similar durante todo el muestreo, con un intervalo que va de 9.85 a 10.06 el cual es claramente básico y esta influenciado por la composición eminentemente salina-sódica del suelo (Figura 11).

### Carbonatos, Nitratos y Ortofosfatos.

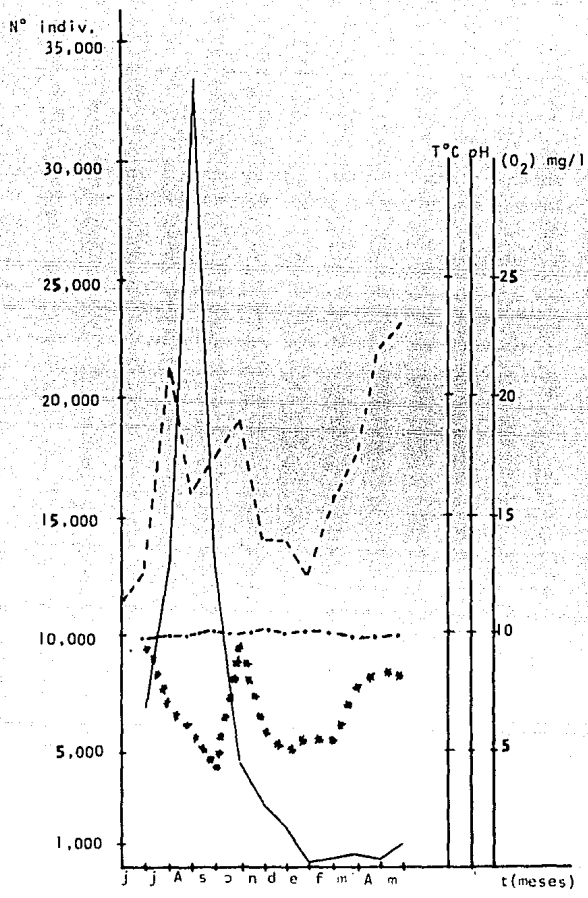
En cuanto a los parámetros fisicoquímicos restantes (carbonatos, nitratos y ortofosfatos), no se observaron cambios importantes dentro del lago, con respecto al primero se puede decir -- que registró un valor promedio de 91.40 mg/l que comparado con lo que reporta Nisbet (1968) y Templeton (1984) se encuentra dentro de lo que llaman aguas óptimas para la productividad piscícola -- (60 - 120 mg/l). En lo que respecta a nitratos y ortofosfatos, -- éstos presentaron valores de 0.174 mg/l para los primeros y 18.30 mg/l para los segundos, producto éstos últimos en su mayoría de -- los detergentes provenientes de las aguas de tratamiento (Tabla 6).

Tabla 6.- Parámetros físicoquímicos medidos en el lago Nabor Carrillo Texcoco, Edo. de Méx. durante el período junio de 1987 - mayo de 1988.

PARAMETRO	MINIMO MES	MAXIMO MES	PROMEDIO	S	CV
T°C	12.4 enero	23 mayo	18°C	0.91	0.16
O <sub>2</sub> D (mg/l)	4.32 sept.	9.85 jun	7.08	1.24	0.22
pH	9.85 jun.	10.06 nov	10.00	0.32	0.05
Dureza (CaCO <sub>3</sub> mg/l)	66.56 sept.	107.406ener	87.00	8.07	0.29
Nitratos (mg/l)	0.096 oct.	0.348abr.	0.22	8.90	0.41
Ortofosfatos (mg/l)	13.96 oct.	23.91 may.	19.00	2.41	0.61

\* S (desviación estandar)

CV (Coeficiente de variación)



Simbología: — # individuos      - - - - Temperatura °C  
 - - - - pH                      \*\*\*\*\* (O<sub>2</sub>) mg/l

Figura 11. Número de individuos de *G. viviparus* VS - temperatura, pH y Oxígeno disuelto en el lago Nabor Carrillo, Texcoco, Edo. de Méx., durante el periodo 1987-1988.

## VII.- DISCUSION.

### 1.- Abundancia relativa y distribución.

Debido a que Girardinichtys viviparus presentó su máxima abundancia en los meses de julio, agosto y septiembre de 1987 se puede decir que en ésta época las condiciones ambientales propiciaron dicho aumento en la población.

Por otra parte, la escasa presencia de la especie en los meses de diciembre de 1987, enero y febrero de 1988, podría atribuirse a que en esta época también se registraron los mínimos valores de la temperatura y oxígeno disuelto en el lago.

En cuanto a su distribución cabe señalar que por lo general se encontraron mayor número de individuos en zonas de poca profundidad (0.50 - 0.60 m).

### 2.- Edad y Crecimiento.

El número de grupos de edad fué mayor para las hembras (VI) en comparación con los machos (IV), presentándose el número más alto de generaciones en julio de 1987 para ambos sexos.

El tipo de crecimiento que presentó la especie fué alométrico, de acuerdo a los criterios de Nikolsky (1969), Ricker (1975) y Lagler (1978), ya que estos señalan que en una relación peso/longitud aquellos organismos cuya pendiente tenga un valor -



diferente de 3.0, presenta un crecimiento de este tipo.

Por otra parte, el crecimiento tanto en longitud como en peso no fueron constantes durante todo el ciclo de vida de G. viviparus, ya que presentó un incremento en los primeros meses de vida el cual disminuyó conforme aumentó la edad, esto concuerda con Parker y Larkin (1959) y Everhart y Youngs (1981) quienes señalan que en la etapa juvenil de un pez, la curva de crecimiento es exponencial, dado que la velocidad de crecimiento es mayor mientras más joven es el animal.

Comparando el crecimiento de G. viviparus con algunos ciprinidos que presentan un crecimiento similar como por ejemplo: - la carpa King - Yo (variedad Carassius auratus) (Franco, 1981) se puede decir que no hay diferencias significativas.

Del tratamiento estadístico basado en el modelo de Von Bertalanffy, mediante el método de Ford Walford (Gulland, 1971) apoyado por el de Tomlinson y Abranson (Rafail, 1973) se estimó que el crecimiento de G. viviparus fué alométrico en virtud de que la tasa de crecimiento no fué constante durante todo el ciclo de vida.

Comparando el crecimiento de esta especie en el lago Nabor Carrillo con los datos reportados para la misma en el embalse Requena, Hgo. (Salazar, 1979) se observó que en cuanto a las hembras es muy parecido, por lo que respecta a los machos, este no se pudo comparar ya que hasta la fecha no hay estudios que lo reporten,

por lo que se considera que el presente estudio proporciona un --  
aporte en este sentido.

### 3.- Relación de sexos y fecundidad relativa.

La fecundidad es un parámetro poblacional que se encuentra influenciado por cambios en el desarrollo de la especie y por factores químicos como la temperatura y los nutrientes presentes en el medio (Nikolsky, 1969).

En algunas especies en las cuales las crías nacen dotadas de recursos para subsistir por sí solas o que requieren pocos cuidados paternos, se tiende a presentar un dimorfismo sexual pronunciado, que tiende a reducir la competencia entre sexos (Pianka, 1982).

Analizando la proporción de sexos a través del tiempo, se observó que en julio de 1987 se registró el mayor número de machos, siendo el de enero de 1988 el menor. En cuanto a las hembras, estos valores coincidieron sólo en enero, en donde al igual que para los machos presentaron su número mínimo. Mientras que la mayor abundancia de hembras se presentó en septiembre de 1987, -- que es también donde se observó la mayor diferencia de sexos.

Es importante señalar que los juveniles, por lo general se encontraron en número mayor que los adultos, lo que hace supo --

ner que éstos nacen continuamente de marzo a octubre intensificando su número en julio, agosto y septiembre, para luego disminuir probablemente por las condiciones ambientales de noviembre a febrero.

Con respecto a la fecundidad se observó que en la mayoría de las hembras examinadas los embriones presentes tuvieron una longitud promedio similar, y sólo en cuatro casos en una misma hembra se registraron embriones muy pequeños (de 0.5 mm de longitud total) y muy grandes (de 26 mm de longitud total); este hecho corrobora lo encontrado por Díaz-Pardo y Ortiz (1986), en cuanto a la ausencia de superfetación en la especie.

Durante todo el año que duro el muestreo se registraron hembras grávidas a excepción de enero y febrero de 1988, seguramente por efectos ambientales (descenso de temperatura principalmente).

#### 4.- Tasa instantánea de Mortalidad.

Analizando el comportamiento de la tasa de mortalidad a través del tiempo y relacionando los valores obtenidos con las condiciones ambientales predominantes durante el muestreo, podría decirse que el mayor número de muertes se presentó cuando se registró la mínima temperatura y valores de oxígeno disuelto inferiores a 5 mg/l.

Por otra parte, al comparar la tasa de mortalidad instantánea promedio estimada en este trabajo con la obtenida por Salazar (1979), se observó que difieren en gran medida, ya que éste señala una tasa de mortalidad de 0,1248. Al respecto cabe señalar que Salazar (op cit) estimó la mortalidad utilizando sólo datos de un mes, para luego extrapolar a un año, por lo que dicho valor pudiera ser que este subestimado.

Por todo lo anterior, es importante señalar que dado que G. viviparus tiene una tasa de mortalidad alta en el lago Nabor - Carrillo, posiblemente presente estrategias reproductivas que permitan contrarrestarla, por ejemplo optimizar la viviparidad misma permitiendo que el desarrollo desde la fertilización hasta el nacimiento se lleve a cabo en el lúmen ovárico propiciando con ello que los juveniles emerjan como formas libremente nadadoras capaces de resistir las condiciones ambientales drásticas (particularmente la fluctuación de la temperatura).

##### 5.- Factor de Condición.

Medina (1976) menciona que el factor de condición varía en función de la edad del pez (si éste tiene un crecimiento alométrico), estado de madurez y cambios estacionales.

Si se observa a hembras grávidas, no grávidas y machos en conjunto se podría decir que el mes en que la especie se encontró

en mejores condiciones de bienestar fué octubre de 1987 y los meses más críticos fueron julio y agosto del mismo año y enero de 1988, en vista de que los organismos tuvieron un decremento en su peso debido al crecimiento en longitud. Además en los primeros meses existió una mayor abundancia de la especie, principalmente en agosto de 1987, en donde llegó a su máximo.

En relación a esto, se aprecia que las condiciones ambientales presentes en estos meses propician el aumento de la población.

En el caso particular de los machos se observó que en enero de 1987 fué donde se registró el valor más bajo del factor de condición y además la temperatura en el lago también fué mínima.

#### 6.- Relación de la abundancia de G. viviparus con los parámetros fisicoquímicos.

De acuerdo a Ryder et al (1974) (En: Franco, 1981) los factores que determinan la calidad del agua son el morfométrico, el climático y el edáfico. Esto reviste gran importancia en el presente estudio, ya que el área de Texcoco donde se localiza el lago Nabor Carrillo presenta suelos arcillosos de origen volcánico, con altas concentraciones de sales de sodio, entre un 100 y 200 %, aspecto que los hace únicos en el mundo (SARH, 1984).

Por otro lado, tomando en consideración lo mencionado por Lagler (1978) acerca de que en lagos y lagunas artificiales de poca profundidad los ciclos de agua y nutrientes están estabilizados, se podría decir que en el lago Nabor Carrillo, aunque hay meses en los que desciende el nivel del agua, este no es muy pronunciado ya que continuamente es alimentado por agua proveniente de la planta de tratamiento, por lo que el volumen del lago permanece más o menos constante y la dilución del agua sólo se ve afectada por las lluvias y la evaporación.

#### Temperatura.

Este parámetro osciló ( $10.5^{\circ}\text{C}$ ), durante el muestreo, de  $12.5$  hasta  $23^{\circ}\text{C}$  en promedio, lo que hace suponer que la temperatura del agua sí influyó de manera determinante sobre la abundancia de la especie ya que en el mes en que se presentó el menor número de individuos de G. viviparus también se registró la mínima temperatura en el lago.

El intervalo de temperatura donde se observó mayor número de individuos fué de  $16$  a  $22^{\circ}\text{C}$ .

Es importante señalar que debido a las condiciones microclimáticas particulares imperantes en la zona a través de todo el año, se presentaron variaciones de este parámetro, que pudieron repercutir en la dinámica poblacional de la especie.

### Oxígeno Disuelto.

Esta variable osciló entre 4.32 y 9.85 mg/l a lo largo -- del periodo muestreado, por lo que de acuerdo a Salazar (1979) el oxígeno disuelto estuvo dentro del intervalo aceptable para G. viviparus.

En general se aprecia que la especie se presentó en mayor número tanto de adultos como de juveniles, cuando dicho parámetro osciló entre 5.02 y 7 mg/l. Aquí cabe señalar, que a pesar de que no se realizaron ciclos de 24 hrs, en el tiempo en que -- duró el muestreo no se tuvieron evidencias de muerte masiva por anoxia en el lago Nabor Carrillo (comunicación personal de Muciño, D.).

### pH.

Las variaciones de éste parámetro no fueron marcadas y -- siempre se registraron valores que demostraron su naturaleza -- eminentemente básica, y que de acuerdo a lo reportado por -- -- -- Arrignon (1984) se encuentra por arriba del intervalo que no es mortal para la mayoría de los peces.

## VIII.- CONCLUSIONES.

- 1.- La mayor abundancia de Girardinichtys viviparus, se registró en agosto de 1987, con un 42.2 % y la mínima en enero de 1988 con 0.13 %.
- 2.- Se encontraron como máximo 6 clases de edad para las hembras y 4 para los machos, en éstos últimos se aprecia una predominancia de 2 clases de edad, llegando a concluir que una clase de edad equivale a 2 meses y que la especie presenta una generación en un año.
- 3.- El crecimiento que presentó G. viviparus durante el período de estudio fué de tipo alométrico, debido a que los valores de b, obtenidos de las ecuaciones de la relación peso-longitud fueron diferentes de 3.0.
- 4.- La fecundidad en G. viviparus presentó una relación directa con la longitud de las hembras, ya que a una mayor longitud existió un mayor número de embriones, presentándose 3.1 hembras por cada macho, además los juveniles predominaron sobre los adultos.
- 5.- La mortalidad que presentó la población fué alta, ya que representó más del 50 %, además de tomarse en cuenta que la especie no es objeto de explotación pesquera.
- 6.- La especie se desarrolla mejor en clima templado, pues en los meses con temperaturas de 18°C presentaron su mejor estado de



bienestar, además se concluye que el estado de gravidez de las hembras afecta el grado de bienestar.

- 7.- De la relación entre los parámetros fisicoquímicos y el número de individuos presentes, se concluye que los únicos que tuvieron influencia directa sobre la abundancia fueron la temperatura y el oxígeno disuelto, siendo determinante la primera, además de que la especie se distribuyó comunmente en zonas sómeras del lago donde se registraron valores de 14 a 22°C y 4.32 a 7 mg/l de oxígeno disuelto.

## IX.- LITERATURA CITADA.

Alvarez del Villar, J., 1949. Ictiología Dulceacuicola Mexicana Rev.Soc.Mex.Hist.Nat.X.(1-4): 309--337.

----- 1957. Los peces del Valle de México. - COFQPR. Secretaría de Marina, Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, 1-62.

----- 1973. Bosquejo Histórico de la Ictiología en México. An.Esc.Nal.Cienc.Biol.-Méx. 20: 157-163.

A.P.H.A.:A.W.W.A. and W.P.C.F., 1971. Standar Methods for the Examination of water and wastewater. - American Public Health Association. - Inc. New York. 874 pp.

Arrignon, J., 1984. Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces. 2° Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 390 pp.

Bagenal, T., 1978. Fish Production in Fresh water. 3° Ed. - London. Blackwell Scientific (I.B.P.- Handbook N° 3). 365 pp.

- Beverton, R y S. Holt., 1957. On the Dynamics of exploited fish populations. Fishery Invest., London. (2)., 19: 533 pp.
- Coche, A., 1969. Aspects of physical and chemical limnology of Lake Kariba, Africa. A general outline. In. L.E. Obeng (Editor), Man-Made Lakes: the Accra Symposium. Ghana Universities Press, Accra, 116-122.
- De Buen, F., 1943. Los Lagos Michoacanos (Características generales, el Lago de Zirahuén). Rev. Soc. Mex.Hist.Nat, IV (3-4): 211 - 232.
- 1946. Ictiogeografía Continental Mexicana, Rev.Soc. Mex.Hist.Nat, VIII (1-4): 88-137.
- Díaz-Pardo, y J. Ortiz, 1986. Reproducción y Ontogenia de - - Girardinichtys viviparus (Pisces:Goodeidae). An.Esc.nal.Cienc.biol.Mex. 30: 45-66.
- Dillon, W y M. Goldstein., 1984. Multivariate Analisis. Methods and applications. John Wiley and Sons. New York, 587 pp.

- Everhart, G. y W. Youngs., 1981. Principles of fishery Science  
Cornell University. 2° Ed. London. 349 pp.
- Franco, R., 1981. Análisis del crecimiento y Factor de condición  
de la carpa herbívora - - - - -  
(Ctenopharyngodon idellus, Cuvier et Va--  
lenciennes. 1839) En un Embalse Temporal.  
Tesis Biología Licenciatura. Facultad de  
Ciencias. Universidad Nacional Autónoma -  
de México. México. 82 pp.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación cli--  
mática de Köppen. (para adaptarlo a las -  
condiciones de la República Mexicana). --  
Universidad Nacional Autónoma de México.-  
México. 247 pp.
- García, M. y G. Falcón., 1977. Nuevo Atlas Porrúa de la Repúbli--  
ca Mexicana. Ed. Porrúa, S.A. México. - -  
197 pp.
- Golterman, H.L., 1978. Methods for physical Analisis of Fresh -  
waters. London. 235 pp.

- Gulland, J.A., 1971. Manual de Métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Ed. Acriba. España. 164 pp.
- Hubbs C.L. y L. Turner., 1939. Studies of the fishes of the Order Cyprinodontes XVI. A Revision of the - - Goodeidae. Misc. Publ. Mus. Univ. Michigan. - 42: 1-80.
- Lagler, K.F., 1978. Freshwater Fishery Biology. W.N.C. Brown Co. Publ. Dubuque. Iowa. 421 pp.
- Mason, C.F., 1981. Biology of freshwater pollution. Longman -- Group Ltd. London. 250 pp.
- Médina García, M., 1976. El Factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de poblaciones de la carpa de Israel - - - - - (Cyprinus carpio specularis). 1. Hembras en estado de madurez V (Nikolsky, 1963). Memorias del Simposio sobre pesquerías de aguas continentales. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Méx.: 207-217.

- Nisbet, M., 1968. L' eau critère de qualité pour la vie piscicole  
L' evolution de cette qualité. Minagri, B. -  
T. I. 228, 3/4 Paris.
- Nikolsky, G.V., 1963. The Ecology of fishes. Academic. Press. Lon-  
don, New York, 352 pp.
- 1969. Theory of fish population Dynamics as Biolo-  
gical Ground for National Exploitation and -  
management of fishery Resources. Oliver y -  
Boyd. Ed. Edimburgh. 323 pp.
- Odum, E., 1985. Ecología. El vínculo entre las Ciencias Naturales  
y las Sociales. 7° Ed. Editorial Continental.  
México. 295 pp.
- Parker, R. y P. Larkin., 1959. A concep of growth in fishes. J. -  
Fish. Res. Bd. Can. 16 (5): 721-745
- Pereiro, J., 1982. Modelos al uso en dinámica de poblaciones mari-  
nas sometidas a explotación. Instituto Espa-  
ñol de Oceanografía, España, 255 pp.
- Pianka, R.E., 1982. Ecología Evolutiva. Ed. Omega. España, 362 pp.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. Criterios Ecológicos y Medio ambiente.

Rafail, S.Z., 1973. A simple and precise method for fitting a --  
Von Bertalanffy growth curve. Inst. - - -  
Oceanogr. and Fish. Marine Biology. - - -  
Alexandria Egypt. (ARE) (19): 354-358.

Ricker, W.E., 1978. Methods for Assessment of fish production in freshwaters. IBP, Handbook 3. Blackwell --  
Scientific Publications. Oxford and Edim--  
burgh. 365 pp.

Rosas, M.M., 1976. Peces Dulceacuifcolas que se explotan en Méxi-  
co y datos sobre su cultivo. Centro de --  
Estudios Económicos y Sociales del Tercer  
Mundo. México. 52 pp.

Salazar, M., 1979. Contribución al conocimiento de la biología de  
Girardinichtys Innominatus. Blecker, 1860.  
(Pisces:Goodeidae) del Embalse Requena, --  
Edo. de Hidalgo. Tesis Licenciatura. Biolo  
gía. Universidad Nacional Autónoma de Méxi  
co. Iztacala. 43 pp.

Spiegel, M.R., 1976. Teoría y Problemas de Probabilidad y Estadística. Mc. Graw Hill. México. 372 pp.

Templeton, R., 1984. Freshwater fisheries Management. Fishing Books Ltd. Surrey. England. 190 pp.

Turner, C.L., 1933. Viviparity, superinposed upon ovoviviparity in the Goodellidae. A family of ciprinodont teleost fishes of the mexican plateau. Jour. Morphology. 55 (2): 207 - 251.

Welch, P.S., 1952. Limnological Methods. Mc. Graw Hill. Book - Company, Inc. New York, 381 pp.

Yamane, T., 1979. Estadística. Harper and Row Latinoamerican. - México, 771 pp.