



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
IZTACALA**

**ESTIMACION DEL CRECIMIENTO DE LA CARPA  
COMUN (*Cyprinus carpio*. LINNEO 1758 )  
CULTIVADA EN CANALES CON AGUAS RESIDUALES**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**

**LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**P R E S E N T A**

**MARIA VERONICA HERNANDEZ MORENO**



**LOS REYES IZTACALA, MEXICO**

**1994**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

A TI RUBI  
PORQUE ERES LA RAZON  
DE TODOS MIS ACTOS.

A TI MAMA,  
POR TU VALOR Y APOYO  
Y PORQUE TE LO DEBO TODO.

## AGRADECIMIENTOS

En particular deseo agradecer a mi asesor, Biol. Mario Alfredo Fernández Araiza, por su amistad, paciencia y confianza y por su atinada dirección, sin lo cual no hubiese alcanzado este objetivo.

A Francis, Lucy y Noé por compartir conmigo los últimos años y darme su amistad y apoyo.

A Ana Laura por ser mi amiga y colaborar conmigo en el trabajo de campo y de laboratorio, y por la aportación de ideas a este proyecto que aquí concluye.

A los revisores de esta tesis Biol. Alba Márquez, Biol. Agustín Vargas, Biol. Regina Sánchez y M. en C. Norma A. Navarrete por sus comentarios y sugerencias.

A los Hermanos Jiménez por su colaboración al facilitar el uso de sus canales y por los cuidados prodigados a los peces.

A todos aquellos que de alguna u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

# INDICE

	página
INTRODUCCION .....	2
ANTECEDENTES .....	5
OBJETIVOS .....	8
AREA DE ESTUDIO .....	9
METODOLOGIA .....	11
RESULTADOS .....	15
DISCUSION .....	19
* PARAMETROS FISICOQUIMICOS .....	19
* BENTOS .....	24
* CRECIMIENTO .....	26
* RENDIMIENTO BIOLÓGICO .....	28
CONCLUSIONES .....	30
RECOMENDACIONES .....	32
BIBLIOGRAFIA .....	33
ANEXO .....	40

## INTRODUCCION

El desarrollo de la piscicultura en México tiene raíces históricas que parten de la época prehispánica, cuando algunas especies, principalmente Aterinidos, eran cultivadas en forma rudimentaria en la Gran Tenochtitlán. A las llegada de los españoles esta tradición quedó interrumpida y no fue sino hasta 1884 cuando Esteban Cházari escribió el primer tratado de piscicultura y a partir de esa época se reinició una actividad que había quedado relegada al olvido (Arredondo y Juárez, 1986).

La familia de los ciprinidos a la que pertenecen las carpas es muy variada y fue introducida a fines del siglo pasado provenientes de Europa y Estados Unidos con la finalidad de repoblar ríos y lagos para incrementar la pesquería de aguas continentales; desde entonces ha sido introducida en un gran número de embalses (Alvarez del Villar, 1957). En 1956 se introdujo a México una carpa seleccionada, de origen europeo conocida como carpa Israel (*Cyprinus carpio specularis*) que es la que se encuentra más ampliamente distribuida en los embalses y bordos de todo el país (Rubín, 1976), y desde que se adaptaron a las condiciones de estos sistemas pasaron a formar parte de la dieta de los mexicanos, y hoy en día su consumo se ha generalizado, sobre todo en la Meseta Central, donde ya se les reconoce como especies nativas. (Arredondo y Juárez, 1986).

Es interesante destacar pues, que la piscicultura nacional se basa fundamentalmente en el manejo de especies alóctonas, es decir que han sido importadas de otros países, como las carpas y tilapias (Arredondo y Juárez, op cit.)

El éxito del cultivo de carpas se debe en gran medida a la relativa facilidad con la cual se puede hacer que la carpa se

desarrolle en cautiverio y a la resistencia de la especie en todas las etapas de su vida. Las carpas se adaptan tanto a aguas ácidas como alcalinas; es por naturaleza tolerante a amplios rangos de temperatura y a diferencia de la mayoría de las especies se desarrolla bien en aguas turbias. Complementando la resistencia general de la carpa están sus hábitos alimenticios omnívoros. El alimento natural de la carpa joven es el zooplancton y posteriormente se alimenta de invertebrados del fondo principalmente (Bardach, 1986). Es por esta razón que la carpa es una especie definitivamente recomendable para actividades de piscicultura rural y extensionismo cuando se trata de aprovechar charcos o bordos temporales o aguas de mala calidad (Sánchez, 1984).

En cierto modo, la carpa se puede cultivar en aguas que son excepcionalmente ricas en nutrientes orgánicos o altamente contaminadas, utilizándola como convertidor de aguas negras al mismo tiempo que se hacen tratamientos convencionales del agua. (Bardach, 1986).

En algunas ocasiones la capacidad de resistencia a aguas de mala calidad puede acarrear desventajas en el aspecto de salud pública y por lo tanto en cuanto a factores de comercialización por considerar a estos organismos como vectores activos o pasivos de patógenos bacterianos y virales. Sin embargo pueden existir maneras de contrarrestar estas desventajas con técnicas sanitarias de tratamiento de aguas aplicadas directamente a los peces (Hepher, 1985).

Aún cuando se acepte que las carpas cultivadas en estas condiciones no son aptas para el consumo humano, pueden entonces proponerse usos alternativos por las amplias posibilidades adaptativas que posee la especie, como lo es la posibilidad de rehabilitación ecológica de cuerpos de agua como se hace en las

chinampas del Lago de Pátzcuaro (López, 1987), y la reutilización de aguas de desecho en los canales de Xochimilco donde las características de ésta han propiciado una elevada mortalidad de la especies nativas que no poseen las cualidades de resistencia adecuadas a este tipo de aguas. (Aguilar, 1982).

Dentro de este contexto el cultivo de las carpas en México juega un papel muy importante en las actividades acuaculturales que se llevan a cabo, ya que incluye el manejo de especies de mucha tradición en su cultivo y con gran impacto ecológico, social y económico. (Arredondo y Juárez, 1986).

No obstante la importancia que tienen estos organismos como una de las principales especies explotadas en nuestro país, los trabajos hechos en cuanto a su biología y hábitos naturales de alimentación son escasos, estando la mayoría de estos trabajos enfocados al cultivo de ellos en estanques y en los diferentes cuerpos de agua dulce que hay en el país. Siendo la pesca una actividad eminentemente extractiva, una de las tareas prioritarias es la investigación y desarrollo de métodos que ayuden a conservar e incrementar la producción de estos organismos en las aguas nacionales. (Contreras, 1990).

Por otro lado, dadas las condiciones que se presentan en los sistemas chinamperos de aguas residuales es importante encontrar una actividad alternativa a la que actualmente se lleva a cabo y que consiste en el riego de plantas de ornato y hortalizas, razón por la que se desarrolló el presente trabajo.

## ANTECEDENTES

De todas las especies de peces utilizadas por el hombre, la carpa común (*Cyprinus carpio*) tiene la historia de cultivo más larga. Hacia el año 475 a.c. la reproducción de la carpa cautiva en China fue descrita por Fan-Li, quién la consideró un negocio muy ventajoso en el primer tratado conocido sobre acuicultura. Algunos autores creen que la práctica se remonta a 2000 años a.c. Aristóteles menciona la carpa y es probable que tanto los griegos como los romanos las engordaban en estanques (Bardach, 1986; Winfiel y Nelson, 1991).

La historia del cultivo de las carpas asiáticas en México se remonta a finales del siglo XIX y se inicia propiamente con la introducción de la primeras especies: la carpa común (*C. carpio*) y la dorada o japonesa (*C. auratus*) que fueron importadas directamente de Europa. (Arredondo y Juárez, 1986).

A pesar de este hecho no es sino hasta mediados de este siglo cuando se supera la etapa del extencionismo y se inicia el cultivo y reproducción en forma controlada con la creación de los primeros centros acuícolas del país incorporando también a la carpa espejo o israel. (SEPESCA, 1988).

En los últimos años se han realizado trabajos que contemplan diferentes aspectos biológicos y de aprovechamiento de estos organismos. McCrimmon (1967) realiza un estudio sobre el tiempo de aparición y arreglo de las escamas en *C. carpio* y Téllez (1975) estudia los hábitos alimenticios de *C. carpio* y *C. auratus* en varias presas del Centro del País.

Vidal (1976) menciona la importancia de las carpas para las comunidades rurales por su elevada resistencia a las condiciones

medioambientales, mientras que con la finalidad de obtener crías de buena calidad para su cultivo Medina (1979) establece el coeficiente de condición múltiple para *C. carpio specularis*. Sánchez en 1984 realiza un análisis de los aspectos biológicos y económicos para el cultivo de la carpa en bordos del Estado de México.

En 1985 Pérez determina la importancia de la carpa común como uno de los recursos pesqueros más importantes de la zona lacustre y chinampera de San Luis Tlaxialtemanco.

Cordero y Gil (1986) contribuyen a la evaluación biológico-pesquera de *C. carpio* y *C. auratus* en un embalse del Estado de México. En el mismo Estado Navarrete y Sánchez (1988) proponen el uso de bordos y jagüeyes para la producción de carpas como una alternativa alimenticia. Al mismo tiempo y en repetidas ocasiones se menciona a la carpa dentro de los sistemas de granja integral de policultivo como especie primaria y de elevado rendimiento, según lo indican Baca (1988), Barrera (1988), Contreras (1988), Escárcega (1988) y Valiente (1988).

Contreras (1990) evalúa algunos atributos poblacionales de *C. carpio* en "La Goleta" Estado de México y Cortes en 1993 determina el crecimiento y sobrevivencia de *Cyprinus carpio specularis* durante la fase de cría, bajo el efecto de dos tipos de fertilizantes. Finalmente Elias (1994) en un cultivo realizado en un bordo del Estado de México evalúa el crecimiento de la carpa común y considera la variación temporal de sus recursos alimenticios naturales durante dos periodos de cultivo.

A pesar de que en México la carpa común es una especie de gran importancia por su elevado potencial de explotación son pocas las investigaciones encaminadas a establecer el

comportamiento del crecimiento que se observa durante el cultivo de la carpa y la delimitación del aprovechamiento de estos organismos como recurso alimenticio, ecológico, de ornato, etc.

## OBJETIVOS

- \* Estimar el crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*) cultivada en aguas residuales tratadas.
  
- \* Determinar las variaciones en los parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, alcalinidad, dureza, transparencia, profundidad, oxígeno, CO<sub>2</sub>, ortofosfatos y nitratos).
  
- \* Establecer la relación que existe entre el crecimiento y la variación de los parámetros fisicoquímicos.
  
- \* Determinar la abundancia y composición del bentos presente en el medio y relacionarlos con el crecimiento de los peces.
  
- \* Estimar el Rendimiento Biológico.

## AREA DE ESTUDIO

San Luis Tlaxialtemanco, Subdelegación de la Delegación de Xochimilco se localiza entre los 99° 02' y 99° 03' longitud W y 19° 15' y 19° 16' latitud N, aproximadamente a 40 km del centro del Distrito Federal. Limita al norte con el canal de Chalco, al sur con la delegación de Milpa Alta, al este con Tulyehualco y al oeste con San Gregorio Atlapulco. (Tesorería del Distrito, 1985).

Se encuentra a una altitud de 2225 m.s.n.m y esta rodeada por montañas de origen volcánico. Cuenta con dos grandes canales, el de Aplataco y el de Chalco, que hoy día reciben aguas de la Ciudad de México y sirven como fuente a múltiples canales pequeños que nutren las chinampas (Aguilar, 1982). Su clima es templado lluvioso, con invierno frío. Las lluvias tienen lugar principalmente durante las estaciones de verano y otoño (Fernández 1986).

La problemática de la zona chinampera de San Luis Tlaxialtemanco en el aspecto agrícola parece ser consecuencia de la desecación de los vasos lacustres, generando el ensalitramiento de los suelos y la consecuente carencia de nutrientes disponibles, lo que ocasiona la utilización de fertilizantes. También el bombeo de aguas residuales para sustituir la presión hidráulica de los canales de comunicación han contaminado de organismos coliformes fecales y metales pesados al agua. (Anónimo 1983, en Piedras 1987).

Por las características del terreno y por ser una antigua zona lacustre, la dinámica del manto freático presenta gran variabilidad en las dos épocas características del Valle de México, secas y lluvias, presentando niveles que van desde 1.5

mts. de profundidad hasta el nivel del suelo, lo cual ocasiona inundaciones frecuentes (Anónimo 1983 en Piedras op cit) (Fig 1).

## METODOLOGIA

De la granja piscícola Tezontepec de Aldama, Hgo. se trasladaron 385 crías de carpa común (*Cyprinus carpio*) con una talla promedio inicial de 4.3 cm de longitud patrón y 3.09 gr de peso; se sembraron en un canal excavado con dimensiones de 35.71 x 2.40 x 0.80 mts., obteniéndose un área total de 85.71 m<sup>2</sup>., lo que dá como resultado una densidad de 4.5 organismos por m<sup>2</sup>. Se les administró alimento balanceado marca Purina, línea aqualine especial para ciprinidos, para complementar su alimentación en una proporción del 10 % de la biomasa total; esta tarea la realizaron los dueños del canal diariamente.

Se hicieron 7 muestreos que abarcaron el período de diciembre de 1989 a septiembre de 1990, obteniéndose en cada uno una muestra representativa del 10% de la cantidad total de organismos con un chinchorro de 5 mts. de largo, 1.50 mts. de caída y 1 cm. de luz de malla con la finalidad de registrar datos biométricos de longitud patrón con un ictiómetro de campo de 30 cms. de largo ( $\pm 0.5$ cm.) y el peso con una balanza granataria marca OHAUS TBB con capacidad de 2610 gr. ( $\pm 0.1$ gr); al finalizar estas medidas los organismos fueron regresados al canal.

Los parámetros fisicoquímicos se evaluaron superficialmente en dos puntos diferentes del canal de siembra y en 5 estaciones adicionales distribuidas a lo largo del sistema chinampero (Fig. 2) obteniéndose in situ los valores de pH con un pHmetro de campo modelo CORNING 33 ( $\pm 0.5$ ); temperatura con un termómetro marca TAYLOR con graduación de -20 a 110°C ( $\pm 0.5$ °C); la transparencia y profundidad con un disco de SECCHI. Siguiendo el método de Winkler modificación azida, se fijaron muestras de agua y se transportaron al laboratorio para la posterior valoración de oxígeno. En bidones de plástico se transportó agua de cada

estación al laboratorio, para obtener los valores de alcalinidad y dureza usando las técnicas de titulación de ácido sulfúrico 0.02N y titulación con EDTA 0.1 M respectivamente; el dióxido de carbono se cuantificó con el método titrimétrico; para obtener las concentraciones de nitratos se empleó el método de brucina y para ortofosfatos el método de cloruro estano (APHA, 1975).

Se aplicó una prueba estadística de ANOVA para establecer si existen o no diferencias significativas entre los valores registrados en las estaciones del canal; los registros de las estaciones del sistema también fueron comparados entre si con ésta prueba con la misma finalidad. Con los resultados obtenidos se determinó la posible relación existente entre los parámetros ambientales y el crecimiento de la carpa.

Durante el mismo período de tiempo se tomó una muestra de bentos en cada una de las estaciones, tanto del canal como del sistema, con una draga tipo EKMAN que tiene una abertura de 15 x 14 cm alcanzando a cubrir un área total de 210 cm<sup>2</sup>; las muestras se pusieron en bolsas de plástico fijándose con formol al 4% según el método de Gaviño (1980). Los organismos encontrados se separaron y se identificaron taxonómicamente hasta el nivel de grupo empleando las claves de identificación de Baldwin (1959). De cada grupo se obtuvo la densidad por metro cuadrado y se realizaron gráficas de porcentajes de aparición de grupos dentro del canal de cultivo y del sistema.

Para observar el incremento en longitud y peso durante el período de cultivo se utilizó la técnica de diagramas de caja (Tukey 1977, en Quiroz, 1990).

La relación peso-longitud se estimó por medio de la ecuación de Le Cren (Gerking, 1978):

$$W=aL^n$$

donde: W= peso                      a= factor de condición  
 L= longitud                      n= tipo de crecimiento

Las constantes *a* y *b* se obtuvieron por medio de la regresión de la forma  $\ln W = \ln a + \ln l$  en la cual el valor de *a* es igual al factor de condición (Ricker, en Fernández 1986).

Para determinar el tipo de crecimiento se realizó una prueba de "t de student" con el valor de *b* obtenido de la regresión.

Con los datos de longitud y peso promedio final e inicial se calculó el crecimiento relativo y absoluto de la población expresando los resultados en porcentaje y en gramos y metros por día respectivamente, utilizando las siguientes ecuaciones para cada caso según lo expresado por Phelps (1981).

#### CRECIMIENTO RELATIVO

$$CRLong. = \frac{L_f - L_i}{L_i} \times 100$$

$$CRw = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

#### CRECIMIENTO ABSOLUTO

$$CALong. = \frac{L_f - L_i}{DC}$$

$$CAw = \frac{W_f - W_i}{DC}$$

donde:

Lf= Longitud promedio final

Wf= Peso promedio final

Li= Longitud promedio inicial

Wi= Peso promedio inicial

DC= Días totales de cultivo

También fue calculado el rendimiento biológico utilizando la biomasa final e inicial de acuerdo a la fórmula propuesta por Phelps (op cit), así como el rendimiento en Kg/ha/año.

$$RB= Bf - Bi$$

donde:

RB= Rendimiento Biológico

Bf= Biomasa Final

Bi= Biomasa inicial.

## RESULTADOS

De acuerdo con la prueba estadística de ANOVA con un valor de significancia de 0.88 ( $p > 0.05$ ) no existe una diferencia significativa entre los resultados de las dos estaciones de muestreo del canal ; las cinco estaciones del sistema tampoco muestran diferencias significativas entre sí, por lo que los resultados expresados en las gráficas para el sistema pertenecen al promedio de las estaciones que se distribuyeron en él y aquellos que se le atribuyen al canal corresponden al promedio que se da entre los valores registrados en sus estaciones (Ver tablas I y II).

Durante los meses de enero y mayo los muestreos no pudieron realizarse por falta de transporte disponible.

El pH en general no presentó grandes variaciones dándose los valores mínimos en febrero en el canal y en el sistema con 6.9 y 6.2 respectivamente. De igual forma en el mes de marzo los dos registros alcanzan los niveles más altos que corresponden a 7.6 para el canal y 7.0 para el sistema. (Gráfica 1).

En relación con la temperatura, los valores pueden encontrarse entre los 19.2 y 25 °C en el canal y entre los 19.7 y 23.4°C en el sistema (Gráfica 2).

La alcalinidad y la dureza alcanzan en el canal de cultivo los valores máximos en el mes de julio registrando 556 mg CaCO<sub>3</sub>/l para la primera y 488.3 mg CaCO<sub>3</sub>/l para la última; los valores mínimos son 58 mg CaCO<sub>3</sub>/l para la alcalinidad 110 mg CaCO<sub>3</sub>/l para la dureza ambos registrados en el mes de diciembre; en el sistema el valor más alto de alcalinidad se presentó en el mes de febrero con 245.6 mg CaCO<sub>3</sub>/l y el más bajo en diciembre con 55.6

mg CaCO<sub>3</sub>/l y la dureza obtuvo el mayor en febrero con 363.2 mg CaCO<sub>3</sub>/l y el menor en agosto con 82.84 mg CaCO<sub>3</sub>/l (Gráfica 3 y 4).

La transparencia en el canal es menor en agosto (20 cm) y en el sistema en marzo (40.8 cm) y llega al máximo en febrero con 64 cm y en diciembre con 151 cm respectivamente (Gráfica 5).

La profundidad por su parte no presenta variaciones muy marcadas en los sitios de muestreo oscilando en el canal entre los 53 cm en el mes de junio y los 92.5 cm en julio; en el sistema se obtienen el máximo valor en diciembre con 187.8 cm y el mínimo en julio con 137.4 cm. (Gráfica 6).

Con respecto a la concentración de oxígeno se observan variaciones muy marcadas tanto en el canal como en el sistema. En el primero se observa un incremento a partir del mes de febrero donde se registran 4.62 ppm alcanzando el máximo en abril con 22.81 ppm y en el sistema los valores mínimos se dan en julio con 2.73 ppm y los máximos en abril donde se alcanzan 7.51 ppm (Gráfica 7).

El CO<sub>2</sub> posee los valores más altos en diciembre para el canal y en febrero para el sistema (118.8 y 51.92 ppm respectivamente). El dato menor para el canal se da en marzo (6.6 ppm) y en el sistema en junio donde sólo alcanzan los 6.38 ppm (Gráfica 8).

El comportamiento de los ortofosfatos para el canal presenta el máximo registro en diciembre con 37.06 mg/l y el mínimo en julio donde se presentan 0.65 mg/l. En el sistema se presenta el pico más alto en diciembre con 6.73 mg/l y el menor en abril con 1.85 mg/l (Gráfica 9).

En marzo se registró la mínima concentración de nitratos en ambos sitios, 0.18 mg/l para el canal y 0.099 mg/l para el sistema. El valor máximo en el primero fue 3.15 mg/l en julio y en el segundo 3.3 mg/l en agosto; en los dos lugares el comportamiento es similar tendiendo a variar con respecto al tiempo (Gráfica 10).

La tabla III muestra la cantidad de organismos bentónicos dentro del canal de cultivo y del sistema observándose que en algunos meses los grupos que se presentan tienen cantidades escasas e incluso nulas. Los principales grupos encontrados son los quironómidos, ostracodos y oligoquetos, aunque también se presentaron ejemplares de anfipodos, copépodos y larvas de insecto ocasionalmente incluyéndose en el grupo denominado "otros". En el canal el bentos estuvo representado por un grupo único que como lo indica la gráfica 11 corresponde a los quironómidos (100%) los cuales se presentaron durante el período que comprende del mes de diciembre al mes de abril para posteriormente desaparecer registrándose una ausencia total de organismos. En el sistema se obtienen organismos de manera continua siendo los quironómidos y los ostracodos quienes alcanzan las mayores abundancias (40 % y 36 % respectivamente).

Los diagramas de caja se presentan en las gráficas 12 y 13 mostrando el incremento en peso y longitud observándose que los valores tienden a aumentar en relación al tiempo advirtiéndose que en los primeros meses este es lento y a partir de junio se presenta un crecimiento mayor entre cada lapso de tiempo.

La gráfica 14 muestra la relación peso - longitud y la tendencia del crecimiento de la carpa. La tabla IV presenta los valores obtenidos de la regresión de estos datos observándose que el valor del factor de condición mensual mayor para esta especie es de 0.145 para el mes de junio y el menor de 0.024

para diciembre teniendo para el periodo total un valor de 0.053 mientras que el valor de  $b$  es de 2.746. Este valor fue sometido a una prueba de "t" y se determinó que el tipo de crecimiento que se presenta en esta población es alométrico. El valor de  $r$  en ésta regresión es de 0.9520. En la gráfica 15 se muestran los valores del factor de condición con respecto al tiempo observando que los mayores se alcanzaron en los meses del verano.

El crecimiento relativo en longitud fue de 141.48 % y en peso alcanzó 969.66 % mientras que el crecimiento absoluto fue de 0.022 cm/día para la longitud y de 0.1131 gr/día para el peso.

Para determinar el rendimiento en Kg/Ha/año se tomó en cuenta la biomasa de los canales en función del tiempo. El rendimiento biológico neto fue de 4.859 Kg. Considerando que el canal tiene una superficie total de 85.71 mts<sup>2</sup> y el tiempo de cultivo fue de 9 meses, el rendimiento biológico calculado para el canal fue de 755.925 Kg/Ha/año.

## DISCUSION

### *Parámetros fisicoquímicos.*

En todo cultivo de peces es importante tener un conocimiento de la calidad del agua usada para tal fin ya que ésta afecta directamente en el crecimiento y la sobrevivencia de los organismos (Stickney, 1979; Boyd, 1979 y 1982; Margalef, 1983, citados en Arredondo, 1987). De esta forma, la presencia y concentración de compuestos químicos en el agua, así como la temperatura de ésta, determinan el tipo de peces y la posibilidad de cultivarlos o no.

En el presente estudio se analizó el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos presentes en el canal cerrado donde se realizó el cultivo, comparandolo con el que presenta el resto del sistema y estimando la viabilidad de utilizar la zona chinampera de San Luis Tlaxialtemanco Xochimilco, en el cultivo de carpa común.

Los valores obtenidos de pH no presentaron grandes variaciones manteniendose entre 6.2 y 7.6, debido posiblemente a que son aguas con una considerable reserva alcalina que las hace ser las más tamponadas y mantener su pH sin oscilaciones muy marcadas (Margalef, 1977; Zweing 1989) aunque se presenten diferencias en las cantidades de dióxido de carbono (Wheaton 1982). Margalef (1977) considera que este tipo de aguas es favorable para la vida de muchos organismos y Arredondo (1983) establece que el límite aceptable de pH para el crecimiento de peces va de 6.5 a 9.

Las cambios en la temperatura estuvieron regulados por las condiciones climatológicas del lugar. Su comportamiento marca una época fría durante el invierno (diciembre-febrero) debido a que la cantidad de luz que incide sobre el agua es poca y la pérdida de energía térmica es mayor que la entrada, por lo que la temperatura del agua es baja (Contreras, 1990). En la verano, se alcanzaron los valores máximos por la incidencia de la luz solar intensa, decreciendo conforme cambian las estaciones del año. Estos resultados se consideran convenientes para el crecimiento de la carpa de acuerdo con lo que indica Arredondo (1983) citado en Caballero (1984) quién determina que la temperatura a la cual estos organismos pueden sobrevivir fluctúa entre los 16°C y los 30°C.

El comportamiento de la alcalinidad y la dureza fue semejante en el canal de cultivo y en el sistema, y los valores de dureza obtenidos en este estudio, incluyen a estas aguas en la clasificación de moderadamente dura a muy dura (Wheaton, 1982). En julio es cuando se presenta el valor máximo para ambos parámetros debido al inicio de la temporada de lluvias (Jun-Ago) que provoca un lavado en los suelos aledaños, los cuales son considerados alcalinos (Calderón 1983, en Fernández 1986) además de que poseen una cantidad elevada de fertilizantes y pesticidas utilizadas en el cultivo de plantas de ornato. Conforme avanza la época de lluvias, se observa una disminución en la concentración de carbonatos, debido a la dilución de iones que se da en el agua. Esto se apoya en las medidas que presenta el pH ya que cuando este se encuentra entre 6 y 9 la forma del carbono predominante es el bicarbonato (Wheaton, 1982).

Arredondo (1983 y 1987), Johnson (1988) y Quiroz (1990) estiman que las aguas que superan los 40 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l de alcalinidad total son consideradas productivas y que una concentración de 300 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l es tolerable en el cultivo

de carpa . Los autores mencionados anteriormente delimitan también valores para la dureza comprendidos entre 20 y 300 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  indicando que una concentración menor provoca una baja en la productividad y de acuerdo a lo establecido por Boyd (1979 en Quiroz, 1990) el tipo de aguas que se encuentran en éste lugar son adecuadas para la acuicultura.

La transparencia en el canal fue mayor durante los meses fríos del muestreo por la ausencia de plancton y por la escasa cantidad de partículas en suspensión. Esta condición disminuyó después con la época de lluvias por el efecto del arrastre de materiales al medio y por la alta producción de fitopláncton, lentejilla de agua (*Lemna sp*) y lirio acuático. En los canales del sistema los valores fueron más altos que en el canal de cultivo debido a la presencia de tránsito continuo que impide la proliferación explosiva de pláncton. Arredondo (1983) estima que cuando la transparencia se encuentra entre 30 y 60 cm es adecuada para mantener una buena producción de peces tolerantes como la carpa y la tilapia.

Por su lado la profundidad en los sitios de muestreo tanto del canal de cultivo como del sistema guarda una relación directa con los períodos de lluvia en los cuales se registran aumentos, y en los períodos de evaporación elevada donde se encuentran los datos menores.

Las concentraciones de oxígeno en el canal de cultivo presentaron su nivel más alto en el mes de abril (22.81 ppm) excediendo en gran medida el valor de saturación (Margalef, 1977) debido a que la considerable producción de oxígeno sobrepasa los requerimientos para la respiración y como resultado éste se acumula en el agua y la saturación es alcanzada o incluso superada manteniendo estos niveles por la escasa circulación que ejerce el viento (Hepher, 1985). El sistema se comportó de

la misma manera que el canal pero con la diferencia de que en éste si se presenta recirculación en las capas de agua por el tránsito con remo a que está sujeto lo que provoca que se registren valores altos pero sin llegar a la saturación. Los datos mínimos en todos los sitios de muestreo son debidos a la presencia de plantas flotantes como el lirio acuático o las lentejas de agua (*Lemna sp*) que a veces cubren por completo la superficie de los canales e impiden la penetración de la luz en el agua provocando la muerte de la vegetación sumergida lo que reduce la fotosíntesis y la producción de oxígeno, conduciendo a su agotamiento ( Arrignon, 1984, Hepher, 1985).

A pesar de la presencia de valores extremos, que han sido superados antes en estanques de policultivo en el Estado de Hidalgo (Arredondo, 1987), se puede afirmar que el oxígeno disuelto no es un factor limitante del crecimiento de los organismos cultivados ya que algunos autores opinan que la concentración entre 3 y 5 ppm puede permitir la sobrevivencia de los peces y por encima de 5 ppm se presenta una condición idónea para los cultivos comerciales ( Wheaton, 1977; Boyd, 1979; Stickney, 1979; y Parker y Davis 1981 citados por Arredondo 1987). No obstante, algunas especies como la carpa y la tilapia pueden ser capaces de sobrevivir bien en concentraciones consideradas por debajo de lo óptimo por varias horas (Doudoroff y Shumway, 1970 en Arredondo op cit ; Hepher, 1985). Por otro lado los períodos con valores altos no representan problemas ya que durante la noche la fotosíntesis cesa consumiéndose en la respiración buena parte del oxígeno producido pero sin llegar a agotarlo, por lo que los organismos pueden tolerar estas condiciones (Hepher, 1985).

El dióxido de carbono se comportó de manera semejante en el canal y en el sistema. Los valores mínimos de los meses de marzo a junio coincidieron con la proliferación de organismos

fotosintéticos que aprovechan este gas en su actividad metabólica además de que la solubilidad del  $\text{CO}_2$  en el agua disminuye al aumentar la temperatura. Cuando la cantidad de plancton disminuye el  $\text{CO}_2$  no se utiliza en la misma forma y medida y su concentración aumenta. En consecuencia estas variaciones están determinadas por las contribuciones debidas a la respiración metabólica y a la utilización fotosintética y en menor forma al equilibrio que se establece entre el dióxido de carbono atmosférico y el sistema carbonato-bicarbonato del ambiente (Wetzel, 1981). Aguilera (1987) determina que el intervalo aceptable para los peces de dióxido de carbono libre varía de 10 a 15 mg/l y estima que al sobrepasar los 20 mg/l se puede presentar daño a los organismos. Esta condición pudo ser salvada en este cultivo tal vez por la presencia del sistema amortiguador y por la alta concentración de oxígeno disuelto en el medio (Boyd, 1979 en Quiroz, 1990).

Los ortofosfatos presentaron un comportamiento inverso a los de la dureza y la alcalinidad debido a que una alta concentración de  $\text{CaCO}_3$  causa la precipitación rápida del fósforo (Wetzel, 1981) por lo que grandes cantidades de ortofosfatos no son utilizados debido a la sedimentación en la arcilla del fondo (Arredondo, 1987) lo cual provoca que al tomar muestras de agua no se detecten elevadas cantidades de estos elementos. Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que la cantidad de ortofosfatos solubles se considera adecuada para el cultivo de carpas ya que Stickney (1979) considera que la concentración de este nutrimento en los ambientes acuáticos puede variar de 0.01 mg/l a más de 200 mg/l destacando entre estos sistemas los estanques de piscicultura. Algunos expertos israelitas suponen que dosis por arriba de los 9.5 mg/l no provocan alteraciones ya que cualquier cantidad que exceda este nivel será fijada o liberada tan rápidamente que tiene poco efecto sobre la productividad (Arredondo, 1987).

Finalmente, los valores mayores de nitratos los encontramos en los meses que corresponden al verano porque en esa época predominan las lluvias y por consiguiente hay un lavado e intemperización del material terrestre cercano, donde se encuentran cantidades considerables de fertilizantes nitrogenados utilizados en el cultivo de plantas de ornato el cual al llegar al agua eleva la cantidad de nitratos en el medio según lo ha explicado Morelos (1985) quien indica que la concentración de nutrientes se eleva por la cercanía de campos agrícolas y Wheaton (1982) establece que los suministros de nitratos para el ambiente acuático son fertilizadores orgánicos e inorgánicos y las mismas aguas residuales.

Las cantidades de nitratos registradas en este estudio no se consideran significativas ni afectan el desarrollo de la especie cultivada ya que el nivel de nitratos letal para los peces suele variar entre los 1000 y los 2000 mg/l (Colt y Armstron, 1981 citados en Arredondo 1987). Johnson (1988) determina que generalmente el nitrato no es tóxico para los peces y que en agua natural los niveles pueden ir de 2 mg/l y toleran hasta varios cientos.

Las condiciones de los parámetros fisicoquímicos de San Luis Tlaxiátemanco, Xochimilco se encuentran entre los límites aceptables establecidos para favorecer la sobrevivencia y desarrollo de la carpa común, por lo que no se consideran factores limitantes para su crecimiento.

### ***Bentos.***

La contaminación orgánica a que están sujetos los sedimentos

hace que se restrinja la variedad de macroinvertebrados quedando solo los más resistentes a estas condiciones caracterizada por la baja concentración de oxígeno disuelto (Branco, 1984 en Guzmán 1989; APHA, 1992). Por otro lado, en la zona de estudio solo se

presentaron especies que se desarrollan a profundidades pequeñas y que se adaptan a la escasez de habitats lo que hace más selectivos aún a los grupos existentes en el medio (Wetzel, 1981; Guzmán, op cit).

Los quironómidos fueron el grupo que representa la totalidad de la macrofauna béntica en el canal de cultivo y que en el sistema se encontraron con mayor frecuencia de aparición seguidos en abundancia los ostracodos, oligoquetos y moluscos.

La diversidad y frecuencia del macrobentos depende en general de factores medioambientales y biológicos. Los quironómidos presentaron la mayor cantidad de organismos durante el mes de diciembre debido a que la mayoría de las especies de este grupo pasan el invierno con formas inmaduras dulceacuícolas (Wetzel, op cit), las cuales pertenecen frecuentemente al estadio de vida larval (Merritt, 1978). Al acercarse el verano la mayoría de estos organismos emergen a adulto hacia el medio aéreo restableciéndose la población nuevamente hasta octubre (Bass 1986 en Guzmán, 1989). Los oligoquetos también intensifican su cría entrando el invierno. En ambos grupos existen organismos que tienden a excavar galerías en el sedimento para sobrevivir en ellas; cuando el sustrato se ve sometido a actividades de soterramiento por la fabricación de "chapines" y remo frecuente, el tamaño de la partícula cambia lo que dificulta la fabricación de cavidades y afecta a los organismos disminuyendo su abundancia o provocando su desaparición (Guzmán, op cit ; Arrignon, 1984). Por otro lado el incremento en la turbidez en la columna de agua

contribuye también con el mínimo desarrollo del bentos (Quiroz, 1990).

Los moluscos, de cuyo grupo predominan los gasteropodos, y los ostracodos son organismos que están presentes la mayor parte del tiempo porque su ciclo de vida es completamente acuático y

poseen a veces 2 ó más períodos de reproducción, lo que mantiene o aumenta su abundancia en algunos meses.

Puede afirmarse en conclusión que el crecimiento de *C. carpio* en este estudio está determinado principalmente por el zooplancton existente y por el alimento balanceado que se les proporciona a los organismos debido a que los organismos cultivados solo alcanzaron la etapa juvenil. Yaffez (1979), Cordero y Gil (1986) y Quiroz (1990) consideran que la carpa es una especie omnívora que en estado juvenil tiene preferencias hacia el zooplancton, aunque más tarde se alimenta de invertebrados del fondo y otros elementos.

### *Crecimiento*

El crecimiento en longitud y peso con respecto al tiempo en el período de cultivo, manifestó un incremento paulatino que comenzó lento debido a que hay una etapa de aclimatación que se presenta en los primeros meses de cultivo (Dic - Feb) (Arredondo, 1987). A partir del mes de febrero se observó un crecimiento sostenido debido a que los peces alcanzaron la etapa juvenil en la cual los organismos mantienen una velocidad de crecimiento relativamente alta (Flores, 1992). En junio la curva registró un incremento porque la temperatura se elevó con la llegada del verano y esto afectó el metabolismo de las carpas

(Arredondo, 1987). Esto provocó que los peces en este período alcanzaran los valores más altos del factor de condición debido a que cuando el intervalo de temperatura va de 23 a 27 °C se eleva el consumo de alimento y los organismos crecen acumulando tejido en su cuerpo (Arredondo, 1987; Wheathon, 1982). Winfiel y Nelson (1991) aseguran que en las zonas templadas el crecimiento de los ciprinidos está en función de la temperatura del agua, duración del día y disponibilidad de alimento, lo cual se refleja en un rápido incremento en longitud y peso en verano debido a que

el pez come más frecuentemente y digiere su alimento más rápido, lo que no sucede en invierno por lo que en los meses fríos el crecimiento que se presenta es reducido.

Por otro lado la alta densidad de este cultivo (4.5 org/m<sup>2</sup>) influencia significativamente la tasa de crecimiento ya que hay una competencia por espacio y alimento que la limita (Sánchez, 1984; Hulata et al , 1982 en Winfiel y Nelson, 1991).

El valor de condición promedio fue de 0.053 el cual, si se compara con 1.83 que es el valor mínimo que obtiene Sánchez (1984) con carpa cultivada, es considerado bajo. Esto se debe a que las tallas de siembra utilizadas por la autora citada son mayores que los empleados en este estudio.

El crecimiento absoluto final en longitud de 0.022 cm/día y peso de 0.1131 gr/día fue considerablemente bajo en comparación con el obtenido en otros estudios realizados por Zweing en 1989 donde reporta crecimientos netos promedios de 2 gr/día. Esta diferencia puede presentarse porque el peso inicial utilizado por el autor citado es mucho mayor que el empleado en este estudio (72 gr) y los peces de la etapa juvenil poseen una tasa de crecimiento más alta que la de los peces pequeños, según lo explica Hepher (1985) y Weiser et al (en Winfiel y Nelson, 1991)

quienes determinan que en los primeros 1-2 meses los peces crecen rápidamente y después su tasa de crecimiento decrece lentamente.

Los datos de los diagramas de caja en longitud y peso presentaron un alejamiento entre sí en los meses de mayor crecimiento como resultado de un efecto jerárquico entre los organismos, el cual se explica porque aunque se inicia el cultivo con peces del mismo tamaño, después de cierto tiempo se pueden observar organismos que aprovechan en mayor medida los recursos y crecen más (Sum-Wah y Shephard, 1988).

El valor de  $b$  obtenido de la regresión es de 2.748 lo cual indica que los organismos presentan un tipo de crecimiento alométrico de acuerdo al análisis estadístico aplicado.

### ***Rendimiento Biológico***

Los resultados de este estudio mostraron un rendimiento de 755.925 Kg/ha/año. Este valor es superior al registrado por Juárez (1976) que produce 281 Kg/ha/año y a los de Rosas (1976) quién obtiene valores que van de 235 a 708 Kg/ha/año trabajando en estanques rurales. Estas diferencias pueden estar dadas por la presencia del alimento complementario que se agrega al canal. Pero en cambio, este valor es inferior al compararlo con el obtenido por Arredondo (1987) con peces en policultivo en estanques fertilizados alcanzando un rendimiento de 2 Ton/ha/año con tallas de siembra de 0.59 cm y 1.03 gr.; esta baja en el rendimiento se debe a que el periodo de tiempo empleado en el cultivo es largo y provoca una caída en la tasa de crecimiento (Hepher, 1985; Arredondo, op cit).

Los resultados de este estudio indicaron que el crecimiento individual y el rendimiento del cultivo no están limitados directamente por los parámetros físicoquímicos, sino por la talla de siembra y el manejo de los organismos. Lo anterior hace posible que las aguas residuales sometidas a un tratamiento de depuración, como las de San Luis Tlaxialtémanco, Xochimilco, que normalmente se emplean en el riego de plantas de ornato y hortalizas o como vía de desplazamiento, sean utilizadas también en actividades alternativas como el cultivo de peces con rendimientos aceptables. Estos peces que tienen un papel importante en el tratamiento de agua residual, pueden ser sometidos a procesos de depuración para que puedan ser consumidos por los humanos o bien mantenerse como organismos de ornato (Pillay, 1992 ; Winfiel y Nelson, 1991).

## CONCLUSIONES

- \* Los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores aceptables para el crecimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*).
- \* El bentos en este cultivo no es un factor limitante en el crecimiento de los peces ya que su deficiencia es salvada con el uso de alimento complementario.
- \* El crecimiento fue sostenido a través del tiempo diferenciándose 2 etapas, una de adaptación y una de crecimiento constante, sin alcanzar una asíntota.
- \* El factor de condición para los organismos de éste cultivo fue de 0.053.
- \* El valor de  $b$  es igual a 2.748 lo que indica que los peces mantienen un crecimiento alométrico.
- \* El crecimiento absoluto en peso y longitud fue bajo debido principalmente a la talla de siembra usada, la disponibilidad de alimento natural, aspectos jerárquicos y la densidad utilizada.
- \* El rendimiento biológico fue de 755.925 kg/ha/año.
- \* Las aguas residuales tratadas se consideran adecuadas para el cultivo de peces tolerantes a condiciones ambientales adversas obteniéndose rendimientos aceptables.
- \* Este tipo de cultivos promueven alternativas para el uso del agua a las personas que habitan regiones como San Luis Tlaxiáltemanco, Xochimilco.

- \* Los peces cultivados en aguas residuales pueden utilizarse en el consumo humano o como organismos de ornato.

## RECOMENDACIONES

- \* Hacer estudios de plancton y bentos para relacionar su dinámica de población y obtener un panorama general de la productividad del sistema.
- \* Realizar un estudio de la presencia de metales pesados, sustancias tóxicas y organismos patógenos en los tejidos de los peces cultivados en aguas residuales.
- \* Determinar el uso más adecuado para los peces cultivados en este tipo de sistemas.
- \* Evaluar el rendimiento que se obtiene con tallas de siembra mayores
- \* Probar el uso de abonos y forrajes agrícolas como generadores de alimento natural con la finalidad de sustituir el alimento complementario.
- \* Fomentar en la comunidad el interés por el cultivo de peces en canales cerrados de la región.

## BIBLIOGRAFIA

- \* Aguilar, J. 1982. Las chinampas, una técnica agrícola muy productiva. Arbol Editorial, S.A. Instituto Nacional de Educación para Adultos. Colección Cántaro, México. pag. 29-30.
- \* Aguilera, O. L. 1987. Análisis del perifiton asociado a la raíz del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) (Mart.) Sioms en San Gregorio Xochimilco. TESIS. FAC. CIENCIAS. UNAM.
- \* Alvarez del Villar, J. 1957. Los peces del Valle de México. Comisión para el Fomento de la piscicultura rural. Secretaria de Marina. Dir. Gral. de Pesca e Industrias Conexas.
- \* APHA, et al . 1975. Standar Methods for Examination of Water Waste. 12a. ed. A.M. Public. Healt. Asoc. Inc. New York.
- \* APHA, et al. 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Edit. Díaz de Santos, S.A. España.
- \* Arredondo, F. J. L. 1983. Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. Biótica. 8(2):175-179.
- \* Arredondo, F. J. L. y Juárez, P.J.R. 1986. Manual de cibrinicultura (cultivo de carpas) parte I. Secretaria de pesca. México, pag. 7-14.
- \* Arredondo, F. J. L. 1987. Policultivo experimental de ciprinidos asiáticos en México. Ist. Cien. Mar y Limnol. Tesis Postgrado. UNAM.
- \* Arrignon, J. 1984. Ecología y Piscicultura de aguas dulces. 2a. ed. Edit. Mundo-Prensa. España.

\* Baca, M.A. 1988. Consideraciones para la operación de una granja integral de policultivo. Acuavisión. Año II. 13:14-16.

\* Baldwin, W. H. 1959. Fresh-water biology. 2a. ed. W.T Edmonson. New York. 1203 pag.

\* Bardach, J.E. et al. 1986. Acuacultura. AGT Editor, S.A. México. pag 23- 59.

\* Barrena, V. B. 1988. Los sistemas integrado: Granjas funcionales en Veracruz. Acuavisión. Año II. 13:19-22.

\* Blanchart, M. 1979. Conocimiento cuantitativo y cualitativo de los organismos bentónicos de la Presa del Bosque, Mich., como posible fuente de alimentación de especies piscícolas. TESIS. UAM Xochimilco.

\* Bland, G.R. 1978. How to know the insects. 3a. ed. Inc. Pictured Key Nature Series. USA.

\* Caballero, S.L. et al. 1984. Determinación de algunos parámetros fisicoquímicos que pueden influir en el crecimiento de los ciprinidos introducidos en un charco temporal (Ejido San Miguel Vidho, Edo. de Hgo.). Informes S.S. UAM Xochimilco.

\* Contreras, R.G. 1990. Evaluación de algunos atributos poblacionales de *C. carpio* en "La Goleta" Estado de México. TESIS. ENEP. Iztacala. UNAM.

\* Contreras, T.A. 1988. Granjas integrales: una alternativa de desarrollo rural. Acuavisión. Año II. 13:12-14.

\* Cordero, G.A. y Gil, C.R. 1986. Evaluación biológico-pesquera de *C. carpio* (Linneo) y *C. auratus* (Linneo) en el embalse "La Goleta" Estado de México. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM.

\* Cortes, O.R. 1993. Determinación del crecimiento y sobrevivencia de *Cyprinus carpio specularis*, bajo el efecto de dos tipos de fertilizantes. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM.

\* Cruz, Y.L. et al. 1979. Causas que determinan la escasez de *Cyprinus carpio* en la presa del Bosque, Zitacuaro, Mich. Informes S.S. UAM. Xochimilco.

\* Escarcéga, R.S. 1988. China y sus modelos de policultivo. Acuavisión. Año II. 13:24-25.

\* Elias, F.G. 1994. Cultivo de la carpa común (*Cyprinus carpio*) en un bordo del Estado de México considerando la composición y algunos aspectos sobre la variación temporal de los grupos zooplanctónicos y del macrobentos durante dos períodos de cultivo. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM.

\* Fernández, A.M.A. 1986. El sistema chinampero como una alternativa para el cultivo de peces. TESIS. ENEP. Iztacala. UNAM.

\* Flores, T.E. 1992. Policultivo de langostino *Macrobrachium rosebergii* y carpas, hervidora *Ctenopharyngodon idellus*, plateada *Hypothalmicthys molitrix* y cabezona *Aristichthys nobilis*, en estanque con fertilización inorgánica y alimento artificial. TESIS. ENEP. Iztacala. UNAM.

\* Flores, T.M. 1991. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de los tres lagos de Chapultepec. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM.

- \* Gavifio de la T. G. 1980. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Limusa, México. pag 57-58.
- \* Gerking, S.D. 1978. Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientifics Publications. London. pag. 447-469.
- \* Guzmán, M.M. 1989. La macrofauna béntica y su relación con la dinámica fisicoquímica de los lagos de Chapultepec (época de lluvias), Bosque de Chapultepec, México. TESIS. ENEP. Iztacala. UNAM.
- \* Hepher, S. 1985. Cultivo de peces comerciales. Limusa. México.
- \* Johnson, S.K. 1988. Interpretacion de análisis de agua para acuacultura. Extensionismo. FONDEPESCA. Vol. I No. 16-17.
- \* López, J.S. 1987. Enfermedades más frecuentes en las carpas cultivadas en México. Acuavisión. Año II. 9:11-13.
- \* Margalef, R. 1977. Ecología. Ediciones Omega. Barcelona.
- \* Margalef, R. 1983. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona.
- \* McCrimmon, H.R. 1967. Scale formation a related to growth and development of young carp *C. carpio* L. Journal Fish Research. Board Canada. 24(1):47-52.
- \* Medina, M. 1979. El factor de condición múltiple (KM) y su importancia en el manejo de la población de la carpa israel (*C. carpio specularis*). Manual técnico de acuacultura. DEPES. I(1):5- 10.

- \* Merritt, R.W & Cummins, K.W. (1978). An introduction to aquatic insects of North America. Departement of entomology. Michigan State University. pag. 345.
- \* Miranda, S. M. 1992. Dinámica de la abundancia de Corixidae en un estanque de Soyaniquilpan, Edo. de México. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM.
- \* Morelos, G.J. 1985. Caracterización fisicoquímica y biológica del sistema del Río Amacuzac al suroeste del Estado de Morelos. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM
- \* Navarrete, S.N. y Sánchez, M.R. 1988. cultivo de carpas en el Estado de México: una alternativa en la producción de alimento Acuavisión. Año II. 12:33-35.
- \* Opuszynski, K. et al. 1989. Rearing of common carp, grass carp, silver carp and bighead carp larvae using zooplankton and/or different dry feeds. Pol. Arch. Hydrobiol. 36 (2):217-230.
- \* Pérez, E. J. 1985. La pesca en el medio lacustre y chinampero de San Luis Tlaxialtémpanco. Cuadernos de la Casa Chata. Serie: Los Pescadores de México. Volumen 7. Museo Nacional de Culturas Populares.
- \* Phepls, R. 1981. Nutrición de peces. Aurburn University. USA.
- \* Piedras, R.J. et al 1987. Determinación de las familias de insectos presentes en la zona de San Luis Tlaxialtémpanco, Xochimilco. Informe Servicio Social. UAM Xochimilco.
- \* Pillay, T.V. 1992. Aquaculture and the enviroment. Fishing News Books. 189 pag.

\* Quiroz, C.H. 1990. Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el estado de Morelos, México. Tesis Postgrado. Fac. de Ciencias. UNAM.

\* Ricker, E. 1975. Computation and interpretation of biological statics of fish population. Fish.Res.Ed.Can.Bull. 191-395.

\* Rubin, R.R. 1976. La piscifactoria. Cría industrial de peces de agua dulce. Ed. CECSA. pag. 73-89.

\* Sánchez, M.R. 1984. Análisis de los aspectos biológicos y económicos en dos casos de piscicultura rural con carpa (*C. carpio specularis*) TESIS, ENEP Iztacala. UNAM.

\* SEPESCA. 1988. Manual biotecnológico para el cultivo y reproducción de ciprinidos en México. SEPESCA. México.

\* Spataru, P & Hephher, B.(1980). The effect of the method of supplementary feed application on the feeding habits of carp (*Cyprinus carpio* L.) with regard to natural food in ponds. Hydrobiología 72, 171-178.

\* Sum-Wah, L & Shephard K.L. 1988. Some effects of natural food levels and high-protein supplement on the growth of carp. Aquaculture, 72: 131 - 138.

\* Téllez, R.G. 1975. Hábitos alimenticios y su relación entre *C. carpio* (Linneo) y *C. auratus* (Linneo) en cuerpos de agua dulce de la parte central de la República Mexicana. TESIS. Fac. de Ciencias.

- \* Tesorería del Distrito Federal. 1985. Carta Urbana. San Pedro Tlahuac. 1:10000 . E14A39-56.
- \* Valiente, R.E. 1988. El sistema chino de cultivo de peces. Acuavisión. Año II. 13:16-23.
- \* Vidal, J.1976. En defensa de las carpas. Técnica pesquera. Año IX. 108:33-36.
- \* Weatherley, A. 1972. Growth and ecology of fish population. Academic Press. London. pag. 1-122.
- \* Wetzel, R.G. 1981. Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 679 pags.
- \* Wheaton, F.W. 1982. Acuacultura. AGT. Editor, S.A., México.
- \* Winfield, I. y Nelson, J. 1991. Cyprinids fishes. Systematics, biology and exploitation. Chapman & Hall. Londres.
- \* Zweing, D.R., 1989. Evolving water quality in a common carp and blue tilapia high production pond. Hydrobiologia. 171:11-21.

A N E X O

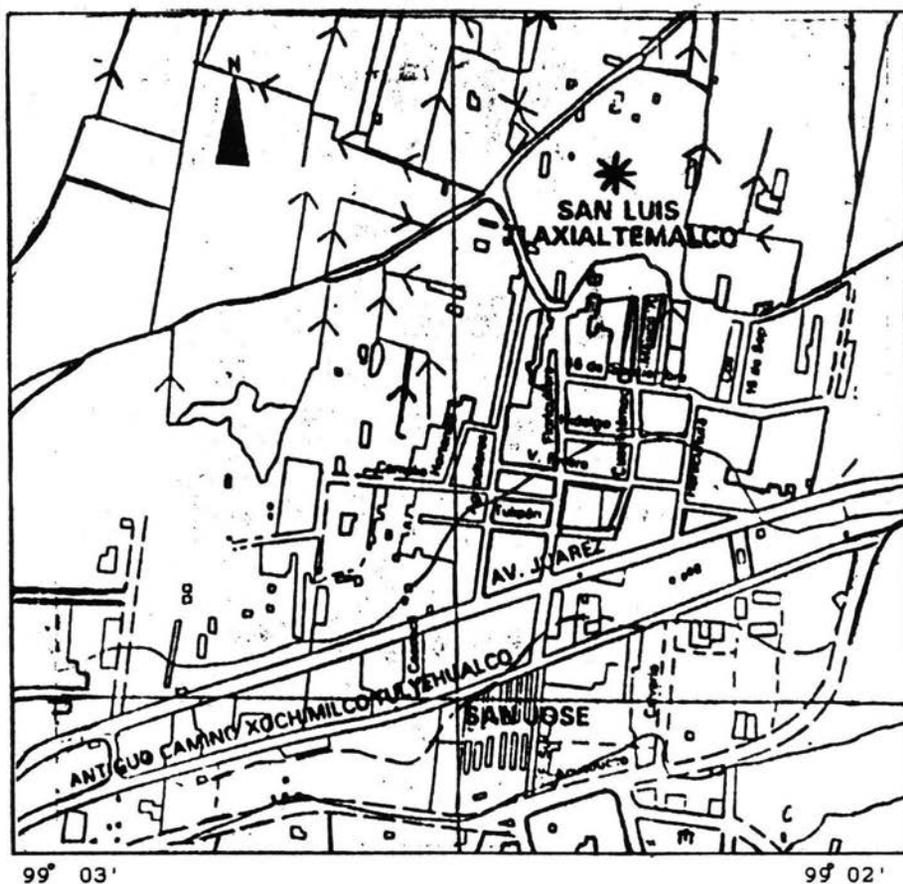


FIGURA 1: UBICACION DE SAN LUIS TLAXIALTEMALCO XOCHIMILCO.

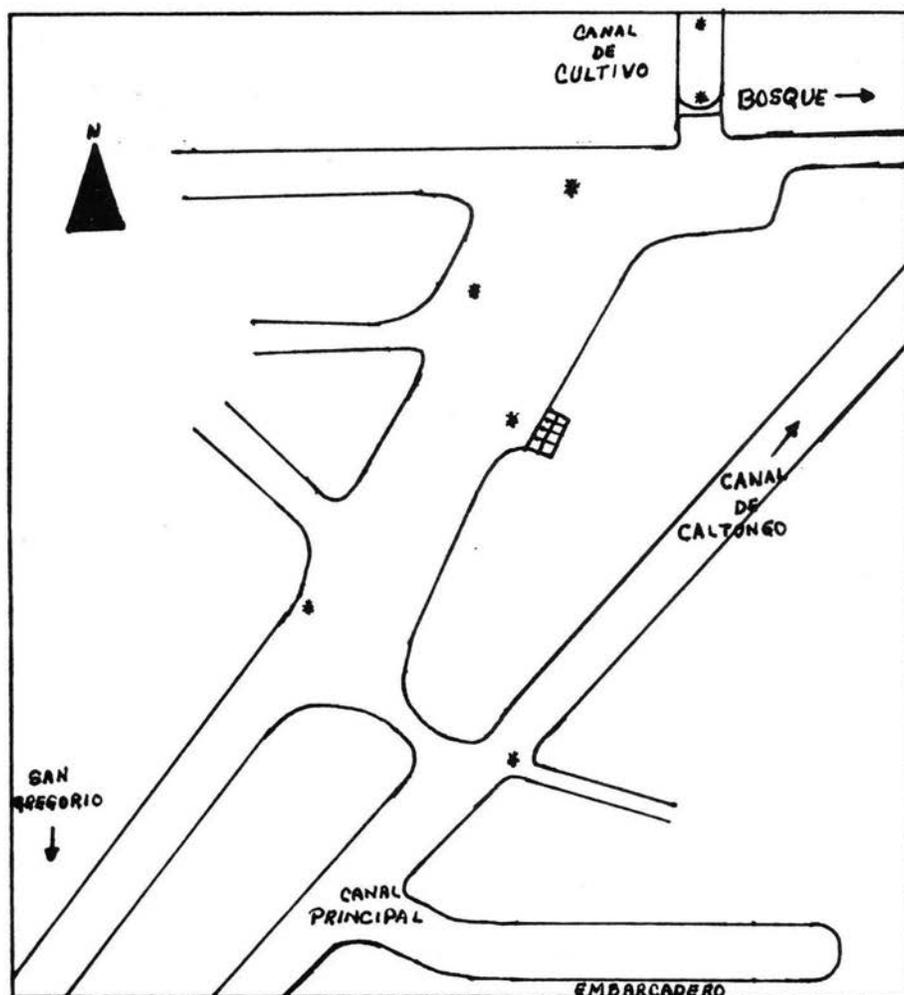
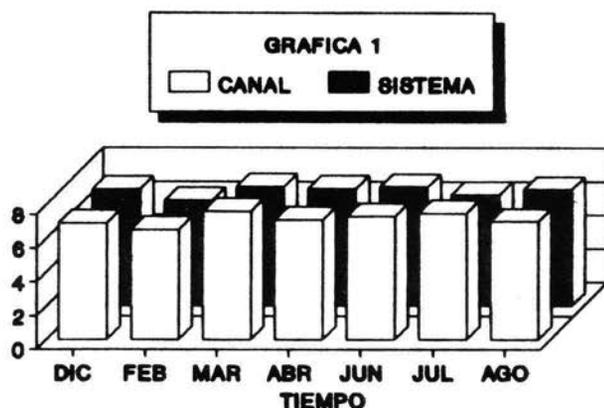


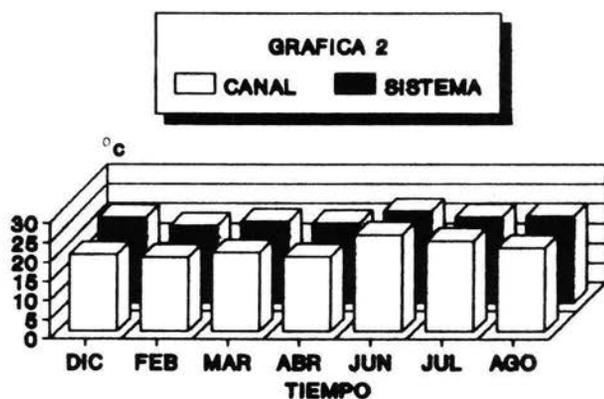
FIGURA 2: UBICACION DE ESTACIONES DE MUESTREO DEL CANAL Y DEL SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO XOCHIMILCO.

pH



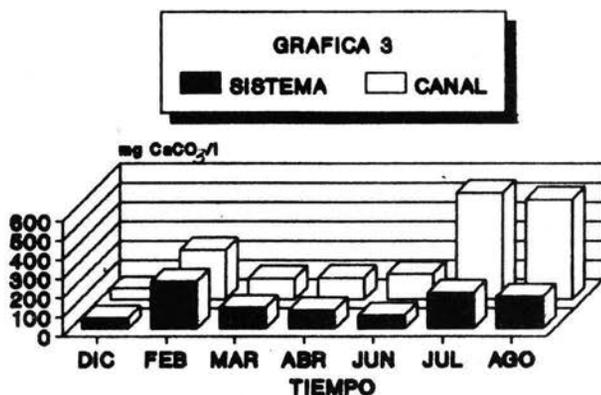
**VARIACIONES DE pH A LO LARGO DEL PERIODO EXPERIMENTAL EN EL CANAL Y EN EL SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.**

**TEMPERATURA**



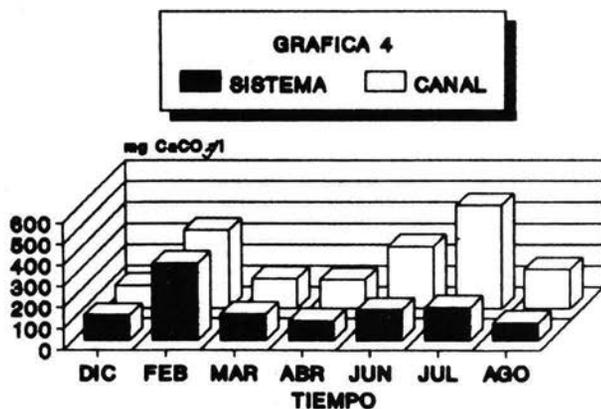
**VARIACIONES DE LA TEMPERATURA EN EL TIEMPO. EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.**

## ALCALINIDAD



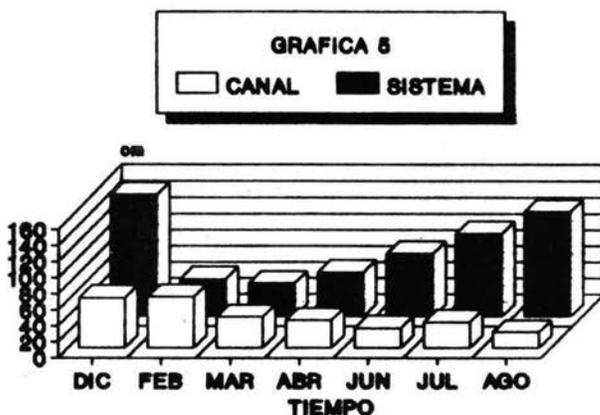
**VARIACIONES DE LA ALCALINIDAD EN EL TIEMPO  
EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.**

## DUREZA



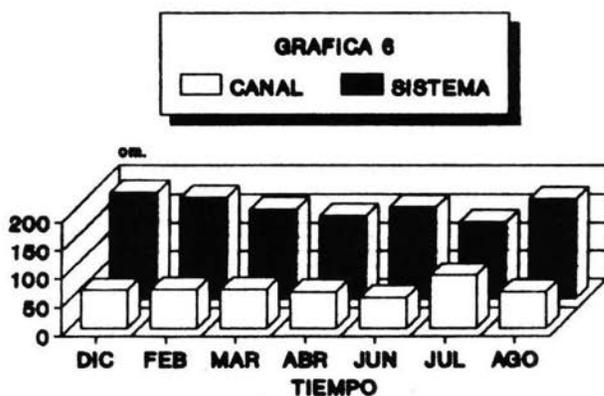
**VARIACIONES MENSUALES DE DUREZA EN EL  
CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.**

## TRANSPARENCIA



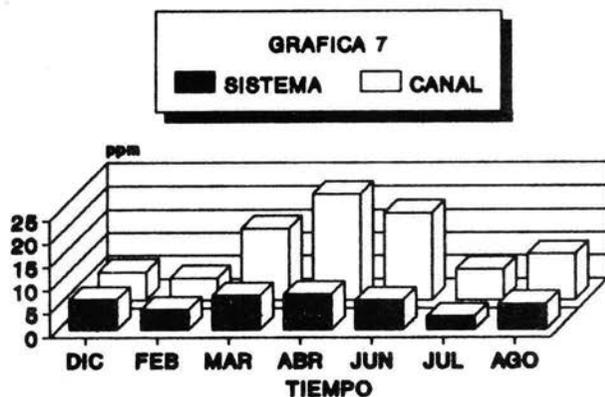
VARIACIONES MENSUALES DE LA TRANSPARENCIA EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.

## PROFUNDIDAD



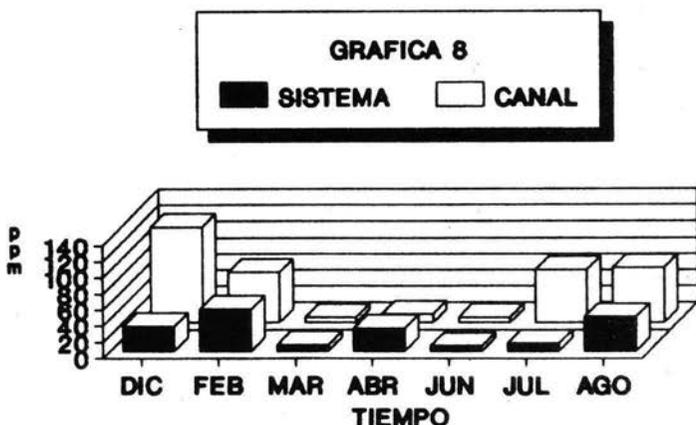
VARIACIONES DE LA PROFUNDIDAD EN EL TIEMPO EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.

## OXIGENO



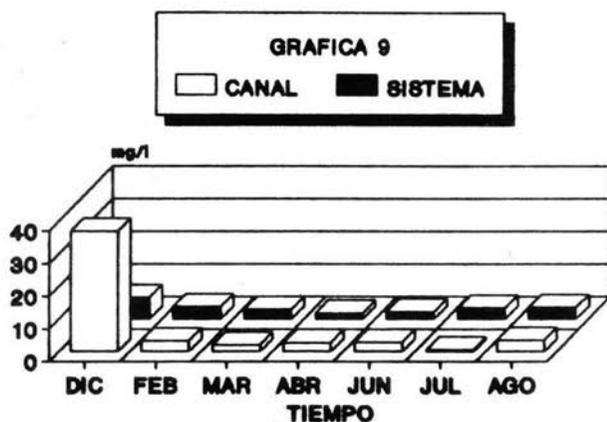
VARIACIONES MENSUALES DE OXIGENO EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIÁTEMANCO.

## DIOXIDO DE CARBONO



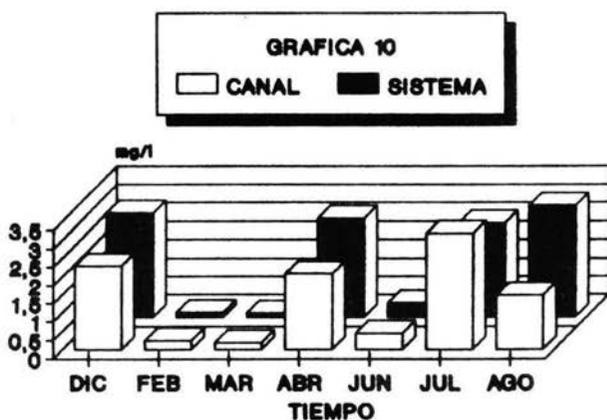
VARIACIONES MENSUALES DEL DIOXIDO DE CARBONO EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIÁTEMANCO.

## ORTOFOSFATOS



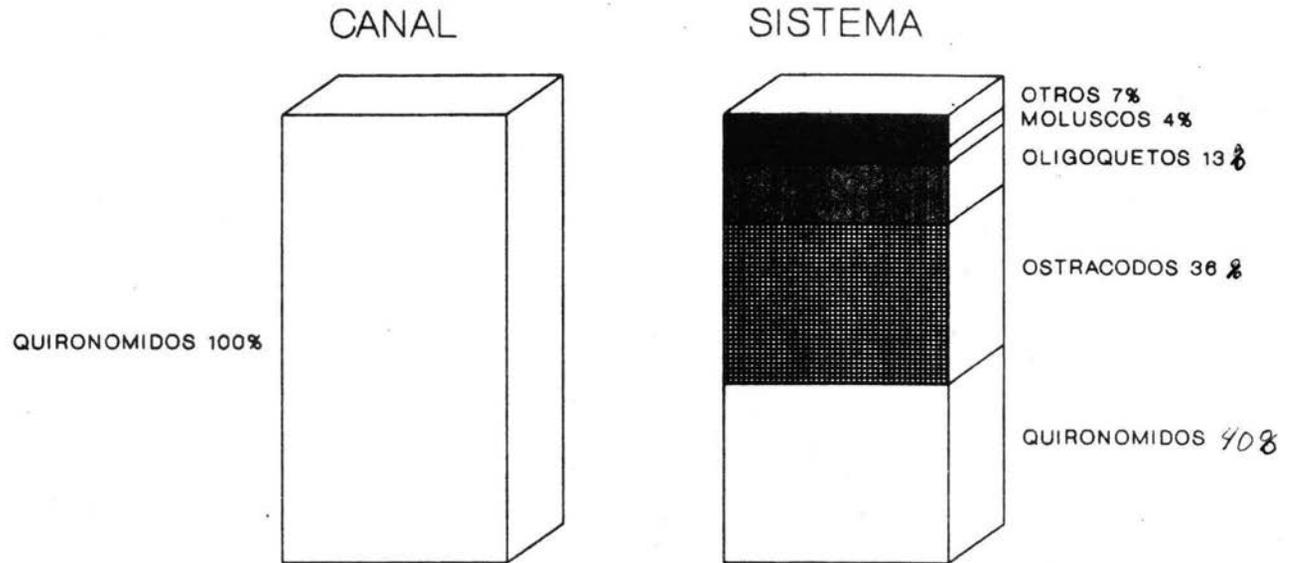
VARIACIONES MENSUALES DE ORTOFOSFATOS EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.

## NITRATOS



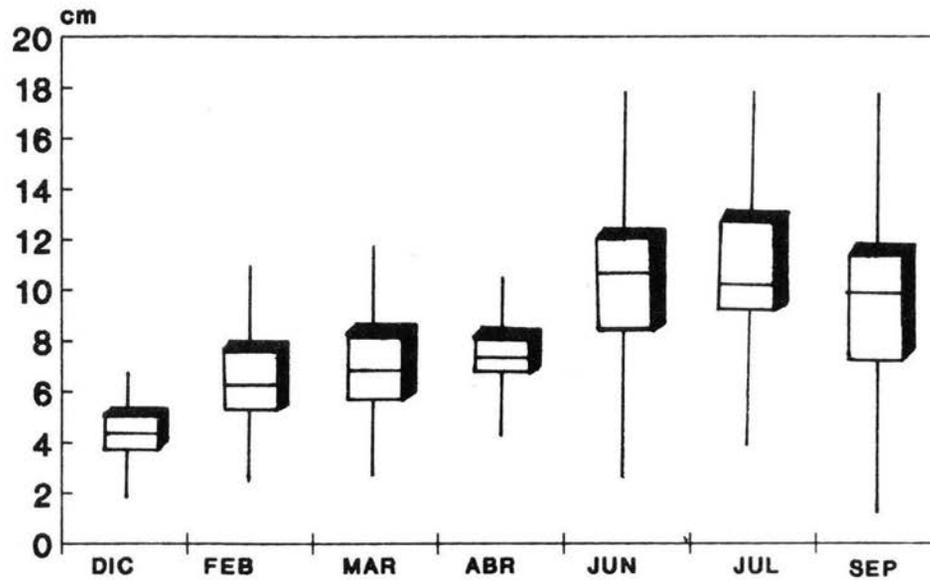
VARIACION DE LOS NITRATOS RESPECTO AL TIEMPO. EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.

# COMPOSICION BENTONICA



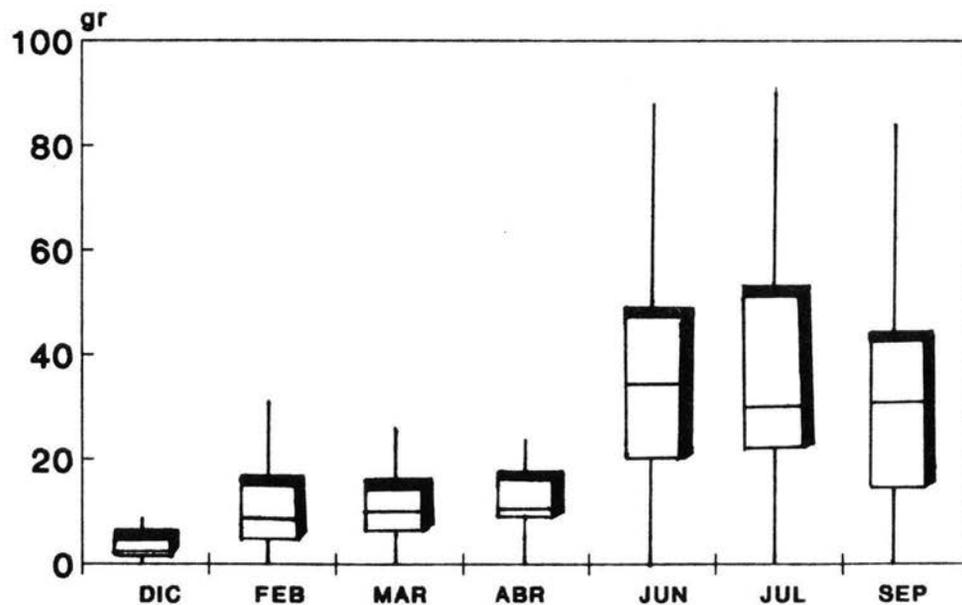
**GRAFICA 11: PORCENTAJES TOTALES DE GRUPOS BENTONICOS EN EL CANAL Y SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO, XOCH.**

# LONGITUD



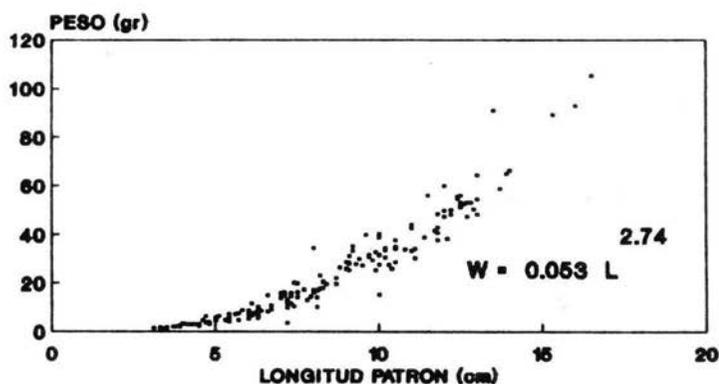
**GRAFICA 12: VARIACIONES DE LA LONGITUD  
CON RESPECTO AL TIEMPO EN C. carpio  
CULTIVADA EN AGUAS RESIDUALES.**

# PESO



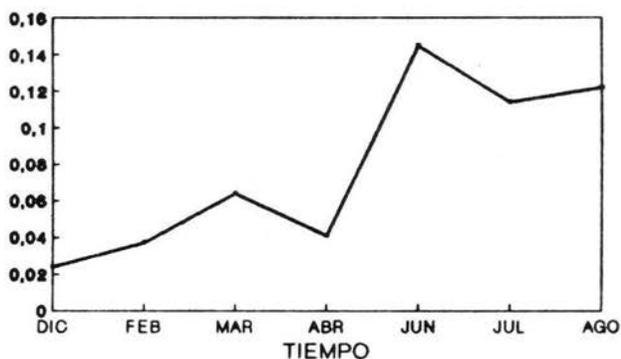
**GRAFICA 13: VARIACION DEL PESO CON RESPECTO AL TIEMPO EN *C. carpio* CULTIVADA EN AGUAS RESIDUALES.**

## RELACION PESO - LONGITUD



GRAFICA 14: RELACION PESO - LONGITUD DE *C. carpio* CULTIVADA EN AGUAS RESIDUALES.

## FACTOR DE CONDICION



GRAFICA 15: VARIACION DEL FACTOR DE CONDICION EN *C. carpio* CULTIVADA EN AGUAS RESIDUALES.

	DIC	FEB	MAR	ABR	JUN	JUL	AGO
<b>pH</b>	6.9	6.5	7.6	7.1	7.3	7.5	7.0
<b>TEMPERATURA °C</b>	20	19.2	20.5	19.5	25	23.5	21.8
<b>ALCALINIDAD mg CaCO /l</b>	58	260	112	114.5	136	556	522
<b>DUREZA mg CaCO /l</b>	110	372.4	142.5	137.7	295.4	488.3	188.1
<b>TRANSPARENCIA cm</b>	63	64	39	35	25.5	33	20
<b>PROFUNDIDAD cm</b>	66	67.5	68	63.5	53	92.5	62.5
<b>OXIGENO ppm</b>	6.03	4.62	15.48	22.81	18.79	6.53	9.85
<b>DIOXIDO DE CARBONO ppm</b>	118.8	62.8	6.6	11	7.15	66	68.2
<b>ORTOFOSFATOS mg/l</b>	37.06	3.43	2.16	2.89	3.01	0.65	3.65
<b>NITRATOS mg/l</b>	2.27	0.23	0.18	2.06	0.43	3.15	1.48

TABLA I- PROMEDIO DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN EL  
CANAL DE CULTIVO DE *Cyprinus carpio*.

	DIC	FEB	MAR	ABR	JUN	JUL	AGO
pH	6.9	6.2	7.0	6.9	7.0	6.6	6.9
TEMPERATURA °C	21.8	19.7	20.8	20.4	23.4	22	22.2
ALCALINIDAD mg CaCO /l	55.6	245.6	108	96.8	68.2	186	164.8
DUREZA mg CaCO /l	118.56	363.2	123.1	91.2	142.8	153.9	82.84
TRANSPARENCIA cm	151	46	40.8	54.5	77.8	103	130
PROFUNDIDAD cm	187.8	179.2	159.4	148.2	163	137.4	177
OXIGENO ppm	6.27	4.22	7.15	7.51	6.15	2.73	5.38
DIÓXIDO DE CARBONO ppm	30.64	51.92	7.48	28.16	6.38	9.68	42.24
ORTOFOSFATOS mg/l	6.73	3.82	2.97	1.85	2.28	3.49	3.66
NITRATOS mg/l	2.83	0.13	0.09	2.67	0.38	2.56	3.03

TABLA II- PROMEDIO DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN EL SISTEMA DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO, XOCH.

**TABLA III**

M \ G	QUIRONOMIDOS		OSTRACODOS	OLIGOQUETOS	MOLUSCOS	OTROS
	C	S	S	S	S	S
DIC	333	9333	4190	3143	381	1572
FEB	238	48	1096	0	0	48
MAR	95	0	190	0	190	0
ABR	95	0	190	0	190	0
JUN	0	0	95	0	48	0
JUL	0	0	2333	0	0	0
AGO	0	0	333	0	96	48

DENSIDAD MENSUAL DE LOS GRUPOS BENTONICOS COLECTADOS EN EL CANAL Y SISTEMA CHINAMPERO DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.

**TABLA IV**

TIEMPO (mes)	PESO (g)	LONGITUD (cm)	a (mes)	b (mes)
DIC	3.093	4.236	0.024	3.278
FEB	10.77	6.418	3.037	2.941
MAR	9.6	6.73	0.064	2.57
ABR	13.59	7.485	0.041	2.829
JUN	35.29	10.16	0.145	2.327
JUL	35.48	10.23	0.114	2.430
AGO	33.08	9.522	0.122	2.423
		TOTAL	0.053	2.746

DATOS BIOLÓGICOS DE *C. carpio* CULTIVADA EN UN CANAL DE AGUAS RESIDUALES DE SAN LUIS TLAXIALTEMANCO.