



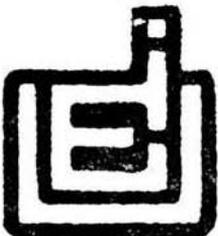
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"IZTACALA"**

**CULTIVO EXPERIMENTAL DE CARPA HERBIVORA  
(Ctenopharyngodon idella VAL.) EN UN CANAL  
DEL SISTEMA CHINAMPERO DE SAN LUIS  
TLAXIALTEMANCO, XOCHIMILCO**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
**B I O L O G O**

PRESENTA  
**ANA LAURA CORTES ESQUIVEL**



**LOS REYES, IZTACALA EDO. DE MEX.**

**1993**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

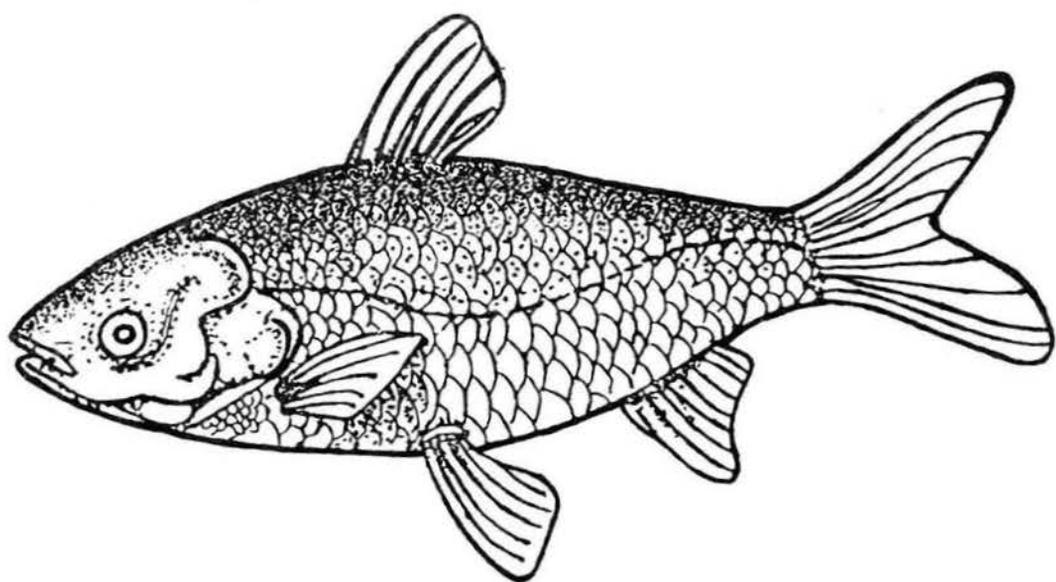


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**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.



*Ctenopharyngodon idella*

172 19/11/1988

A mi madre Laura Irene Esquivel Navarro especialmente por su inmenso cariño, apoyo, infinita paciencia y por haber hecho posible que estudiara esta hermosa carrera profesional.

A la memoria de mi padre  
Victor Cortés García<sup>†</sup>.

A mis abuelos Agustín Esquivel López y Hortencia Navarro<sup>†</sup>  
con respeto y cariño.

No Pagar

## AGRADECIMIENTOS.

Quiero agradecer a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron al desarrollo y culminación de mi carrera, en especial al Biólogo Mario A. Fernández Araiza por su dirección y apoyo durante el desarrollo de este trabajo además de la amistad que me ha brindado.

A los hermanos Jiménez por su incondicional colaboración aportando el canal de cultivo, proporcionando cuidado y alimento a los peces, sin lo cual no hubiera sido posible la realización del mismo.

Al Biólogo Agustín Vargas Vera por su ayuda en la parte estadística y por sus valiosas aportaciones.

A la Escuela de Estudios Profesionales Iztacala (ENEP-I) UNAM.

A Verónica Hernández M. por su participación y apoyo en este trabajo y por su amistad desde el inicio de la carrera profesional.

Gracias a G.E.F. por su colaboración y por los buenos recuerdos.

No. 10-7-1987

Quisiera no olvidar a tantos amigos que en algún momento han estado o están presentes brindandome su apoyo, mil gracias a Lucy Pavón, Francis, Julio, Maricruz, Alma, Francisco, Jorge, Sergio, Hugo, Arturo +, Yania+ y muchos otros.

Gracias Ernesto.

## CONTENIDO

INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
OBJETIVOS	7
AREA DE ESTUDIO	8
METODOLOGIA	9
- TRABAJO DE CAMPO	9
- TRABAJO DE GABINETE	10
RESULTADOS	12
- PARAMETROS FISICOQUIMICOS	12
- PARAMETROS BIOLÓGICOS	15
DISCUSION	17
- PARAMETROS FISICOQUIMICOS	17
- PARAMETROS BIOLÓGICOS	24
* ZOOPLANCTON	24
* NECTON	25
CONCLUSION	30
RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFIA	33
ANEXO	

## INTRODUCCION.

Uno de los problemas mas grandes que afronta México, ecológicamente hablando, es la carencia de agua en cantidad suficiente y de buena calidad, además del escaso e inadecuado provechamiento que de ella se hace, teniendo en cuenta que los volúmenes de agua represados se ocupan principalmente en la generación de energía eléctrica y riego. Por tanto encontramos que de los numerosos cuerpos de agua que existen en nuestro país pocos son utilizados para la acuicultura, pesca, recreo o turismo; y entre ellos se encuentran los canales del que fuera Lago de Xochimilco, donde se estableció el sistema chinampero que representaba una gigantesca red hidráulica que se sustentaba en el drenaje de la tierra y en la utilización de los recursos lacustres entre los cuales se podían encontrar carpa común (*Cyprinus carpio*), carpa dorada (*Carassius auratus*), ajolotes (*Ambystoma tigrinum* y *Siredon mexicanus*), rana (*Rana halecia*), tortugas (*Kinosternon integrum*), juiles (*Evarra bustamantei*), acociles (*Cambarellus montezumae*), además de gran número de insectos acuáticos entre los cuales se encuentran Odonatos y Dípteros (Cházari, 1884). El sistema se caracteriza por la creación de islas artificiales en lagos de agua dulce llamadas chinampas, las cuales, ricas en materia orgánica fueron el sistema agrícola mas intensivo y productivo del nuevo mundo (Sugiura, 1982). Actualmente los canales del antiguo Lago son utilizados principalmente con fines turísticos y de agricultura.

De los 122 Km<sup>2</sup> con que cuenta la delegación de Xochimilco, 84 Km<sup>2</sup> corresponden a las zonas forestal y agropecuaria, de los cuales 30 Km<sup>2</sup> estaban ocupados por el antiguo Lago de Xochimilco, pero debido a la sobreexplotación de los mantos acuíferos locales y a la expansión gradual del área urbana, para 1982 solo quedaban poco mas de 12 Km<sup>2</sup> de espejo de agua; aunado a esto la desecación de los canales y las descargas de aguas negras en ellos provocan

serios problemas de contaminación y deterioro ambiental (Comisión de Ecología, 1986). Además al incrementarse el uso de aguas residuales en el riego de importantes zonas agrícolas se agudiza el problema, pues este tipo de aguas generalmente llevan contaminantes de tipo doméstico (York, 1964), como sucede con las aportaciones de agua de mala calidad que hace la planta de tratamiento secundario "Cerro de la Estrella" hacia los canales del antiguo Lago de Xochimilco, provocando un cambio en la producción agronómica hacia la de plantas ornamentales y afectando la fauna existente (Fernández, 1986).

Las aguas residuales son resultado de las grandes cantidades de sustancias orgánicas provenientes de los residuos domésticos, industriales y agrícolas (York, 1964) los cuales actúan como sustrato de microorganismos (Mason, 1984) favoreciendo el proceso de descomposición y provocando una carencia de oxígeno desfavorable para la biota, que se ve afectada también por los sólidos en suspensión que dificultan por una parte el paso de la luz al sistema y por otra al precipitarse y establecerse en el fondo provocando de esta manera inestabilidad química y biológica del sedimento (Mason, op cit.).

La contaminación orgánica provoca la disminución y hasta la desaparición de las especies mas sensibles a ésta y un aumento poblacional de las especies que tienen la capacidad de aprovechar mas eficientemente los nutrientes disueltos en aguas de este tipo como el lirio acuático, cola de caballo y lenteja de agua (Wetzel, 1981) también llamadas malezas acuáticas las cuales son muy abundantes en los cuerpos de agua de nuestro país y en altas densidades atentan contra la estabilidad de los sistemas además de inutilizar el recurso.

Algunas especies de malezas acuáticas como *Lemna minor* proporcionan una buena cantidad de nutrientes y energía para varios tipos de animales acuáticos (Culley y Rejmanková, 1981), por lo que se propone la práctica acuacultural para mantener

cuerpos de agua productivos, mediante la introducción controlada de especies herbívoras que la consuman como la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) que desde hace unas décadas destaca como consumidora de macrófitos acuáticos y algunas plantas terrestres que se desarrollan en los márgenes de los cuerpos de agua (Avault, 1965, 1968; además tiene alta resistencia a las aguas de mala calidad y un rápido crecimiento (Vidal, 1976).

Shireman (1978) afirma que el crecimiento de estos peces es mas rápido cuando se utilizan lemnaceas en lugar de otros materiales en su alimentación. Tomando en cuenta que mientras mas corta sea la cadena alimenticia y se halle mas próxima a los productores primarios, la dispersión de la energía es menor y la eficiencia de producción es mayor (Chaparro, 1982); en la producción acuacultural la carpa está ubicada entre los primeros lugares junto con la mojarra y el ostión tanto en el sector social como en el privado con una producción en peso vivo de 22 504 toneladas de entre una producción acuícola total de 181 697 ton. en 1989 (SEPESCA, 1992); además considerando que la alimentación equivale al 67% del costo total de la producción en acuicultura (Tripathi y Mishra, 1986) este modelo puede ser apropiado para cuerpos de agua donde abundan las vegetaciones acuáticas o terrestres y como ya se había mencionado es el caso de nuestro país.

## ANTECEDENTES.

Existen diversos trabajos sobre peces herbívoros, casi todos realizados en el extranjero, entre los cuales podemos citar aquellos relacionados con malezas acuáticas y *Ctenopharyngodon idella*. Avault (1965) y Bardach (1986) mencionan la preferencia alimenticia de *C. idella* por las variedades más suaves de plantas acuáticas entre doce especies de éstas. Otros autores tratan únicamente el uso de *C. idella* y otras especies herbívoras como control de malezas acuáticas, tales como Pruginin (1968), Philipose (1968), Van Der Lingen (1968), Lawrence (1968), Timmermans (1968), Pentelow (1965), Avault (1968), George (1982); además del control de malezas, Ilaco (1985) estudia crecimiento y sobrevivencia en *C. idella* y Venkatesh y Shetty (1978) mencionan el uso del factor de conversión alimenticia como índice de comparación en el crecimiento alcanzado por *C. idella* utilizando tres diferentes dietas (Hidrilla, *Ceratophyllum* y un híbrido).

La carpa herbívora *C. idella* fue introducida a México procedente de la República Popular China (Arredondo y Juárez, 1986), a principios de la década de los sesentas (Aguilera et al., 1987). A partir de ese momento adquirió gradualmente una importancia creciente en los programas de piscicultura que se desarrollan en el país. Su reproducción en forma inducida fue posible a partir de 1971, a lo que siguió la diseminación en varios embalses de la parte central de México, Rosas en el año de 1976 reportó la reproducción natural de éste ciprínido en el sistema "Río Cupatitzio, Temascaltepec, El Infiernillo", Estado de Michoacán, además se producen alevinos por medio de desoves inducidos hormonalmente en el Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo, y en el Centro Acuícola de Tiacaque, Estado de México (Garduño, 1983).

Rosas (1976) menciona algunas pruebas con *Lemna sp.* como alimento para la carpa herbívora (*C. idella*) en acuarios del INP; además de un experimento sobre crecimiento en logitud y peso de *C. idella* alimentada con algas filamentosas de producción natural (*Microspora sp.* principalmente) en un jagüey del Estado de México, pero de los cuales no hace referencia a los resultados.

Vera-Herrera et al. (1980) reportan el establecimiento de un control biológico del lirio acuático (*Eichornia crassipes*) en estanques controlados mediante la carpa herbívora *C. idella*.

Juárez et al. (1981) analizaron en el cultivo de carpa herbívora la eficiencia de alfalfa, lenteja de agua, cola de caballo y un alimento balanceado flotante especial para ciprínidos.

Franco (1981) analiza el crecimiento y el factor de condición de *C. idella* en un cultivo extensivo en el embalse temporal "Encinillas" del Estado de México.

Garduño (1983) analizó el factor de condición múltiple en un cultivo intensivo de *C. idella* en jaulas flotantes en condiciones semicontroladas utilizando como alimento cuatro macrófitas acuáticas (*Potamogeton illinoensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Eichornia crassipes* y *Nitella mexicana* del Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Medrano (1984) elaboró cuatro alimentos balanceados con diferentes porcentajes de *Lemna minor* (lenteja de agua) como principal componente para probar cual de ellos satisfacía los requerimientos nutricionales de *C. idella* y cuyo costo fuera mínimo.

Fernández (1986) determinó el crecimiento en crías de *C. idella* en encierros dentro de los canales de Xochimilco utilizando como alimento *Lemna sp.*

Por lo anteriormente mencionado se puede observar que el interés por las carpas herbívoras es relativamente reciente y poco tratado en nuestro país siendo necesario ampliar la información que se tiene acerca del cultivo de especies herbívoras y aprovechar sus hábitos para utilizar alimentos de bajo costo y fáciles de conseguir por su abundancia como *Lemna sp.* (macrófita acuática) ya que es muy común en sistemas de mala calidad de agua como los canales de Xochimilco en donde la piscicultura puede ser una alternativa para la utilización de sistemas actualmente improductivos y usados solamente para riego en la floricultura de la zona.

## OBJETIVOS.

Evaluar el cultivo de peces herbívoros (*C. idella*) en un canal de aguas residuales, utilizando como alimento maleza acuática (*Lemna sp.*).

### Objetivos específicos.

#### - Determinar:

- a) Crecimiento
- b) Relación Peso - Longitud
- c) Factor de condición

en condiciones propias del sistema de aguas residuales.

- Determinar la calidad del agua mediante la cuantificación de parámetros fisicoquímicos de la misma (Transparencia, Temperatura, Oxígeno, pH, CO<sub>2</sub>, Alcalinidad, Dureza, Nitratos y Ortofosfatos).
- Determinar los grupos zooplanctónicos presentes.
- Relacionar las condiciones fisicoquímicas del agua con los parámetros biológicos.

## AREA DE ESTUDIO.

El presente estudio se realizó en la zona chinampera de San Luis Tlaxialtemanco localizada entre los  $99^{\circ} 02'00''$  y  $99^{\circ}02'30''$  de longitud occidental y  $19^{\circ}15' 30''$  y  $19^{\circ} 16' 00''$  de latitud norte perteneciente a la Delegación de Xochimilco del Distrito Federal. Se encuentra a una altura de 2225 m.s.n.m. (Fig. A y B).

El clima de Xochimilco de acuerdo a la clasificación de Köpen modificada por García (1973) se clasifica como C(W0)(W)b(1) que se interpreta como clima templado húmedo, considerado el mas seco de los templados subhúmedos con lluvias en verano. Las heladas comienzan en octubre y terminan en marzo normalmente, aunque a veces se extienden hasta mayo.

La situación altitudinal del área de estudio contribuye a la captación de gran cantidad de humedad. Sin embargo esta condición se está perdiendo por la intensa deforestación y la falta de vegetación de las zonas altas cercanas. Lo anterior esta provocando que el medio se vuelva mas seco y la oscilación térmica se vuelva mas extremosa (Aguilera, 1983).

Los canales rodean a un sistema de chinampas que fueron construidas por el hombre en ciénegas y lagos poco profundos mediante la acumulación de densas capas de pasto, plantas acuáticas y lodo extraído de la misma ciénega (Sugiura, 1982). Este tipo de uso de la tierra no requiere de maquinaria ni de fertilizantes químicos o plaguicidas, pero estos ya han sido introducidos. En los canales se produce una buena parte de materia orgánica (proveniente de la descomposición de plantas y animales que habitan en el mismo y su acúmulo en el fondo, formando parte del lodo), la cual es utilizada para la fertilización de las chinampa. La base de este tipo de agricultura es la abundancia del agua (Coutiño, 1981).

## METODOLOGIA.

La metodología propuesta para el presente trabajo se realizó en un periodo comprendido del 13 de diciembre de 1989 al 5 de septiembre de 1990. El método se dividió en dos fases: trabajo de campo y trabajo de gabinete.

### TRABAJO DE CAMPO.

Se utilizaron 686 crías de *C. idella* cuya longitud patrón fluctuó entre 3.3 cm. a 6.1 cm. a una densidad de 8 org/m<sup>2</sup> provenientes del centro piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo sembrándose en un canal excavado con dimensiones de 35.71 x 2.40 x 0.80 m. perteneciente al sistema de San Luis Tlaxialtemanco, Xochimilco (Fig. C).

Se les proporcionó como alimento *Lemna sp.*, suministrada *at livitum* diariamente, obtenida en la misma zona de San Luis Tlax.

Mediante un chinchorro de 5 m. de longitud, luz de malla de 1 cm. y caída de 1.5 m. se extrajo mensualmente una muestra de 70 organismos; registrándose sus medidas morfométricas individualmente: longitud patrón y peso total con un ictiómetro de campo graduado en milímetros y una balanza granataria de triple barra marca OHAUS TBB con una escala mínima de 0.1 gr. respectivamente.

Los parámetros fisicoquímicos así como el zooplancton se determinaron en el sistema de San Luis Tlaxialtemanco, Xoch. para lo cual se establecieron siete estaciones de muestreo, dos de ellos en el canal de siembra (Fig. C).

El pH del agua se determinó con un potenciómetro de campo modelo Corning 33, la temperatura con termómetro de mercurio marca Taylor con divisiones de 1°C, la transparencia mediante un disco de Secchi.

La determinación de oxígeno disuelto se hizo mediante el método Winkler modificación azida, la alcalinidad y dureza se determinaron empleando los métodos de titulación con  $H_2SO_4$  0.02N y titulación con EDTA 0.1m respectivamente, el dióxido de carbono por titulación con NaOH 0.01N, la concentración de nitratos por el método de Brucina y la de ortofosfatos por el de Cloruro Estanoso (Todos los métodos anteriores citados por APHA et al., 1975).

Para el muestreo del zooplancton se filtraron 100 litros de agua en cada uno de los siete puntos de muestreo empleando una red cónica de 125 micras de abertura de malla y se fijaron con formol al 4% (Gaviño de la T. et al., 1978) para su traslado al laboratorio y su posterior análisis.

#### TRABAJO DE GABINETE.

Se realizó una prueba ANOVA entre los parámetros fisicoquímicos y otra entre las densidades de los grupos zooplanctónicos registrados en los puntos de muestreo.

La relación peso-longitud se estimó con la evaluación propuesta por Le Cren (Gerking, 1978).

$$W = a L^b$$

Donde:

- W = Peso
- a = Factor de Condición
- L = Longitud
- b = Tasa de Crecimiento

Se determinó el crecimiento relativo y el crecimiento absoluto tanto en longitud como en peso para ambos casos según Phelps (1981).

$$\text{CRECIMIENTO RELATIVO: } \text{CRL} = \frac{l_f - l_i}{l_i} \times 100 \quad \text{CRW} = \frac{W_f - W_i}{W_i} \times 100$$

$$\text{CRECIMIENTO ABSOLUTO: } \text{CAL} = \frac{l_f - l_i}{\# \text{ D. C.}} \quad \text{CAW} = \frac{W_f - W_i}{\# \text{ D. C.}}$$

Donde:

$l_i$  = longitud inicial                       $W_i$  = peso inicial  
 $l_f$  = longitud final                         $W_f$  = peso final  
 # D. C. = Número de días de cultivo

De acuerdo a Phelps (op cit.) se obtuvo el rendimiento biológico expresado como Kg/ha/año mediante la siguiente ecuación:

$$\text{RB} = B_f - B_i = \text{kg/ha/año}$$

Donde:

RB = Rendimiento Biológico  
 $B_i$  = Biomasa inicial  
 $B_f$  = Biomasa final

Los organismos zooplanctónicos se determinaron hasta grupo mediante las claves propuestas por Pennak (1978), y se obtuvo la densidad de los mismos según Palomino (1984).

$$\int_{\text{abs}} = \frac{N_i}{m^3} \quad \int_{\text{rel}} = \frac{N_i}{N}$$

Donde:

$N_i$  = No. de organismos de una especie  
 $N$  = No. de organismos de todas las especies

## RESULTADOS.

En base al ANOVA en bloques realizado tanto para los parámetros fisicoquímicos como para la densidad de organismos zooplanctónicos, espacialmente no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) mientras que temporalmente si hubo disimilitudes con significancia ( $P < .00001$ ), por lo cual se optó por comparar el canal de cultivo y el promedio de los canales del sistema (aún cuando pueden ser considerados como semejantes en espacio) para poder describir el comportamiento tanto de los parámetros fisicoquímicos como del zooplancton en ambos a través del tiempo, en el cual si se presentan divergencias.

Durante los meses de enero y mayo no se obtuvieron registros de parámetros tanto fisicoquímicos como biológicos debido a que no se contó con transporte en los mismos.

### PARAMETROS FISICOQUIMICOS.

#### Transparencia.

La transparencia se mantuvo entre 20 y 64 cm en el canal de cultivo y el sistema con algunas fluctuaciones presentó 74 cm en promedio (Gráfica 1).

#### Temperatura.

La temperatura oscilo entre  $19^{\circ}\text{C}$  y  $25^{\circ}\text{C}$  durante todo el periodo de cultivo como lo muestra la gráfica 2, observandose que las fluctuaciones en este parámetro son debidas principalmente a la estacionalidad.

#### Oxígeno.

Las fluctuaciones que presentó la concentración de oxígeno en el canal de cultivo son marcadas a lo largo del tiempo; en la gráfica 3 se muestra la mínima concentración en el mes de febrero (4.2 ppm) y en el mes de marzo se registra como máximo 22.8 ppm. El sistema manifiesta una tendencia similar pero las concentraciones siempre se mantienen por debajo de las del canal de cultivo oscilando entre 2.7 y 7.5 ppm.

#### pH.

Los valores de pH fluctuaron entre 6.3 y 7.6 tanto en el canal de cultivo como en el sistema de canales aledaños durante el periodo de cultivo (Gráfica 4).

#### Dióxido de carbono.

La concentración de CO<sub>2</sub> se manifestó en un rango de 6.6 a 118 mg CO<sub>2</sub>/l en el canal de cultivo y en el sistema entre 3.38 y 51.92 en los meses de marzo, diciembre, junio y febrero respectivamente como se puede observar en la gráfica 5.

#### Alcalinidad y Dureza.

La alcalinidad presentó su máxima concentración en el mes de julio (556 mg CaCO<sub>3</sub>/l) y la mínima en diciembre (58 mg CaCO<sub>3</sub>/l) en el canal de cultivo (Gráfica 6), durante los mismos meses la dureza presentó sus extremos siendo de 485 mg CaCO<sub>3</sub>/l y 110 mg CaCO<sub>3</sub>/l respectivamente (Gráfica 7).

El sistema se mantuvo en el rango de 56 a 246 mg CaCO<sub>3</sub>/l de alcalinidad presentandose el primero en diciembre y el segundo en febrero la dureza en este último mes alcanzó su máxima concentración con 363 mg CaCO<sub>3</sub>/l y la mínima en abril con 92 mg CaCO<sub>3</sub>/l.

## Nutrientes.

El comportamiento de los nitratos a través del tiempo (Gráfica 8) fue muy similar tomando en cuenta tanto canal de cultivo como sistema, registrándose en un rango de 0.09 - 3.13 mg N/l, las concentraciones mínimas se produjeron durante marzo para ambos y las máximas en julio en el canal y en agosto en el sistema ocurriendo una situación muy parecida en los ortofosfatos, este parámetro se registró en un rango de 0.4 - 4.32 mg P-PO<sub>4</sub>/l presentándose los máximos en diciembre y los mínimos en julio en el canal y en abril en el sistema (Gráfica 9).

## PARAMETROS BIOLÓGICOS.

### *Zooplankton*

La densidad absoluta (no. org./m<sup>3</sup>) del zooplankton registrado se presenta en la tabla I; la densidad relativa (Gráfica 10) reveló que los principales grupos fueron los cladóceros abarcando el 88 %, les siguieron los copépodos ocupando un 5 % y los rotíferos 4.5, encontrándose los demás grupos (larvas nauplio, huevecillos, insectos en forma de larva o ninfa, bivalvos y larvas de peces) extremadamente disminuidos en número, por lo que se representan en la gráfica como "otros" ocupando el 3 % del total.

La gráfica 11 muestra la relación entre los principales grupos encontrados con respecto al tiempo; esta gráfica se realizó obteniendo el promedio puntual entre canal y sistema ya que las diferencias no son grandes, además se utilizaron logaritmos naturales de la densidad absoluta (no. de org./m<sup>3</sup>) para aminorar las extremas diferencias, puntualmente hablando, estandarizando los datos y de esta manera permitiendo observar el comportamiento de éstos a través del tiempo; en la misma se presenta un comportamiento muy similar entre canal y sistema donde las densidades mínimas confluyen en junio y los picos máximos en abril (principalmente) y agosto.

### *Necton*

#### - Crecimiento -

Los parámetros de la relación longitud y peso ("a" y "b") obtenidos en el campo determinados mensualmente y de manera global, durante todo el tiempo de trabajo, se muestran en la tabla II.

La relación global de longitud - peso (Gráfica 13), es descrita por la siguiente ecuación:

$$W = 0.28 L^{2.85}$$

$$r = 0.99$$

El factor de condición fue estimado en cada muestreo (Tabla II) registrando su máxima cuantificación a los 90 días (mes de marzo) con 5.66 y su mínimo valor fue considerado como 1.99 a los 217 días (mes de julio) (Gráfica 14). Al finalizar el periodo de cultivo el factor de condición global encontrado fue de 2.82.

Los diagramas de cajas (Gráfica 14 y 15) registran la dispersión de los datos de longitud y peso respectivamente con respecto a sus medianas y al tiempo, encontrando que la mayoría de ellos tienen valores cercanos a la mediana como lo muestran los rangos superior (Hs) e inferior (Hi) y las cotas o valores máximos y mínimos estimados no se alejan demasiado de la misma.

#### - Crecimiento Relativo y Absoluto -

El crecimiento relativo total en longitud fue del 137.13 % a una razón de 0.02 cm/día y el crecimiento en peso al final del periodo del cultivo se estimó en 1312.43 % con una tasa de 0.09 gr/día (Tabla III).

#### - Rendimiento Biológico -

La biomasa total ganada al final del periodo de cultivo fue de 16.65 Kg., considerando que el canal mide 85.7 m<sup>2</sup> y el periodo de cultivo fue de 265 días, el Rendimiento Biológico (RB) fue calculado como 2676.94 kg/ha/año.

## DISCUSION

### PARAMETROS FISICOQUIMICOS.

#### Transparencia.

Durante los meses fríos (diciembre - febrero) se presentaron las mayores transparencias principalmente en el canal de cultivo, disminuyendo éstas hacia los meses cálidos (marzo - agosto) registrando un promedio de 64 cm, dicho valor se acerca al intervalo de aceptación para el crecimiento de peces mencionado por Boyd y Lichtkoppler (1979) quienes consideran que con una transparencia de 30 - 60 cm puede haber una buena producción de peces y controlar así el crecimiento desmedido de macrófitas acuáticas, pudiendo limitar éstas el desarrollo del fitoplancton, por el contrario con transparencias menores podrían existir problemas con la concentración de oxígeno y así mismo repercutir en el crecimiento de los peces, condiciones que no se presentaron por lo que este tipo de agua con respecto a su transparencia se puede clasificar como propicia para la producción de peces de acuerdo al mismo criterio.

#### Temperatura.

La temperatura del agua depende del tipo de clima que tiene la zona de estudio, en este caso el intervalo obtenido corresponde al clima templado característico de ésta, por lo que las oscilaciones que presenta son debidas principalmente a la estacionalidad, el intervalo registrado en el sistema de San Luis Tlax. se aproxima a la clasificación de agua templada que se encuentra entre 18 y 24 °C de acuerdo al criterio de Martínez (1986) por lo que puede ser incluida dentro del mismo.

Los registros del presente trabajo se mantienen dentro del rango de aceptación de la carpa (17 - 30°C) (Aguilera et al., 1987) mostrando en el mes de junio un ligero aumento de la temperatura quedando dentro de sus óptimos (22 - 25°C) tanto para crecimiento como para reproducción (Aguilera, op cit.), tomando en cuenta que existe una fuerte correlación entre los incrementos de ésta y la producción en peces, se atribuye a estos cambios que el crecimiento de los organismos se haya visto favorecido debido al aumento en su tasa metabólica, el rápido aprovechamiento de nutrientes y por ende, el incremento de su voraz apetito, Porath et al. (1979) reportan que a temperatura de 20 a 25°C la carpa herbívora consume mas del 50 % de su peso en alimento por día, pero depende de la talla pues Juárez et al. (1981) consideran que puede consumir mas de su propio peso por día, lo anterior se manifiesta de manera cuantitativa principalmente en la creciente variable peso desde el mismo mes de junio donde es aún mas evidente el incremento que en longitud.

#### Oxígeno.

Las concentraciones de oxígeno en el canal de cultivo se mantienen siempre por arriba de las del sistema, pero mas aún a partir del mes de febrero donde se nota un incremento considerable, el cual alcanza su máxima concentración en el mes de abril con 22.8 ppm, concentración que aunque muy alta ya ha sido reportada por Arredondo (1987) y George (1982) quienes registraron 25 ppm y hasta 28 ppm respectivamente, el primero en un policultivo en el Estado de Hidalgo, México, esta característica se atribuye principalmente a que al no haber recirculación de agua en este canal los nutrientes provenientes de la degradación bacteriana de la materia orgánica, tanto la producida por desecho de los organismos como por el alimento excedente en el sistema, fue aprovechada por los organismos fitoplanctónicos, presentandose en esta temporada un crecimiento explosivo de la población de algas verdes, trayendo como consecuencia un aumento

en la tasa fotosintética y dando como resultado el aumento en la concentración de oxígeno registrada en el presente trabajo, densos crecimientos de algas contribuyeron a grandes cantidades de oxígeno disuelto en el estanque durante el día propiciando una sobresaturación de oxígeno en la parte superior del cuerpo de agua, pero esto también provoca el consumo de sustanciales cantidades del mismo por la noche pudiendo causar condiciones anóxicas antes del amanecer (Chang y Ouyang, 1988). Por lo que a pesar de ser bastante alta esta concentración fue tolerada por los organismos sin que se presentara algún problema. Posteriormente durante la poca de lluvias, el crecimiento de fitoplácton disminuyó considerablemente, por consecuencia las concentraciones de oxígeno también se vieron disminuidas pero manteniendo siempre valores por encima a 4 ppm en promedio, considerandose bastante adecuadas para el crecimiento de los organismos, aún tomando en cuenta la baja concentración que se presentó en el sistema durante el mes de julio (2.73 ppm) ya que la carpa herbívora presenta una gran tolerancia a las bajas concentraciones de oxígeno de hasta 0.2 - 0.6 ppm (reportado por Duodorof y Shumway, 1970), pero crece más rápidamente a concentraciones alrededor de 5 ppm que a 2.73 ppm (Sevilla, 1974), debido principalmente a que las concentraciones de oxígeno muy bajas propician que el crecimiento sea deficiente, que los peces no se alimenten o bien pueden morir en concentraciones extremas al igual que la biota del cuerpo de agua, además la química de ésta es alterada y las concentraciones de nitritos, amonio y sulfatos pueden incrementarse hasta llegar a condiciones anóxicas (Chang y Ouyang, 1988); siendo estas concentraciones de oxígeno, principalmente las del sistema, muy similares a las ya reportadas por Fernández (1986), quien trabajó en la misma zona y obtuvo concentraciones aún menores del mismo sin registrar perturbaciones evidentes en los organismos, por lo cual este tipo de agua puede ser considerada con concentraciones de oxígeno si no óptimas si tolerables por la carpa herbívora a pesar de ser tan extremosas.

### pH y Dioxido de Carbono.

El pH se mantuvo muy estable durante todo el periodo, debido principalmente a la alta alcalinidad total presente en el cuerpo de agua (Boyd y Lichtkoppler, 1979) tendiendo a ser un agua neutra permaneciendo a no mas de 0.7 unidades alrededor del 7 por lo que se mantiene dentro de un intervalo adecuado para el cultivo de ciprínidos que es de 6.5 a 9, (Palomino et al., 1984). A este pH se encuentran presentes ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), bicarbonatos ( $HCO_3$ ) y  $CO_2$  libre, éste último fue registrado en su concentración máxima (concentración que sobrepasó los 100 mg/l) durante el primer muestreo (diciembre) en el canal de cultivo, probablemente por la falta de una comunidad fitoplanctónica bien establecida que pudiera aprovechar en la fotosíntesis el  $CO_2$ , y así disminuir su concentración en el medio durante el día, este nivel de concentraciones puede ser peligroso para los peces tomando en cuenta que entre 10 y 15 mg/l de bióxido de carbono libre en el agua es un intervalo aceptable y que por arriba de 20 mg/l puede causar problemas en los organismos, (según criterio de Aguilera, 1987) sin embargo, en este caso no se registró algún descenso de éstos, lo cual se debió a la presencia de altas concentraciones de oxígeno disuelto en el medio el cual soporta niveles similares de bióxido de carbono.

La concentración mínima registrada de bióxido de carbono (6.3 mg/l) se encuentra próxima a la determinada como mínima tolerable por los peces de 5 mg/l (Boyd y Lichtkoppler, 1979) sin que por ello sufrieran alguna consecuencia no deseada.

### Alcalinidad y Dureza.

El comportamiento de ambos parámetros (alcalinidad y dureza) es muy semejante tanto en el canal de cultivo como en el sistema, manteniendose las estimaciones de dureza por encima de las de alcalinidad en ambos, debido a que los valores de calcio,

magnesio y bicarbonato en el agua son derivados de cantidades equivalentes a la disolución de los depósitos geológicos (Arredondo, 1987); este tipo de aguas se pueden ubicar en general entre las moderadamente duras a muy duras según la clasificación de Arredondo (1986) que van de 75 - 150 y 300 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  respectivamente quedando consideradas como aguas productivas, en las cuales la alcalinidad debe ser mayor a 40 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ .

El incremento en las concentraciones (alrededor de 500 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ) que se presentó en ambos parámetros en el canal de cultivo se debió principalmente al lavado de las zonas chinamperas, aledañas al mismo, durante el inicio de la temporada de lluvias en el lapso junio-julio y el consiguiente arrastre de sustancias existentes en las mismas, entre las cuales podemos mencionar fertilizantes y pesticidas utilizados en el cultivo de flores de ornato, posteriormente, al continuar el aporte de agua a lo largo de la temporada, las concentraciones se diluyeron disminuyendo los valores en ambos casos. Singh et al., (1967) mencionan una tolerancia de la carpa herbívora hasta de 690 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  de alcalinidad en presencia de durezas de 400 - 700 (aguas duras) concentraciones que ya han sido registradas en esta misma zona por Fernández (1986) quien reporta alcalinidad en el agua hasta de 850 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  y 1200 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  de dureza sin percibir mortandad en los peces, pero posiblemente una dureza tan alta pueda afectar a los organismos de alguna manera en su crecimiento ya que tan solo toleran esas extremas concentraciones sin ser consideradas como condiciones óptimas, siendo que los peces tienen mejor desarrollo cuando la dureza y alcalinidad oscilan entre 20 y 300 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  (Johnson, 1988), y en aguas con mayor dureza se podría afectar la producción piscícola (Sawyer y MacCarty, 1967; in Arredondo, 1987), pero tomando en cuenta que estas elevaciones en las concentraciones fueron puntuales se puede considerar que no fue un parámetro que haya limitado el crecimiento de la carpa herbívora.

Debido a que el sistema mantiene una recirculación de agua en los canales primarios y secundarios que irrigan la zona permitiendo la dispersión de iones y materia orgánica, las fluctuaciones en las concentraciones no son tan contrastantes como en el canal de cultivo, manteniéndose éstas dentro del rango aceptable antes mencionado para el cultivo de carpa.

#### Nitratos.

Debido a la asociación del nitrógeno con la asimilación fotosintética y a su utilización por las algas y plantas acuáticas fue cuantificado en el presente trabajo en una de sus formas como lo es el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), en el cual se encontraron niveles bajos de este nutriente (0.098 a 3.025 mg/l) ya que en aguas recicladas, donde la materia orgánica ocasiona enriquecimiento, podría elevarse a varios mg/l (Johnson, 1988), estas concentraciones y sus fluctuaciones son causadas principalmente por la disponibilidad en el medio y el grado de aprovechamiento del nutriente por las algas de manera directa como alimento y por ende la variación en la producción de biomasa fitoplanctónica, este intervalo incluye aquel mencionado por Aguilera (1987) como común de encontrar en el agua de cultivos de carpa (0.5 mg N/l), el nitrato generalmente no es tóxico para los peces, en agua natural de superficie se esperan niveles menores de 2 mg/l aunque es tolerable hasta en varios cientos de mg/l, quedando la mayoría de las veces las concentraciones obtenidas por encima de los valores promedio antes nombrados sin que por ello se presentaran condiciones anaerobias no propicias para el crecimiento de los organismos (Dickey y Lembke, 1978).

## Ortofosfatos.

El intervalo de concentraciones de ortofosfatos registrado en este trabajo (.04 - 4.32 mg/l) está incluido en el considerado por Stiknney (1979) en ambientes acuáticos, el cual puede variar de 0.01 a 200 mg/l, entre estos se destaca a los estanques de piscicultura y sus altos contenidos en fósforo, que si es utilizado como en este caso por el fitoplancton como nutriente disminuye su concentración en el medio, además no se puede considerar como niveles altos ya que se han encontrado concentraciones de fósforo total en muchas aguas superficiales no contaminadas que pueden variar entre 10 y 50 mg/l (Wetzel, 1981), los registros obtenidos son similares a los de Arredondo (1987) y Teltsch (1992) quienes mencionan una concentración máxima de 3.4 mg/l, el primero en cultivos de carpa utilizando abono inorgánico y un intervalo de 1.5 - 4.5 mg/l en el segundo, en reservorios de agua tratada y sedimentada antes de la entrada del efluente de la misma; como se puede observar, agua de tipo residual después de un tratamiento adecuado, puede ser utilizada en estanques para peces tomando en cuenta que la materia orgánica contenida en agua de este tipo es una fuente importante de nutrientes (nitrógeno y fósforo), los cuales normalmente actúan como limitante de la productividad biológica pudiendo incrementar la producción de alimento natural en el estanque y consecuentemente la producción de biomasa de peces por lo que se han reportado rendimientos mas altos que aquellos que se obtienen en sistemas acuáticos en condiciones normales (Hepher y Pruginin, 1985).

## PARAMETROS BIOLOGICOS.

### *Zooplancion*

Se encontraron tres grupos zooplanctónicos dominantes, Cladocera, Copepoda y Rotifera, reportados con anterioridad en sistemas acuáticos utilizados para cultivo de peces (Dimitrov, 1984; Oláh et al., 1986; y Maccina, 1992). Las densidades de los grupos zooplanctónicos fluctuaron durante el cultivo, siendo el mes de junio el punto donde disminuyen debido principalmente a la dilución del medio por el aporte de agua de lluvia al sistema recuperándose las concentraciones en julio y agosto, coincidiendo este crecimiento de zooplancion con el aumento de alcalinidad y dureza durante este mismo mes y también durante febrero. El crecimiento masivo que se presentó en el canal de cultivo durante el mes de abril se debió al florecimiento del fitoplancton el cual le sirve a organismos filtradores (rotíferos y cladóceros) como alimento; por lo que al encontrarse éste disponible y al haber condiciones favorables en el medio los organismos zooplanctónicos incrementan su tasa de reproducción, lo cual puede ser tomado en cuenta para la introducción de peces pequeños por su dependencia en gran parte de la alimentación natural (Opuszynski, 1989), siendo que no puede ser sustituida totalmente por una dieta seca a menos que sea un alimento muy completo (Hepher y Pruginin, 1985) por lo que los organismos pequeños no responden tan bien a ésta como lo hacen las carpas grandes en lo que concierne a rango de crecimiento y sobrevivencia (Opuszynski, 1989), tampoco se podría utilizar macrófitas acuáticas ya que el tamaño de estas no es el adecuado para tallas más pequeñas a los 30 mm de longitud alrededor de las cuales ya se alimentan de plantas acuáticas sumergidas o semisumergidas de tallos suaves entre las que puede habitar diversa fauna perteneciente al zooplancion (Margalef, 1983) pudiendo ser ingerida en conjunto con las macrófitas por los peces de talla mayor.

*Mector*

- Crecimiento -

Al relacionar las variables de crecimiento registradas en el campo, de longitud y peso, se encontró que el factor de condición fue variando con respecto al tiempo, el máximo que se registró a los 90 días (marzo) pudo deberse a que el chinchorreo no fue uniforme, extrayéndose menos del 10 % de carpas (51 org) propuesto en un inicio, y una mayor proporción de organismos grandes, lo que sesgó la muestra, debido a que la red utilizada tenía algunas pequeñas fisuras ocasionadas durante el mismo muestreo con ramas y piedras filosas por donde escaparon los peces pequeños, después de tres intentos se desistió en continuar por el stress al que estaban sometidos los organismos.

La pendiente " b " obtenida de la regresión global (2.85) al compararse con el valor teórico 3 mediante una prueba " t de student " con un valor de significancia de .05 no presentó diferencias estadísticas por lo que se puede considerar como crecimiento de tipo isométrico el que presentó C. idella a lo largo del periodo de cultivo.

El periodo experimental de crecimiento en la carpa herbívora fue posible dimensionarlo en dos fases tomando en cuenta que las larvas de ciprinidos pasan a través de diversos estados de crecimiento durante su desarrollo entre los cuales ocurren cambios en las proporciones del cuerpo antes de lograr la madurez (Braginsvaya, 1960; Vasnetsov, 1957, Nikolsky, 1963).

La primera fase consistió en un crecimiento lento al inicio del cultivo debido primeramente a la pequeña talla inicial de los organismos (1.85 gr.) ya que como menciona Govind (1983), el crecimiento de los ciprinidos en las primeras fases de su

desarrollo es muy lento siendo que es durante la etapa juvenil (entre 10 y 12 gr.) cuando la curva teórica de crecimiento de los peces es exponencial ya que la velocidad de crecimiento es relativamente mayor cuanto mas joven es el organismo (Parker & Larkin, 1959; Huet, 1978) y en segundo lugar a la temporada fría del año con la que coincidió la siembra.

La segunda fase se caracteriza por su marcada ganancia principalmente en peso iniciando entre los 115 y 177 días, correspondiendo a los meses cálidos y al inicio de la fase exponencial de dicho crecimiento como lo muestra el análisis de datos por la técnica de diagrama de cajas donde se aprecia el efecto jerárquico, es decir que aún en organismos cultivados de un mismo tamaño, después de cierto tiempo se pueden observar individuos con mayor crecimiento (Arredondo, 1987). Brown (1946) atribuye dicho crecimiento a la dominancia de ciertos individuos donde intervienen variables fisiológicas y conductuales (Rubenstein, 1981; Knights, 1983 in Arredondo, 1987), éstas incluyen interacciones territoriales y encuentros agonísticos directamente asociados con la alimentación, siendo así que algunos organismos consumen mayor cantidad de alimento propiciando hasta la supresión del apetito en peces subordinados (Lam y Shepard, 1988) lo cual se reporta en especies comerciales como la trucha, tilapia y carpa, aun cuando los factores genéticos también puedan estar influyendo.

Se habla de " inicio " de la fase exponencial debido a que el seguimiento del crecimiento no prosiguió, de esta manera no se registraron todas las tallas posibles por lo cual no fue viable utilizar el método de Von Bertalanffy para obtener las tallas máximas de longitud y peso de los ciprínidos en cultivo.

- Crecimiento Absoluto y Relativo -

El crecimiento obtenido en carpa herbívora de 0.09 g/día, utilizando una densidad de 8 org/m<sup>2</sup> y 1.85 g/pez en aguas residuales tratadas y como alimento *Lemna sp.* puede ser bajo si tomamos en cuenta el intervalo que menciona Ilaco (1985) como común para esta especie de 0.1 - 1.0 g/día debido probablemente a la talla, la densidad de siembra, al alimento utilizado y las condiciones del medio, lo cual tiene gran influencia en el rango de crecimiento, cabe mencionar en el aspecto alimentación que la lenteja de agua tiene alta conversión alimenticia (Juárez et al., 1981), por lo que probablemente la cantidad suministrada no fue suficiente, trayendo como consecuencia la baja tasa de crecimiento reportada en el presente trabajo, pero aún así se encuentra ésta por encima de la tasa reportada por Fernández (1986) de .035 g/día en la misma zona de San Luis Tlaxialtemanco, Xochimilco y es muy similar al registrado por Garduño (1983), Franco (1981) e Ilaco (1983) de .085, .096 y .080 g/día respectivamente en cultivos de *C. idella*, llevados a cabo en México los dos primeros (tasas muy cercanas al mínimo antes mencionado), por otro lado, existen trabajos sobre la misma especie con tasas de crecimiento mucho mayores como las obtenidas por Venkatesh y Shetty (1978), Flores (1992), Sinha et al. (1973) y Hickling (1960) quienes registraron crecimientos que van de 1.55 a 11 g/día/pez, pero hay que tomar en cuenta que existe una amplia variación entre tallas y densidades de siembra utilizadas en estos estudios y las de *C. idella* cultivada en San Luis Tlax., como ejemplo tenemos a Venkatesh y Shetty (1978), quienes utilizaron organismos de 12 g y una densidad de 0.5 org/m<sup>2</sup> o Hickling (op cit.) quien además de utilizar diferente talla la densidad es diez veces menor a ésta última utilizando como alimento pastos nappier y además fertilizante orgánico e inorgánico, en si las diferencias son grandes por lo que no puede haber una comparación totalmente adecuada para estos puntos, extrayendose de cada trabajo lo

rescatable, sin embargo en cuestión de Rendimiento Biológico no se encontró muy por debajo de lo anteriormente registrado como se verá mas adelante.

El crecimiento absoluto en longitud (Cal) de 0.02 cm/día en *C. idella* no tiene puntos de comparación definidos siendo que no hay registros de tal en México y mucho menos en condiciones similares, es el caso de Flores (1992) quien reporta 0.64 cm/día en el cual además de otras diferencias hay que tomar en cuenta que se trata de un policultivo pues como menciona Lam y Shepard (1988) hay una estrecha relación entre el crecimiento y la alimentación, las condiciones experimentales, el tipo de cultivo (si es de una o varias especies como en este caso), el tamaño y la dominancia; se encuentra así también a Venkatesh y Shetty (1978) que reportan un rango de 5.61 - 19.68 cm/día además de que se trata de un trabajo extranjero.

#### - Rendimiento Biológico -

El Rendimiento Biológico (RB) de 2676.94 kg/ha/año (2.6 ton/ha/año) obtenido en *C. idella* es comparable con rendimientos de 2.6 a 3.5 ton/ha/año obtenidos en policultivos (que debieran ser mas productivos que los monocultivos puesto que se aprovecha la mayor parte del cuerpo de agua) con especies nativas de la India (*Catla catla*, *Labeo rohita* y *Cirrhinus mrigala*) agregando abono orgánico e inorgánico (Chakrabarty et al., 1976), y con rendimientos de 2.5 a 6.3 ton/ha/año en policultivos de carpa común, plateada, herbívora y tilapia en Israel utilizando diferentes densidades con o sin alimentación suplementaria (Moav et al., 1977); como se puede observar los trabajos reportados son

extranjeros, en México son mínimos los registros de Rendimiento Biológico y no hay evaluaciones precisas para carpa herbívora exceptuando a Franco (1981) y a Juárez et al. (1981) quienes reportan rendimientos de 38.65 kg/ha/235 días (.06 ton/ha/año) y 1447.81 kg/ha/año (1.4 ton/ha/año) respectivamente con *C. idella*, el primero a una densidad de .02 org/m<sup>2</sup> en combinación con *C. carpio* en un embalse temporal, y el segundo con 1 org/m<sup>2</sup>, lo que nos ubica muy por encima de ambos registros dentro de nuestro propio país, además las aguas residuales urbanas comúnmente no son reutilizadas, pero en años recientes después de ser sometidas a un tratamiento de depuración se ha logrado disminuir el grado de contaminación y así utilizarlas en la producción de peces que no necesitan una alta calidad de agua para su sobrevivencia, lo cual se ha llevado a cabo también en otros países, pero en México existiendo sistemas como los mencionados (hablando en especial de Xochimilco, el cual es usado en actividades recreativas) no se tienen registros de su utilización en la producción piscícola excepto el de Fernández (1986) quien trabajó en la misma zona de San Luis Tlax., donde solo es aprovechada como agua de riego para el cultivo de flores de ornato por lo que podría considerarse como un rendimiento bastante aceptable.

## CONCLUSIONES.

- El sistema se puede caracterizar por la calidad de sus aguas como un sistema con aguas templadas, moderadamente duras a muy duras con tendencia a la neutralidad por un mecanismo amortiguador muy efectivo y ricas en nutrientes, principalmente ortofosfatos.
- Las altas concentraciones de alcalinidad y dureza son el resultado del transporte, durante las lluvias, de sustancias ajenas al sistema acuático pero relacionadas al cultivo ornamental prevaeciente en la zona.
- Los nutrientes fueron aprovechados en gran medida por el fitoplancton teniendo como consecuencia la producción de zooplancton.
- Los grupos zooplanctónicos prevaecientes en el sistema fueron Cladocera, Copepoda y Rotifera.
- El zooplancton puede ser consumido como alimento secundario en conjunto con las plantas acuáticas.
- Tomando en cuenta las características fisicoquímicas de la zona de cultivo y la técnica empleada para el crecimiento de carpa herbívora se pudo comprobar la viabilidad de su cultivo en este tipo de canales.

- El crecimiento de *Ctenopharyngodon idella* fue lento por la talla de siembra utilizada, solo se alcanzó el principio de la fase exponencial de crecimiento (etapa de engorda), por lo que los organismos no alcanzaron la talla comercial en los 265 días de cultivo.

- La especie presentó el tipo de crecimiento isométrico.

- El factor de condición varió a través del tiempo sin presentar un patrón definido relacionado con otro factor.

- El sistema tiene capacidad para producir incrementos en la biomasa de ciprinidos con rendimientos bastante aceptables.

## RECOMENDACIONES.

- Verificar la calidad del agua cuando la Planta de Tratamiento Terciario San Luis Tlaxialtemanco entre por completo en funcionamiento.
- Aumentar la talla de siembra de la carpa herbívora en cultivo.
- Fomentar entre los floricultores el cierre de algún o algunos canales que no sean transitados durante el transporte de flores para ser utilizados en el cultivo de la carpa.
- Probar como alimento otras malezas como el lirio acuático.

## BIBLIOGRAFIA

Aguilera O.,L. (1983). Análisis del perifiton asociado a la raíz del lirio acuático (*Eichornia crassipes*) (Mart.) Solms. en San Gregorio, Xochimilco. Tesis Fac. de Ciencias. UNAM. México. 46 pag.

Aguilera H.,P.; Zarza M.,E.; Sánchez M.,R. (1987). La carpa y su cultivo. FONDEPESCA. México. 46 pag.

APHA; AWWA y WPCF. (1975). Standard Methods for examination of waste water. 12a. ed. Am. Public. Healt Assoc.Inc. N.Y. 1193 pag.

Appelbaum, S. y Dor, U. (1978). Ten day experimental nursing of carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae with dry feed. Bamidgeh, 30: 85 - 88.

Arredondo F., J.L. (1986). Piscicultura. Breve descripción de los criterios y técnicas para el manejo de calidad de agua en estanques de piscicultura intensiva. Secretaría de Pesca. México. 121 pag.

Arredondo F.,J.L. y Juárez P., J.R. (1986). Ciprinicultura. Secretaría de Pesca. México. 121 pag.

Arredondo F., J.L. (1987). Policultivo experimental de ciprínidos asiáticos en México. Tesis Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México. 129 pag.

Arrington, J. (1979). Ecología y piscicultura de aguas dulces. Mundi Prensa ed. Madrid, España. 390 pag.

Avault, J.W. (1965) Preliminary studies with grass carp for aquatic weed control. Prog. Fish. Cult. 27(4):207-209.

Avault, J.W. (1968). Evaluation of eight species of fish for aquatic weed control. Prog. Fish. Cult. Proceeding of the world symposium on warm water pond fish culture. Roma FAO Fisheries Report 44 Vol. 5:VII/E-3 pag. 109-122.

Bardach, J.E. (1986). Acuacultura. AGT. editor. México. 741 pag.

Brown, M.E. (1946). The growth of brown trout (*Salmo trutta* Linn.) I. Factor Influencing the growth of trout fry. J. Exp. Biol., 21: 118 - 129.

Boyd, C.E. y Lichtkoppler, F. (1979). Water quality management in pond fish culture. International Centre for Aquaculture, Agriculture experiment Station. Reserche and Development Series N. 22, 30 pp.

Bozada, L. (1987). La fauna acuática de la Laguna del Ostión. Centro de Ecodesarrollo. Universidad Veracruzana. Vol. 9. 48 pag.

Cai, Z. y Curtis, L. R., (1990). Effects of diet and temperature on food consumption, growth rate and tissue fatty-acid composition of triploid grass carp. Aquaculture, 88: 313 - 327.

Carter, C.G. y Brafield, A.E. (1992). The relationships between specific dinamic action and growth in grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.). Journal of Fish Biology 40: 895 - 907.

Comisión de Ecología. (1986). Programa ecológico para la Delegación Xochimilco. D.D.F. México. 56 pag.

Coutiño, A.M. (1981). Evaluación bacteriana en vegetales irrigados con agua negra en la zona de San Gregorio, Xochimilco. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. UNAM. México. 74 pag.

Culley, D. D. y Rejmankov, E. (1981). Production chemical quality and use of duckweeds (Lemnaceae) in aquaculture, waste management, and animal feeds. J. World Maricul. Soc. 12 (2): 27 - 49.

Chakrabarty, R. D.; Sen, P.R.; Rao, N. G. S.; Ghosh, S. R. (1976). Intensive culture of indian major carps. In Advances in aquaculture. Pillay, T. V. R. and Dill, A. Wm. (Eds.). Fishing News Book Ltd. : 153 - 157.

Chang, W.Y.B. y Ouyang, H. (1988). Dinamics of dissolved oxygen and vertical circulation in fish ponds. Aquaculture, 74: 263-276.

Chaparro, M.N. (1982). Biología y aportes sobre el cultivo de las carpas herbívoras en la región con características subtropicales de la URSS. Revista Latinoamericana de acuicultura. Sistema Económico Latinoamericano. No. 11 pag. 20 - 33.

Cházari, E. (1884). Piscicultura en agua dulce. Secretaría de Fomento. México. 406 pag.

Dabrowski, K. (1977). Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella* Val. ). *Aquaculture*, 12: 63 - 73.

De Silva, S.S. y Weerakoon, D.E.M. (1981). Growth food intake and evacuation rates of grass carp, *Ctenopharyngodon idella* fry. *Aquaculture*, 25: 67 - 76.

De Silva, S.S. y Gunasekera, R.M. (1991). An evaluation of the growth of indian and Chinese major carps in relation to the dietary protein content. *Aquaculture*, 92: 237 - 241.

Dickey, C. E. y Lembke, D.W. (1978). Wells in ponds: water quality and supply. Agriculture experiment station, College of Agriculture. University of Illinois at Urbana-Champaign. Bulletin 758: 34 pp.

Dimitrov, M. (1984). Intensive polyculture of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and herbivorous fish (silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix* (Val. ), and grass carp, *Ctenopharyngodon idella* (Val.)). *Aquaculture*, 38: 241 - 253.

Doudoroff, P. y Shumway, D.L. (1970). Dissolved oxygen requirements of freshwater fishes. FAO Fisheries Biology Technical Paper, No. 86. 291 pag.

Fernández Araiza, M.A. (1986). El sistema chinampero como una alternativa para el cultivo de peces. Tesis de Biología. ENEP-Iztacala, UNAM. México. 49 pag.

Flores T., E. (1992). Policultivo de langostino (*Macrobrachium rosenbergi*) y carpas, herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*), plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) y cabezona (*Aristichthys nobilis*) en estanques con fertilización inorgánica y alimento artificial. Tesis de Biología. ENEP Iztacala, UNAM. México. 81 pag.

Franco R., S.C. (1981). Analisis del crecimiento y factor de condición de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idellus*) Cuvier et Valenciennes 1839 en un embalse temporal. Tesis Facultad de Ciencias. UNAM. México. 76 pag.

García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. 2a. ed. 246 p.

Garduño, J.C. (1983). Cultivo intensivo de carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella* Cuv. et. Val.) en jaulas flotantes mediante el uso de cuatro malezas acuáticas en el Lago de Patzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Biología. ENEP-Iztacala. México. 66 pag.

Gaviño de la T., G.; Juárez L., C.; Figueroa T., H.H. (1978). Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Ed. Limusa. México. pag. 85 - 87, 166.

George, T.T. (1982). The chinese grass carp *Ctenopharyngodon idella* its biology, introduction, control of aquatic macrophytas and breeding in Sudan. *Aquaculture* 27 (3): 317 - 327.

Gerking, S.D. (1978). Ecology of freshwater fish production. Blackwell Scientific Publication. London. pp. 52 - 74.

Govind, B. (1983). Cage culture of common carp and silver carp in sankey tank, Bangalore (Karnataka) India. Central in Fish. Res. Center, Report No. 5.

Hepher, B. y Pruginin, Y. (1985). Cultivo de peces comerciales. Ed. Limusa. México. 316 pag.

Hickling, C.M. (1960). Observations on the growth rate of the chinese grass carp *Ctenopharyngodon idellus*. C. et V. Malays. Agric. J. 43 (1), 49 - 53.

Huet, M. (1973). Tratado de Piscicultura. Mundi Prensa. Madrid 728 pag.

Huisman, L.A. (1981). Conversion efficiencies in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*, Val.) using a feed for comercial production. *Aquaculture*, 22: 279 - 288.

Ilaco, I.H. (International Land Development Consultants) (1981). Grass carp project. Egypt. Progress Report 8. 15 pp.

Ilaco, I.H. (International Land Development Consultants) (1983). Grass carp project. Egypt. Final report. 60 pp.

Ilaco, I.H. van Weerd. (1985). Growth and survival in drainage channels of grass carp *Ctenopharyngodon idella* Val. fry and their potential for weed control. *Aquaculture and Fisheries Management* I, pag. 7-23.

Johnson, S.K. (1988). Extensionismo. Interpretación de análisis de agua para acuicultura. Secretaría de Pesca. 95 pag.

Juárez P., J.R.; Palomo M., G.; Ceballos O., M.L.; Franco R., S.C.; Campos V., J.R. (1981). Efectividad de un alimento balanceado y tres malezas acuáticas en el crecimiento de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idellus* Cuv. et Val. 1839. Rev. Lat. Acuí. No. 10 pag. 95 - 107.

Lawrence, J.M. (1968). Aquatic weed control in fish ponds. FAO Fisheries Report 44 Vol. 5: VII-E-1 pag. 76 - 88.

Lam, S.- W. y Shepard, K.L. (1988). Some effects of natural food levels and high-protein supplement of the growth of carp. Aquaculture, 72: 131 - 138.

Maceina, M.J. (1992). Limnological change in a large reservoir following vegetation removal by grass carp. Journal of Fresh Water Ecology, 7: 1 (march 92) pp. 81 - 95.

Margalef, R. (1983). Limnología. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. 1010 pag.

Martínez T., Z. y Abrego A., J. (1986). Modelo mexicano de policultivo. Fondepesca. México. 105 pag.

Mason, C.F. (1984). Biología de la contaminación del agua dulce. Ed. Alhambra. España. 87 pag.

Medrano Sánchez, Ma. de los A. (1984). Formulación y evaluación de una dieta a base de *Lemna minor* (lenteja de agua) para la carpa herbívora *C. idella*. Tesis ENCB. 67 pag.

Moav, R.; Wohlfarth G.; Schroeder, G.; Hulata, G. ; Barash, H. (1977). Intensive policulture of fish in freshwater ponds . 1. Substitution of expensive feeds by liquid cow manure. Aquaculture, 10: 25 - 43.

Nikolsky, G. V. (1963). The ecology of fishes. Academic Press. Londres y Nueva York. 352 pp.

Oláh, J.; Sharangi, N.; Datta, N. C. (1986). City sewage fish ponds in Hungary and India. Aquaculture, 54: 129-134.

Opuszynski, K. (1989). Rearing of common carp, grass carp, silver carp and bighead carp larvae using zooplankton and/or different dry feeds. Polskie Archiwum Hydrobiologii, 36(2):217-230.

Palomino, S.G. (1984). Evaluación de algunos parámetros bióticos y abióticos relacionados con el crecimiento de la *Tilapia sp.* en el bordo temporal " Chavarría " municipio de Coatlán del Río, Estado de Morelos. Tsis UNAM. ENEP - Zaragoza. 59 pag.

Parker & Larkin. (1959). A concept of growth in fishes. J. Fish. Res. Board Can. 16 (5): 721 - 745.

Pennak, R.W. (1978). Fresh-Water invertebrates of the United States. A Wiley-Interscience Publication. U.S.A. 628 pag.

Pentelov, F.T.K. (1965). Grass carp for weed control. Ministry of Agriculture Fisheries and Food. The Proc. Fish Culturist. London, England. pag. 210.

Philipose, M.T. (1968). Present trend in the control of weed in fish cultural water of Asia and the far East FAO. Fisheries Report 44 Volad carp larvae using zooplankton and/or different dry feeds. Polskie Archiwum Hydrobiologii, 36(2):217-230.

Porath, D.; Hopher, B.; Koton, A. (1979). Duckweed as an aquatic crop: evaluation of clones for aquaculture. Aquatic Botany 7: 273 - 278.

Pruginin, Y. (1968). Weed control in fish ponds in the Neart East. FAO Fisheries Report 44 Vol. 5:VII/R-2 pag. 18 - 25.

Ricker, W. (1975). Computation and interpretation of biological estatistic of fish population. Departament of Enviroment Fisheries and Marine Service. Ottawa pag. 202 - 233.

Rosas M., M. (1976). Peces dulceacuicolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo S.I.C. Subsecretaría de Pesca INP. Area Alimentos # 1. México. 52 pag.

SEPESCA (1992). Anuario estadístico de pesca 1989. Secretaría de Pesca. México. 40 pag.

Sevilla, M. L. 1974. Introducción de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*. FAO Informes de Pesca. La acuicultura en América Latina. Actas del Simposio de Montevideo, 26 de noviembre - 2 de diciembre de 1974. 1 (159): 7 - 10.

Shireman, J.V. (1978). Growth of grass carp fed natural and prepared diets under intensive culture. *J. Fish Biol.*, 12: 457 - 663.

Singh, S.B.; Banarjee, S. C.; Chokrabarti, P. C. (1967). Preliminary observations on response of young ones of Chinese carps to various physicochemical factors of water. *Proc. Nat. Acad. Sci., India*, 37 (3): 230 - 234.

Stickney, R. R. (1979). *Principles of warmwater Aquaculture*. A Wiley - Interscience Publication John Wiley and Sons, New York. 375 pag.

Sugiura Y., Y. (1982). La ciencia y la tecnología en el México antiguo. *Ciencia y Desarrollo*, No. 43 Año VIII. pag. 42 - 56.

Tesorería del Distrito Federal. (1985). Carta Urbana San Pedro Tlahuac E-14-A-39-56 1: 10,000.

Teltsch, B.; Azov, Y.; Juanico, M.; Shelef, G. (1992). Plankton community changes due to the addition of treated effluents to a freshwater reservoir used for drip irrigation. *Wat. Res.* Vol. 26, No. 5 pp. 657 - 668.

Tripathi, S.D. y Mishra, D.N. (1986). Synergistic approach in carp polyculture with grass carp as a major component. *Aquaculture*, 54 (1-4): 157 - 160.

Timmermans, J.A. (1968). Le controle de la vegetation aquatique dans les etangs d'levage (Europe). *FAO Fisheries Report* 44 Vol. 5:VII/R-5. pag. 61 - 75.

Van Der Lingen, M.I. (1968). Control of pond weeds. *FAO Fisheries Report* 44 Vol. 5:VII/R-4. pag. 53 - 60.

Vasnetsov, V. V. (1957). Developmental stages of commercial fishes of Volga an Don - *Abramis brama*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus rutilus caspicus*, *Rutilus rutilus heckeli* and *Lucioperca lucioperca* Tr. *Inst. Morfol. Zivotn. Akad. Nauk SSSR*, 16, 7 - 76.

Venkatesh, B. y Shetty, H.P.C. (1978). Studies on the growth rate of the grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.) fed on two aquatic weeds and a terrestrial grass. *Aquaculture*, 13: 45 - 53.

Vera-Herrera, F.R. et al (1980). Control biológico del lirio acuático *Elchornia crassipes* mediante la carpa herbívora *C. idella* (Pisces: Cyprinidae) en estanques controlados. *Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México* 7(2): 259 - 274.

Vidal, J. (1976). En defensa de las carpas. Técnica Pesquera. Octubre. pag. 33 - 36.

Wetzel, R.G. (1981). Limnología. Omega. Barcelona. 679 pag.

York. (1964). Manual de tratamiento de aguas negras. Ed. Limusa. México. 117 pag.

**A N E X O**



FIGURA A. Ubicación del área de estudio.

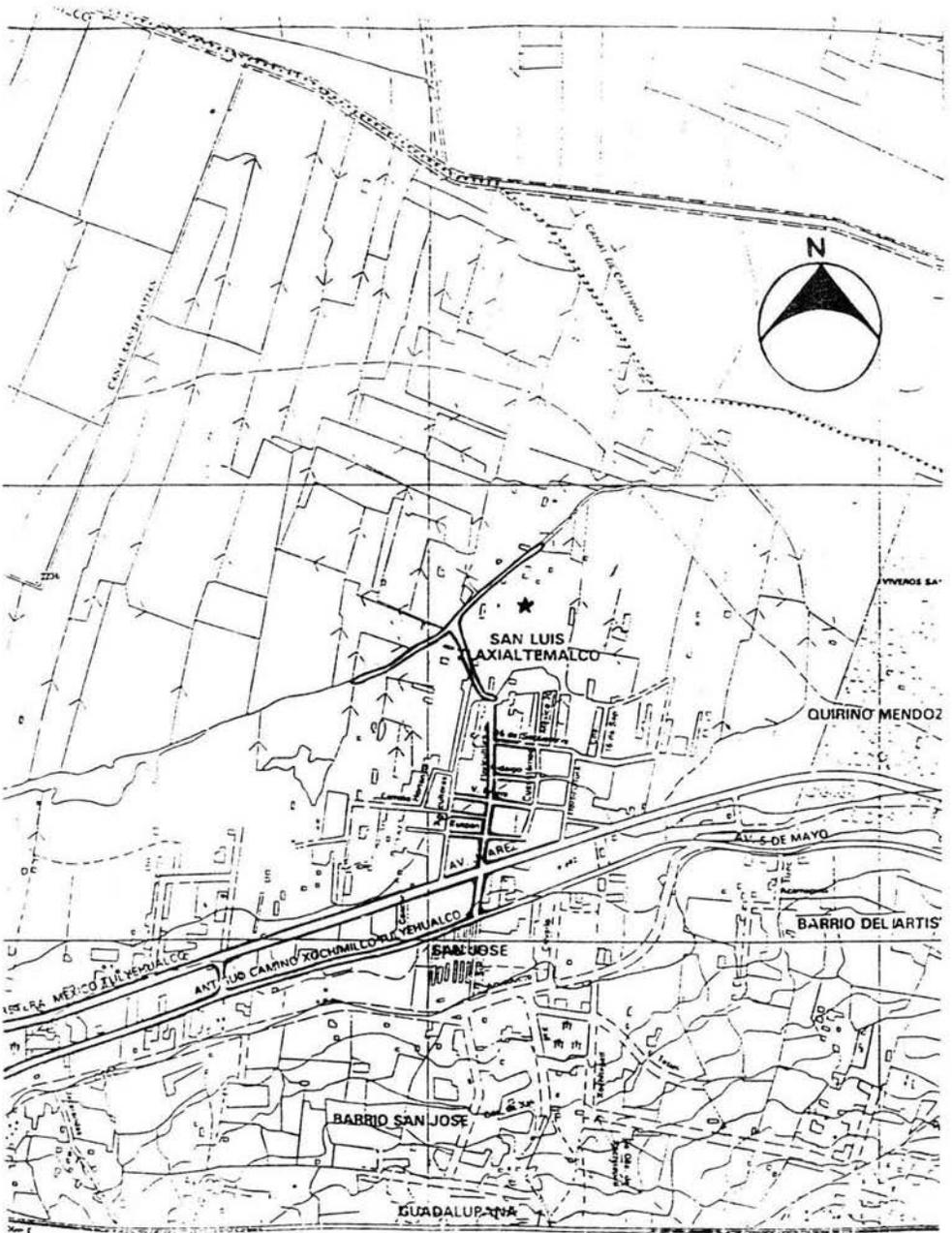


FIGURA B. Ubicación de San Luis Tlaxiátemalco y la zona chinampera.

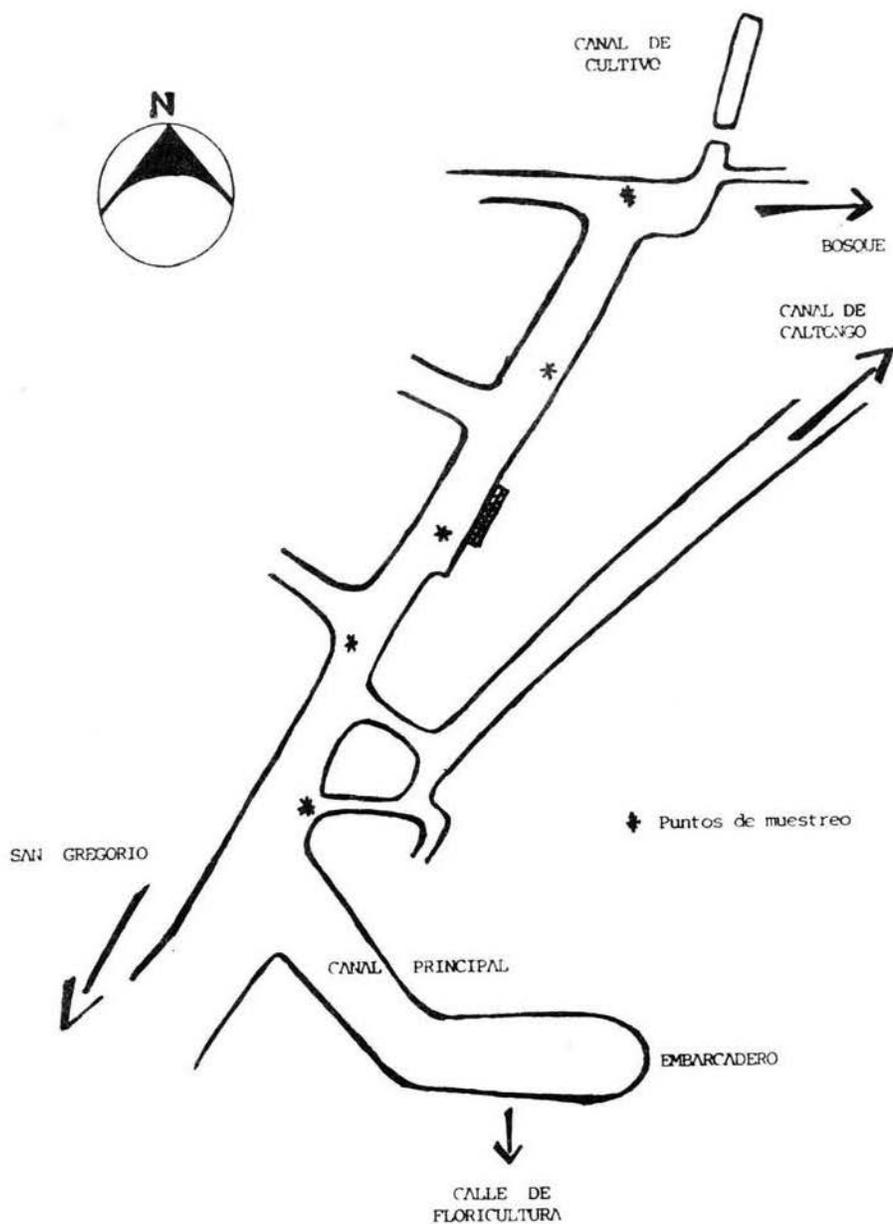
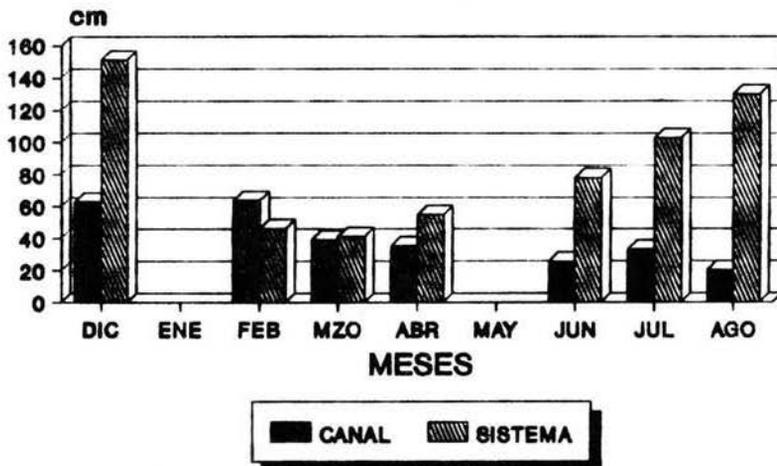


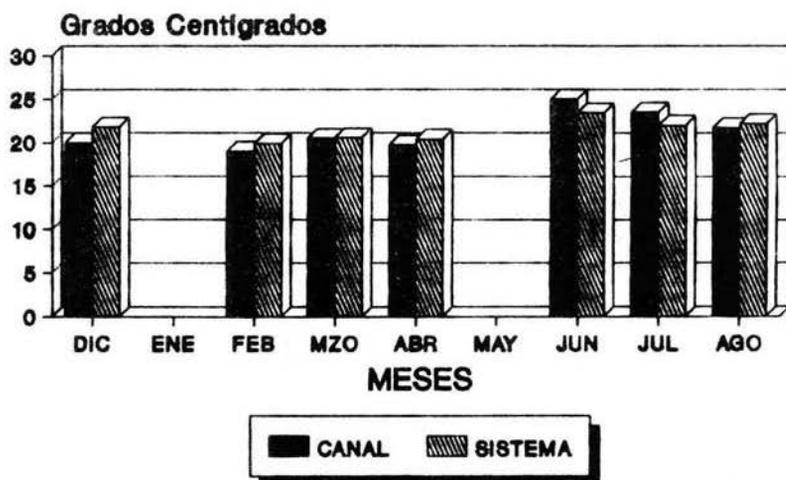
FIGURA C. Ubicación del canal de cultivo y puntos de muestreo en el sistema.

# TRANSPARENCIA



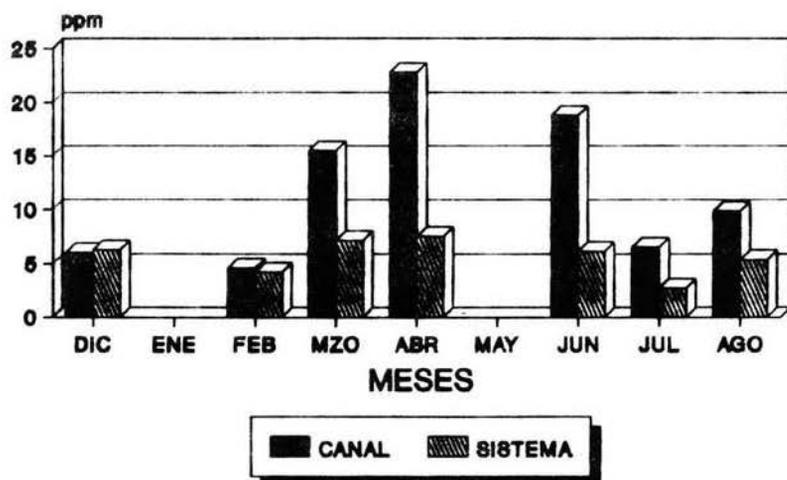
**GRAFICA 1**  
Variación de la transparencia  
en el tiempo.

# TEMPERATURA



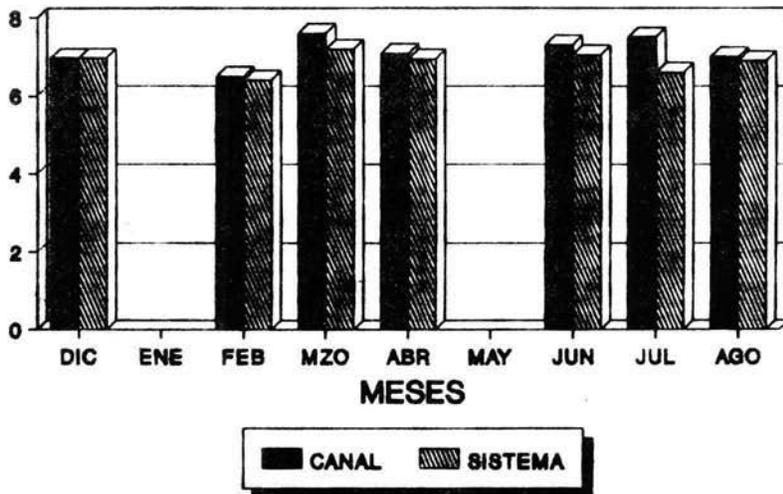
**GRAFICA 2**  
Variación de temperatura  
en el tiempo.

# OXIGENO



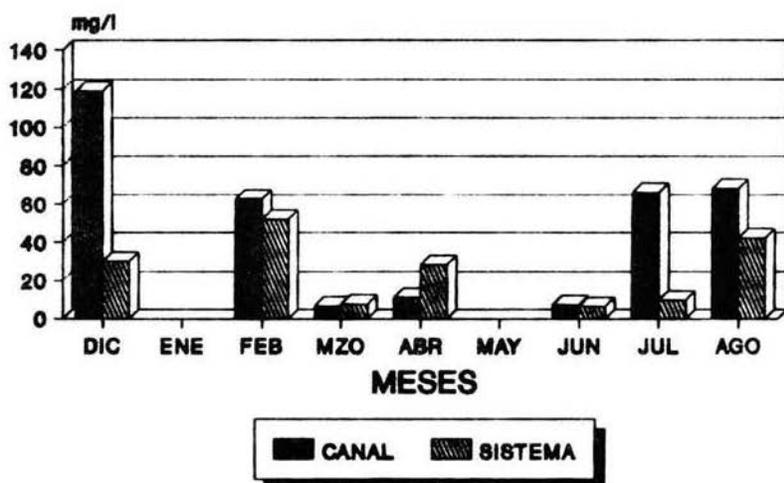
**GRAFICA 3**  
Variación del oxígeno  
en el tiempo.

pH



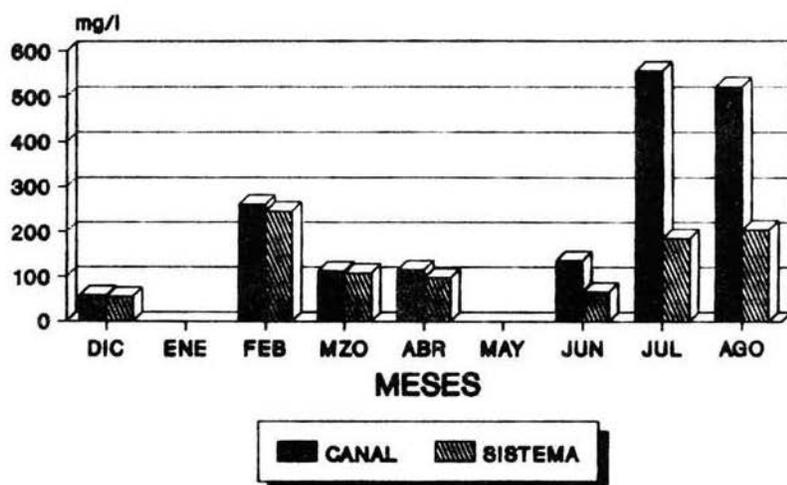
**GRAFICA 4**  
Variación de pH en el tiempo.

## BIOXIDO DE CARBONO



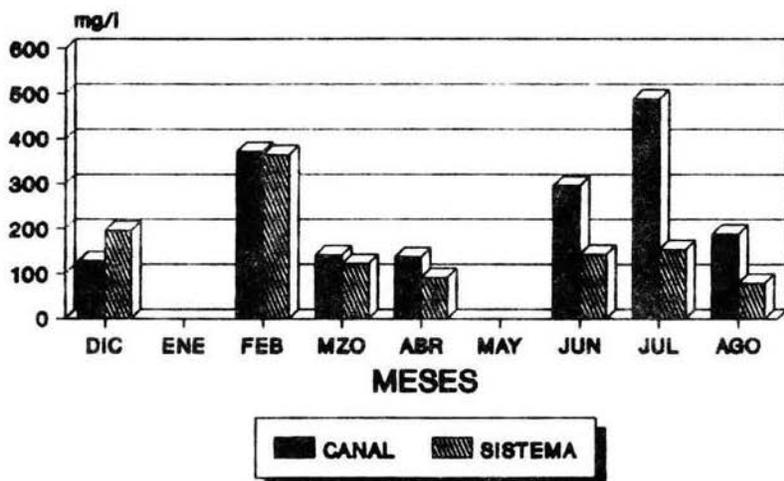
**GRAFICA 5**  
Variación del Bioxido de Carbono  
en el tiempo.

# ALCALINIDAD



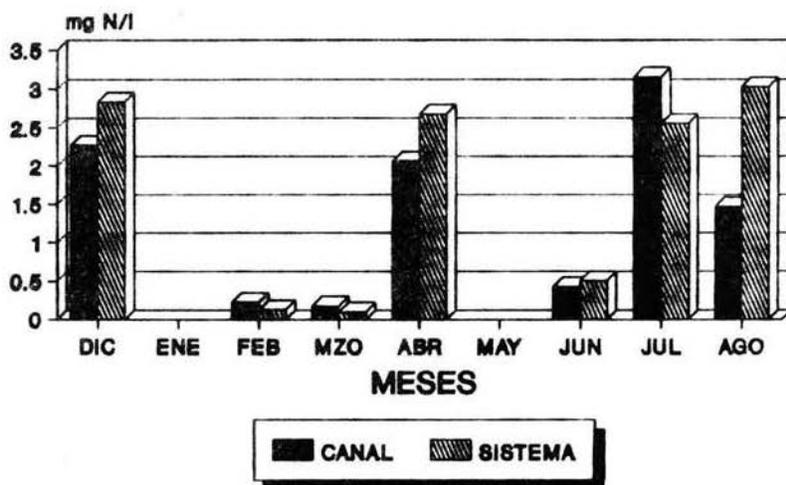
**GRAFICA 6**  
Variación de alcalinidad  
(Carbonato de Calcio) en el tiempo.

# DUREZA



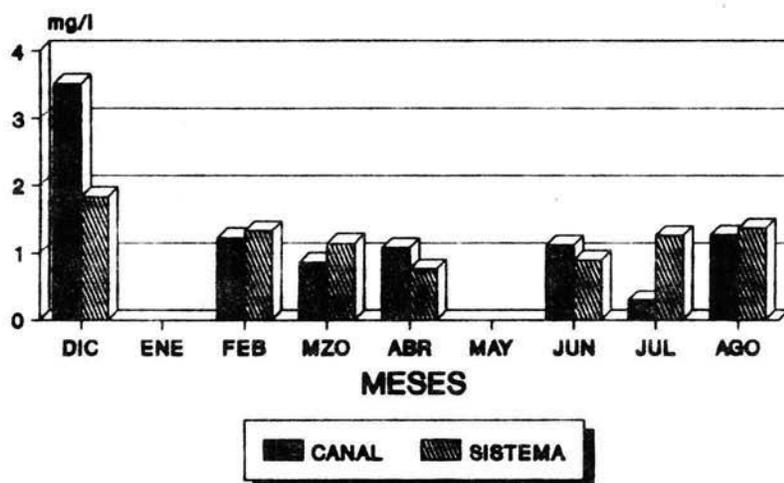
**GRAFICA 7**  
Variación de la dureza  
(Carbonato de Calcio) en el tiempo.

# NITRATOS



**GRAFICA 8**  
Variación de la concentración  
de nitratos en el tiempo.

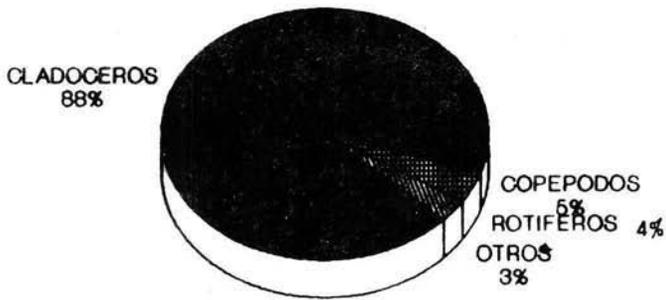
## ORTOFOSFATOS



**GRAFICA 9**  
Variación en la concentración  
de ortofosfatos en el tiempo.

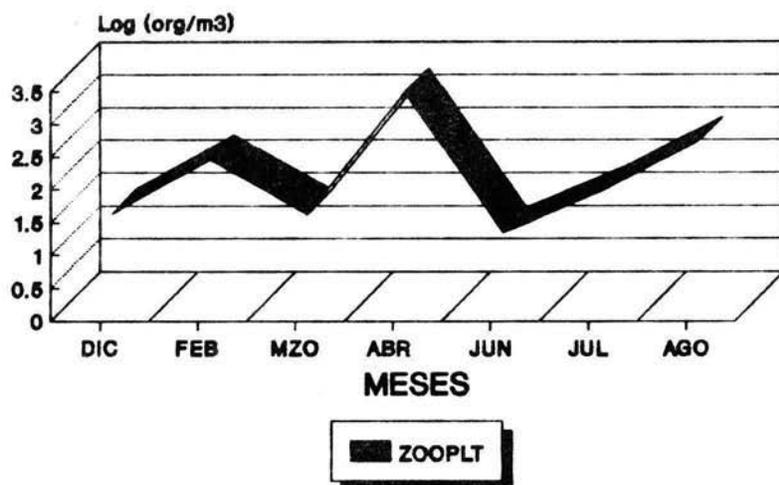
# ZOOPLANCTON

## DENSIDAD RELATIVA



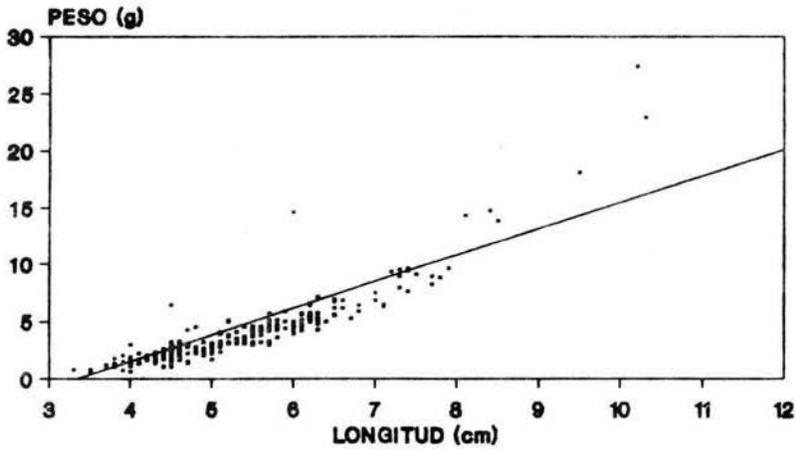
**GRAFICA 10**  
Densidad relativa del zooplancton.

# ZOOPLANCTON



**GRAFICA 11**  
Variación de la densidad del zooplancton  
en el tiempo.

## RELACION PESO - LONGITUD



**GRAFICA 12**

Relación Peso Total Longitud Patrón  
de carpa herbívora en San Luis Tlax.

## FACTOR DE CONDICION

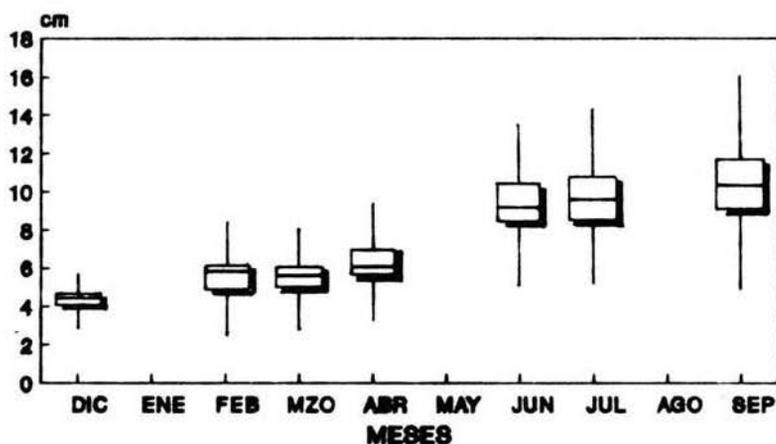
*Ctenopharyngodon idella*



**GRAFICA 13**  
Variación del Factor de Condición  
de *C. idella* en el tiempo.

# LONGITUD

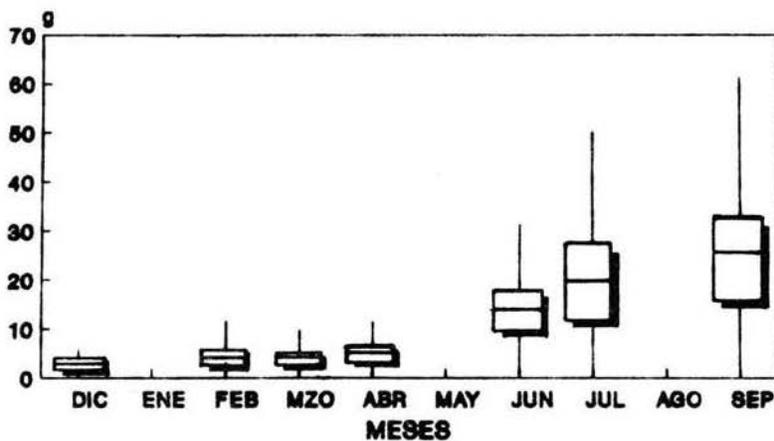
## *Ctenopharyngodon idella*



**GRAFICA 14**  
Variación en el tiempo de Longitud  
Patrón de *C. idella* en San Luis Tlax.

# PESO

*Ctenopharyngodon idella*



**GRAFICA 15**  
Variación en el tiempo del Peso  
de *C. idella* en San Luis Tlax.

	CLAD	COPEP	ROT	NAU	HUEV	LARV INS	NINF INS	BIV	LARV PEZ
<b>CANAL</b>									
DIC	52	0	0	0	0	9	0	9	0
FEB	1045	60	5	5	105	5	0	0	0
MZO	60	45	0	0	5	0	0	0	0
ABR	34175	370	7	0	0	750	0	0	0
JUN	0	255	0	0	0	0	0	0	0
JUL	70	15	0	0	5	20	5	0	0
AGO	0	1105	0	0	0	0	0	15	0
<b>SISTEMA</b>									
DIC	388	15	0	0	5	0	0	21	0
FEB	1178	48	333	4	458	24	0	0	0
MZO	24	2	352	0	6	0	1	0	0
ABR	10	2	2	0	16	6	4	12	0
JUN	0	2	0	0	0	0	0	2	0
JUL	10	2	944	0	0	12	0	0	0
AGO	4942	202	2	0	2	10	0	12	2

**TABLA I.**

Densidad absoluta, de organismos zooplanctónicos (org/m<sup>3</sup>) en el canal y el sistema de San Luis durante el periodo de cultivo.

MESES	DIAS ACUM	LP (cm)	W (g)	a	FC	b	TASA CRECIMIENTO	
							L (cm/d)	P (g/d)
DIC	0	4.39	1.85	.0241	2.41	2.89		
FEB	63	5.86	5.61	.0353	3.53	2.79	.093	.09
MZO	87	5.68	4.57	.0566	5.66	2.47	.237	.19
ABR	115	6.47	6.79	.0281	2.81	2.86	.231	.24
JUN	177	9.47	15.93	.0283	2.83	2.77	.153	.26
JUL	219	9.83	21.99	.0199	1.99	3.01	.234	.52
SEP	265	10.41	26.13	.0342	3.42	2.80	.226	.57
GLOB	265	10.41	26.13	.0282	2.82	2.85	.023	.10

**TABLA II.** Datos de Longitud Patrón, Peso, Ordenada al origen, Factor de Condición, Pendiente, Tasa de Crecimiento Diario en Longitud y Peso de *Ctenopharyngodon idella* durante 265 días de cultivo.

	CRECIMIENTO	
	Relativo (%)	Absoluto (/día)
L (cm)	137.13	0.02
P (g)	1312.43	0.09

**TABLA III.** Crecimiento Relativo y Absoluto en Longitud y Peso al finalizar el periodo de cultivo.

	INICIAL	FINAL
PESO / ORG (g)	1.85	26.13
BIOMASA TOTAL	1269.10	17925.18
gr / m <sup>2</sup> / 265 días	16656.08	
RENDIMIENTO BIOLÓGICO kg / ha / año	2676.94	

**TABLA IV.** Biomasa registrada al inicio y final del cultivo utilizada para obtener el Rendimiento Biológico en kg/ha/año.