

62  
24-



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

CAMPUS IZTACALA

“Crecimiento de la carpa herbívora  
(Ctenopharyngodon idella Val.) cultivada en dos  
estanques rurales de Soyaniquilpan, Estado de  
México.”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

YEINI LÓPEZ CASTILLO

ASESORA: DRA. NORMA A. NAVARRETE SALGADO

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MEXICO.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2668 A2



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.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Producción de Peces de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Iztacala; bajo la asesoría de la Doctora Norma A. Navarrete Salgado, con el apoyo de FUNDACIÓN UNAM.

Mi gratitud y reconocimiento a la Dra. Norma A. Navarrete Salgado, por el exhaustivo apoyo que me ha brindado al impulsar mi superación profesional y personal.

... al igual que los marinos en altamar,  
contamos con una estrella que nos guía.  
y siguiendola podemos llegar a nuestro  
destino...

Carl Schurz

La paternidad de un trabajo no siempre refleja en todas sus dimensiones a aquellos que desempeñaron un importante papel en su realización, pero hay que reconocer que son tantos los que participan; profesores, amigos y compañeros; que sería imposible nombrarlos a todos; sin embargo, quiero expresar formalmente mi sincero agradecimiento al Biol. Guillermo Elías Fernández, por brindarme su apoyo, crítica justa y sobre todo por compartir conmigo su filosofía.

A Angel y a Marco, a Gilberto y a Magy, por el apoyo que me facilitó la realización de este trabajo; gracias por brindarme su amistad.

Gracias a los maestros Jorge Gersenowies y Raúl Gallardo por la importante ayuda que me brindaron con los detalles estadísticos de este trabajo.

Finalmente mi mas sincero reconocimiento a la gran ayuda y orientación brindada por la M. en C. Regina Sánchez Merino, por los Biólogos Alba Márquez Espinosa, José Antonio Martínez Pérez y Mario A. Fernández Araiza, revisores del texto original; gracias por sus correcciones y comentarios que significaron el enriquecimiento de este trabajo.

DEDICO ESTE TRABAJO Y EL ESFUERZO QUE REQUIRIÓ A LAS  
PERSONAS QUE ME HAN ALENTADO DESDE EL PRINCIPIO DE MIS DIAS,  
QUIENES CON SU EJEMPLO Y DEDICACIÓN ME DIERON EL IMPULSO Y EL  
DESEO DE VIVIR PRODUCTIVAMENTE.

A MIS PADRES: JAVIER Y MARGARITA  
POR TODO LO QUE SOY GRACIAS.

A MI ABUELITA  
CON TODO MI RESPETO Y ADMIRACIÓN.

A MI MAMÁ MATY  
GRACIAS POR LLENAR MI VIDA DE ALEGRIA.

A MI TÍO LALO  
CON TODO MI CARÍÑO.

A MIS HERMANAS MAGO, LUISA Y GISSEL  
POR SABER SER AMIGAS Y COMPLICES.

A GIL  
POR BRINDARME SU AMISTAD A PESAR DE TODO,  
POR LOS FAVORES QUE LE DEBO Y JAMÁS PODRÉ PAGARLE.

A TODA MI FAMILIA

... el hogar está donde el corazón ríe sin timidez  
y las lágrimas del alma no secan por sí solas...

Varon Blake

# Í N D I C E

---

---

|   |    |
|---|----|
| RESUMEN .....   | 7  |
| INTRODUCCIÓN .....  | 8  |
| OBJETIVOS .....   | 11 |
| CALSIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN GENERAL<br>DE LA CARPA HERBÍVORA ..... | 12 |
| ANTECEDENTES .....  | 15 |
| ÁREA DE ESTUDIO .....   | 19 |
| METODOLOGÍA .....   | 20 |
| RESULTADOS .....  | 24 |
| DISCUSIÓN .....   | 28 |
| CONCLUSIONES .....  | 36 |
| BIBLIOGRAFÍA .....  | 38 |
| GRAFICAS Y TABLAS .....   | 46 |
| APÉNDICE I .....  | 60 |
| APÉNDICE II .....   | 61 |

## R E S U M E N

---

---

Este trabajo pretende analizar el crecimiento de la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella Val.) cultivada en dos estanques rurales del Estado de México denominados GL y JC, determinar los factores que se relacionan con su crecimiento, evaluar los parámetros ambientales más importantes para la piscicultura y establecer cual de ellos determina el comportamiento de los parámetros en dichos estanques. Para ello, mensualmente de noviembre de 1995 a mayo de 1997 se evaluaron los parámetros físicos (Profundidad, Transparencia y Temperatura), químicos (Oxígeno, Alcalinidad, Dureza, Conductividad y pH) y biológicos (Volumen de Zoobentos y Zooplancton), incluyendo la determinación del crecimiento en longitud y peso de las carpas.

El comportamiento de los parámetros ambientales fue fluctuante durante el periodo de cultivo, sin embargo, en general se mantuvo dentro de los rangos reportados como adecuados para el cultivo de la especie.

Por la baja profundidad de ambos estanques los factores identificados como determinantes en la dinámica general fueron la temperatura y los relacionados con los solutos suspendidos.

El mayor crecimiento se presentó en el estanque GL que contó con la mayor disponibilidad de algas filamentosas, del género Scytonema sp. y de plantas acuáticas, a pesar de haber sido el de mayor complejidad por presentar mayores fluctuaciones.

En el estanque GL el crecimiento se relacionó con la disponibilidad de alimento y en el JC con el espacio disponible para el desarrollo de los peces, entre otros parámetros.



## INTRODUCCIÓN

---

El inicio del aprovechamiento de los peces comestibles es incierto, sin embargo, el beneficio que representa actualmente esta práctica para la humanidad es innegable, debido a la situación en que se encuentra la necesidad alimenticia mundial que exige un gran esfuerzo por parte de todos los campos encaminados a la producción de alimentos al objetivo de poder satisfacer las crecientes necesidades de la población, en nutrientes de alta calidad (Stefens, 1987) a costos accesibles.

Lamentablemente, las pesquerías marítimas han demostrado en los últimos años que no se les puede considerar una opción para resolver este problema; en cambio, las pesquerías del interior, y en particular la producción de peces en estanques rústicos o también llamados estanques rurales, ofrecen una serie de posibilidades ostensiblemente mayores (Stefens, op. cit.).

Una de las ventajas mas importantes del cultivo en estanques consiste en permitir revalorizar terrenos que de otra forma continuarían siendo subexplotados (Huet, 1983), al emplearse únicamente como contenedores de agua (Rosas, 1976), dejando de lado la posibilidad de utilizarlos como fuente alimenticia. A este respecto Navarrete y Sánchez (1988) mencionan que al cultivar un estanque de  $\frac{1}{4}$  de hectárea con carpa común (Cyprinus carpio), una familia de ocho integrantes puede satisfacer sus necesidades alimenticias por 62 días.

Considerando estos resultados, y muchos otros que respaldan la importancia del cultivo de peces comestibles en estanques rurales como fuente alimenticia, se han desarrollado diversas investigaciones encaminadas a obtener el máximo aprovechamiento de dichos cuerpos de agua utilizando el mínimo aporte económico.

Gracias a estos estudios se ha logrado establecer que la producción piscícola de los estanques está íntimamente relacionada con los requerimientos ambientales de la especie que se cultiva, pues existen algunas cuya biología exige el uso de condiciones muy especiales para lograr desarrollar altas producciones, afortunadamente otras especies, tanto introducidas como autóctonas, permiten el aprovechamiento de cuerpos de agua en condiciones ambientales tan poco específicas como las de un estanque rural, obteniendo considerables producciones.

Uno de los grupos de peces comestibles con esta característica es el de las carpas chinas, bajo este nombre se agrupan un conjunto de peces de muy diversos hábitos alimenticios, que además resultan tener un importante papel en los sistemas de policultivo al aprovechar la gran mayoría de nichos existentes en un estanque (Juárez y Palomo, 1988).

La carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella Val.) pertenece a este importante grupo y es considerado un pez de alto valor en la piscicultura por tener gran aceptabilidad al encierro, ser de crecimiento rápido y poseer un alto índice de conversión alimenticia (Rosas, 1982).

Esta especie soporta aguas poco profundas de mala calidad, lográndose desarrollar en forma adecuada en medios lénticos, con regular cantidad de oxígeno disuelto, con un óptimo que va de 6 a 8 mg/L. Se adapta perfectamente a aguas ligeramente alcalinas con valores de los 37 a los 60 mgCaCO<sub>3</sub>/L (Bardach et. al., 1990 y Teichert y Phelps, 1989), con un intervalo de pH de 6.5 a 8.9 en estanques con temperaturas de 4 a 36 °C, siendo el óptimo de 22 °C (Rosas, 1982).

A pesar de ser un pez muy resistente a cuerpos de agua con grandes fluctuaciones, actualmente para la mayoría de los factores ambientales se encuentra reportado el efecto que tienen condiciones

extremas en el desarrollo de estas carpas, ya que si se presentan pueden provocar modificaciones en su metabolismo que repercuten directamente en la producción.

Por ejemplo, para la alcalinidad se ha reportado que valores por encima de los óptimos resultan ser perjudiciales para las carpas, porque provocan incrustaciones calcáreas que dificultan el crecimiento (Huet, 1983). En cuanto al pH esta especie soporta un amplio intervalo, sin embargo, al aumentar drásticamente se puede presentar muerte súbita (Anónimo, 1982).

En cuanto a la dureza del agua, se menciona que al haber una modificación brusca de las sales disueltas se produce muerte masiva. Con respecto a la temperatura, de acuerdo con lo indicado por diversos autores, existe un rango óptimo definido por arriba o debajo del cual los peces dejan de alimentarse. Finalmente con respecto al oxígeno disuelto, cuando se presentan valores por encima de los adecuados se puede presentar una embolia gaseosa en el pez y por debajo, la asfixia (Arrignon, 1984 y Huet, 1983).

Por tal motivo, para poder desarrollar una metodología encaminada a optimizar el cultivo de carpas herbívoras considerando las condiciones naturales que se presentan en los estanques rurales, es necesario conocer primero el comportamiento de los cuerpos de agua y las relaciones que se encuentran directamente ligadas al crecimiento de los peces.

## O B J E T I V O S

---

- Describir el crecimiento de la carpa herbívora Ctenopharyngodon idella cultivada en dos estanques rurales.
- Determinar el comportamiento de los parámetros físicos, químicos y biológicos directamente relacionados con la piscicultura en ambos sistemas.
- Establecer los parámetros ambientales que determinaron el comportamiento general de los estanques.
- Determinar la influencia de los factores físicos, químicos y biológicos sobre el crecimiento de la carpa herbívora.

# **CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CARPA HERBÍVORA**

---

(Robins et. al., 1980, Lagler et. al., 1984 y Sublette et. al., 1990).

**Filo Chordata**

**Subfilo Vertebrata**

**Clase Osteichthyes**

**Subclase Actinopterygii**

**Orden Cypriniformes**

**Suborden Cyprinoidei**

**Familia Cyprinidae**

**Género Ctenopharyngodon**

**Especie Ctenopharyngodon idella Valenciennes, 1844**

Nombres comunes utilizados para la especie:

Carpa herbívora, Carpa capim y Amura blanca.

Origen: Ctenopharyngodon idella se presenta de forma natural en China Oriental y en la antigua Unión Soviética; donde vive en lagos, estanques, ríos y en cuerpos de agua someros con vegetación

abundante. Presenta alta adaptabilidad a diferentes tipos de hábitat lo que ha propiciado su introducción para el cultivo en diferentes regiones del mundo, además de su uso como controlador de malezas acuáticas.

Diagnóstico: La carpa herbívora se parece a Cyprinus carpio, pero difiere por tener aletas dorsales más cortas, carentes de espina aserrada, por tener una boca terminal sin barbillas nasales y por la presencia de dientes faríngeos en forma de peines.

Coloración: Gran parte de la cabeza es negra, la región dorsal va de color verde olivo a negro, su abdomen y las aletas pélvicas son blancas, el resto son oscuras. Sus escamas son cicloideas y presentan melanóforos lo que le imprime una apariencia de trama cruzada.

Morfología: Sus ojos son pequeños, la cabeza es ancha, redonda y ligeramente aplanada dorsoventralmente. La boca es ligeramente subterminal, extendida posteriormente hasta el punto situado justo después de las narinas

El cuerpo es fusiforme y significativamente comprimido. La longitud máxima total es de aproximadamente 1250 mm. La línea lateral es completa, un poco curvada anteriormente, con 36 a 42 escamas.

Las aletas dorsales tienen un contorno cuadrado, las pectorales y pélvicas son ovaladas y la anal es de forma triangular; las aletas pélvicas se originan debajo o justo posterior a la inserción dorsal. La aleta caudal es ancha y hendida con los bordes redondeados.

Tiene de 8 a 11 radios en la aleta dorsal, en la pectoral de 19 a 20, en la pélvica de 7 a 8, en la anal de 8 a 11 y en la caudal 18. Los primeros radios de las aletas dorsales, pectorales, pélvicas y de la anal son ligeramente duros y gruesos, pero no son espinas.

Diferenciación sexual: Las hembras son mas grandes que los machos y durante la época de reproducción presentan el abdomen y la cloaca hinchada con una coloración rojiza. Los machos durante este periodo presentan tubérculos nupciales en las aletas pectorales, dorsales y en el pedúnculo caudal.

Reproducción: La carpa herbívora es poligámica, se requieren de 2 a 3 machos por cada hembra debido a su alta fecundidad, 800 000 huevos en hembras de 760 mm de longitud. Estos peces son potadromos por lo que el desove solo ocurre en ríos y canales caudalosos a donde tiene que migrar durante la primavera; los huevos son semipelágicos y su desarrollo ocurre mientras son acarreados por la corriente a temperaturas de 17 a 30 °C.

Hábitos alimenticios: De acuerdo con sus hábitos alimenticios, y como su nombre común lo indica, esta especie es preferentemente herbívora, consume grandes cantidades de macrófitas, tanto acuáticas como terrestres y puede llegar a ingerir más de su peso corporal de vegetación al día (Arredondo y Juárez, 1986). No obstante, también se alimenta de algas grandes como, Mycrocystis sp. y de algas filamentosas; siempre y cuando se encuentren en altas densidades, se ha observado que cuando son escasas las fuentes de alimento la carpa puede llegar a consumir larvas de insectos e incluso peces pequeños; por tal motivo se les ha llegado a clasificar como una especie omnívora facultativa, extremadamente voraz.

## ANTECEDENTES

---

La carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella) se introdujo en México en el año de 1965 y se cultivó por primera vez hasta 1971, y rápidamente se amplió su distribución, principalmente en la Meseta Central (Arredondo y Juárez, 1986).

Rosas (1976) realizó un experimento sobre el crecimiento de Ctenopharyngodon idella, alimentada con algas filamentosas de producción natural en un jagüey del Estado de México.

Franco (1981) analizó el crecimiento y el factor de condición de la carpa herbívora en un embalse temporal en el Estado de México y su relación con los parámetros ambientales.

Garduño (1983) analizó el factor de condición en un cultivo intensivo de Ctenopharyngodon idella en jaulas flotantes en condiciones semicontroladas en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán.

Villagomez (1984) y Medrano (1984) desarrollaron una dieta a base de Lemna minor (lenteja de agua) en el cultivo de la carpa herbívora, utilizando densidades altas de siembra para optimizar la biotecnología de su cultivo.

Prinsloo y Schoonbee (1986) en África desarrollaron un policultivo de carpas chinas, con altas densidades de siembra utilizando cerdaza como fertilizante y alimento suplementario para incrementar la producción.



Lirski y Opuszynski (1988) en trabajos realizados en Polonia, determinaron que el efecto de las bajas temperaturas en la carpa herbívora depende de la edad, el tamaño y la adaptación termal previa.

Navarrete y Sánchez (1989) señalaron que el mejor crecimiento de Ctenopharyngodon idella lo obtuvieron en estanques con la mayor proliferación del alga Oscillatoria prolifica.

Yusoff y Ncnabb (1989) al implementar un policultivo en estanques de Malasia con fertilizante inorgánico, determinaron una relación directa entre la productividad primaria y la producción total de peces, no solo de las especies que basaban en los organismos planctónicos su alimentación, como Ctenopharyngodon idella; ya que el resto de especies empleadas en el policultivo se vieron beneficiadas.

Schroeder et. al. (1990) al realizar un policultivo de carpas chinas entre las que incluyeron a la carpa herbívora y usando diferentes tipos de fertilizante, lograron determinar que el 90% de la producción piscícola estaba dada por la productividad primaria.

Flores (1992) implementó un policultivo que incluía a Ctenopharyngodon idella, en estanques con fertilización inorgánica y alimento artificial, logrando obtener altos rendimientos de cosecha.

Iwata et. al. (1992) al desarrollar en China un policultivo de ciprínidos, encontraron que las excretas de la carpa herbívora juegan un papel importante en el cultivo, proveyendo directa o indirectamente de alimento a los otros peces cultivados.

Ávila y Peña (1993) y Parra Castillo (1994) determinaron que los parámetros ambientales evaluados en estanques ubicados en el

municipio de Soyaniquilpan, Estado de México; eran los adecuados para obtener altos rendimientos en el cultivo de carpa común y herbívora.

Milstein et. al. (1993) en Israel, determinaron que la fertilización diaria incrementa la producción algal que se ve reflejada considerablemente en el crecimiento de los peces, incluyendo a la carpa herbívora.

Cortés (1993), realizó un cultivo experimental de carpa herbívora en un canal del Sistema de Chinampas en Xochimilco logrando obtener rendimientos aceptables.

Latif et. al. (1993) al implementar un policultivo integrado en Bangladesh, que incluyó a la carpa herbívora y utilizando como único fertilizante los desechos de patos, encontraron que la técnica era viable en ese país desde el punto de vista económico.

Hagiwara y Mitsch (1994) señalan que al realizar un policultivo en China, la composición de especies fitoplanctónicas son uno de los factores determinantes en la producción piscícola, no solo de Ctenopharyngodon idella.

Zoccarato et. al. (1995) en Italia, utilizaron a la carpa herbívora para reciclar cerdaza, logrando obtener producciones elevadas con el uso de alimento suplementario.

Rivera (1996) al realizar un estudio de factibilidad del cultivo de carpas chinas en Querétaro, encontró que de realizarse el proyecto, se obtendrían resultados importantes para la economía de la región.

Ocampo (1996) determinó la diversidad zooplanctónica de un estanque de cultivo de carpas en el Estado de México; por considerarlos

pilares de la cadena trófica ya que constituyen la dieta de los peces cultivados al menos en alguna etapa de su desarrollo.

López et. al. (1996) y Santoyo et. al. (1997) realizaron investigaciones previas en los estanques utilizados en el presente estudio, con respecto al uso de fertilizante inorgánico y una evaluación económica y biológica del cultivo de carpa herbívora y común.

López (1997), en trabajos colaterales realizó una comparación del crecimiento de la carpa herbívora con relación a los grupos algales dominantes.

## ÁREA DE ESTUDIO

---

El presente trabajo se desarrolló en los estanques propiedad de los señores Guillermo Lagunes y Jesús Cruz, para ser identificados en este trabajo se les denominó GL y JC; utilizando las iniciales de los propietarios; los estanque cuentan con una dimensión de 2000 y 3000 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Ambos estanques se encuentran cercanos al embalse "La Goleta", que está ubicada en el eje Neovolcánico y pertenece a la subcuenca del alto Pánuco, municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.

El embalse utilizado como referencia para la ubicación de los estanques de estudio, se encuentra situado entre las coordenadas geográficas de 20° 04' 00" y 20° 04' 15" de latitud Norte y 99° 33' 12" y 99° 31' 44" de longitud Oeste; a una altitud de 2 460 m.s.n.m. El suelo de la región es de tipo Vertisol y el uso que se le da es agrícola de temporal (INEGI, 1990).

El clima del lugar según Koppen, modificado por García (1988), es de tipo C(W<sub>2</sub>)<sub>w</sub>, que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura media anual de 12 a 14 °C y una precipitación anual de 700 a 800 mm.

## METODOLOGÍA

---

Se realizaron muestreos con una periodicidad mensual, de noviembre de 1995 a mayo de 1997, estableciéndose dos estaciones de muestreo en cada uno de los estanques de acuerdo con la metodología desarrollada por Elías y Navarrete (1987) en trabajos previos. En cada una de las estaciones se obtuvieron los siguientes parámetros:

### Parámetros físicos:

La temperatura del agua se registró con un termómetro digital de campo marca Elite, la transparencia se obtuvo mediante el empleo de un disco de Secchi y la profundidad se determinó con una sonda (Apha, 1995).

### Parámetros químicos:

El oxígeno disuelto se determinó con el método Winkler, modificación Azida, la alcalinidad mediante la titulación con ácido sulfúrico 0.02 N, el pH con un potenciómetro de campo Cole-Palmer y la conductividad con un conductímetro de campo Sprite. Para la determinación de la dureza del agua se empleó el método de titulación con EDTA 0.1 m (Apha, op. cit.).

### Parámetros Biológicos:

Plancton: Para obtener la muestra de zooplancton se realizó el filtrado de dos muestras de 100 L de agua correspondiente a los dos puntos opuestos de cada estanque (Margalef, 1983), con el empleo de una red cónica de plancton de 125  $\mu$  de abertura de malla; las muestras se fijaron con formalina al 4 % (Gaviño et. al., 1978).

Bentos: Para el análisis del zoobentos móvil las muestras se tomaron con una red de cuchara rectangular, los muestreos se realizaron de forma diferencial, el primero contempló todos los organismos excepto hemípteros y decápodos y en el segundo se obtuvieron únicamente hemípteros y decápodos, excluyendo todos los demás organismos. Para la evaluación del zoobentos sésil se utilizó una draga Petersen con un área de mordida de 235.5 cm<sup>2</sup>. Las muestras obtenidas fueron fijadas con formalina al 10 % (Apha, 1995).

Para determinar el volumen, tanto de zooplancton como de zoobentos, se utilizó el método de desplazamiento de volumen, propuesto por Fugetti y Fisher (1964).

Se sembraron crías de Ctenopharyngodon idella a razón de 2 000 org/Ha, en coexistencia con Cyprinus carpio (5 000 org/Ha) y Oreochromis aureus (1 000 org/Ha). El sistema fue fertilizado con superfosfato triple, de acuerdo con lo descrito por Arredondo (1993).

Para evaluar el crecimiento de las carpas herbívoras, estas se extrajeron mensualmente con un chinchorro charalero de 30 m de longitud y 1.5 m de altura, con una abertura de malla de 8.0 mm. El número de organismos extraídos en cada estanque fue tal que el error estándar correspondiera, cuando mas al 14%, de 40 a 50 organismos por estanque, estimado de acuerdo a la fórmula propuesta por Yamane (1979):

$$TM = \frac{N}{(1+N(E))}$$

donde:

TM: Tamaño de la muestra.

N: Total de la población.

E: Error en % con coeficiente de confianza de 95%.

A los peces obtenidos se les tomó, de manera individual, la longitud patrón con un ictiómetro de campo graduado en mm y el peso promedio con una balanza digital Acculab.

Con los registros mensuales de longitud y peso se realizó la determinación de los valores de Crecimiento Relativo en Peso (CRP) y Longitud (CRL), basados en la fórmula propuesta por Phelps (1981):

$$\text{CRP (L)} = \frac{\text{Vf} - \text{Vi}}{\text{Vi}} \times 100$$

donde:

Vf: Peso o longitud promedio final, respectivamente.

Vi: Peso o longitud promedio inicial, respectivamente.

El Crecimiento Absoluto en Peso (CAP) y en Longitud (CAL), se obtuvo con la siguiente ecuación (Phelps, op. cit.):

$$\text{CAP (L)} = \frac{(\text{Vf} - \text{Vi})}{\# \text{ DC}}$$

donde:

# DC: Número de días de cultivo.

Los datos generados fueron graficados para analizar el comportamiento mensual de los parámetros evaluados a lo largo del periodo de muestreo.

Con el uso del paquete estadístico Statgraphics Ver 7.0 se realizó el Método de Componentes Principales (Pla, 1986), para la identificación del factor ambiental que determinó el comportamiento general de cada estanque.

Con la ayuda del paquete estadístico Statistica Ver. 3.11, se construyó un dendrograma (Crici y López, 1983) utilizando el Coeficiente de Correlación de Pearson (Downie y Heath, 1990). Para determinar el factor mas relacionado con el crecimiento de las carpas se analizó el Crecimiento Absoluto en Peso; por ser el parámetro de crecimiento mas relacionado con el rendimiento piscícola y por lo tanto el rendimiento económico de un estanque (Santoyo et. al., 1997).



## RESULTADOS

---

---

Al analizar el comportamiento de los parámetros evaluados a través de la gráfica correspondiente se lograron determinar los siguientes valores extremos durante el periodo de cultivo:

### Parámetros Físicos

La profundidad de ambos estanques fue fluctuante, en el GL (ver gráfica 1) tuvo un valor máximo de 0.74 m, en el mes de octubre de 1996 y como mínimo el de 0.18 m, en el mes de febrero del 97. En el estanque JC (ver gráfica 2), este parámetro también fue fluctuante, y el valor máximo fue de 0.82 m, en junio de 1996 y el mínimo de 0.23 m, en febrero del mismo año.

La transparencia presentó un valor máximo en el GL (gráfica 1), de 0.23 m, en el mes de diciembre del 95 y de 0.28 m en el JC (gráfica 2), durante el mes de marzo del 96; el valor mínimo fue de 0.06 (gráfica 1) y 0.08 m (gráfica 2) en el GL y JC, respectivamente; durante el mes de febrero del 97.

La temperatura del estanque GL (gráfica 3) fluctuó de 23 °C, valor máximo que se presentó en junio y septiembre del 96, a 9.35 °C que se presentó como valor mínimo en enero del 97. Los valores extremos de este parámetro en el estanque JC (gráfica 4) se presentaron durante los mismos meses; teniendo como valor máximo 23.8 °C y 10.4 °C como mínimo.

## Parámetros Químicos.

En el estanque GL (gráfica 3), los valores máximos de oxígeno se presentaron en abril de 1996 y enero del 97, con un valor de 9.24 mg/L y el mínimo en agosto del 96 con 5.57 mg/L. En el JC (gráfica 4) el máximo fue en octubre del 96 con 11.2 mg/L y el mínimo en agosto del mismo año con 5.46 mg/L.

En el estanque GL (gráfica 5) el valor máximo de pH fue de 8.8 en abril del 96 y el mínimo de 6.95 en enero y diciembre del mismo año. Para el estanque JC (gráfica 6) los valores fluctuaron de 9.0, en noviembre del 95 a 7.1 en diciembre del 96.

El GL (gráfica 5) presentó un valor máximo de conductividad de 200  $\mu$ mhos en febrero de 1997 y un mínimo de 99  $\mu$ mhos en noviembre de 1995. Durante el mismo mes en que se presentó el valor máximo de conductividad en el estanque GL se presentó el máximo en el JC (gráfica 6), y fue de 187.5  $\mu$ mhos; el valor mínimo se presentó en octubre del 96 con 128  $\mu$ mhos.

El valor máximo de dureza en el GL (gráfica 7) fue de 104.5 mgCaCO<sub>3</sub>/L en diciembre del 95 y el mínimo de 61.6 mgCaCO<sub>3</sub>/L en noviembre del 96. Para el JC (gráfica 8) la fluctuación de los valores fue de 118.8 mgCaCO<sub>3</sub>/L en febrero del 96 a 64.9 mgCaCO<sub>3</sub>/L en diciembre del mismo año.

El estanque GL (gráfica 7) presentó el valor máximo de alcalinidad en mayo del 96 con 56.5 mgCaCO<sub>3</sub>/L y el mínimo en febrero del mismo año con 28.5 mgCaCO<sub>3</sub>/L. En el JC (gráfica 8) el valor máximo fue de 52.5 mgCaCO<sub>3</sub>/L en noviembre del 95 y el mínimo en febrero del 96 con 28.5 mgCaCO<sub>3</sub>/L.

## Parámetros Biológicos.

El mayor volumen de zoobentos presentado por el estanque GL (gráfica 9) fue de 25.69 ml/m<sup>2</sup>, en febrero del 96 y el mínimo de 0.47 ml/m<sup>2</sup>, en junio del mismo año. Para el JC (gráfica 10) el valor máximo fue de 14.21 ml/m<sup>2</sup> en marzo del 97 y un mínimo de 0.15 ml/m<sup>2</sup> en julio del 96.

El estanque GL (gráfica 11) presentó un valor máximo de zooplancton de 8.7 ml/100L, en enero de 1997 y el mínimo fue de 1.0 ml/100L, en mayo del mismo año. Para el JC (gráfica 12) los valores extremos se presentaron en enero del 97 con 6.1 ml/100L, como máximo, y en diciembre del 95 y agosto del 96 con 0.15 como mínimo.

En el estanque GL (gráfica 13) el crecimiento relativo en peso de la carpa herbívora total fue de 4 951% y en longitud de 512.2%, para el JC (gráfica 14) los valores obtenidos fueron de 4 246% y 389.5%; respectivamente. El crecimiento absoluto tanto en peso como en longitud, fue de 0.295 gr/día y 0.031 cm/día, para el GL (gráfica 15) y de 0.201 gr/día y 0.023 cm/día para el JC (gráfica 16), respectivamente.

El análisis del comportamiento del CAP se realizó de forma periódica utilizando el promedio trimestral establecido por las fluctuaciones estacionales de la profundidad en ambos estanques, como mas adelante se explica. En el GL (gráfica 17) fue de 0.0117 gr/día para el periodo 1, de 0.0215 gr/día para el 2, de 0.1364 gr/día para el 3, de 0.3244 gr/día para el 4, de 0.4327 gr/día para el 5 y de 0.8774 gr/día para el 6. En el estanque JC (gráfica 18) los valores fueron de 0.0192, 0.0688, 0.2188, 0.1319, 0.2279 y 0.5905 gr/día; respectivamente.

De acuerdo con el criterio utilizado para seleccionar el número de componentes principales mas importantes, en el estanque GL (ver tabla I) los tres primeros componentes explican un 80.02% de la varianza total; el

primer componente aporta un 37.65%, el segundo 28.25% y el tercero 14.12%. En el estanque JC (ver tabla I) el primer componente explica un 93.01% de la varianza total.

En el estanque GL (ver tabla II y gráfica 19) la temperatura es el factor que tiene el mayor valor de variación original (0.8683), el segundo es la dureza (0.8047) y el tercero la conductividad (0.6906). Para el JC (ver tabla II y gráfica 20) el primer componente señala a la alcalinidad (0.9962) como el factor más relacionado con la variación del estanque. El valor tan elevado del primer componente, enmascaró la importancia del resto de factores, sin embargo, al analizar la gráfica de los componentes principales (gráfica 20) y de acuerdo con lo propuesto por el criterio de selección utilizado, la temperatura (0.7377) y la dureza (0.6918), fueron incluidas en la discusión.

El análisis del dendrograma realizado para el estanque GL (gráfica 21) señaló que los factores más relacionados con el CAP fueron: la temperatura, el pH, el oxígeno, el volumen de bentos y plancton, la conductividad y la alcalinidad. Para el estanque JC (gráfica 22) fueron la profundidad, la alcalinidad, la transparencia, la temperatura y el pH.

## D I S C U S I Ó N

---

A pesar de la diferencia que existió entre el estanque GL y el JC ambos están clasificados, de acuerdo con el comportamiento de sus aguas, como: templados, alcalinos, turbios y con una concentración regular de oxígeno; en relación a su dureza van de suaves a moderadamente duros y de acuerdo a la alcalinidad son de agua blanda a medio dura (Rosas, 1982).

El comportamiento de la alcalinidad y del pH fue poco fluctuante durante el periodo de cultivo, y registró valores dentro del intervalo reportado como óptimo para el desarrollo de la carpa, de acuerdo a la señalado por Teichert y Phelps (1989) y por Rosas (1982), respectivamente. La temperatura y el oxígeno tuvieron una mayor fluctuación, sin embargo, ambos parámetros también estuvieron alrededor del óptimo reportado para la especie (Rosas, 1982; Dimitrov, 1984 y Aguilera et. al., 1988).

La profundidad fue el factor con mayor fluctuación y como ya se mencionó, en ambos estanques, presentó una tendencia cíclica trimestral que se caracterizó por un breve periodo de aumento seguido de un periodo de clara disminución; esto correspondió con las estaciones del año; tuvimos así que, el primer periodo correspondió al invierno, que incluyó de noviembre de 1995 a febrero del 96; el segundo a la primavera, de marzo a mayo; el tercero al verano, de junio a agosto; el cuarto al otoño, de septiembre a noviembre; el quinto al invierno de diciembre a febrero del 97 y el sexto y último periodo a la primavera, de marzo a mayo.

La disminución en el volumen del agua influyó en el comportamiento de otros factores como la conductividad, la dureza, y la alcalinidad. Durante el segundo periodo (primavera del 96), en ambos estanques, esta relación correspondió a un incremento en los parámetros mencionados conforme disminuye el volumen de agua; este comportamiento fue descrito por Sánchez y Navarrete (1987) y Arredondo y García (1982), quienes señalan que al disminuir el volumen de agua en un estanque se propicia un incremento en la concentración de solutos que facilitan el paso de corrientes eléctricas (Novotny y Olem, 1994); que da como resultado el incremento en la dureza, alcalinidad y conductividad. De acuerdo con esta tendencia al incrementarse el volumen de agua los solutos se diluyen y la alcalinidad, dureza y conductividad deben disminuir, comportamiento que se presentó durante el periodo 6.

Durante los periodos 1 (invierno del 95), 3 (verano del 96), 4 (otoño del 96) y 5 (invierno del mismo año), la alcalinidad no se comportó de esta manera, ya que al disminuir el volumen del agua la alcalinidad también tiende a disminuir; este fenómeno, de acuerdo con Arredondo (1986), puede ser la consecuencia del aumento en la acidez ocasionada por la descomposición de la materia orgánica acumulada, que emplea los carbonatos para neutralizar los ácidos generados, y tratar de mantener un pH mas estable, teniendo como consecuencia un decremento en los valores de alcalinidad (Pontius, 1990).

Como era de esperarse, la temperatura de los estanques estuvo influida por la época del año; así en invierno fue baja y durante la primavera y el verano se elevó considerablemente (Khalaf y McDonald, 1975). Este parámetro se relacionó, durante los dos primeros periodos en ambos estanques y durante el sexto en el GL, con la cantidad de oxígeno disuelto, ya que cuando la tendencia de la temperatura era a disminuir el oxígeno se incrementó de forma importante (Russell y Larena, 1990); sin embargo, durante el tercer y cuarto periodo en ambos estanques y el

quinto en el GL este fenómeno no se presentó, pues al disminuir la temperatura la cantidad de oxígeno disuelto también disminuye, este comportamiento pudo estar relacionado con el proceso de descomposición de la materia orgánica que emplea el oxígeno disuelto en el agua, resultando en su clara disminución (Novotny y Olem, 1994). Durante el quinto y sexto periodo en el estanque JC se observó lo contrario, al incrementarse la temperatura el oxígeno disuelto se incrementa; este fenómeno puede ser explicado si consideramos que al incrementarse la temperatura aumenta la actividad de las plantas que da como resultado el aumento en la producción de este gas (Tellez y Motte, 1982 y García, 1988).

En ambos estanques los parámetros que determinaron en mayor proporción el comportamiento general fueron similares, uno de ellos fue la temperatura, al ser los estanques de baja profundidad, el incremento en este factor pudo afectar en gran medida los procesos de descomposición de la gran cantidad de materia orgánica aportada a los estanques por los vegetales e incluso la acumulada por las heces de las carpas (Iwata et. al. 1992), esto se ve reflejado en la dinámica de los solutos suspendidos; como la alcalinidad, la dureza y la conductividad (Arredondo, 1986) que también resultaron ser importantes para el comportamiento general del sistema porque sus fluctuaciones modificaron de forma importante en el resto de los parámetros.

Prácticamente durante todo el periodo de cultivo el estanque GL presentó un mayor volumen de zooplancton y zoobentos, además de que su disminución no fue tan drástica como en el JC, esta mayor proliferación de organismos pudo ser influenciada por la mayor concentración de nutrientes y por la mayor cantidad de vegetación acuática que se reporta como adecuada para la formación de microhábitats que hacen posible el mayor desarrollo de estos organismos (López et. al., 1996 y Orbe, 1994).

El mayor crecimiento relativo y absoluto final, tanto en longitud como en peso, se presentó en el estanque GL, a pesar de que tuvo una mayor variación en sus parámetros (Lara,1998) esta diferencia con respecto al estanque JC, sistema con mayor estabilidad; pudo ser influenciada por diversos factores, uno de ellos, de acuerdo con Eckert et. al. (1994), fue propiciada porque mayor variación en la temperatura estimula mas el crecimiento de los peces que temperaturas con mayor estabilidad. Aunado a este factor se encontró, en estudios colaterales (Ver apéndice I), que en el estanque GL se presentó una gran proliferación del alga filamentosa Scytonema sp. que según Sublette et. al. (1990) resulta ser una fuente importante de alimento cuando se presenta en grandes cantidades.

En el JC las carpas contaron con condiciones ambientales mas estables, sin embargo, la cantidad de algas fue menor, e incluso llegó a ser prácticamente nula durante algunos meses. Esta diferencia en crecimientos concuerda con lo reportado por diversos autores, entre ellos Hagiwara y Mitsch (1994) en trabajos realizados en China, Schoeder et. al. (1990) en Estados Unidos y por Navarrete y Sánchez (1989) en México; donde mencionan que una alta disponibilidad de una especie algal puede representar un factor determinante para el crecimiento de las carpas herbívoras.

Otro recurso alimenticio que pudo propiciar la diferencia en el crecimiento de los peces fue la vegetación ya que se observa la presencia de un mayor número de especies de plantas acuáticas en el GL y en el JC el predominio de especies semiacuáticas y terrestres; que de acuerdo con Hajra et. al. (1987) su digestibilidad declina significativamente con respecto al de las plantas acuáticas, pero, por la baja disponibilidad de algas los peces del JC pudieron considerarlas como una importante opción alimenticia al incluir especies consumidas por la carpa herbívora, como Cyperus sp. y Juncus sp. (Sublette et. al., 1990).



En cuanto al análisis del comportamiento del Crecimiento Absoluto en Peso (CAP) por periodo, observamos que durante el primero se obtuvieron valores muy bajos en ambos estanques; esto pudo deberse a que se presentaron temperaturas menores de 14 °C, cuando se reporta que las carpas herbívoras dejan de alimentarse (Shimerman et. al., 1978). En el segundo y tercer periodo se presentó en ambos un ligero incremento, que correspondió con un incremento en la temperatura y en el volumen de zooplancton, además de que en general el resto de parámetros, no presentaron valores estresantes para las carpas (Navarrete y Sánchez, 1989).

En el GL el CAP durante los tres primeros periodos fue menor al del JC a pesar de la mayor disponibilidad de alimento, una de las posibles causas la podemos encontrar en la relación que existe entre la temperatura y el comportamiento de los peces (Huet, 1983) que puede determinar en gran medida el periodo de alimentación de las carpas en cada estanque (Chen et. al., 1993), cortos en el GL y prolongados en el JC, como mas adelante se explica.

Al llegar el tercer periodo (verano) por el aumento en la temperatura el tiempo de alimentación se incrementó en el GL y la gran disponibilidad de algas filamentosas y plantas sumergidas pudo ser aprovechada por las carpas (López, 1997), esto se ve reflejado directamente a partir del cuarto periodo cuando su crecimiento en peso supera al obtenido en el otro estanque; y de acuerdo con lo que reporta Huet (1983), al contar con un mayor peso las carpas logran soportar mejor la disminución en la temperatura y continuar alimentándose por mayores periodos a pesar de la llegada del invierno.

Era de esperarse, que en ambos estanques los parámetros identificados como determinantes en el comportamiento general de cada

estanque se relacionaran también con el crecimiento de los peces, debido principalmente a su mayor fluctuación; en este caso correspondieron a los parámetros ligados a las fluctuaciones en la profundidad mas que con ella misma porque al ser la carpa una especie altamente tolerante a cuerpos de agua someros, incluso con zonas expuestas (Shimerman et. al., 1978), la variación en la profundidad no les afecta tanto como la modificación drástica de los factores directamente relacionados, como la alcalinidad y la conductividad (Sánchez y Navarrete, 1987). Estos factores probablemente, también resultaron ser importantes, para el CAP, porque ayudaron a reducir la fluctuaciones drásticas en el pH debidas al incremento en la descomposición de la materia vegetal (Pontius,1990).

Es importante señalar que se esperaba que el estanque JC por tener una fluctuación menos marcada en la temperatura esta no afectara la ganancia de peso en las carpas, sin embargo, al ser de mayor tamaño este cuerpo de agua mantiene la temperatura por periodos de tiempo mas largos, influyendo de forma importante en el periodo de alimentación de los peces (Chen et. al., 1993); así durante el periodo cálido las carpas pudieron disponer de mas tiempo para alimentarse, sin embargo, al llegar el invierno la disminución en la temperatura fue gradual y de acuerdo con la respuesta fisiológica reportada, pudieron responder al cambio reduciendo su actividad para evitar la pérdida de calor (Eckert et. al., op. cit. y Lagler et. al., 1984); por lo tanto durante los meses cálidos los peces pudieron alimentarse por mayores periodos en el estanque JC a pesar de la menor cantidad y calidad de alimento disponible (Ver apéndice I y II). Mientras que en el estanque GL, al ser de menor profundidad, tuvo una mayor fluctuación la temperatura presentando periodos de alta temperatura a medio día, aún durante el invierno, y disminuyendo al atardecer. Este

comportamiento logro influir de forma diferente en el periodo de alimentación de los peces en este estanque (Chen et. al., 1993) que al contar con una mayor cantidad de alimento pudieron aprovechar las pocas horas de calor durante el día para alimentarse, ganar peso y tener así una menor pérdida de calor en la época invernal, comportamiento que es fácilmente observable en el incremento en peso aún durante el invierno (Eckert et. al., 1994).

La influencia del volumen de zooplancton y zoobentos en el crecimiento de las carpas del estanque GL se debe, probablemente a que por su alta densidad los peces pudieron aprovechar directamente este recurso para alimentarse; en cambio en el estanque JC la baja disponibilidad de estos organismos hizo que los peces tuvieran que recurrir a fuentes alternativas, como la vegetación circundante, para alimentarse (Hagiwara y Mitsch, 1994; Schoeder et. al., 1990; Navarrete y Sánchez, 1989 y Sublette et. al., 1990).

En el estanque GL el CAP también está relacionado con el oxígeno disuelto, a pesar de que este parámetro durante el día se encontró dentro de los límites adecuados para la carpa, durante la noche, y como consecuencia del comportamiento típico de los organismos fotosintéticos se pudo propiciar la disminución drástica del oxígeno del agua reduciéndolo a niveles estresantes para la especie, afortunadamente gracias a las condiciones del sistema, la difusión de este gas logró evitar condiciones mortales para los peces (Russell y Larena, 1990).

Si bien la carpa herbívora soporta adecuadamente estanques con baja transparencia, encontramos que este factor se relacionó con el CAP en el JC, debido probablemente porque una mayor transparencia puede propiciar que las carpas ubiquen con mayor facilidad fuentes

potenciales de alimento, por ejemplo las plantas circundantes del estanque (Lagler et. al. 1984).

Al tener una mayor estabilidad la profundidad del estanque JC, se esperaría que no fuera un factor directamente relacionado con el CAP, sin embargo, este comportamiento podría estar relacionado en mayor medida con la reducción del estrés generado por la disponibilidad de espacio para el crecimiento de los peces (Elías, 1994 y Laventer et. al., 1968).

## CONCLUSIONES

---

Ambos estanques están clasificados como templados, alcalinos, turbios, con regular concentración de oxígeno disuelto, de dureza suave a moderada y de alcalinidad blanda a medio dura.

A pesar de la presencia de algunos valores extremos de forma general, los factores ambientales de ambos estanques fueron, adecuados para el cultivo de la carpa herbívora.

Los parámetros que influyeron en mayor proporción sobre el comportamiento general de los estanques fueron la temperatura y los relacionados con los solutos suspendidos, la alcalinidad, la dureza y la conductividad; este comportamiento se debió en gran medida a la profundidad de los estanques que facilita que el incremento en la temperatura modifique los procesos de descomposición de la materia orgánica acumulada en los estanques, alterando drásticamente su dinámica.

El mayor crecimiento total, tanto en longitud como en peso, se presentó en el estanque GL, a pesar de la mayor complejidad en el sistema ocasionada por la mayor fluctuación de sus parámetros y la baja profundidad; sin embargo, la respuesta de los peces a las variaciones en la temperatura, pero sobre todo, la mayor disponibilidad de alimento con un alto grado de digestibilidad, resultó ser mas importante para el crecimiento que una mayor estabilidad ambiental.

La diferencia en la tendencia del comportamiento del crecimiento absoluto en peso por periodo en los dos estanques estuvo influida en gran medida por el mecanismo de respuesta de las carpas a las fluctuaciones de la temperatura; diarias y drásticas en el GL y estacionales y

moderadas en el JC; que influyeron en el periodo potencial de alimentación de las carpas.

En ambos estanques los parámetros identificados como determinantes en la dinámica de cada estanque también estuvieron directamente relacionados con el crecimiento absoluto en peso de las carpas, porque de forma general fueron los que presentaron mayor influencia sobre el sistema.

En el estanque GL el CAP se relacionó con el volumen de zooplancton y el zoobentos porque al presentarse en grandes cantidades los peces pudieron aprovechar directamente este recurso para alimentarse, a diferencia de los peces del JC que al contar con volúmenes bajos de este recurso tuvieron que recurrir a fuentes alternativas de alimento, por ejemplo la vegetación circundante que incluyó especies reportadas como aceptadas por la carpa.

Como consecuencia de una mayor proliferación de organismos fotosintéticos dependientes del oxígeno disuelto en el estanque GL, la cantidad de este factor en el agua resultó ser importante para el CAP por la modificación que causaron estos organismos en su dinámica diaria.

En el estanque JC la profundidad y la transparencia resultaron estar relacionados con el CAP de las carpas, a pesar de haber tenido una mayor estabilidad, porque propiciaron un mayor espacio para su desarrollo reduciendo el estrés producido por el hacinamiento y porque facilitaron la ubicación del alimento potencial.

## BIBLIOGRAFÍA

---

---

- Aguilera, P., E. Zarza y R. Sánchez. 1988. La Carpa y su Cultivo. FONDEPESCA. 46 pp.
- Anónimo. 1982. Manual Técnico para el Cultivo de Carpa. Secretaría de Pesca. México.
- Apha, A. Y W. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Editada por Eaton, D.A., S.L. Clesceri y E.A. Greenberg. Washington, D.C. U.S.A.
- Arredondo, F.J.L. 1986. Acuicultura extensiva en estanques y pequeños embalses en México. SEPESCA. Dirección General de Acuicultura. Pachuca, Hidalgo. México.
- Arredondo, F.J.L. 1993. Fertilización y Fertilizantes. Su Uso y Manejo en la Acuicultura. UAM Iztapalapa. México. 202 pp.
- Arredondo, F. y C. García. 1982. La conducta fisicoquímica y el rendimiento pesquero de un estanque temporal tropical, utilizado para la piscicultura extensiva en el Estado de Morelos, México. Rev. Lat. Acui. México 12:1-28.
- Arredondo, F.J.L. y J.R.P. Juárez. 1986. Ciprinicultura. Manual para el Cultivo de Carpas. Secretaría de Pesca. Dirección General de Acuicultura. México. 121 pp.
- Arrignon, J. 1984. Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda Edición. Madrid, España. 390 pp.
- Ávila, F. R. y Peña, P.J. 1993. Evaluación del rendimiento de un cultivo de carpa común (Cyprinus carpio) en coexistencia con carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella) y tilapia (Oreochromis aureus) en dos estanque rurales en la localidad de Soyaniquilpan, Estado de México.

Laboratorio de Metodología Científica y Tecnológica IV. ENEP Iztacala, UNAM.

- Bardach, E.J., H. Ryther y W.O. McLamey. 1990. Acuicultura. Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce. Agt Editor. México. 742 pp.
- Chen, L., Y. Chen y D. Ni. 1993. The rational desing of pond fish culture with reference to the principles of yield increase. 3 Composition and quantity of food suitable for the growth grass carp. Acta-Hidrobiol. Sin.Shuisheng-shengwu-Xuebao. 17,4: 318-328.
- Cortés, E.A.N. 1993. Cultivo Experimental de carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella Val.), en un canal del Sistema Chinampero de San Luis Tlaxialtemanco, Xochimilco. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México. 40 pp.
- Crisci, V. y F. López. 1983. Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica. Serie Biológica. Monografía Número 26. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. USA.
- Dimitrov, M. 1984. Intensive Policulture of Common Carp (Cyprinus carpio) and Herbivorous fish Silver Carp (Hypophthalmichthys molitrix) and Grass Carp (Ctenopharyngodon idella). Aquaculture, 38:241-253.
- Downie, N.M. y R.W. Heath. 1990. Métodos Estadísticos Aplicados. Editorial Harla. Quinta edición. 374 pp.
- Eckert, R., D. Randall y G. Augustine. 1994. Fisiología Animal. Mecanismos y Adaptación. Editorial Interamericana-McGraw-Hill. Tercera Edición. España.
- Elías, F.G. y N.A.S. Navarrete. 1987. Composición y variación temporal de mosquito (Chironomidae) en un bordo piscícola. Cuad. Mex. Zool. 3(1): 9-15.



- Flores, T. E. 1992. Policultivo de langostino (Macrobrachium rosenbergii) y carpas: herbívora (Ctenopharyngodon idellus), plateada (Hypophthalmichthys molitrix) y cabezona (Aristichthys nobilis) en estanques con fertilización inorgánica y alimento artificial. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. México. 47 pp.
- Franco, R. C. 1981. Análisis del crecimiento y factor de condición de la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idellus, Couvier et Valenciennes 1939) en un embalse temporal en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 96 pp.
- Fugetti, E. y W. Fisher. 1964. Resultados cuantitativos del zooplancton, colecta frente a la Costa Chilena por la expedición "Mar Chile I". Montemar 4:137-200.
- García, E. 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen (Para adaptarlo a las condiciones climáticas de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM, México.
- 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 Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, ENEP Iztacala, UNAM. México. 66 pp.
- Gaviño, T.C., L.C. Juárez y T.H. Figueroa. 1978. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. Editorial Limusa. México.
- Hagiwara, H. y Mitsch, W. 1994. Ecosystem modeling of a multi-species integrated aquaculture pond in South China. *ECOL. MODEL.* 72,1-2:41-73.
- Hajra, A., S. Tripathi, D. Nath, J. Chatterjee y H. Karmakar. 1987. Comparative digestibility of dietary plant fiber in grass carp, (Ctenopharyngodon idella Val.). Proceedings of the national Academy of Sciences India Section B (Biological Sciences) 57(3): 231-236.

- Hepher, B., y. Purginin. 1991. Cultivo de Peces Comerciales. Editorial Limusa. México.
- Huet, M. 1983. Tratado de Piscicultura. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 741 pp.
- INEGI. 1990. Resumen General del XI Censo General de Población y Vivienda. INEGI. México. 756 pp.
- Iwata, K., N. Takamura, J.L. Li, X.B. Zhu y T. Miura. 1992. Eco-physiological studies of Chinese integrated fish culture: I. Decomposing processes of grass carp feces under aerobic laboratory conditions. Japanese Journal of Limnology 53(4): 341-354.
- Juárez, P.J. y M. G. Palomo. 1988. Acuicultura. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. CECSA. México.
- Khalaf, N.A, y L.J. McDonald. 1975. Physicochemical conditions in temporary ponds in the New Forest. Hidrobiologia 47(2):301-318.
- Lagler, K.F., J.E. Bardach, R.R. Millery y R.M. Passino. 1984. Ictiología. AGT EDITOR. México. 30-48.
- Lara, V.A. 1998. Análisis del crecimiento de Cyprinus carpio, y la abundancia, variación y composición del macrobentos en dos estanques rurales. Tesis de Biología. ENEP Iztacala, UNAM. 43 pp.
- Latif, M., M. Alam y M. Rahman. 1993. Integrated duck-cum-fish farming in Bangladesh. Journal of the World Aquaculture Society 24(3):402-409.
- Laventer, C., Y. Dagan y D. Mires. 1968. Biological Observations in Fish Ponds in the Naamam Region. Bamidgeh 20: 16-30.
- Lirski, A. y A. Opuszynski. 1988. Upper lethal temperatures for carp (Cyprinus carpio L.) and the phytophagous fishes (Ctenopharyngodon idella Val., Hypophthalmichthys molitrix Val. and Aristichthys nobilis Rich.) in the first period of life. Roczniki Nauk Rolniczych Seria H Rybactwo 101(4):31-50.

- López, C.Y., T.D. Hernández, G.L. Santiago y A.V. Lara. 1996. Crecimiento de la Carpa Herbívora y Común en Estanques Enriquecidos con NUMIFER. XX Simposio de Biologías de Campo y XIII Coloquio de Investigación Estudiantil. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- López, C.Y. 1997. Comparación del Crecimiento de la Carpa Herbívora (Ctenopharyngodon idella) Cultivada en dos Estanques, en Relación con los Grupos Algaes Dominantes. XXI Simposio de Biologías de Campo y XIV Coloquio de Investigación Estudiantil. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Margalef, R. 1983. Limnología. Editorial Omega. Barcelona, España.
- Medrano, S.M. 1984. Formulación y evaluación de una dieta a base de Lemna minor (lenteja de agua) para la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella). Tesis Ingeniero Bioquímico. ENCB, IPN. México.
- Milstein, A., A. Alkon, I. Karplus, M. Kochba y Y. Aunimelech. 1993. Water quality and freshwater fish culture intensification: The Israeli example. AQUACULT. FISH. MANAGE. 24, 6: 715-724.
- Navarrete, S.N.A. y R.M. Sánchez. 1988. Cultivo de carpa en el Estado de México. Una alternativa en la producción de alimento. Acuavisión 12:33-34.
- Navarrete, S.N.A. y R.M. Sánchez. 1989. El sistema de policultivo de peces en el medio rural mexicano. Rev. Lat. Acuí. Lima-Perú. 39:45-68.
- Novotny, V. y H. Olem. 1994. Water Quality. Van Nostrand Reinhold Edit. New York. 1054 pp.
- Ocampo, U.M. 1996. Dinámica del zooplancton en un Estanque Temporal utilizado para el Cultivo de Carpa en el Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México.

- Orbe, M.A. 1994. Recursos Bióticos. Gaceta Lerma-Chapala. Comisión Nacional del Agua 1;2:20-26.
- Parra Castillo, L. R. 1994. Cultivo de carpas herbívoras (Ctenopharyngodon idella) en policultivo en estanques rurales, en una localidad en San Francisco, Soyaniquilpan, Estado de México. Laboratorio de Metodología Científica y Tecnológica IV. ENEP Iztacala, UNAM.
- Phelps, R. 1981. Nutrición de peces. Auburn University U.S.A. 100 pp.
- Pla, L.E. 1986. Análisis Multivariado: Método de Componentes Principales Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- Pontius, F. 1990. Water Quality and Treatment. Cuarta Edición. McGraw-Hill. New York. 1194 pp.
- Prinsloo, J.F. y H.J. Schoonbee. 1986. Summer yield of fish in Transkei, South Africa using pig manure with and without formulated feed. S. Afr. J. Anim. Sci. 16:65-71.
- Rivera, M. V. 1996. Estudio de Factibilidad para el cultivo de Carpa . Tesis de Licenciatura. Facultad de Economía, UNAM. México.
- Robins, C.R., R.M. Bailey, C.E. Bond, J.R. Brooker, E.A. Lachner, R.N. Lea y W.B. Scott. 1980. A list of common and scientific names of fishes from the United States and Canada. American Fisheries Society. Special Publication Number 12. Bethesda, Maryland.
- Rosas, M.N. 1976. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Secretaría de la Industria y Comercio. CEESTEM. INP. Ed. Tercer Mundo. México. 135 pp.
- Rosas M.N. 1982. Biología acuática y piscicultura en México. Serie de materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. S.E.P. México.

- Russell, B. y A. Larena. 1990. Química. McGraw-Hill/Interamericana. México.
- Sánchez, M.R. y S.N. Navarrete. 1987 Rendimiento de la carpa espejo (Cyprinus carpio specularis) en bordos del Estado de México. Rev. Lat. Acui. 33:35-42
- Santoyo, M., L. Doroteo, G. Rivera, A. Medina, S. Ortega, M. Mendoza y H. Maldonado. 1997. Evaluación Económica y Biológica de un Cultivo de Carpas (Cyprinus carpio y Ctenopharyngodon idella) en Estanques rurales del Estado de México. XXI Simposio de Biologías de Campo y XIV Coloquio de Investigación Estudiantil. ENEP Iztacala, UNAM. México.
- Schroeder, G.L., G. Wohlfarth, A. Alkon, A. Halwvy y H. Krueger. 1990. The dominance of algal-based food webs in fish ponds receiving chemical fertilizers plus organic manures. Aquaculture 86: 219-229.
- SEPESCA. 1988. Manual Técnico para el Cultivo de Ciprinidos. México. 190 pp.
- Shimerman, J.V., D.E. Colle y R.W. Rottman. 1978. Manipulation of temperature and fotoperiod for inducing maturation in grass carp. en SMITHERMAN EDITORES. Symposium on Culture of Exotic Fishes. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland.
- Stefens, W. 1987. Principios Fundamentales de Alimentación de los Peces. Editorial Acribia. Madrid, España.
- Sublette, J.E., M.D. Hatch y M. Sublette. 1990. The Fishes of New Mexico. University of New Mexico Press. Albuquerque, New Mexico.
- Teichert, C.D.R. y P. Phelps. 1989. Effects of seepage on water quality and productivity of inorganically fertilized tropical ponds. Journal of Aquaculture Trop. 4:85-92.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tellez R. y G. Motte. 1982. El Zooplancton y su Papel en la Acuicultura. Rev. Lat. Acuí. México 12:14-19.

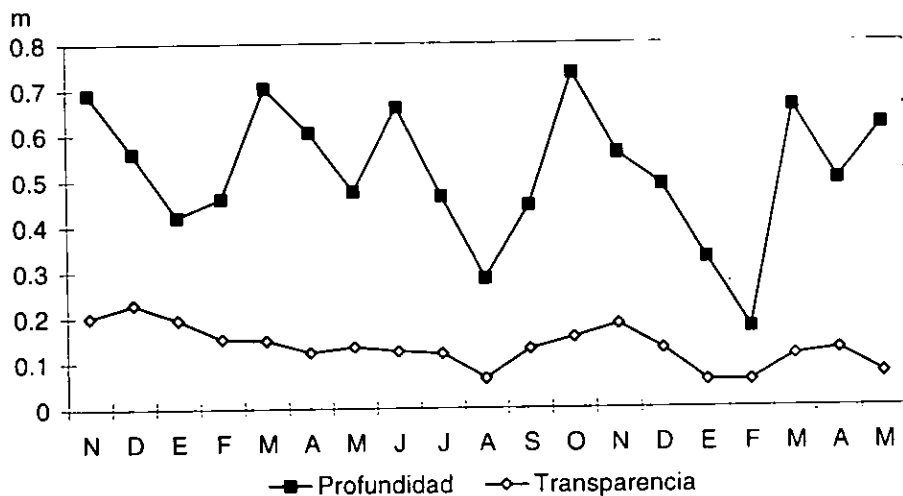
Villagomez, E. E. 1984. Desarrollo de un alimento balanceado para la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella). Tesis Ingeniero Bioquímico. ENCB, IPN. México.

Yamane, T. 1979. Estadística. Editorial Harper and Row Latinoamericana. México. 771 pp.

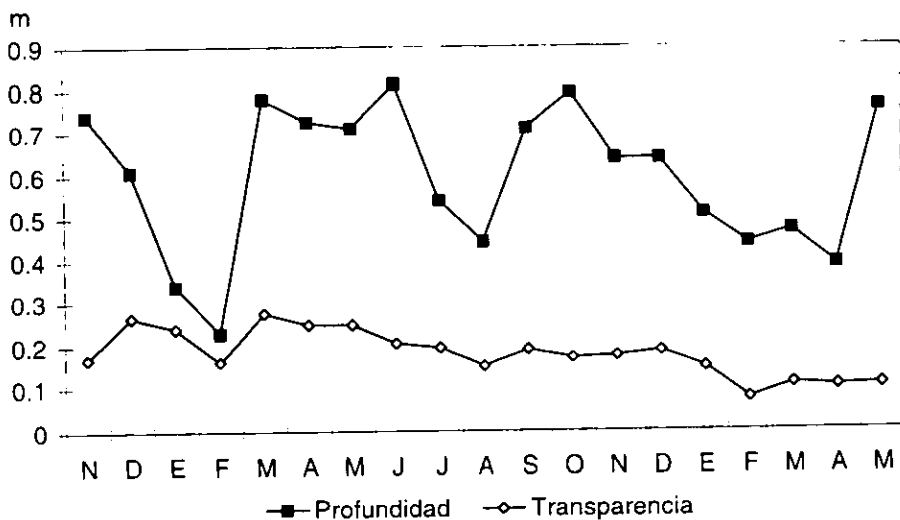
Yusoff, M.F. y C.D. Ncnabb. 1989. Effects of Nutrient Availability on Primary Productivity and Fish Production in Fertilized Tropical Ponds. Aquaculture 78:303-319.

Zoccarato, I., G. Benatti, S. Calvi y M. Bianchini. 1995. Use of pig manure as fertilizer with and without supplement feed in pond carp production in Northern Italy. Aquaculture 129(1-4):387-390.

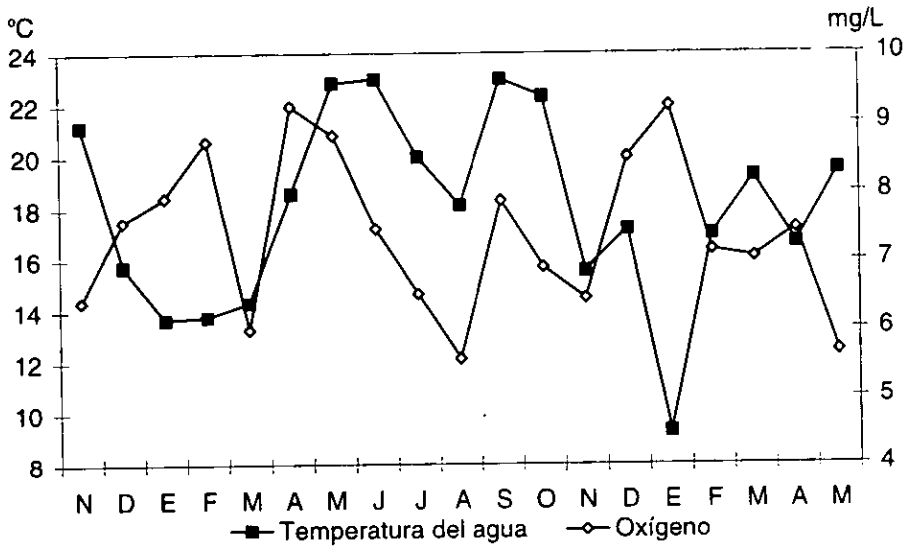
## GRAFICAS Y TABLAS



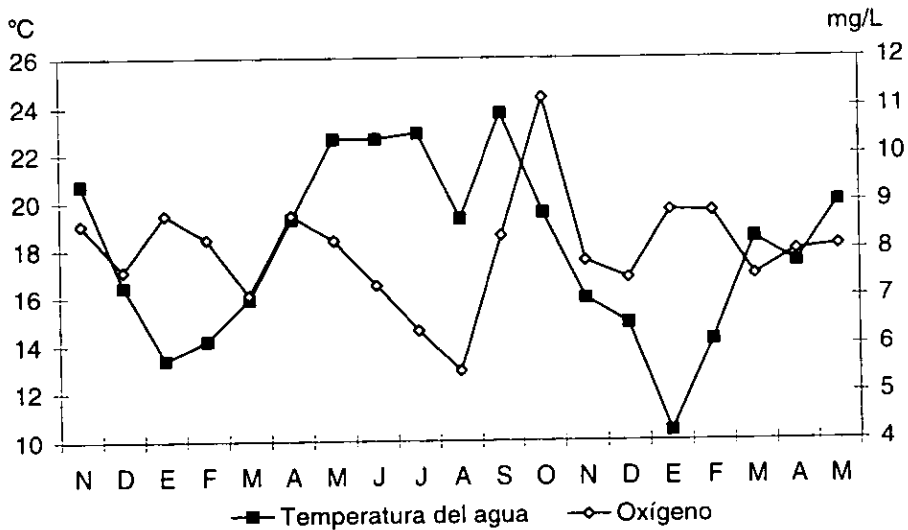
GRAFICA 1. PROFUNDIDAD Y TRANSPARENCIA MENSUAL DEL ESTANQUE GL



GRAFICA 2. PROFUNDIDAD Y TRANSPARENCIA MENSUAL DEL ESTANQUE JC

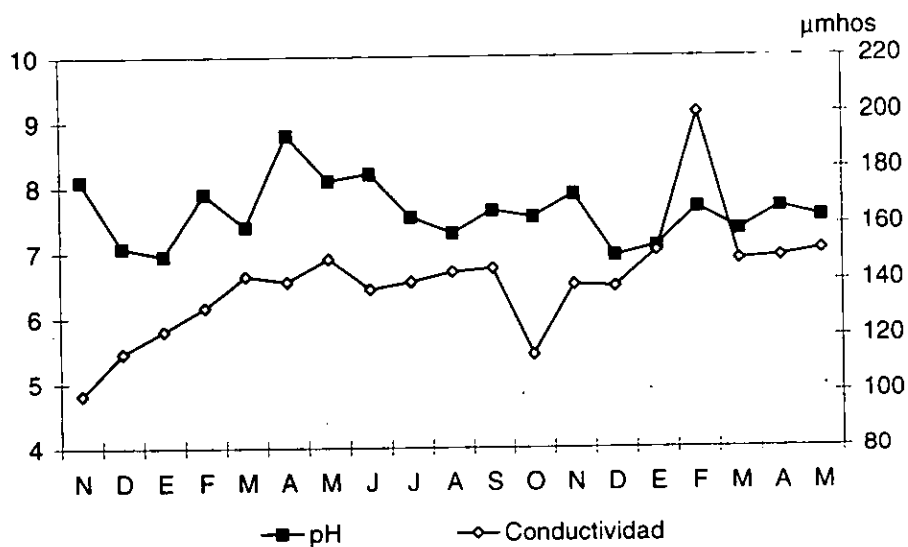


GRAFICA 3. TEMPERATURA DEL AGUA Y OXIGENO DISUELTO MENSUAL DEL ESTANQUE GL

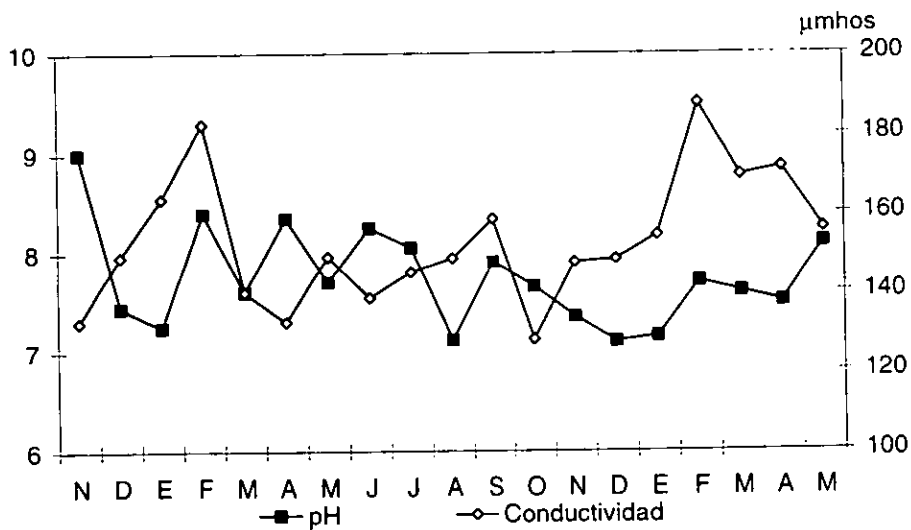


GRAFICA 4. TEMPERATURA DEL AGUA Y OXIGENO DISUELTO MENSUAL DEL ESTANQUE JC

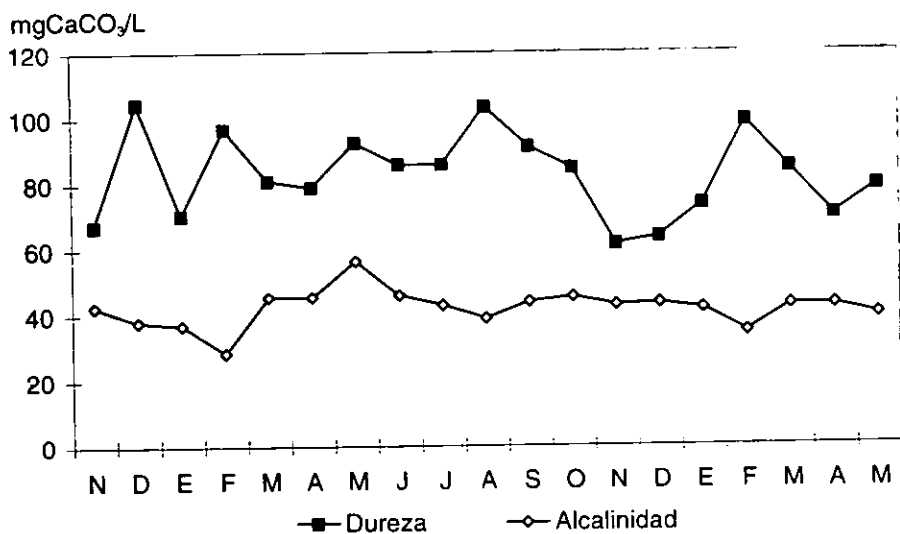




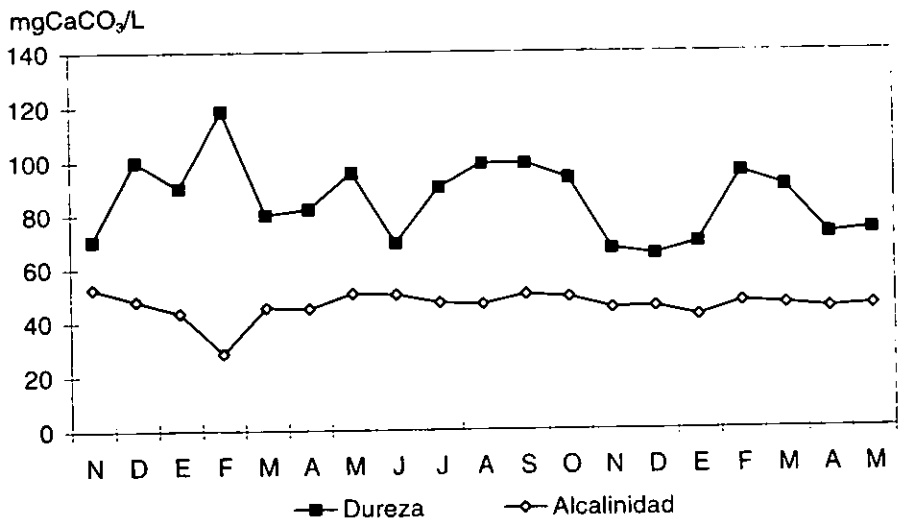
GRAFICA 5. pH Y CONDUCTIVIDAD MENSUAL DEL ESTANQUE GL



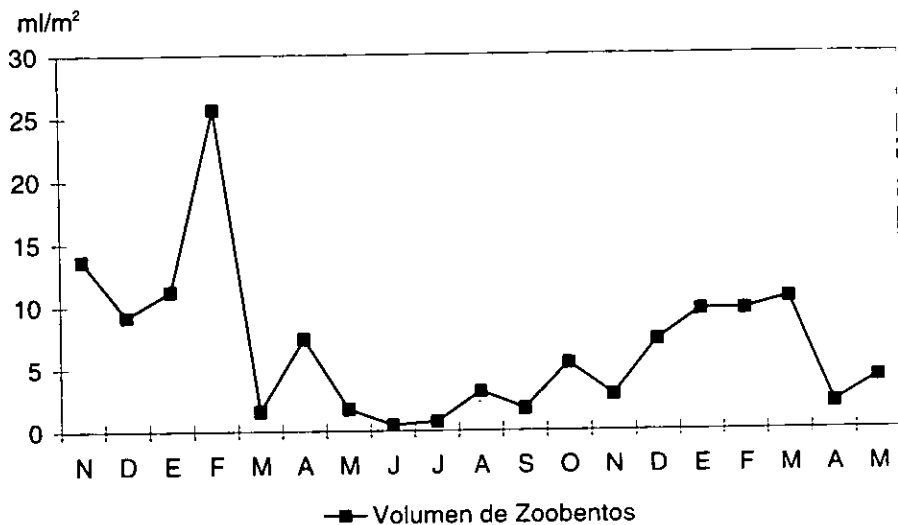
GRAFICA 6. pH Y CONDUCTIVIDAD MENSUAL DEL ESTANQUE JC



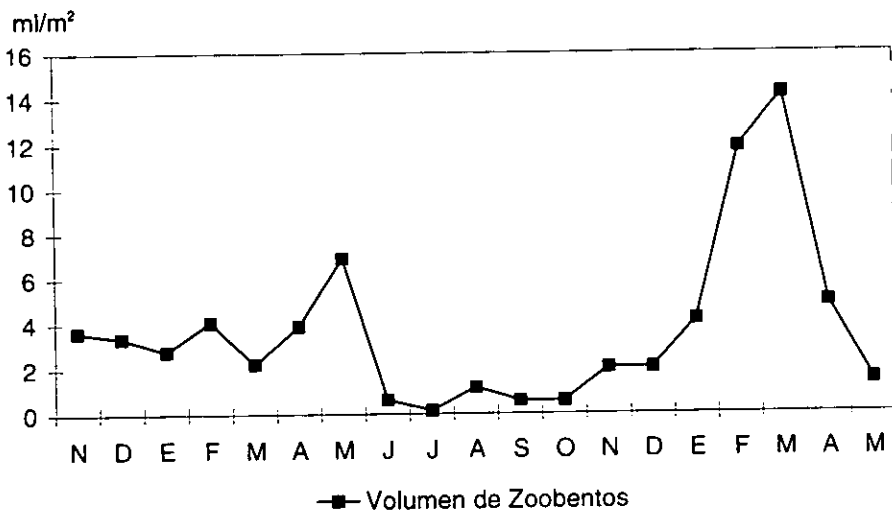
GRAFICA 7. DUREZA Y ALCALINIDAD MENSUAL DEL ESTANQUE GL



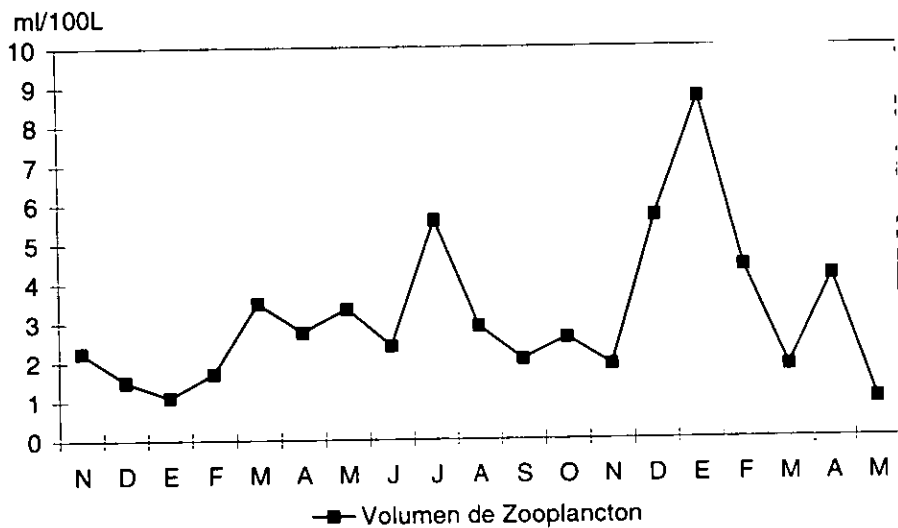
GRAFICA 8. DUREZA Y ALCALINIDAD MENSUAL DEL ESTANQUE JC



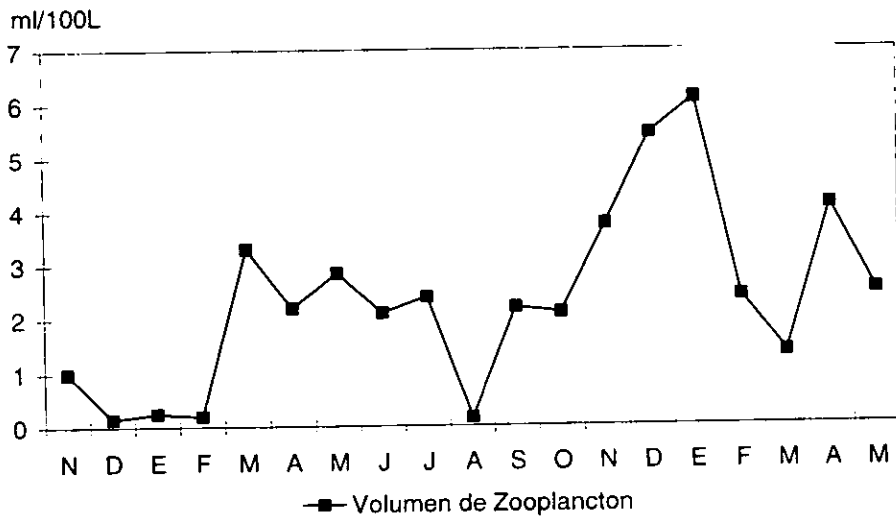
GRAFICA 9. VOLUMEN MENSUAL DE ZOOBENTOS EN EL ESTANQUE GL



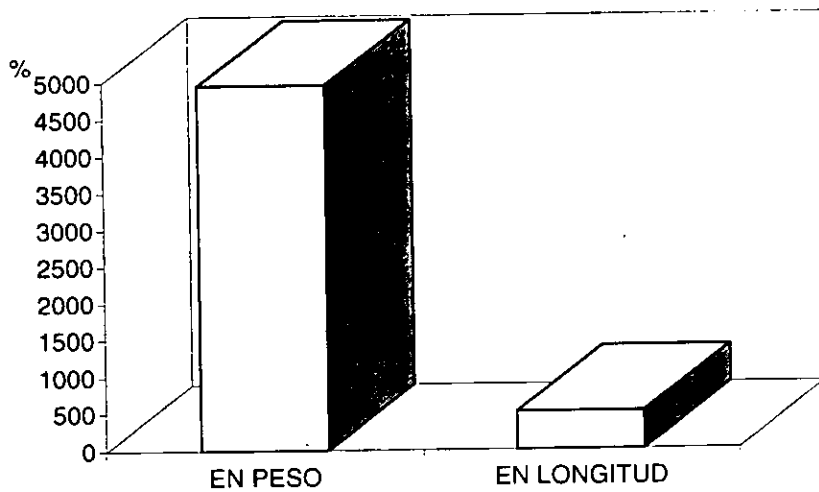
GRAFICA 10. VOLUMEN MENSUAL DE ZOOBENTOS EN EL ESTANQUE JC



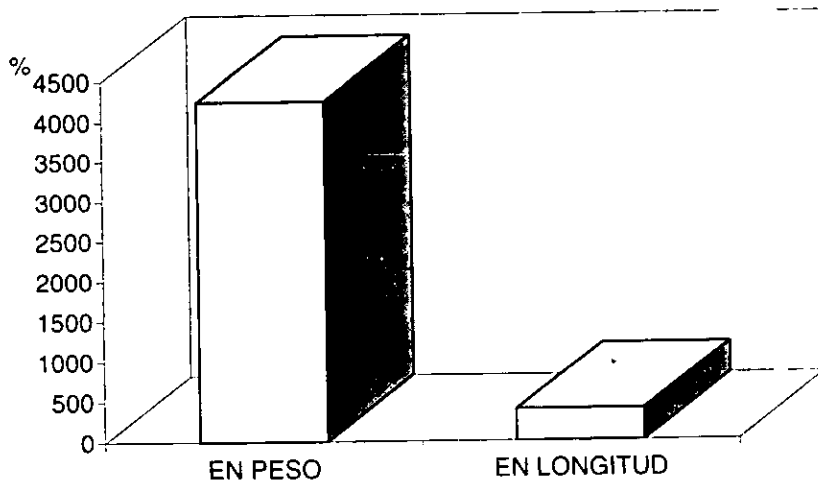
GRAFICA 11. VOLUMEN MENSUAL DE ZOOPLANCTON EN EL ESTANQUE GL



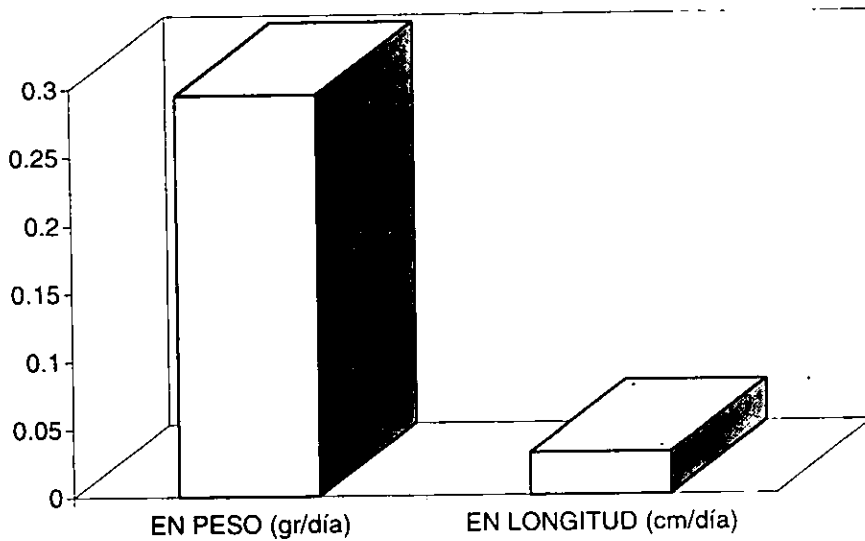
GRAFICA 12. VOLUMEN MENSUAL DE ZOOPLANCTON EN EL ESTANQUE JC



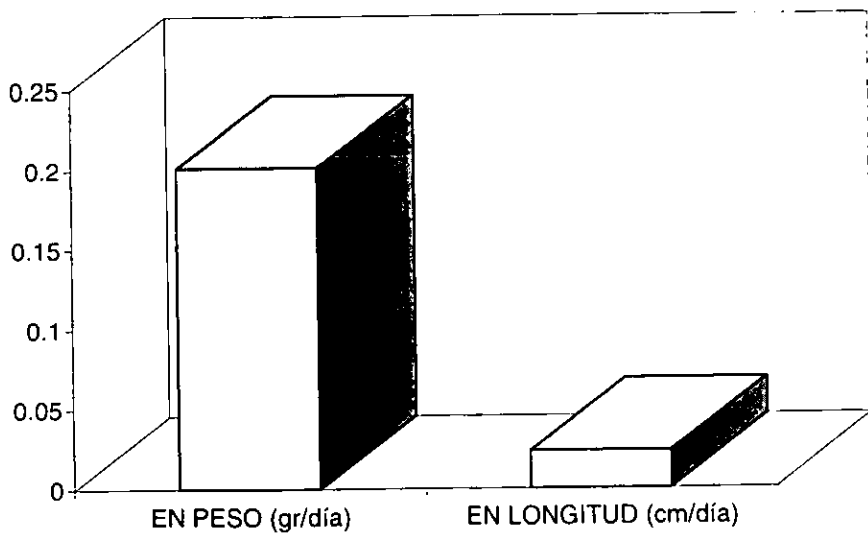
GRAFICA 13. CRECIMIENTO RELATIVO FINAL, EN PESO Y LONGITUD, DE LA CARPA HERBIVORA EN EL ESTANQUE GL



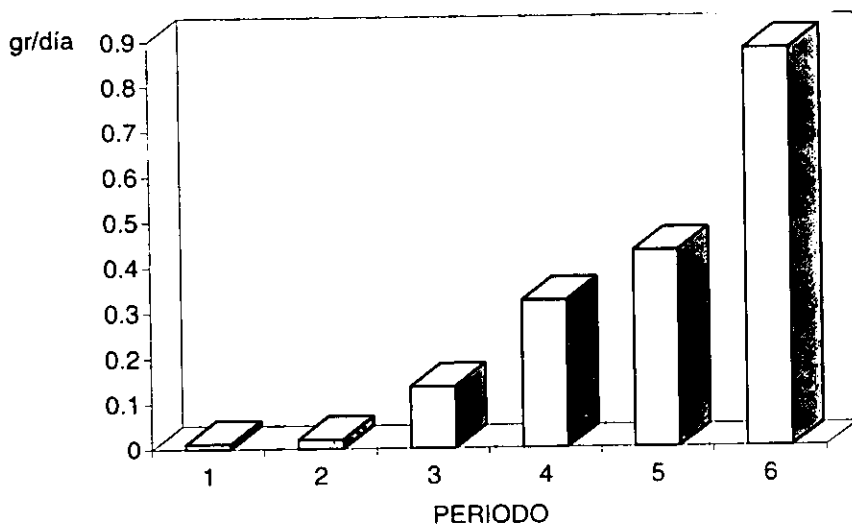
GRAFICA 14. CRECIMIENTO RELATIVO FINAL, EN PESO Y LONGITUD, DE LA CARPA HERBIVORA EN EL ESTANQUE JC



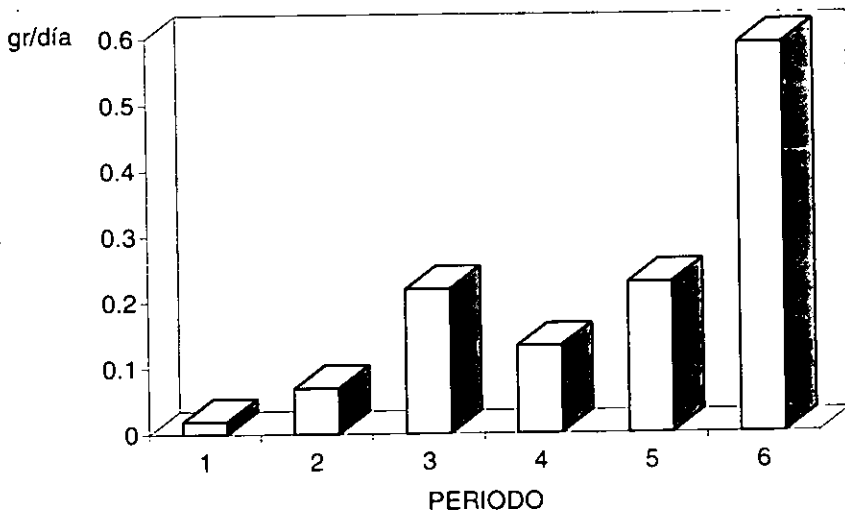
GRAFICA 15. CRECIMIENTO ABSOLUTO FINAL, EN PESO Y LONGITUD, DE LA CARPA HERBIVORA EN EL ESTANQUE GL



GRAFICA 16. CRECIMIENTO ABSOLUTO FINAL, EN PESO Y LONGITUD, DE LA CARPA HERBIVORA EN EL ESTANQUE JC



GRAFICA 17. CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO DE LA CARPA HERBÍVORA EN EL ESTANQUE GL POR PERIODO



GRAFICA 18. CRECIMIENTO ABSOLUTO EN PESO DE LA CARPA HERBÍVORA EN EL ESTANQUE JC POR PERIODO

## COMPONENTES PRINCIPALES

Porcentaje de la Variación Total  
Explicada por el Componente

### ESTANQUE GL

| COMPONENTE | % ABSOLUTO | % ACUMULADO |
|------------|------------|-------------|
| 1          | 37.65      | 37.65       |
| 2          | 28.25      | 65.9        |
| 3          | 14.12      | 80.02       |

### ESTANQUE JC

| COMPONENTE | % ABSOLUTO | % ACUMULADO |
|------------|------------|-------------|
| 1          | 93.01      | 93.01       |

TABLA I



## COMPONENTES PRINCIPALES

Porcentaje de Variación Original  
Explicada por cada Variable

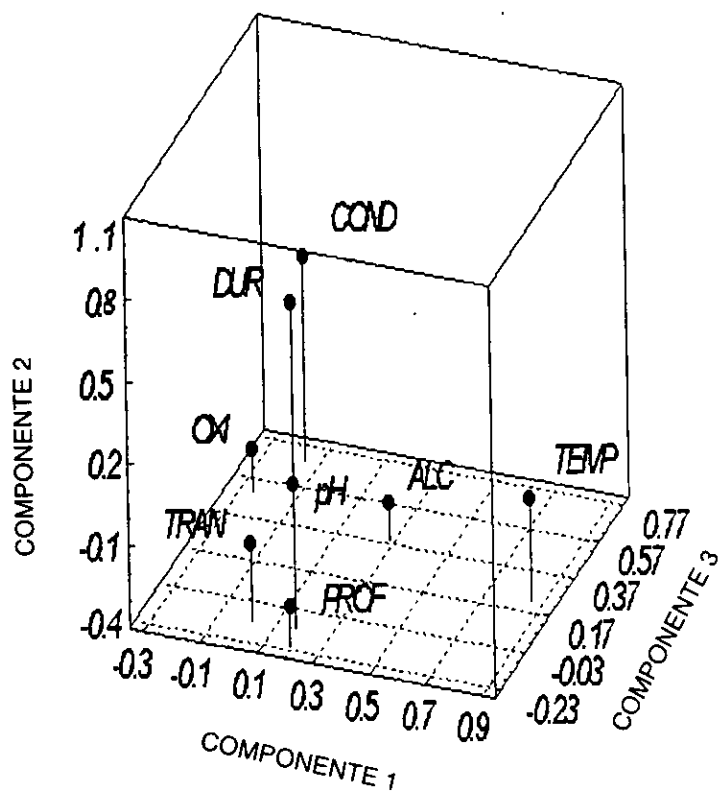
### ESTANQUE GL

| VARIABLE                    | COMPONENTE |        |        |
|-----------------------------|------------|--------|--------|
|                             | 1          | 2      | 3      |
| Profundidad                 |            |        |        |
| Transparencia               |            |        |        |
| <b>Temperatura del Agua</b> | 0.8683     |        |        |
| pH                          |            |        |        |
| <b>Conductividad</b>        |            |        | 0.6906 |
| Oxígeno Disuelto            |            |        |        |
| <b>Dureza</b>               |            | 0.8047 |        |
| Alcalinidad                 |            |        |        |

### ESTANQUE JC

| VARIABLE                    | COMPONENTE |        |        |
|-----------------------------|------------|--------|--------|
|                             | 1          | 2      | 3      |
| Profundidad                 |            |        |        |
| Transparencia               |            |        |        |
| <b>Temperatura del Agua</b> |            | 0.7737 |        |
| pH                          |            |        |        |
| Conductividad               |            |        |        |
| Oxígeno Disuelto            |            |        |        |
| Dureza                      |            |        | 0.6918 |
| <b>Alcalinidad</b>          | 0.9962     |        |        |

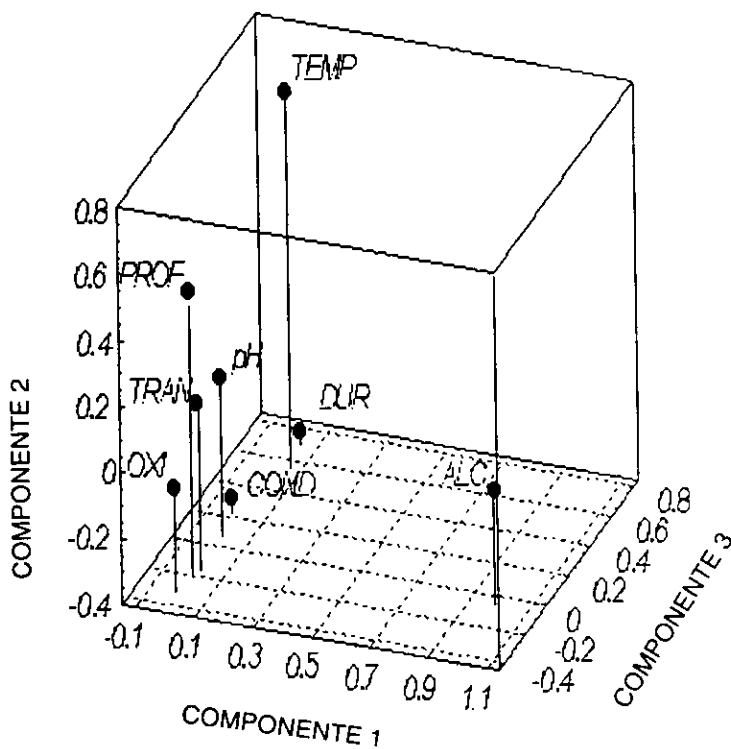
TABLA II



ALC.- Alcalinidad  
 DUR.- Dureza  
 OXI.- Oxígeno

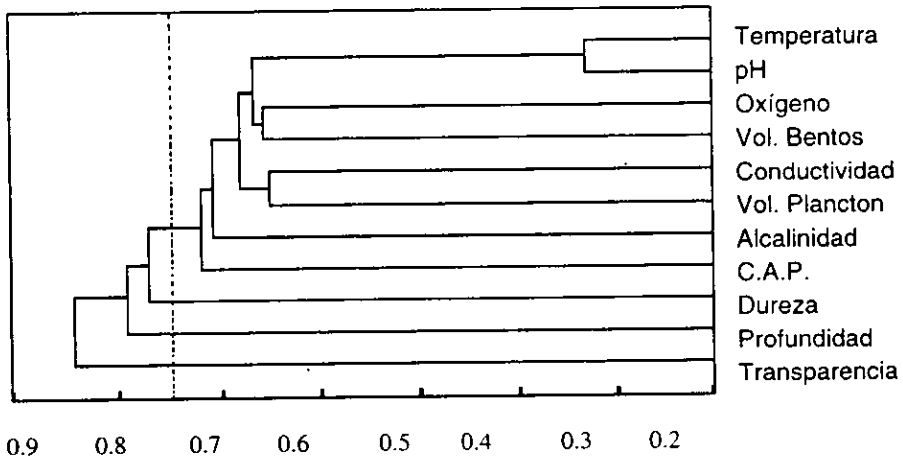
TRAN.- Transparencia  
 PROF.- Profundidad  
 TEMP.- Temperatura

GRAFICA 19. COMPONENTES PRINCIPALES DEL ESTANQUE GL.

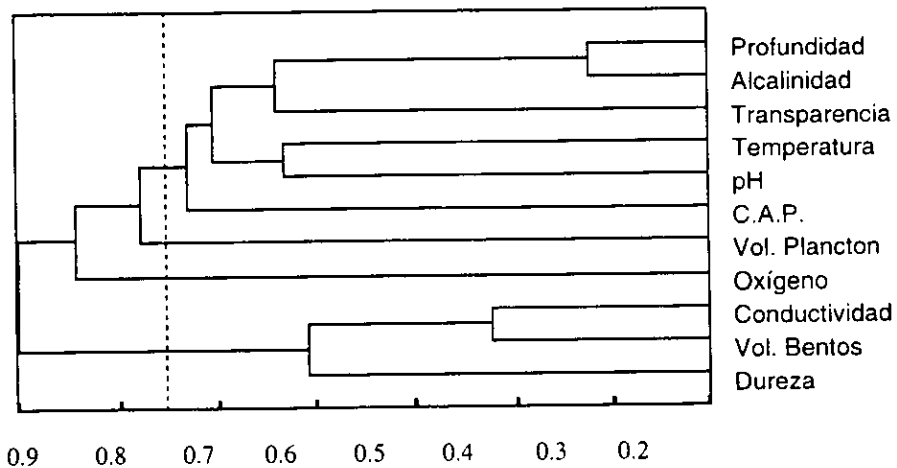


|                   |                      |                     |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| ALC.- Alcalinidad | TRAN.- Transparencia | CON.- Conductividad |
| DUR.- Dureza      | PROF.- Profundidad   |                     |
| OXI.- Oxígeno     | TEMP.- Temperatura   |                     |

GRAFICA 20. COMPONENTES PRINCIPALES DEL ESTANQUE JC.



GRAFICA 21. DENDROGRAMA DEL ESTANQUE GL.



GRAFICA 22. DENDROGRAMA DEL ESTANQUE JC.

## APÉNDICE I

### PRESENCIA DE LOS GENEROS ALGALES DOMINANTES EN LOS ESTANQUE GL Y JC (López, 1997)

| MES    | ESTANQUE GL          | PRESENCIA |     | ESTANQUE JC                               |
|--------|----------------------|-----------|-----|---|
|        | GÉNERO               |           |     | GÉNERO                                    |
| Nov-95 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | **  | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Dic-95 | <i>Scytonema sp.</i> | **        | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Ene-96 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Feb-96 | <i>Scytonema sp.</i> | **        | ~   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Mar-96 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Zygnema sp.</i>                        |
| Abr-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ****      | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| May-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ****      | *** | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Jun-96 | <i>Scytonema sp.</i> | *****     | *** | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Jul-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ****      | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Ago-96 | <i>Scytonema sp.</i> | **        | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Sep-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ****      | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Oct-96 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Nov-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ***       | ~   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Dic-96 | <i>Scytonema sp.</i> | ***       | ~   | <i>Scytonema sp.</i>                      |
| Ene-97 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Zygnema sp.</i>                        |
| Feb-97 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Mar-97 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| Abr-97 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | *   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |
| May-97 | <i>Scytonema sp.</i> | *         | ~   | <i>Scytonema sp.</i> y <i>Zygnema sp.</i> |

## APENDICE II

### ESPECIES VEGETALES PRESENTES EN LOS ESTANQUES GL Y JC (López, 1997)

| ESTANQUE GL                       | HÁBITO    | ESTANQUE JC                        | HÁBITO            |
|-----------------------------------|-----------|------------------------------------|-------------------|
| <i>Cosmos bipinnatus</i>          | Terrestre | <i>Casuarina aequicetifolia</i>    | Terrestre         |
| <i>Taraxacum officinale</i>       | Terrestre | <i>Phytolacca icosandra</i>        | Terrestre         |
| <i>Buddleia parviflora</i>        | Terrestre | <i>Taraxacum officinale</i>        | Terrestre         |
| <i>Rumex crispus</i>              | Terrestre | <i>Buddleia parviflora</i>         | Terrestre         |
| <i>Sonchus oleraceus</i>          | Terrestre | <i>Buddleia sessiliflora</i>       | Terrestre         |
| <i>Zephyranthes brevipes</i>      | Terrestre | <i>Piracanthus kotzoni</i>         | Terrestre         |
| <i>Archibaccharis aspetifolia</i> | Terrestre | <i>Archibaccharis sescenticeps</i> | Terrestre         |
| <i>Carex praegracilis</i>         | Terrestre | <i>Dalea thouinni</i>              | Terrestre         |
| <i>Marsilea</i> sp.               | Acuática  | <i>Rumex crispus</i>               | Terrestre         |
| <i>Lwdwigia peploides</i>         | Acuática  | <i>Verbena gracilis</i>            | Terrestre         |
| <i>Polygonum amphibium</i>        | Acuática  | <i>Ranunculus dichostomus</i>      | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Eucalyptos camaldulunsis</i>    | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Sonchus oleraceus</i>           | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Zephyranthes brevipes</i>       | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Gnaphalium chartecum</i>        | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Tragus berteronianus</i>        | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Eupatorium petiolare</i>        | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Hymenocallis riparia</i>        | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Archibaccharis aspetifolia</i>  | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Opuntia</i> sp.                 | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Senecio salignus</i>            | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Cyperus semiochereceus</i>      | Terrestre         |
|                                   |           | <i>Juncus imbricatus</i>           | Semi-<br>acuática |
|                                   |           | <i>Polygonum amphibium</i>         | Acuática          |