

60

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

24.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

CAMPUS IZTACALA

“Análisis del crecimiento de *Cyprinus carpio*, y la abundancia, variación y composición del macrobentos en dos estanques rurales”

Trabajo de tesis  
Presentado por:

Lara Vázquez José Ángel

Director de tesis:

Dra. Norma A. Navarrete Salgado

1998

TESIS CON  
FALLA EN EL

260564



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# Dedicatoria

---

Este trabajo se lo dedico a mis padres Gloria Vázquez Sandoval y Angel Lara Castañeda por haberme dado las tres mejores cosas que unos padres pueden dar a un hijo: Vida, Amor y Educación.

A mis hermanos: Ricardo, Fernando, Laura, Adriana y a mis sobrinas Gisselle (casi hermana) y Tania, así como a mi cuñada Nora, por haberme apoyado en todo momento.

A todos los profesores que me brindaron su conocimiento a lo largo de mis estudios.

A la memoria de mi tío José Luis Vázquez, por haber estado siempre en los momentos más oportunos, y de la profesora M<sup>a</sup> Concepción Castro, por haberme impulsado a abrazar esta carrera.

A todos mis amigos, en especial a Toño, Carlos, Marco, Gilberto, Martha, Rosario, Rocio, Alejandro y Angélica, por todo lo que juntos vivimos como estudiantes.

# Agradecimientos

---

Agradezco de manera muy especial a la Dra. Norma Navarrete por haber dirigido profesionalmente este trabajo de tesis, por su constante apoyo y orientación brindada, y por ser una gran profesora.

A los profesores: Alba Márquez, Regina Sánchez, José Antonio Martínez y Guillermo Elías, por sus atinadas revisiones, sugerencias, comentarios y observaciones a este trabajo.

También agradezco el apoyo brindado por los profesores: Gilberto Contreras y Guillermo Elías, por su valiosa ayuda en la identificación de corixidos y quironómidos, y por las continuas charlas sostenidas, siempre constructivas; a la maestra M<sup>a</sup> del Pilar Villeda, por su enorme ayuda en la identificación de odonatos, y por su confianza depositada en mí; a la profesora Soledad Chino, por sus comentarios sobre parámetros físicos y químicos. A todos ellos gracias por su amistad.

A Alejandra y Noe Pacheco, que sin su ayuda este trabajo no podría haber sido impreso.

A los alumnos de la biología de campo de 1996, por su ayuda en la toma de muestras, en especial a Lesbia y Yeini.

## Resumen

---

Los numerosos depósitos de agua existentes en nuestro país pueden servir para la implementación de cultivos de peces susceptibles a éste, por ejemplo, la carpa común. Sin embargo, es indispensable conocer las características bióticas y abióticas de estos depósitos. Así, los objetivos del presente trabajo son el caracterizar física y químicamente dos estanques rústicos, determinar el crecimiento en peso y longitud de *Cyprinus carpio* y conocer la composición, abundancia y variación del macrobentos presente en estos estanques. Para esto se implementó un cultivo rústico de *Cyprinus carpio* en dos estanques (GL y JC) del Estado de México durante el periodo Octubre 1995-Agosto 1996. Se registró, la profundidad, transparencia, dureza, alcalinidad, pH, conductividad, oxígeno disuelto, y temperatura de ambos estanques, todo mediante métodos estandar y mensualmente. Se identificaron los géneros macrobentónicos encontrados, se determinó la relación peso-longitud para *Cyprinus carpio* y se realizó un análisis de cúmulos y otro de componentes principales con el fin de conocer las interrelaciones existentes entre los parámetros bióticos y abióticos. Se encontró una dinámica ambiental más compleja en el estanque GL dada principalmente por la baja profundidad que este presentó. Además, se presentó una mayor cantidad de organismos macrobentónicos en este estanque, los cuales se vieron más relacionados con la profundidad y la transparencia. El crecimiento de *C. carpio*, fue de tipo isométrico en ambos estanques, presentándose un mejor factor de condición en el estanque GL y teniéndose un crecimiento más alto en el estanque JC, propiciado principalmente por la mayor estabilidad ambiental que presenta dada su mayor área y profundidad.

# Contenido

Agradecimientos ..... I

---

## INTRODUCCIÓN

Introducción ..... 1  
Objetivos ..... 4  
Clasificación y biología de  
*Cyprinus carpio* ..... 5  
Antecedentes ..... 7

---

## METODOLOGÍA

Área de estudio ..... 10  
Metodología ..... 11

---

## RESULTADOS

Factores Abióticos ..... 13  
Factores bióticos:  
Grupos macrobentónicos ..... 15  
Crecimiento de *C. carpio* ..... 18

---

## DISCUSIÓN

Parámetros físicos y químicos ..... 20  
Parámetros bióticos:  
Macrobentos ..... 23  
Crecimiento de *C. carpio*..... 27

**CONCLUSIONES**

Conclusiones ..... 33  
Referencias bibliográficas ..... 34

---

**APÉNDICE**

Apéndice I .....  
Apéndice II .....

# Introducción

---

El problema de la alimentación que aqueja a los países del tercer mundo debido a su acelerado crecimiento demográfico, cada día es mayor (Sepesca, 1979), esto ha hecho pensar en la necesidad de ejecutar programas con la tendencia a mejorar la producción alimenticia y nutricional, aprovechando al máximo el complejo agua-tierra sin perturbar el equilibrio de estos sistemas (Silva, 1983); de esta forma, el problema podría ser atenuado con la utilización de las aguas interiores para la producción intensiva de organismos acuáticos, en particular de peces (Huet, 1978), ayudando así, a incrementar la producción de alimento que pueda ser aprovechado por el hombre (Porras, 1981).

Datos de la Sepesca (1989), indican que en el territorio nacional existen, en un alto porcentaje, pequeños cuerpos de agua que van de 0.15 a 10 Has de extensión, los cuales reúnen las condiciones limnológicas adecuadas para el cultivo de especies susceptibles a éste. En estas aguas se cuenta con un recurso productivo y ecológico de particular importancia para el desarrollo económico y social del país (Aldama, 1994).

En el Estado de México un recurso hídrico importante lo constituyen los pequeños y medianos embalses, además de una gran cantidad de pequeños bordos (Kato, *et al.*, 1986). De manera general, en la provincia mexicana estos depósitos se han empleado tradicionalmente como almacenes de agua para uso doméstico, riego de cultivos o abrevadero para el ganado (Arredondo y Juárez, 1986), pudiendo emplearse estos para el cultivo de peces, debido a sus altas tasas de fertilización natural (Hernández y Peña, 1990) y teniéndose así un aprovechamiento integral de estos sistemas (Navarrete y Sánchez, 1989).



En México, a partir de 1970, en muchos de estos depósitos de agua se ha implementado la acuicultura, la cual resulta benéfica para la población local, pues les suministra alimento de alta calidad proteica a bajos costos (Sepesca, 1993). Existe una gran cantidad de especies que se cultivan y capturan en las aguas continentales mexicanas, especies tanto endémicas como introducidas, dentro de éstas últimas se encuentra la carpa común (*Cyprinus carpio*), introducida al país a finales del siglo pasado.

Esta especie representa en la región centro del país un alimento básico, teniendo una buena aceptación principalmente en el Estado de México, siendo motivo de una intensa captura, segundo lugar en capturas pesqueras continentales de México (Cabrera y García, 1986; Sepesca 1993) y comercialización, debido principalmente a la gran resistencia que presenta en cultivos sin cuidado alguno (Vidal, 1976), soportando aguas de mala calidad, con una tasa de crecimiento alta, y aceptar una gran variedad de alimentos que van desde desechos agrícolas hasta alimentos balanceados, (Navarrete y Sánchez, 1989), además de su alto contenido proteico, siendo rica en los aminoácidos lisina, metionina, treonina y leucina (Schwartz y Kirchgessner, 1988).

Para un mejor manejo y aprovechamiento del cultivo de carpa, el estudio de las condiciones físicas y químicas de los estanques de cultivo son de primordial importancia, haciéndose con el fin de evaluar su comportamiento a través de un programa de cultivo y poder relacionarlo con su rendimiento (Arredondo y García, 1982); además, por sus extensiones reducidas, poca profundidad y periodos de desecación, estos cuerpos de agua presentan una biota característica (Odum, 1982), que se hace necesario conocer, a fin de obtener un aprovechamiento más completo de dichos sistemas (Contreras, *et al.*, 1989).

La producción de peces en estanques depende de la productividad natural que está influenciada por los factores abióticos y bióticos, (Bíró, 1995). Dentro de las características biológicas, la comunidad bentónica es de suma importancia, pues es un recurso biótico de gran trascendencia dentro de la economía general de los sistemas acuáticos (Orbe, 1994), desempeñando un papel vital al implementar un cultivo rural de peces (Elizondo, 1988), pues representa alimento natural para las especies en cultivo por ser una parte importante dentro de la cadena alimenticia de estos sistemas (Barnes y Mann, 1991), especialmente la familia Chironomidae (Zur, 1980), que llega a alcanzar hasta el 60% del peso seco del alimento natural consumido por las carpas (Bardach, *et al.*, 1986; Spataru, *et al.*, 1983); así como las ninfas de efemeróptero (Ross, 1982). Además los adultos y larvas de odonatos, hemípteros (Slater y Baranowski, 1978), ciertos moluscos y anélidos son consumidos en gran cantidad por los peces (Alikunhi, 1966), dentro de los anélidos, los oligoquetos acuáticos son importantes en la alimentación de los peces (Bouguenec, 1992).

## Objetivos

---

- + Determinar el crecimiento en peso y longitud de *Cyprinus carpio* en cultivo bajo condiciones rurales.
- + Caracterizar física y químicamente los estanques de cultivo.
- + Determinar la composición, variación y abundancia de los géneros macrobentónicos presentes en los estanques.
- + Establecer la relación entre la variación, composición y abundancia de los géneros macrobentónicos encontrados, el crecimiento de *Cyprinus carpio* y las características físicas y químicas del agua.

## Clasificación y biología de *Cyprinus carpio*

---

La clasificación taxonómica de la especie en cultivo con base a Nelson, (1994) y Winfried y Nelson, (1991) es la siguiente:

Phyllum: Chordata  
Subphyllum: Vertebrata  
Superclase: Gnathostomata  
Clase: Actinopterygii  
Subclase: Neopterygii  
División: Teleostei  
Subdivisión: Euteleostei  
Superorden: Ostariophysi  
Serie: Othophysii  
Orden: Cypriniformes  
Superfamilia: Cyprinoidea  
Familia: Cyprinidae  
Género: *Cyprinus*  
Especie: *C. Carpio*

La carpa común (*Cyprinus carpio*) presenta un cuerpo robusto, comprimido lateralmente, con una longitud que varía de 381 a 457 mm. La altura máxima del cuerpo varía de 25.8 a 32.8% de la longitud total; la cabeza tiene forma triangular y su tamaño es del 23.3 al 27.2% de la longitud total; los ojos son pequeños, con diámetro del 17.7 al 23.3% de la longitud de la cabeza; la boca es de tamaño moderado, sin dientes en la mandíbula, siendo la superior ligeramente protráctil. Presenta dos pares de barbillas, un par a cada lado de la boca las cuales son muy visibles. La aleta dorsal con 18 a 20 radios (DII, 18-20) posee dos espinas, una de ellas es aserrada; la aleta anal, con dos espinas y cinco radios

(All, 5). Las aletas pélvicas están en posición torácica y se originan exactamente detrás del origen de la dorsal con 8 a 9 radios; las pectorales tienen 15 a 16 radios y ocasionalmente de 14 a 17; la aleta caudal es bifurcada. Los dientes faríngeos son de tipo molar y se presentan en tres hileras y en número de 21 a 27 branquiespinas. Las escamas son cicloideas y en número de 35 a 39 en la línea lateral (Winfield y Nelson, 1991)

La carpa común, es omnívora y vive en el fondo del cuerpo de agua removiendo el fango en busca de los organismos de los cuales se alimenta. Aunque los ciprínidos se adaptan a una gran variedad de climas y se desarrollan bien en ambientes lénticos y lóticos, la temperatura incide directamente en la tasa metabólica, siendo la temperatura óptima entre 22 y 25°C, se desarrolla bien en aguas eutroficadas, con una transparencia de 30 a 45 cm. Se desarrolla normalmente en aguas con concentraciones de oxígeno por arriba de 2 mg/l, siendo el óptimo de 5-7 mg/l. Soporta pH de 6-9, pero prefiere aguas alcalinas, con un pH de 7 a 8.5, (Aguilera, *et al.*, 1988; Huet, 1983).

La carpa no es un pez territorial agresivo, la fecundidad de las carpas es muy alta y va de acuerdo con la talla y el peso. Aunque el periodo para alcanzar la madurez sexual es muy variable, según las condiciones climatológicas y el alimento disponible, se puede apuntar que en términos generales, las hembras están listas para desovar a los tres años y los machos a los dos. Su época de reproducción es en el verano, y depositando la hembra alrededor de diez mil huevecillos por kilogramo de peso, ya sea sobre las plantas o en cualquier sustrato disponible. No posee hábito de cuidado hacia la cría, (Sepesca, 1988; Vidal, 1976).

## Antecedentes

---

McLarney, *et al.* (1977), establecieron un cultivo de *Cyprinus carpio*, *Mugil capito* y la langosta *Homarus americanus*, analizando la importancia de las larvas de quironómido en el crecimiento de éstas especies, concluyen que las larvas son excelentes promotoras del crecimiento.

Wasilewska (1978), en Polonia llevó a cabo estudios sobre la productividad secundaria en cuanto a la dinámica del zooplancton y zoobentos en estanques de policultivo con carpas chinas, empleó fertilización inorgánica.

Spataru, *et al.*, (1983), en Israel analizaron los componentes alimenticios naturales de *Cyprinus carpio*, *Sarotherodon niloticus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Hipophthalmichthys molitrix*, y *Aristichtis nobilis* en estanques de cultivo rústicos.

Dimitrov (1984), implementó un policultivo de carpas en Bulgaria, en el cual analizó la presencia de géneros zooplanctónicos y zoobentónicos, importantes por ser alimento de primer orden para las carpas cultivadas.

Sánchez y Navarrete en 1987 cultivan carpa espejo en bordos del Estado de México; analizan el crecimiento de ésta a distintas densidades de siembra, adicionando alimento complementario.

Esquivel, *et al.*, (1989), realizaron estudios sobre el cultivo de *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus* en estanques rurales, registrando parámetros físicos y químicos, abundancia y composición del zooplancton y zoobentos.

Quiróz (1990), cultiva cíclidos y ciprínidos en estanques rústicos empleando fertilización intensiva. Analiza además la composición y abundancia relativas del zooplancton y zoobentos. Esto en el estado de Morelos, México.

Rhadheyshyam y Naik (1990), estudiaron la macrofauna bentónica de estanques y zonas de inundación en Kaushalyanganga, India; encontrando que la densidad del bentos siempre es alta, siendo los insectos el grupo dominante.

Miranda (1992), en el municipio de Soyaniquilpan, Estado de México, lleva a cabo un estudio sobre la dinámica de la abundancia en campo (estanques rústicos) y otro de un cultivo en laboratorio de la familia Corixidae.

Chapman y Fernando (1994), analizaron las dietas y alimentación de *Oreochromis niloticus* y *Cyprinus carpio* en estanques ubicados en zonas de inundación al noreste de Thailandia mediante análisis de contenidos estomacales, concluyendo que para *C. carpio* sus presas consisten principalmente de quironómidos y corixidos.

Galindo y Loera (1994), evaluaron la influencia de algunos parámetros fisicoquímicos, biológicos y variación morfométrica sobre el crecimiento de carpas chinas y aterínidos en policultivo. Esto en dos bordos del estado de Tlaxcala.

Elías (1994), estableció un monocultivo de *Cyprinus carpio* en condiciones rurales, analizó el rendimiento, algunos parámetros físicos y químicos, y la composición y abundancia del zooplancton y zoobentos en el municipio de Soyaniquilpan, Estado de México.

Elías y Navarrete (1995), determinan la composición genérica de los quironómidos presentes en un estanque piscícola rural, además de registrar

algunos parámetros físicos y químicos. Esto en San Andrés Timilpa, Estado de México.

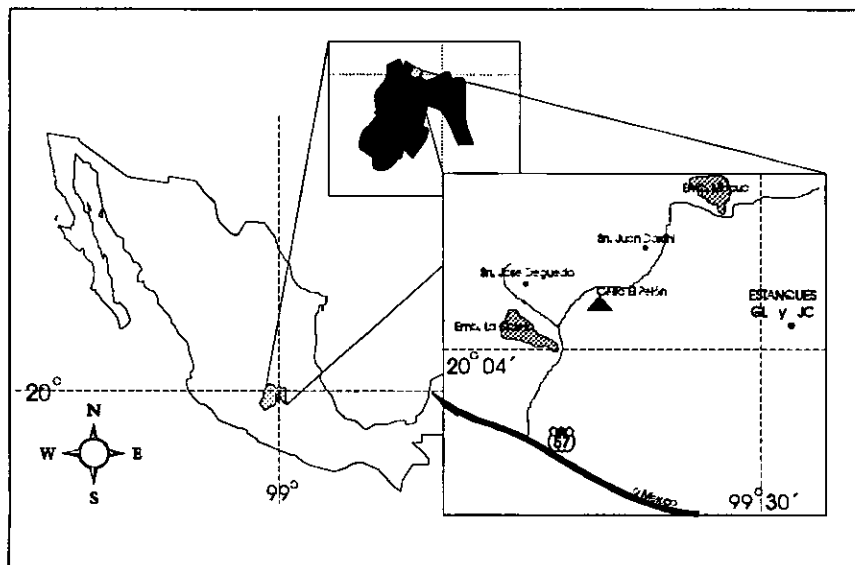
Elías y Navarrete (1997), realizaron un estudio sobre la composición y abundancia de las larvas de quironómidos en un bordo piscícola del municipio de Soyaniquilpan, Estado de México; además de registrar algunos parámetros físicos y químicos.



## Área de estudio

El estudio se realizó en dos estanques localizados en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México, cerca del embalse la "Goleta", ubicándose entre las siguientes coordenadas geográficas:  $20^{\circ} 04' 00''$  y  $20^{\circ} 04' 15''$  de latitud norte y los  $99^{\circ} 32' 10''$  y  $99^{\circ} 32' 05''$  de longitud oeste; encontrándose dentro del eje neovolcánico a una altura de 2450 m.s.n.m. En este sitio se practica la agricultura de riego permanente y temporal, el tipo de suelo es aluvial y de rocas ígneas extrusivas del tipo brecha volcánica (Cetenal, 1973).

El clima que impera en el lugar, según Koppen modificado por García (1973), es de tipo  $C(W_2)_w$ , que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, siendo el más húmedo de los subhúmedos, con una temperatura promedio anual de 12 a  $14^{\circ}\text{C}$  y una precipitación media anual de 700 a 800 mm.



## Metodología

---

El presente trabajo se llevó a cabo en dos estanques rústicos (denominados GL y JC), los cuales presentan un área de espejo de agua de 2000 y 3000 m<sup>2</sup> respectivamente. La toma de muestras se realizó mensualmente cubriendo un periodo de 11 meses (Octubre 1995-Agosto 1996). Los puntos de muestreo para la determinación de los parámetros físicos, químicos y biológicos fueron en puntos opuestos de cada estanque, por presentarse en éstos las mayores variaciones, tanto fisicoquímicas como biológicas, pues la vegetación en estos sitios las favorece (Margalef, 1983; Gilinsky, 1984). La determinación de cada parámetro se realizó como se indica a continuación: el oxígeno disuelto por la técnica de Winkler modificación azida; la alcalinidad mediante la titulación con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N; la dureza total por la técnica de titulación con EDTA 0.1 M, todo lo anterior de acuerdo con APHA (1995). La temperatura del agua se registró con un termómetro digital marca ELITE; la profundidad y transparencia con un disco de Secchi; el pH con un potenciómetro de campo marca COLE-PARMER y la conductividad con un conductivímetro portátil marca SPRITE 3000.

En cada estanque se empleó una densidad de siembra de 5000 peces /Ha, teniéndose una media inicial en peso y longitud de 6.25 gr. y 4.67 cm respectivamente. Para la determinación de las biometrías de *Cyprinus carpio*, se capturó una muestra con la ayuda de un chinchorro de 25 m de largo, 1.5 m de caída y 8 mm de abertura de malla. Los organismos capturados se pesaron con una balanza digital marca ACCULAB y se midió su longitud patrón con un ictiómetro de campo graduado en mm; los peces se devolvieron al estanque al término de las mediciones. Con los datos obtenidos se determinó la relación peso-longitud con base a la ecuación propuesta por LeCreen (Gerking, 1978), además se obtuvieron los datos de crecimiento absoluto y relativo, tanto en longitud como en peso, de acuerdo con Phelps (1981). Ver apéndice IA.

La obtención del macrobentos epibentónico se realizó con una draga Petersen de 235.5 cm<sup>2</sup> de área de mordida y con una red de cuchara de 50 x 30 cm, barriéndose un área de 0.5 m<sup>2</sup> (Moss, 1980), las muestras se tamizaron con una malla de 0.5 mm de abertura y se fijaron con formol al 4% (Gaviño, 1980; Tidwell, 1995) para su traslado al laboratorio, sitio en el que se separaron los organismos con ayuda de microscopios óptico y estereoscópico. La determinación de los organismos se hizo con la ayuda de las claves propuestas por Merrit y Cummins (1984); Hungerford (1948); Mason (1973); Westfall y May (1996) y Flores (1990). Con los datos obtenidos se calculó la densidad absoluta y relativa de las familias macrobentónicas de acuerdo a Palomino (1984) en Elías (1994). Ver apéndice IB.

El tratamiento estadístico consistió en pruebas de t, con base a Daniel (1988), para determinar la existencia o no de diferencias significativas entre los puntos de muestreo para cada estanque. Se realizó una prueba de comparación de pendientes con base a la fórmula de Sokal (1983), apéndice IC, con el fin de conocer si existió o no diferencia en los crecimientos obtenidos de *C. carpio* en los estanques. Se calculó el coeficiente de asociación de Pearson a partir de los datos de abundancias y parámetros físicos y químicos con los cuales se realizó un análisis de cúmulos; además, se hizo un análisis de componentes principales (Arredondo, *et al.*, 1982). Esto con ayuda de los paquetes estadísticos Statgraphics ver 7.0 y Mathematica ver 2.0.

## Resultados

### A) Factores Abióticos

En la siguiente tabla se presentan los valores máximos y mínimos de los parámetros físicos y químicos, así como el mes en el cual se registraron para ambos estanques:

	JC		GL	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Profundidad (m)	0.81 (Jun)	0.22 (Feb)	0.70 (Mar)	0.28 (Ago)
Transparencia (m)	0.27 (Mar)	0.15 (Ago)	0.22 (Dic)	0.06 (Ago)
Temperatura (°C)	22.8 (Jul)	13.4 (Ene)	23 (Jun)	13.7 (Ene)
PH	9 (Nov)	6.9 (Oct)	8.8 (Abr)	6.9 (Oct)
Conductividad	182.5 (Feb)	132 (Abr)	148 (May)	91 (Oct)
Oxígeno (mg / l)	8.72 (Ene)	5.46 (Ago)	8.82 (May)	5.56 (Ago)
Dureza (mg CaCO <sub>3</sub> / l)	118.8 (Feb)	68.2 (Oct)	96 (Ago)	53.9 (Oct)
Alcalinidad (mg CaCO <sub>3</sub> / l)	58.5 (Oct)	28.5 (Feb)	56.5 (May)	28.5 (Feb)

En cuanto al comportamiento de la dinámica física y química, se tuvo que la profundidad, tanto en el estanque JC como en el GL, tuvo una caída brusca en su nivel durante octubre 1995-febrero 1996 (periodo I), para después aumentar a su nivel máximo y disminuir progresivamente de marzo a abril 1996 (periodo II). La transparencia presenta una tendencia a disminuir durante el periodo I, aunque en el estanque JC es por debajo de la transparencia máxima y en el GL es desde las transparencias máximas, para seguir disminuyendo en ambos estanques durante el periodo II, (gráfica 1a y b).

La temperatura en ambos estanques tiende a disminuir en el periodo I, para aumentar y disminuir progresivamente durante el periodo II. El oxígeno disuelto aumenta su concentración, en los dos estanques, durante el primer periodo, y en el segundo periodo tiende a disminuir llegando a su mínima concentración en el mes de agosto, (gráfica 2a y b).

La dureza en el periodo I aumenta su valor en ambos estanques, sufriendo una disminución hacia el mes de marzo y continuar en aumento durante el periodo II. La alcalinidad disminuye durante el periodo I, teniéndose un aumento de este parámetro en el mes de marzo y una relativa estabilidad en el periodo II en los dos estanques, (gráfica 3a y b).

Para el pH se tuvieron valores fluctuantes durante todo el periodo de estudio en ambos estanques, registrándose los valores más bajos durante el primer periodo; no siendo así con la conductividad. Ésta presenta valores en aumento durante el periodo I en los dos estanques, para posteriormente tener una relativa estabilidad, pero, en el estanque JC por debajo de su valor máximo y en el GL alcanzando su valor máximo, (gráfica 4a y b).

En lo que respecta al análisis de componentes principales (C.P.) para los parámetros físicos y químicos, se obtuvo una explicación de la varianza hasta el tercer componente del 82.7% en el estanque JC y del 75.51% en el estanque GL (tabla 1). Arredondo, *et al.*, (1986), recomiendan incluir las componentes necesarias para explicar un 85% del total de la variación. En el presente trabajo se determinó emplear únicamente las tres primeras componentes debido a que la cuarta componente reafirmaba la importancia del segundo componente en los dos estanques. Así se tuvo que, en el estanque JC el C.P.I estuvo asociado con la conductividad, dureza, alcalinidad y profundidad; el C.P.II con la temperatura y el oxígeno; y el C.P.III con la transparencia y el pH, (gráfica 5 tabla 2). Para el

estanque GL, el C.P.I estuvo determinado por la conductividad, el pH y el oxígeno; el C.P.II con la profundidad y la dureza; y el C.P.III con la temperatura y la alcalinidad, (gráfica 6, tabla 3).

Los dendrogramas para los parámetros físicos y químicos nos muestran la formación de 4 grupos, tanto en el estanque GL como en el JC. En el JC un grupo lo conforma la profundidad, transparencia, conductividad, dureza, y alcalinidad; teniéndose como grupos independientes al oxígeno, la temperatura y al pH, (figura 1a). En el GL un grupo lo conformó la dureza, conductividad, profundidad y transparencia; un segundo grupo con la temperatura y la alcalinidad, y como grupos separados al oxígeno y al pH, (figura 1b).

## **B) Factores Bióticos**

### **1.- Grupos Macrobentónicos**

Se encontraron 23 géneros en el estanque GL y 19 en el JC, pertenecientes a 7 familias; los gasterópodos, oligoquetos, tricópteros y ácaros no fueron determinados por haber sido organismos incompletos o por estar en estadios de desarrollo inapropiados para identificarlos, (tabla 4).

Del número total de organismos encontrados durante el periodo de estudio en el estanque GL ( $17918 \text{ org/m}^2$ ), el 38.81% correspondió al grupo de los quironómidos; el 29.51% a los oligoquetos; 18.03% de notonéctidos; 10.40% caobóridos; 2.22% al grupo denominado "otros grupos" que engloba a los efemerópteros, odonatos, gasterópodos, tricópteros, decápodos y ácaros; y el 0.99% a los coríxidos, gráfica 7a. En el estanque JC, del total de organismos ( $16962 \text{ org/m}^2$ ), correspondió el 46.78% a los quironómidos; 29.34% a los oligoquetos; 13.35% caobóridos; 6.17% de coríxidos; 2.99% "otros grupos" el cual engloba a tricópteros, gasterópodos, ácaros, efemerópteros y odonatos; y el

1.22% a los notonéctidos, se presenta su abundancia relativa temporal en las gráficas 7a y b.

Del número total de quironómidos en el estanque JC (7936 org/m<sup>2</sup>), los géneros *Chironomus*, *Endochironomus*, y *Dicrotendipes* fueron los más abundantes con un 29.64%, 13.97% y 25.17% respectivamente. En el GL con 6955 org/m<sup>2</sup> como total, los géneros más abundantes fueron *Chironomus* (26.56%), *Endochironomus* (16.56%), *Paratanytarsus* (22.94%) y *Dicrotendipes* (20.38%), (gráfica 8).

En cuanto a los corixidos, se tuvo como abundancia total en el estanque JC 1048 org/m<sup>2</sup>, siendo el género *Trichocorixella* el más abundante, representando el 94.65% del total de corixidos encontrados. En el GL, con 178 org/m<sup>2</sup> como total, también la especie mencionada fue la más abundante con un 78.65%, seguida del género *Krizousacorixa* con un 12.35%, (gráfica 9).

De los géneros de notonéctidos registrados (*Notonecta* y *Buenoa*), este último fue el más abundante en ambos estanques, pues del total de estos organismos encontrados en el JC (208 org/m<sup>2</sup>), este género representó el 81.73%, y de 3232 org/m<sup>2</sup> encontrados en el GL, *Buenoa* representó el 97.77%, (gráfica 10).

Hay que destacar que dentro del grupo denominado "otros grupos", los organismos que más se encontraron fueron los efemerópteros y odonatos en ambos estanques. De los 399 org/m<sup>2</sup> encontrados durante el estudio en el estanque GL, estos organismos representaron el 56.64% y 33.08% respectivamente. Y de los 508 org/m<sup>2</sup> encontrados en el JC, el 56.29% correspondió a los efemerópteros y el 40.57% a los odonatos.

Con respecto a la abundancia mensual para cada grupo, la máxima abundancia alcanzada por los quironómidos en el estanque JC fue en el mes de marzo con  $1644 \text{ org/m}^2$  y en el GL se dio en octubre con  $1553 \text{ org/m}^2$ , (gráfica 11); los oligoquetos tuvieron su pico máximo, en el estanque JC en abril ( $1067 \text{ org/m}^2$ ) y en el GL en febrero ( $1200 \text{ org/m}^2$ ), (gráfica 11a y b).

Los notonéctidos presentaron sus picos máximos de abundancia en los meses de noviembre ( $142 \text{ org/m}^2$ ) en el JC y diciembre ( $954 \text{ org/m}^2$ ) en el GL. Respecto a los coríxidos, en marzo con  $440 \text{ org/m}^2$  en el estanque JC y en noviembre ( $46 \text{ org/m}^2$ ) en el GL, (gráfica 12a y b).

Los caobóridos se presentaron continuamente hasta el mes de febrero en ambos estanques, teniendo su máxima abundancia en el mes de diciembre tanto en el JC ( $1155 \text{ org/m}^2$ ), como en el GL ( $621 \text{ org/m}^2$ ), (gráfica 13).

Las relaciones entre los parámetros físicos, químicos y los organismos macrobentónicos se presentan en la tabla 5, teniéndose un mayor número de correlaciones significativas ( $\alpha = 0.95\%$ ) en el estanque JC que en el GL.

Los dendrogramas obtenidos para establecer las relaciones entre el macrobentos y los parámetros físicos y químicos nos muestran la formación de 4 grupos en el estanque JC. Uno con la conductividad, dureza, alcalinidad, profundidad, transparencia, coríxidos, oligoquetos, quironómidos y caobóridos; un segundo con el oxígeno y los notonéctidos, y dos grupos independientes: el pH y la temperatura, (figura 2a). Para el estanque GL se obtuvieron también 4 grupos, uno con el oxígeno, la transparencia, los quironómidos y los notonéctidos; un segundo grupo con la profundidad, alcalinidad, temperatura, caobóridos, coríxidos y oligoquetos; el tercer grupo conformado por la conductividad y la dureza, y como grupo independiente al pH, (figura 2b).



## 2.- Crecimiento de *Cyprinus carpio*

Se obtuvo un crecimiento de tipo isométrico de *C. Carpio* en ambos estanques de acuerdo con el valor de  $b$  obtenido mediante la relación peso-longitud, siendo de 2.5288 en el estanque GL y de 2.586 en el estanque JC, habiendo una diferencia significativa ( $\alpha$  0.95%) entre ambos valores; en tanto que el factor de condición se obtuvo ligeramente más alto en el estanque GL, (gráfica 14).

Con relación a los crecimientos finales, relativo en longitud (CRL), relativo en peso (CRP), absoluto en longitud (CAL) y absoluto en peso (CAP) obtenidos para la especie en cultivo (gráficas 15 a y b; 16 a y b), se presentan a continuación los valores obtenidos para cada estanque:

	JC	GL
CAL	0.0285 cm/día	0.0258 cm/día
CRL	184.49%	167.66%
CAP	0.2655 gr/día	0.2232 gr/día
CRP	1287.20%	1082.016%

Los análisis de cúmulos y componentes principales realizados para determinar las interrelaciones que existen entre los parámetros físicos y químicos, organismos bentónicos, expresados como volumen bentónico y los crecimientos de *C. Carpio* CAL y CAP arrojaron, por un lado, en los dendrogramas 4 grupos en cada estanque. Para el JC se tuvo un grupo integrado por la profundidad, la transparencia, conductividad, dureza, alcalinidad y el CAL; uno más con el oxígeno y el volumen bentónico; un tercero con la temperatura y el CAP, y teniéndose al pH como elemento separado, (figura 3a). En el GL se tuvo un grupo

que abarco al oxígeno y al CAP, un segundo grupo con el volumen bentónico, el CAL, la temperatura y la alcalinidad; uno más con la conductividad, la dureza, la profundidad y la transparencia y de nuevo al pH como elemento separado, (figura 3b).

Y en el caso de los componentes principales, se tuvo que en el estanque JC, hasta el tercer componente se explicó un 71.23% de la varianza, correspondiendo el primer componente al volumen de bentos y al crecimiento de *C. carpio*, el segundo se identificó con los cambios en la transparencia y el tercero estuvo determinado por la profundidad, (tabla 6, gráfica 17). En el estanque GL, hasta el tercer componente se explicó un 67.52% de la varianza; el primer componente se identificó con la profundidad y los cambios en la alcalinidad, el segundo con el pH y crecimiento, y el tercero con los cambios en la concentración de oxígeno y la transparencia dados por la temperatura, (tabla 7, gráfica 18).

# Discusión

---

## 1) Parámetros físicos y químicos

Los estanques presentaron aguas templadas, turbias, alcalinas, regular concentración de oxígeno y una dureza moderada, siguiendo los criterios de Rosas, (1982).

La caída rápida en el volumen de agua en ambos estanques, estuvo propiciada por el empleo de esta agua para el riego de los cultivos aledaños a los estanques y por el uso que se les da como abrevadero, además de las causas naturales como la evaporación, filtración, etc. Esta disminución en el volumen, provocó el aumento en la dureza en ambos estanques, como lo mencionan Sánchez y Navarrete, (1987), diciendo que al disminuir el volumen se propicia una concentración de solutos resultando en un incremento de la dureza y la alcalinidad. El incremento en la alcalinidad mencionado por las autoras antedichas, no se presenta en los estanques durante el periodo I (octubre 1995-febrero 1996), al contrario se ven disminuidos los valores de la alcalinidad. Arredondo, (1986) indica que esta disminución es provocada por el aumento de la acidez causada por la concentración de materia orgánica y desechos nitrogenados en oxidación, empleándose entonces los carbonatos para neutralizar los ácidos (Pontius, 1990) y mantener así al pH lo más estable posible y reflejándose en los valores generalmente más bajos del pH en este periodo con respecto al siguiente. Para el periodo II (marzo-agosto 1996) se cumple de manera general lo mencionado por Sánchez y Navarrete, (1987).

La conductividad presenta el típico comportamiento citado por Arredondo y García (1982), siendo éste que al disminuir el volumen de agua la conductividad y la dureza aumentan, debido a la mayor concentración de solutos que favorecen el

paso de corrientes eléctricas (Novotny and Olem, 1994), lo anterior se dio de una forma más o menos rápida en los estanques durante el periodo I y de forma más gradual durante el periodo II.

En cuanto al oxígeno, se presentan los valores máximos cuando se registraron las temperaturas más bajas y, de manera general, cuando hay temperaturas altas se tienen los registros bajos de oxígeno disuelto en ambos estanques, siguiendo la típica relación que hay entre estos dos parámetros; sin embargo, hacia el mes de agosto se da una importante disminución en la concentración de este parámetro, tanto en el estanque GL como en el JC provocado por un aumento en la materia orgánica suspendida en la columna de agua (evidenciada por una disminución en la transparencia y un aumento en los valores de conductividad), que emplea este elemento para la respiración o en procesos de descomposición teniéndose algo semejante a lo reportado por Novotny y Olem (1994).

El pH se observó fluctuante en los dos estanques, pero dentro de los valores óptimos para la especie en cultivo, siendo de ligeramente ácido hacia el primer periodo, especialmente en el estanque GL, a ligeramente alcalino en el periodo II, (Rosas, 1982).

La temperatura mostró un comportamiento similar a las temperaturas ambientales para esos meses del año, siendo baja durante los meses correspondientes al invierno (diciembre-febrero) y alta en los meses correspondientes a primavera-verano. Hecho semejante a lo reportado por varios autores, entre ellos Daborn y Clifford, (1974) y Khalaf y MacDonald, (1975).

La estructura resultante del análisis de cúmulos, nos da una idea de las interrelaciones que se dan en los estanques y del grado de asociación natural

entre las variables, (Ponce y Arredondo, 1986). Teniéndose en el estanque JC un cúmulo que engloba a las variables que representan la mineralización del sistema y la transparencia, siendo un 62.5% de las variables. La importancia de estos procesos de mineralización, quedó confirmada al encontrarse, con el análisis de componentes principales, que el C.P.I responsable del 43.94% de la varianza, también abarcaba los procesos mineralizadores y teniendo como C.P.II a la temperatura y al oxígeno, y en el C.P.III a la transparencia. Estos dos últimos componentes explican juntos el 38.76% de la varianza. Entonces se puede decir que los factores de mineralización influyen directamente sobre la transparencia, que esta dada principalmente por el fitoplancton y el zooplancton (Cole, 1975). Dentro de estos procesos, Ponce y Arredondo, *op cit.*, encontraron que la alcalinidad es determinante por influir sobre el fitoplancton y el zooplancton. Reflejándose la relación entre la mineralización y la transparencia por haberse encontrado como C.P.III y como parte del cúmulo ya mencionado.

Para el estanque GL, el cúmulo más grande representa el 50% de las variables, estando determinado por los cambios en la dureza y conductividad debidos a los cambios en la profundidad. Esto se confirma de cierta manera, por las variables fisicoquímicas encontradas como importantes para este estanque con ayuda del análisis de componentes principales, estas variables son: la conductividad y el oxígeno (C.P.I); profundidad y dureza (C.P.II) y en el caso del C.P.III la alcalinidad y la temperatura. Se obtuvo un cúmulo que engloba a las variables del tercer componente, indicándonos la importancia de estas variables en la dinámica fisicoquímica del estanque GL.

Las semejanzas y diferencias entre cúmulos y componentes principales obtenidas pueden deberse a la distorsión que sufren los datos al manipularlos matemáticamente (Johnson y Wichern, 1992), se puede apreciar que el estanque JC presenta una mayor semejanza, en cuanto a las variables agrupadas, ya sea

por C.P. o análisis de cúmulos que las presentadas en el estanque GL, interpretándose como un sistema más complejo al estanque GL, debido a la menor área y profundidad que presenta con respecto al estanque JC.

## 2) Parámetros bióticos

### a) Macro bentos

Los continuos cambios en la profundidad que se dan en este tipo de depósitos de agua, ya sea por el régimen de lluvias, la temperatura ambiental alta y la consecuente evaporación, o por el empleo de esta agua para riego, implica que se genere una tensión ambiental que reduce la posibilidad de habitarlos a especies capaces de tolerar un amplio intervalo de condiciones y capaces de reproducirse rápidamente, cuando las condiciones son favorables, (Barnes y Mann, 1980; 1991).

Ya se mencionó que los grupos más importantes por su abundancia, en ambos estanques, fueron los quironómidos y los oligoquetos. Estos organismos, en particular los géneros encontrados, se caracterizan por habitar en sistemas sómeros o litorales, lénticos o lóticos en zonas de depositación, (Merrit y Cummins, 1984), con una alta carga de materia orgánica y por consiguiente, bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el fondo, (Pennak, 1989). Ésta materia orgánica se deposita en el fondo creando un sistema fangoso en el cual sólo algunos organismos pueden sobrevivir, como los oligoquetos y los quironómidos, (Guzmán, 1989; Wahab y Stirling, 1991).

Los géneros de la familia *Chironomidae* encontrados como abundantes, *Chironomus*, *Endochironomus* y *Dicrotendipes* son organismos cosmopolitas que habitan en zonas con las características ya mencionadas, características que se presentan en los estanques estudiados, y alimentándose por filtración de la

materia en depositación, (Pinder, 1986; Merrit y Cummins, 1984). El género *Paratanytarsus*, encontrado en abundancia en el estanque GL, se caracteriza por establecerse comunmente en los márgenes de las charcas semipermanentes, ricas en vegetación y alimentándose de los escombros de plantas sumergidas, (Driver, 1977; Bass, 1986). Este estanque, el GL, presenta estos rasgos, ya que posee una mayor vegetación de macrófitas acuáticas sumergidas, (López, 1995).

El mayor número de géneros encontrados de esta familia en el estanque GL puede estar dado por la presencia de macrófitas acuáticas en gran cantidad, como ya se mencionó, incrementando la superficie disponible para la colonización, (Barber y Kevem, 1973; Moore, 1980), proporcionando, además, una mayor cantidad de microhábitats que hacen posible el desarrollo de estos organismos, (Orbe, 1994).

Las diferencias en relación a la abundancia mensual de los quironómidos pueden tener tres causas principalmente, a los ciclos de desarrollo multianuales en su población (Laventer, *et al.*, 1968); a la depredación que existe sobre ellos de otros integrantes del sistema, (Hepher, *et al.*, 1989), y a las condiciones fisicoquímicas del sustrato y del agua, como la concentración de oxígeno en el fondo (Avnimelech y Lanchar, 1979), a la profundidad, (Pinder, 1986) y en especial a la transparencia (Elías y Navarrete, 1997). Encontrándose importantes correlaciones entre estos organismos y la transparencia y profundidad, mostradas en los dendrogramas y los valores de correlación.

Los oligoquetos fueron el segundo grupo más importante. Son comunes en aguas estancadas con sustrato lodoso o lleno de guijarros, es usual encontrarlos en profundidades menores a dos metros; su alimentación consiste principalmente de detritos, algas, diatomeas, etc., (Pennak, 1989). El desarrollo de los oligoquetos se ve afectado por los cambios en la transparencia, temperatura,

desarrollándose mejor en aguas frías, luz, y cambios bruscos en las condiciones fisicoquímicas del agua (Ralph y Stuart, 1991), además del consumo que hacen de ellos organismos depredadores, (Bouguenec, 1992).

Los picos de máxima abundancia para estos organismos son similares a los encontrados por Tamayo (1993), presentándose en febrero, marzo, abril y mayo. La correlación encontrada entre los oligoquetos y la temperatura en el estanque GL, denota la preferencia de estos por las aguas frías, como ya se mencionó antes, esta correlación también fue encontrada por Wahab y Stirling en 1991.

Los notonéctidos son organismos cosmopolitas, en especial los géneros *Buenoa* y *Notonecta*; no dependen generalmente de las características ambientales. Sin embargo, se encontró una correlación positiva significativa entre estos organismos y el oxígeno disuelto, haciéndose patente por encontrarse dentro del mismo grupo en los dendrogramas obtenidos para ambos estanques. Estos organismos presentan una respiración de tipo aeroplneística (Barnes, 1984; Patrick, 1981), por lo que no parece lógica la correlación encontrada, la explicación se encuentra en el comportamiento de los gases en un líquido. Al transportar la burbuja de aire en el plastrón para su empleo al estar sumergidos, si la concentración de oxígeno es baja en el medio, este gas tenderá a pasar más rápidamente al agua (Blum, 1985; Eckert, 1992), y obligará al organismo a realizar frecuentes salidas a la superficie. Ya se ha dicho que el estanque JC tiene una mayor profundidad, por lo que se tendrán menores concentraciones de oxígeno en el fondo, (Arredondo y García, 1982) y una menor temperatura que aumenta la solubilidad del oxígeno (Barrow, 1981). Debido a lo anterior, en el estanque JC se presenta un menor número de notonéctidos, y el mayor número de éstos, encontrado en el GL, se da por la presencia de las macrófitas acuáticas (Margalef,



1983; Little, 1972), que contribuyen a mantener una concentración de oxígeno más estable, así como a la menor profundidad que este presenta.

Los corixidos presentan como género abundante a *Trichocorixella*, el cual ya ha sido reportado para la zona por Elías, (1994) y Miranda, (1992). Estos organismos suelen encontrarse en aguas ricas en fitoplanctón, pudiendo tolerar aguas pobres en oxígeno, (Patrick, 1981; Aldrich, 1988). La mayor abundancia de estos organismos se presentó en el mes de marzo, después de haberse dado la disminución en el volumen de agua y su consiguiente reducción en la transparencia. Se tuvo una mayor presencia de corixidos en el estanque JC, dado principalmente por la profundidad y la alcalinidad. Estos parámetros, también fueron encontrados como importantes para estos organismos por Contreras, *et al.*, (1996). En particular, la alcalinidad se encuentra relacionada con estos organismos debido a su tipo de alimentación. Reynolds, (1975) y Hungerford, (1948), mencionan que el alimento principal de estos consiste de fitoplancton, algas y partículas orgánicas en suspensión; por otro lado, Ponce y Arredondo, (1986) encontraron que la alcalinidad influye de manera importante sobre la abundancia del fitoplancton, teniéndose así la explicación.

Un hecho importante es el que se hayan encontrado en el estanque JC un mayor número de corixidos, y en el GL un mayor número de notonéctidos. A parte de la influencia que ejerce el ambiente sobre estos organismos, como ya se ha mencionado, otra explicación pudiera ser la indicada por Fox y Murdoch, (1978), los géneros *Notonecta* y *Buenoa* cazan corixidos, además de larvas de mosquito. Entonces, aunque las condiciones en el estanque GL sean óptimas para los corixidos, la presencia de los notonéctidos merma la posibilidad de una mayor colonización.

Los caobóridos, únicos dípteros en pertenecer tanto al zooplancton como al zoobentos (Margalef, 1983), habitan sistemas someros y profundos, prefiriendo estos últimos, ricos en zooplancton y fitoplancton, y ligeramente alcalinos, (Palumbo, 1989); son depredadores del zooplancton y de otros insectos como larvas de mosco, (Patrick, 1981). La presencia de estos organismos como parte importante de la fauna béntica, nos indica la riqueza, en cuanto a nutrientes se refiere, de los estanques. Bass y Merrill, (1984) indican que la profundidad influye directamente sobre estos insectos, por las migraciones verticales que realizan. En este trabajo se presentó una correlación entre los caobóridos y la alcalinidad, confirmando lo antes mencionado, además de presentarse una mayor abundancia de estos en el estanque JC, que presentó la mayor profundidad y los valores más altos de alcalinidad.

Con relación a los "otros grupos", hay que destacar la presencia del efemeróptero *Baetis sp.* y de los odonatos *Enallagma*, e *Ischnura*; que habitan preferentemente en aguas estancadas o corrientes, con una concentración moderada de oxígeno, temperaturas templadas y con vegetación acuática que les proteja de sus depredadores (Ibarra, 1992; Westfall y May, 1996) características que presentan los estanques en cuestión.

#### b) Crecimiento de *Cyprinus carpio*

Los parámetros físicos y químicos se encuentran dentro de los límites óptimos de tolerancia para esta especie mencionados por Dimitrov, (1984), los cuales son de 4-36°C; concentraciones de oxígeno de 6-8 mg/l y transparencias de 0.20 a 0.35 m (Rubín, 1985), pH de 6-9 (Sepesca, 1988); alcalinidad de 37-60 mg de CaCO<sub>3</sub>/l, (Phelps, 1989), alcalinidad que según Arredondo, (1983) es adecuada para mantener una buena producción de peces tolerantes como lo es la carpa, además de ser aguas productivas (Johnson, 1988; Quiróz, 1990). Las variaciones

encontradas en cada estanque determinaron el que se diera un mayor o menor cantidad de zoobentos y por consiguiente del crecimiento de las carpas, pues como menciona Nikolski (1976), el papel de los factores físicos y químicos sobre la vida de los peces es muy importante.

Hacia el periodo I (octubre 1995-Febrero 1996), el CAP tiene una tendencia a aumentar en valor en las carpas presentes en el estanque GL y de disminuir en el estanque JC. Como ya se ha visto, en este periodo la profundidad disminuye de manera importante. Esta disminución en la profundidad y las bajas temperaturas que imperaron durante este periodo, produjeron un hecho interesante que se tratará más adelante. Hay que tener en cuenta que el área de los estanques no es igual, siendo más grande el JC que el GL, por lo que estos cambios de profundidad afectaron de manera más intensa al estanque GL.

Los CAP y CAL relativamente altos que se obtuvieron al inicio del periodo de cultivo son normales, como lo menciona Hepher y Pruginin, (1985), los cuales dicen que la tasa de crecimiento es grande en peces pequeños. Para el mes de diciembre se da una disminución en los valores del CAP y del CAL como respuesta a las bajas temperaturas y a la caída de la concentración de oxígeno, pues la baja temperatura disminuye el crecimiento en los peces (Lagler, 1989; McConnell, 1987). Esta disminución en el CAP y el CAL es más grande en los peces del estanque GL, dado principalmente por la profundidad que presenta este estanque, siendo por consiguiente, más rápidos los cambios en la temperatura, (Wetzel, 1975).

Para los siguientes dos meses de este periodo se presenta un hecho relevante. Pues el CAL y el CAP aumentan gradualmente en las carpas del estanque GL, mientras que las del JC siguen disminuyendo o aumentan muy ligeramente. Esta diferencia se da por diversos factores. Se tuvo una menor

presencia de organismos bentónicos (quironómidos y oligoquetos) durante este periodo en el estanque JC que en el GL; Bouguenec, (1992) y Zur, (1980), mencionan que los quironómidos y los oligoquetos son importantes promotores del crecimiento en peces. Como ya se ha mencionado, la diferencia en las áreas de cada estanque, influyen de manera importante, pues si bien, la disminución en la profundidad es mayor en el JC, su mayor área compensa esta pérdida de agua, evitando por lo tanto que se den cambios bruscos en los parámetros físicos y químicos en los ciclos diarios, no siendo así en el GL por ser más pequeño.

Este mayor volumen de agua en el estanque JC hace que las fluctuaciones diarias en temperatura y oxígeno sean menos drásticas. Esto ocasiona que los peces ahí presentes se habitúen, entrando en un estado de entumecimiento, para compensar el stress producido por las bajas temperaturas, volviéndose menos activos por reducir su metabolismo (Vernberg, 1975). Sin embargo, en el estanque GL, al ser más pequeño, esta "habitación" no logra darse de manera eficiente, pues las fluctuaciones en la temperatura son más fuertes, calentándose rápidamente el agua en horas de sol y enfriándose rápidamente por la noche y mañana (Wetzel, 1983). Los peces del estanque GL enfrentan estos cambios térmicos aprovechando las horas de calor para alimentarse, recordando que existió más cantidad de quironómidos y oligoquetos en este periodo en este estanque, y así ganar peso y longitud para tener más energía de reserva y una pérdida de calor menor (Eckert, 1992). Entonces se tienen dos formas de enfrentar las bajas temperaturas, una es por "habitación" "al frío, como en el estanque JC; y la otra es por aumento de la masa corporal para aumentar el metabolismo de la reserva de energía, como en el GL. Konstantinov y Zdanovich (1986), apuntan que las fluctuaciones en la temperatura estimulan el crecimiento de *Cyprinus carpio* y de *Carassius auratus* en un nivel mayor que la temperatura estable.

Para el segundo periodo se da el efecto contrario, pues el CAP y el CAL ahora aumentan en los peces del estanque JC y van en continua disminución en el estanque GL. Esto motivado por el aumento de la temperatura y una disminución gradual de la profundidad desde su nivel máximo, y la disminución de la transparencia. Destacando que en este periodo se da un aumento en la cantidad de quironómidos y oligoquetos en el estanque JC, mientras que en el GL se ven disminuidos.

La disminución en la transparencia ocasionada, en mayor grado, por el aumento en el fitoplancton y zooplancton, como lo reporta López (1995) en su trabajo realizado en estos estanques, pues si bien la transparencia de un cuerpo de agua no está dada solamente por estos grupos, si de debe a estos en gran proporción en aguas ricas (García, 1987), y el aumento en el metabolismo de los peces por el aumento en la temperatura, ocasionan que las concentraciones de oxígeno disuelto, que hacia los meses de julio y agosto se vuelven mínimos, y el crecimiento de los peces se vea disminuido, limitado o nulo (Sta. María y Velázquez, 1985). Teniéndose además que la disminución en la concentración de oxígeno disuelto afecta directamente al consumo de alimento por parte de los peces, (Sepesca, (1991) y las temperaturas fluctuantes tienen una profunda influencia en el crecimiento de los peces por su impacto en los grados de asimilación y digestión de alimento (Webb, 1978).

Entonces el menor crecimiento de los peces en el estanque GL, ahora está dado por el stress que provoca el aumento de la temperatura, que impide una buena disolución del oxígeno en el agua (Barrow, 1981); el stress propiciado por una carencia de oxígeno conduce a un relativo desorden metabólico que influye sobre el crecimiento (Steffens, 1987), y aunado a esto el estanque GL llega a su mínima profundidad, y de igual forma que en el periodo anterior, el mayor volumen

del estanque JC sirve de atenuador de estas fluctuaciones en la temperatura y el oxígeno.

El crecimiento en longitud estuvo más relacionado con los cambios en la profundidad, estando de acuerdo con Laventer, *et al.* (1968), quien responsabiliza a la profundidad de limitar el crecimiento de los peces, por proporcionar un mayor o menor espacio para el desarrollo de los peces.

Por otro lado, el mejor factor de condición de los peces en cultivo obtenido en el estanque GL, nos puede indicar que estuvieron mejor alimentados, aún y con el menor número de organismos bentónicos encontrado, esto dado por la profundidad que al ser menor en este estanque, actúa como un concentrador del alimento, siendo más fácil el que los peces lo encuentren que en una profundidad mayor. El tipo de crecimiento es isométrico en términos generales, pues Steffens, (1987), menciona que un valor de 3 obtenido con el modelo de crecimiento denota que los peces crecen de manera proporcionada.

En lo que respecta al CAP, CRP, CAL y CRL finales, fueron mayores en el estanque JC que en el GL. Esto dado por las condiciones físicas y químicas más estables en los ciclos diarios, provocados por la mayor área del estanque JC.

A manera de comparación, se tuvo que los crecimientos absolutos en longitud obtenidos son mayores en un 10.85% en el estanque GL y en un 19.29% en el JC, respecto a los obtenidos por Franco, *et al.*, (1995) en su estanque LHII, pero menores en un 16.77% en el GL y en un 8.06% en el JC, respecto a los obtenidos por estos autores en su estanque LHI. En cuanto al CAP, fueron mayores en un 32.79% en el GL y en un 43.5% en el JC; y menores en un 28% en el GL y en un 14.35% en el JC, respecto a los estanques LHII y LHI. Hay que mencionar que los estanques trabajados por estos autores, se fertilizaron con

superfosfato triple y el área de espejo de agua del estanque LHII, en el que obtuvieron sus más altos crecimientos, tienen aproximadamente la misma área. Entonces, de acuerdo con estos datos, los crecimientos obtenidos son buenos si tomamos en cuenta que los estanques LH se fertilizaron, mientras que los estudiados en este trabajo no lo estuvieron.

Por último, los análisis de componentes principales y cúmulos realizados para integrar el comportamiento fisicoquímico, el volumen de bentos y el crecimiento absoluto en peso y longitud de *Cyprinus carpio*, vinieron a confirmar lo antes expuesto. Y corroborándose la importancia de la profundidad, la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto, por ser estos los principales reguladores de la conducta física y química del sistema, pues de estos tres dependen directamente los otros parámetros. Habría que destacar solamente la aparición de la dureza como factor importante que influye directamente sobre el mejor crecimiento de la especie en cultivo en el estanque JC, tal vez sea por lo que dice Sepesca (1991), dentro de ciertos límites, el agua más dura es más benéfica para la salud de los peces. Esto se debe en gran medida a la disminución del trabajo osmótico requerido para reponer los electrolitos de la sangre que se pierden a través de la orina en los peces, (Eckert, 1992).

La interpretación que se le dio a la obtención del crecimiento y el volumen bentónico como parte de un componente en el estanque JC y la aparente no relación entre el zoobentos y el crecimiento en el estanque GL, fue que en el JC los peces no se vieron limitados por los factores físicos y químicos, pero sí por la dificultad que representa para los peces el encontrar el alimento en un cuerpo de agua más grande; en cambio en el GL, el alimento es más fácilmente encontrado pero la dinámica física y química sí influye de manera importante sobre el crecimiento de *Cyprinus carpio* esta última situación es similar a la encontrada por Elías en 1994.

## Conclusiones

---

- Los estanques presentaron aguas templadas, con regular concentración de oxígeno, turbias, alcalinas y de dureza moderada.

- Se encontró más compleja la dinámica ambiental en el estanque GL que en el estanque JC, dado principalmente por la mayor profundidad y área que este último presenta haciéndolo más estable.

- Los organismos del macrobentos se vieron más relacionados con la transparencia y la profundidad. En particular, los notonéctidos se vieron influenciados por la concentración de oxígeno disuelto, los corixidos por la alcalinidad, los caobóridos por la profundidad y los quironómidos y oligoquetos por la transparencia y profundidad.

- Se encontraron 22 géneros de organismos macrobentónicos en el estanque GL y 19 en el estanque JC, propiciado por la mayor cantidad de macrófitas acuáticas que presenta el estanque GL.

- Los grupos macrobentónicos más abundantes fueron los quironómidos y los oligoquetos. De la familia Chironomidae los géneros más abundantes fueron: *Chironomus sp.*, *Endochironomus sp.*, *Dicrotendipes sp.* y *Paratanytarsus sp.*

- El crecimiento de *Cyprinus carpio* fue de tipo isométrico y se obtuvo un factor de condición más alto en el estanque GL.

- El crecimiento se encontró más alto en los peces del estanque JC que en los del GL, propiciado principalmente por la mayor estabilidad en la dinámica ambiental que presenta el JC por su mayor área y profundidad.

- El crecimiento se vio influido más por la conducta física y química del agua en el estanque GL que por la cantidad de alimento disponible; para el estanque JC lo determinó más la profundidad.



## Referencias bibliográficas

---

- Aguilera, H.P.; Zarza, M.E. y Sánchez, M.R. (1988). La carpa y su cultivo. Fondepesca. México. 46 pp.
- Alikunhi, K.H. (1966). Synopsis of biological data on common carp *Cyprinus carpio* (Linnaeus). F.A.O. Fisheries synopsis. 31(1). 72 pp.
- Aldama, R.A. (1994). Curso de limnología aplicada/CNA-IMTA. Gaceta Lerma. 1(1):16-18
- Aldrich, J.R. (1988). Chemical ecology of the heteroptera. Ann.Rev.Entomol. 33:211-238.
- APHA, (1995). Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater. Edited by Eaton, Clescri and Greenberg. APHA, AWWA and WEF. 19ª .USA.
- Arredondo, F.J.L. (1983). Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. Biotica. 8(2):175-179
- Arredondo, F.J.L. (1986). Acuicultura extensiva en estanques y pequeños embalses en México. SEPESCA. Dir. Gral. Acua. Pachuca, Hidalgo, México.
- Arredondo, F.J.L. y García, C.J.L. (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. 12:6-13
- Arredondo, F.J.L.; Hernández, A.; Ochoa, R.A. y Ponce, J. (1982). Aplicaciones de técnicas del análisis multivariado en el estudio de embalses temporales. Comunicaciones técnicas. Serie naranja. Inst. Biol. UNAM. México. 60 pp.
- Arredondo, F.J.L. y Juárez, P. (1986). Ciprinicultura/Manual para el cultivo de carpas. SEPESCA. Dir. Gral. Acua. México. 121 pp.
- Avnimelech, Y. And Lachar, R. (1979). A tentative nutrient balance in fish ponds. Bamidgeh. 31(1):3-8

- Barber, W.E. and Kevern, N.R. (1973). Ecological factors influencing macroinvertebrate standing crop distribution. *Hydrobiologia*. 43:53-75.
- Bardach, J.E.; Ryther, H.J. y Mclarney, O.W. (1986). *Acuicultura/crianza, cultivo de organismos marinos y de agua dulce*. AGT Editor. México. 742 pp.
- Barnes, R.D. (1984). *Zoología de los invertebrados*. 4ª. Interamericana. México. 1157 pp.
- Barnes, K.R. and Mann, H.K. (1980). *Fundamentals of aquatic ecosystems*. Blackwell Sci. Pub. London. 229 pp.
- Barnes, K.R. and Mann, H.K. (1991). *Fundamentals of aquatic ecology*. 2ª. Blackwell Sci. Pub. London. 270 pp.
- Barrow, M.G. (1981). *Química Física*. 3ª. Reverté. Barcelona. 840 pp.
- Bass, D. (1986). Larval Chironomidae (Diptera) of the Big Thicket streams. *Hydrobiologia*. 135:271-285
- Bass, D. And Merril, H.S. (1984). Do Chaoborus larvae migrate in temporary pools?. *Hidrobiologia*. 108:181-185
- Bíró, P. (1995). Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture*. 129:373-386
- Blum, M.S. (1985). *Fundamentals of insect physiology*. 2ª. John Wiley and Sons. New York. 598 pp.
- Bouguenec, V. (1992). Oligochaetes (Tubificidae and Enchytraeidae) as food in fish rearing: a review and preliminary tests. *Aquaculture*. 102:201-217
- Cabrera, J.J.A. y García, C.J.L. (1986). Estado de la acuicultura en México. *in acuicultura de Bardach*. AGT Editor. México. 721-741
- CETENAL. (1973). Carta geológica: Tula de Allende. F14C-88. Esc 1:50000
- Chapman, G. And Fernando, C.H. (1994). The diets and related aspects of feeding or nile tilapia and common carp in lowland rice fields in northeast Thailand. *Aquaculture*. 123:281-307

- Contreras, R.G., Navarrete, S.N.A. y Sánchez, M.R. (1989). Variaciones temporales del zooplanctón en un bordo rural utilizado para el cultivo de carpa en Deguedo, estado de México. Memorias del XI coloquio de Investigación. ENEP-Iztacala. UNAM. México. pag. 43
- Contreras, R.G., Navarrete, S.N.A. y Elías, F.G. (1996). Los corixidos (Hemiptera: Corixidae) del embalse San Miguel Arco, Estado de México y su relación con algunos parámetros ambientales. Memorias del XVI coloquio de Investigación. ENEP-Iztacala, UNAM. México.
- Cole, G.A. (1975). Textbook of limnology. Hosby editor. Saint Louis. 283 pp.
- Daborn, G.R. and Clifford, H.F. (1974). Physical and chemical features of an estival pond in western Canada. *Hydrobiologia*. 44(1):43-59
- Daniel, W.W. (1988). Bioestadística. Limusa. México. 485 pp.
- Dimitrov, M. (1984). Intensive polyculture of common carp (*Cyprinus carpio*) and herbivorous fish silver carp (*Hipophthalmichthys molitrix*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*. 38: 241-253.
- Driver, E.A. (1977). Chironomid communities in small prairie ponds: some characteristics and controls. *Freshwater Biol.* 7:121-133
- Eckert, R. (1992). Fisiología animal: mecanismos y adaptaciones. 3ª. Interamericana. México. 683 pp.
- Elías, F.G. (1994). Cultivo de carpa común (*Cyprinus carpio*) en un bordo del Estado de México, considerando la composición y algunos aspectos sobre la variación temporal de los grupos zooplanctónicos y del macrobentos durante dos períodos de cultivo. Tesis. Lic. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 84 pp
- Elías, F.G. y Navarrete, S.N.A. (1995). Composición y abundancia temporal de los quironómidos en un estanque piscícola en San Andrés Timilpa, Estado de México. Memorias del XV Coloquio de Investigación. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Elías, F.G. y Navarrete, S.N.A. (1997). Composición y variación temporal de las larvas de mosquito (Chironomidae) en un bordo piscícola. *Cuad. Mex. Zool.* 3(1):9-15

- Elizondo, G.R. (1988). Recursos bióticos en aguas continentales. Los recursos pesqueros del país. Inst. Nal. Pesca. México. pag. 521-551
- Esquivel, G.A.; Arredondo, E.J.; Alba, H.I.; Pulido, F.E.; Cruz, S.C.; Aguilar, P.F.; Hernández, O.F.; Cortes, O.R.; González, R.S.; Crisóstomo, M.M.; Navarrete, S.N.A. y Elías F.G. (1989). Policultivo de las carpas *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus* en un bordo rural temporal del Estado de México. Memorias del XIII Simposio de biología de campo. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Flores, H.D. (1990). Distribución de las larvas de Chironomidae en el bajo río Coatzacoalcos, Ver. México. Tesis Lic. Fac. Ciencias. UNAM. México. 89 pp.
- Franco, L.M.; Cruz, B. J.; Martínez, M.J.; Lara, V.J.A.; Huerta, A.L.A.; Ayala, M.A. y Navarrete, S.N.A. (1995). Análisis del crecimiento de *Cyprinus carpio* y *Ctenopharingodon idella* en estanques rústicos. XIX Simposio de Biologías de Campo y XII Coloquio Estudiantil de Tercera Etapa 1995. ENEP-Iztacala. UNAM. México.
- Fox, L.R. and Murdoch, W.W. (1978). Effects of feeding history on short-term and long-term, functional responses in *Notonecta hoffmani*. J. Animal. Ecol. 47:945-959
- Galindo, S.M.C. y Loera, P.J. (1994). Evaluación de un policultivo piscícola en dos bordos permanentes en el Estado de Tlaxcala. Tesis Lic. FES-Zaragoza. UNAM. México. 117 pp.
- García, E. (1973). Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 160 pp.
- García, E. (1987). Influencia de la fertilización con nitrógeno en el fitoplanctón y la calidad del agua. Rev. Lat. Acui. Lima. 31:9-18
- Gaviño, T.C. (1980). Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. 2ª. Limusa. México.
- Gerking, S.D. (1978). Ecology of freshwater fish production. Blackwell. Scientific Publication. London. 252 pp.
- Guzmán, M.M.A. (1989). La macrofauna béntica y su relación con la dinámica fisicoquímica de los lagos de Chapultepec (época de lluvias),

Bosque de Chapultepec, México. Tesis Lic. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 66 pp.

- Gilinsky, E. (1984). The role of fish predation and spatial heterogeneity in determining benthic community structure. *Ecology*. 65(2): 445-468.
- Hernández, A.J. y Peña, M.B. (1990). Aprovechamiento de bordos para la producción piscícola. Resumen del IV congreso Nal. de Acuicultura . AMAC'90 . C.I.C.T.U.J. Hermosillo, Sonora. ENEP-Zaragoza, UNAM.
- Hopher, B., *et al.* (1989). The effects of fish density and species combination on growth and utilization of natural food in ponds. *Fish Manag.* 20:59-71
- Hopher, B. y Pruginin, Y. (1985). Cultivo de peces comerciales. Limusa. México. 316 pp.
- Huet, M. (1978). Tratado de piscicultura. Mundiprensa. Madrid. 741 pp.
- Huet, M. (1983). Tratado de piscicultura. 3ª. Mundiprensa. Madrid. 450 pp.
- Hungerford, H.B. (1948). The corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). *Science. Bull. The University of Kansas.* 820 pp.
- Ibarra, G.M.P. (1992). Contribución al estudio de las náyades de Ephemeroptera de algunos arroyos del noroeste del estado de Michoacán. Tesis Lic. ENEP-Iztacala. UNAM, México. 79 pp.
- Johnson, S.K. (1988). Interpretación del análisis de agua para acuicultura. *Fondepesca. Vol.1 No.16-17*
- Johnson, A.R. and Wichern, W.D. (1992). Applied multivariate statistical analysis. 3ª. Prentice Hall. New Jersey. 642 pp.
- Kato, M.E.; Navarrete, S.N.A.; Gutierrez, M.E. y Sánchez, M.R. (1986). Los embalses artificiales, ¿un recurso utilizado?. 1<sup>er</sup> simposio nacional de acuicultura. Pachuca, Hgo. México.
- Khalaf, N.A. and MacDonald, L.J. (1975). Physicochemical conditions in temporary ponds in the new forest. *Hidrobiologia.* 47(2):301-318
- Konstantinov, A.S. and Zdanovich, V.V. (1986). Peculiarities of fish growth in relation to temperature fluctuation. *J. Ichthyol.* 26:65-74

- Lagler, F.K. (1989). Freshwater fishing biology. 3ª. Brown Company Pub. U.S.A. 271 pp.
- Laventer, Ch., *et al.* (1968). Biological observations in fish ponds in the Na'aman Region. *Bamidgeh*. 20: 16-30
- Little, V.A. (1972). General and applied entomology. 3ª. Harper and Row Pub. New York. 527 pp.
- López, C.Y. (1995). Factores que determinan el crecimiento de la carpa herbívora (*Ctenopharingodon idella*) cultivada en dos estanques rurales del municipio de Soyaniquilpan de Juárez. Lab. Prod., Peces e invertebrados. Ecología. ENEPI. UNAM.
- Margalef, R. (1983). Limnología. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- Mason, W.I. (1973). An introduction to the identification of chironomid larvae. Anal. Qual. Control. Lab. Nat. Env. RES. Center. U.S.E.P.A. Cincinnati, Ohio. USA. 90 pp.
- McConnell, L.R.H. (1987). Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge. University Press. Cambridge. 382 pp.
- Mc Lamey, W.O.; Levine, J. and Sherman, M.M. (1977). Midge (Chironomid) Larvae as growth promoting supplement in fish and lobster diets. *Bamidgeh* . 29:17-24.
- Merrit, R.W. and Cummins, K.W. (1984). An introduction to aquatic insects of Northamerica. Dep. of entomology. Michigan State University , pag. 345-369.
- Miranda, S.M. (1992). Dinámica de la abundancia de la familia Corixidae en un estanque del municipio de Soyaniquilpan. Tesis. Lic. ENEP-Iztacala. UNAM. México. 73 pp.
- Moore, J.W. (1980). Factors influencing the composition, stucture and density of a population of benthic invertebrates. *Arch. Hydrobiol.* 88:202-218
- Moss, B. (1980). Ecology of freshwaters. Blackwell Sci.Pub. Boston. 352 pp.
- Navarrete, S.N.A. y Sánchez, M.R. (1989). Cultivo de carpa en el estado de México: una alternativa en la producción de alimento. *Acuavisión*. 12:33-34

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Nelson, J.S. (1994). *Fishes of the world*. 3ª. John Wiley and Sons. New York. 600 pp.
- Nikolski, V.G. (1976). *The ecology of fishes*. 6ª. Academic Press. London 352 pp.
- Novotny, V. And Olem, H. (1994). *Water quality*. Van Nostrand Reinhold Edit. New York. 1054 pp.
- Odum, E.P. (1972). *Ecología*. 3ª. Interamericana. México. 639 pp.
- Orbe, M.A. (1994). Recursos bióticos. *Gaceta Lerma-Chapala*. Com. Nal. Acuac. 1(2):20-26
- Palumbo, A.V. (1989). Nutrients dynamics and food webs stability. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20:71-95
- Patrick, M.W. (1981). *Aquatic entomology*. Science Books International. Boston. 448 pp.
- Pennak, W.R. (1989). *Freshwater invertebrates of the United States*. 3ª. John Wiley and Sons. New York. 628 pp.
- Phelps, R. (1981). *Nutrición de peces*. Auburn Univ. U.S.A. 100 pp.
- Phelps, R. (1989). *Nutrición de peces*. 2ª. Auburn Univ. U.S.A. 105 pp.
- Pinder, L.C.V. (1986). *Biology of freshwater chironomidae*. *Ann. Rev. Entomology.* 31: 1-23.
- Ponce, P.J.T. y Arredondo, J.L. (1986). Aporte al conocimiento limnológico de un embalse temporal tropical por medio de la aplicación de modelos multivariados. *An. Inst. del Mar y Limol. UNAM.* 13(2):47-66
- Pontius, F.W. (1990). *Water quality and treatment*. 4ª. McGraw-Hill. New York. 1194 pp.
- Porras, D. (1981). Estudio preliminar para la evaluación de charcas temporales. *Rev. Lat. Acui. México.* 8: 16-23.
- Quiróz, C.H. (1990). Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuicultura, en el estado de

Morelos, México. Tesis. Maestría. Fac. Ciencias. UNAM. México. 85 pp.

- Ralph, O.B. and Stuart, R.G. (1991). Annelida: Oligochaeta and Branchiobdellida. in Ecology and clasification of northamerican freshwater invertebrates. Edited by James H. Thorp and Alan P. Covich. Academic Press. New York. 401-433
- Radheysyam and Naik, D.R. (1990). Comparative studies on the macrobenthic fauna of a tropical freshwaters swamp and newly constructed ponds in swampy area . J. Aqua. Trop. 5: 61-67
- Reynolds, J.D. (1975). Feeding of corixids (Heteroptera) of small alkaline lakes in central region of Florida. B. Limnol. 19: 3073-3078
- Rosas, M.N. (1982). Biología acuática y piscicultura en México. SEP. México. 379 pp.
- Ross, H.H. (1982). Introducción a la entomología general aplicada. 5ª . Omega. Barcelona. 536 pp.
- Rubín, R.R. (1985). Manual Práctico de Piscicultura Rural. 3ª. Continental. México. 75 pp.
- Sánchez, M.R. y Navarrete, S.N.A. (1987). Crecimiento y rendimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio spec.*) en dos bordos del Estado de México. Rev. Lat. Acuí. 33:35-44
- Sepesca. (1979). Informe sobre pesquerías en aguas continentales. México. 46 pp
- Sepesca. (1988). Manual técnico para el cultivo de ciprínidos. México. 190 pp.
- Sepesca. (1989). Inventario nacional de unidades de producción. Dir. Gen. Acua. México. 60 pp.
- Sepesca. (1991). Manual técnico para el cultivo de peces. México. 114 pp.
- Sepesca. (1993). Indicadores de producción pesquera. México. 121 pp
- Silva, A. (1983). La acuicultura en el norte de Chile. Rev. Lat. Acuí. Lima.15:8-15



- Schwartz , F.J. and Kirschgessner, M. (1988). Aminoacid composition of carp (*Cyprinus carpio*) with varying protein and energy supplies. *Aquaculture*. 72: 307-317
- Slater, A.J. and Baranowski, M.R. (1978). How to know the true bugs. Win Blow Co. Pub. Dubuque. 256 pp.
- Sokal, R.R. (1983). *Biometría*. 3ª. Interamericana. México. 598 pp.
- Spataru, P.; Wohlfarth, G.W. and Hulata, G. (1983). Studies on the natural food of different fish species in a polyculture ponds. *Aquaculture*. 35(4): 283-298
- Sta. María, G.M. y Velázquez, E.M. (1985). Cultivo intensivo de la carpa de Israel (*Cyprinus carpio specularis*) con tres tipos de alimento balanceado comercial, Tesis Lic. ENEP- Zaragoza. UNAM. México. 77 pp.
- Steffens, W. (1987). Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Acibia. Zaragoza. 275 pp.
- Tamayo, V.M. (1993). Contribución al conocimiento de la comunidad bentónica del lago "Nabor Carrillo", Texcoco, México. Tesis Lic. ENEP- Iztacala. UNAM. México. 60 pp.
- Tidwell, T.J.; Webster, C.D.; Sedlacek, J.D.; Weston, P.A.; Knight, W.L.; Hill, S.S.; D'Ambramo, L.R.; Daniels, W.H.; Fuller, M.J. and Montanez, J.L. (1995). Effects of complete and supplemental diets and organic pond fertilization on production of *Macrobranchium rosenbergii* and associated benthic macroinvertebrate populations. *Aquaculture*. 138: 169-180.
- Vernberg, F.J. (1975). Physiological adaptation to the environment. Crowell. New York. 371 pp.
- Vidal, J. (1976). En defensa de las carpas. Técnica pesquera. 33-36
- Wahab, M.A. and Stirling, S.P. (1991). Environment and development of benthos in earthen trout ponds in central Scotland. *Aquaculture*. 97:335-352
- Wasilewska, B. (1978). Bottom fauna in ponds with intense fish rearing. *Ekol. Pol.* 26(4): 513-536

- Webb, P.W. (1978). Partitioning of energy into metabolism and growth. *In* Ecology of freshwater fish production. Edited by Gerking. Blackwell. Oxford. 389 pp.
- Westfall, M.J. and May, M.L. (1996). Damselflies of northamerica. Scientific Publishers. Gainesville. 1235 pp.
- Wetzel, R.G. (1975). Limnology. W.B. Saunders. Philadelphia. 743 pp.
- Wetzel, R.G. (1983). Limnología. Omega. Barcelona. 679 pp.
- Winfield, I.J. and Nelson, J.S. (1991). Cyprinid fishes: sistematics, biology and explotation. Chapman and Hall. Fishes and fisheries Series 3. London. 667 pp.
- Zur, O. (1980). The importance of chrinomid larvae as natural feed and as a biological indicator of soil condition in ponds containing common carp (*Cyprinus carpio*) and tilapia (*Sarotherodon aureus*). *Barnidgeh* 32(3): 66-77

## Apéndice I

---

A) Crecimiento relativo en longitud y peso:

$$CRL = \frac{L_f - L_i}{L_i} * 100 \qquad CRP = \frac{W_f - W_i}{W_i} * 100$$

Donde :

$L_f$  = longitud promedio final  
 $L_i$  = longitud promedio inicial  
 $W_f$  = peso promedio final  
 $W_i$  = peso promedio inicial

Crecimiento absoluto en longitud y peso:

$$CAL = \frac{L_f - L_i}{\#DC} \qquad CAP = \frac{W_f - W_i}{\#DC}$$

Donde :

$L_f$  = longitud final  
 $L_i$  = longitud inicial  
 $W_f$  = peso final  
 $W_i$  = peso inicial  
 $\#DC$  = días de cultivo

B) densidad absoluta y relativa de los géneros encontrados:

$$\delta_{abs} = \frac{N_i}{m^3 (\delta \cdot m^2)} \qquad \delta_{rel} = \frac{\delta_i}{\delta_t}$$

Donde:

$\delta_{abs}$  = densidad absoluta  
 $\delta_{rel}$  = densidad relativa  
 $N_i$  = número de organismos de cada grupo  
 $\delta_i$  = densidad de cada grupo  
 $\delta_t$  = densidad total de los grupos

C) comparación de pendientes:

$$Fs = \frac{b_1 - b_2}{\frac{\sum x_1^2 + \sum x_2^2}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2)}} (S^{-2}xy)$$

$$S^{-2}xy = \frac{\sum y_1^2 - \frac{(\sum xy)_1^2}{\sum x_1^2} + \sum y_2^2 - \frac{(\sum xy)_2^2}{\sum x_2^2}}{a_1 + a_2 - 4}$$

Donde:

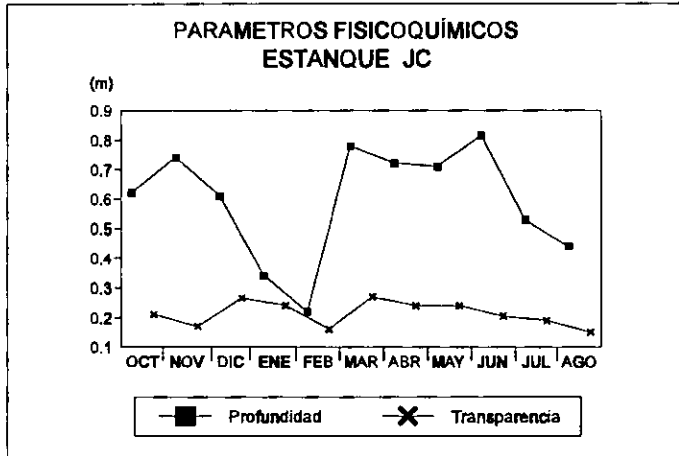
$b_1$  = pendiente 1

$b_2$  = pendiente 2

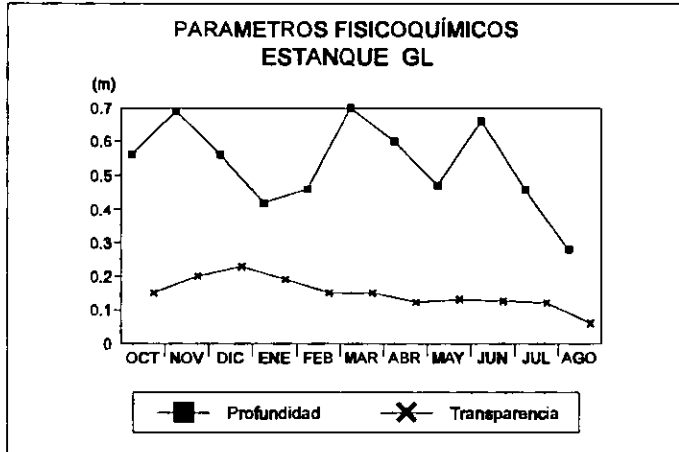
$a_1$  = # de datos 1

$a_2$  = # de datos 2

## Apéndice II

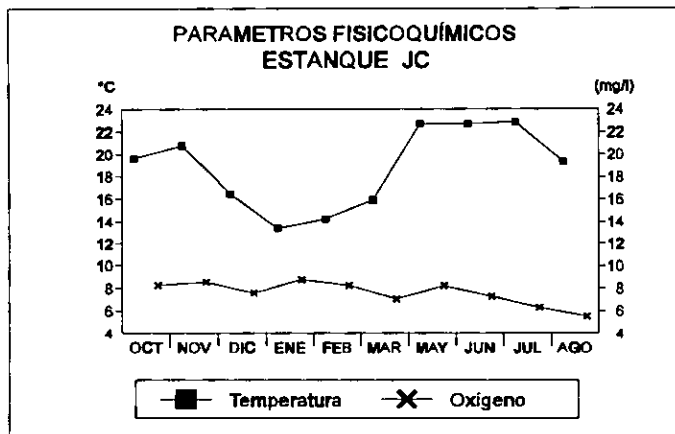


a

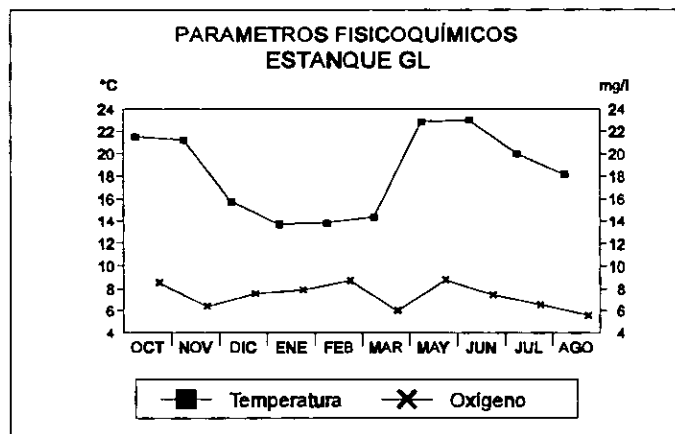


b

Gráfica 1. Profundidad y transparencia registradas en el estanque JC (a) y en el GL (b), durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.

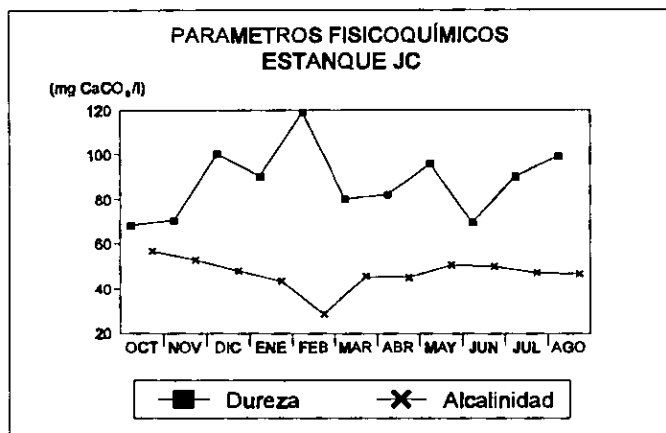


a

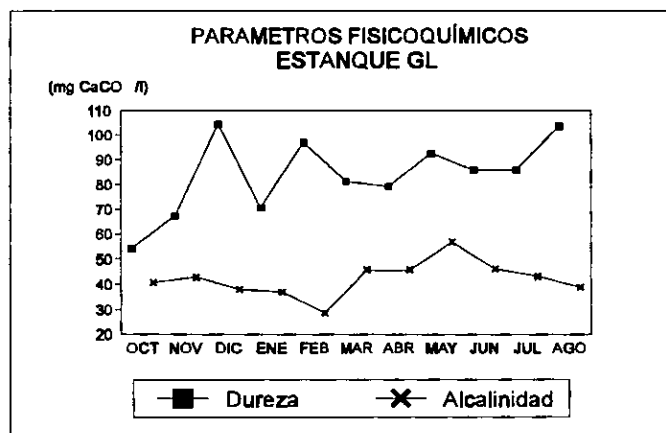


b

Gráfica 2. Temperatura y oxígeno disuelto registrados en el estanque JC (a) y en el GL (b), durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.

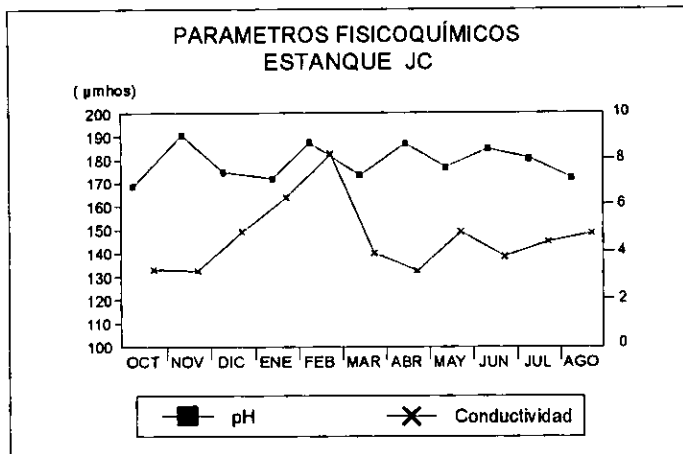


a

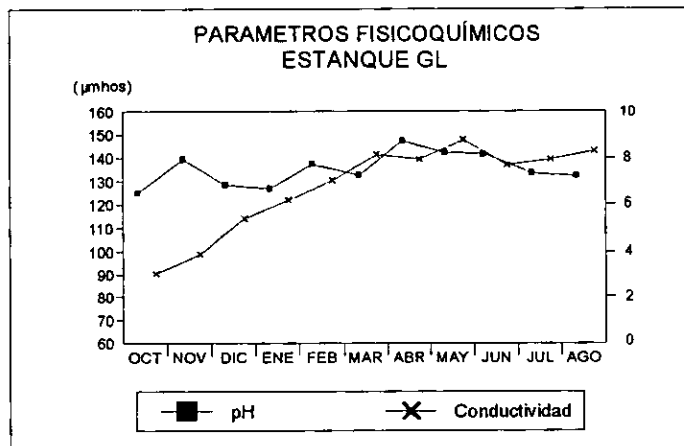


b

Gráfica 3. Dureza y alcalinidad de los estanques JC (a) y GL (b), durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.



a

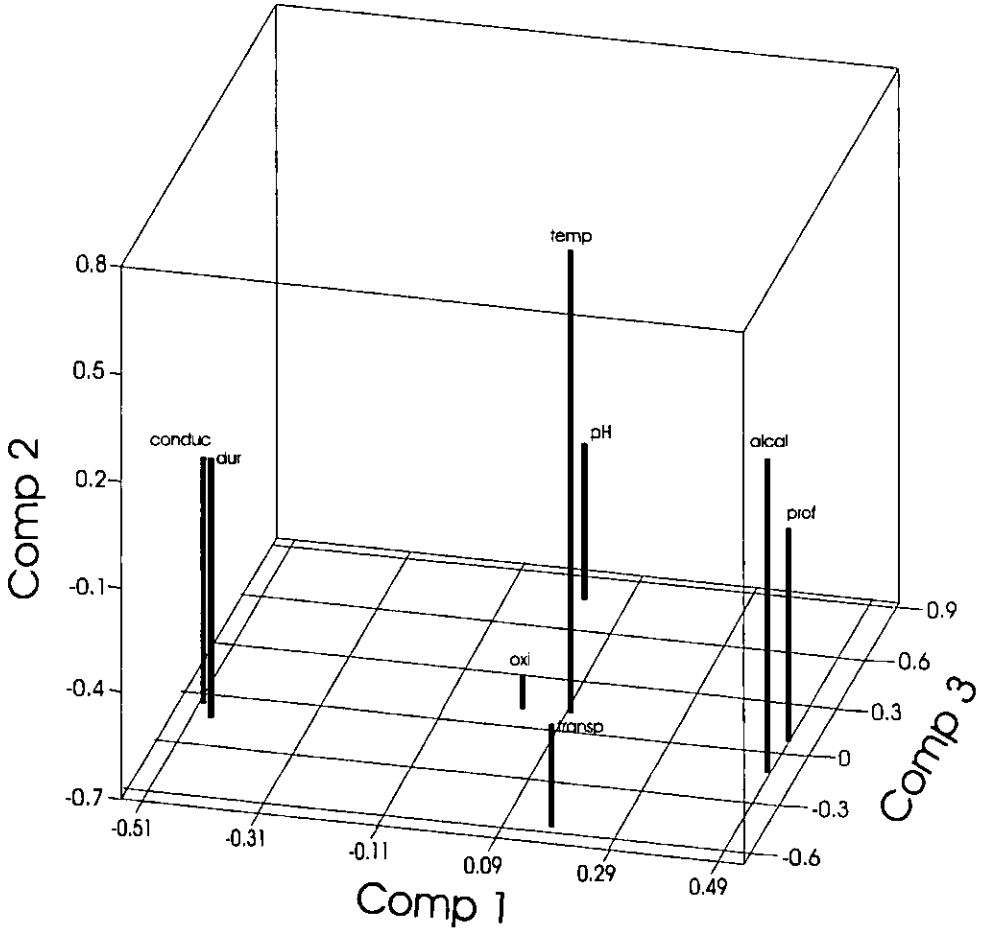


b

Gráfica 4. pH y conductividad registradas en los estanques JC (a) y GL (b) durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.



Componentes Principales  
ESTANQUE JC



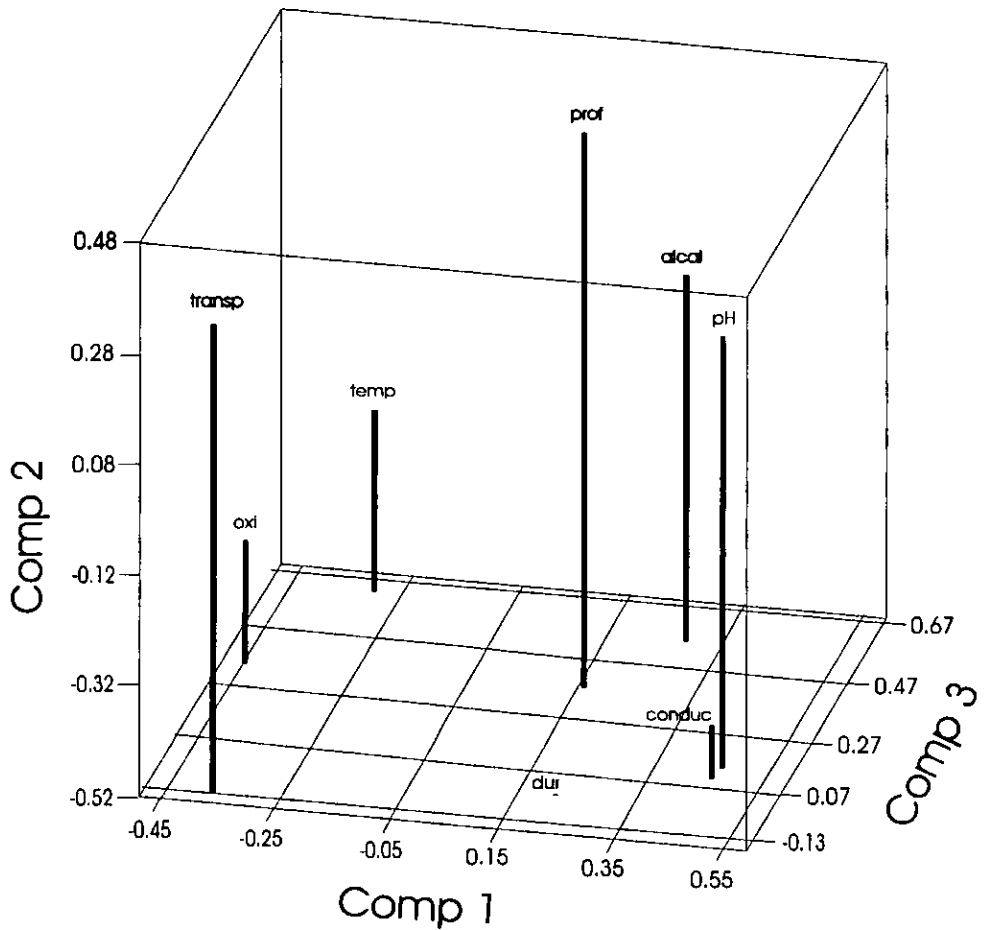
Gráfica 5. Análisis de componentes principales para los parámetros físicos y químicos.  
Componente1= 43.94%; componente2= 22.42%; componente3= 16.34%.

Clave: conduc= conductividad  
temp= temperatura  
alcal= alcalinidad

dur= dureza  
transp= transparencia  
pH= pH

oxi= oxígeno disuelto  
prof= profundidad

Componentes Principales  
ESTANQUE GL

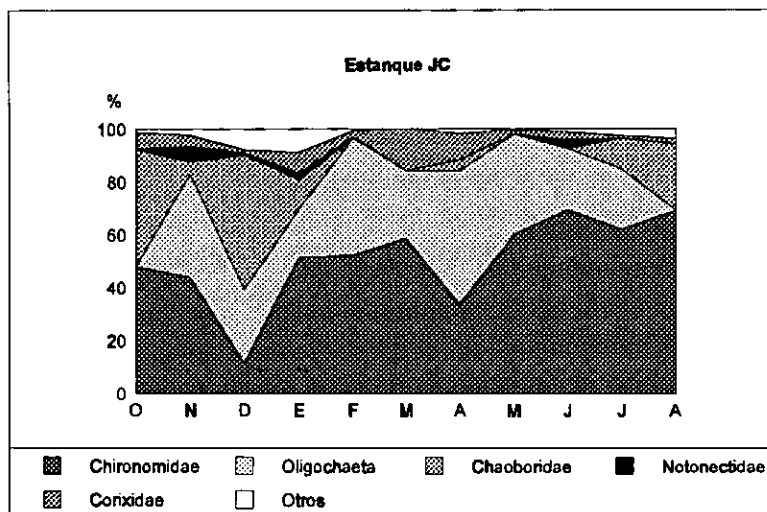


Gráfica 6. Análisis de componentes principales de los parámetros físicos y químicos.  
Componente1= 34.93%; componente2= 21.44%; componente3= 19.13%.

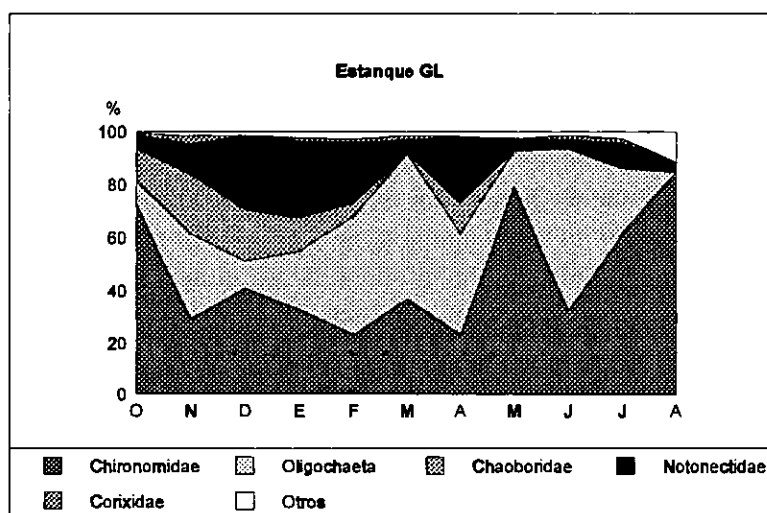
Clave: conduc= conductividad  
temp= temperatura  
alcal= alcalinidad

dur= dureza  
transp= transparencia  
pH= pH

oxi= oxígeno disuelto  
prof= profundidad

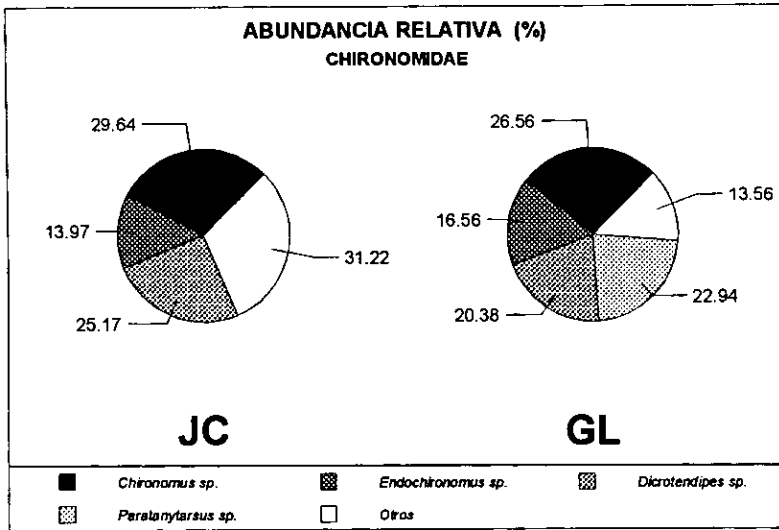


a

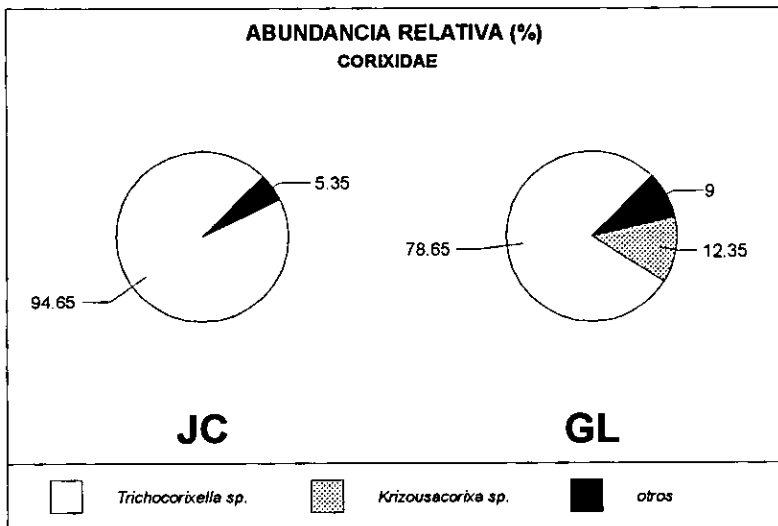


b

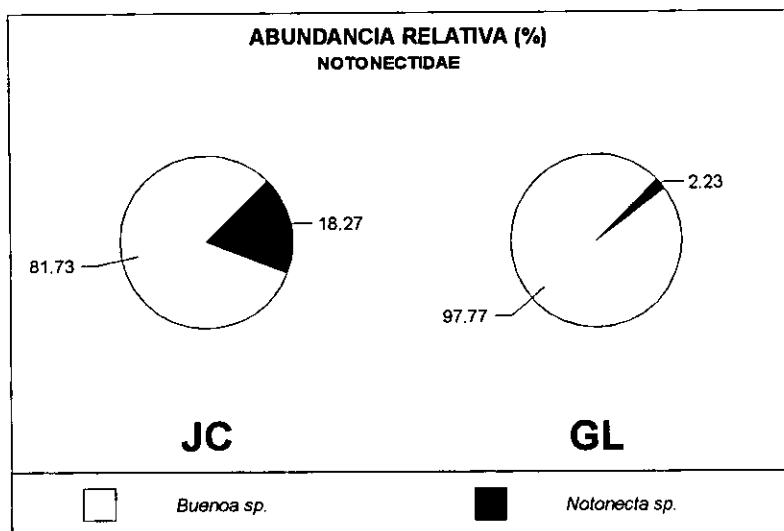
Gráfica 7. Abundancia relativa temporal de los grupos bentónicos encontrados en el estanque JC (a) y en el GL (b). Las letras en el eje x indican los meses del periodo octubre 1995-agosto 1996.



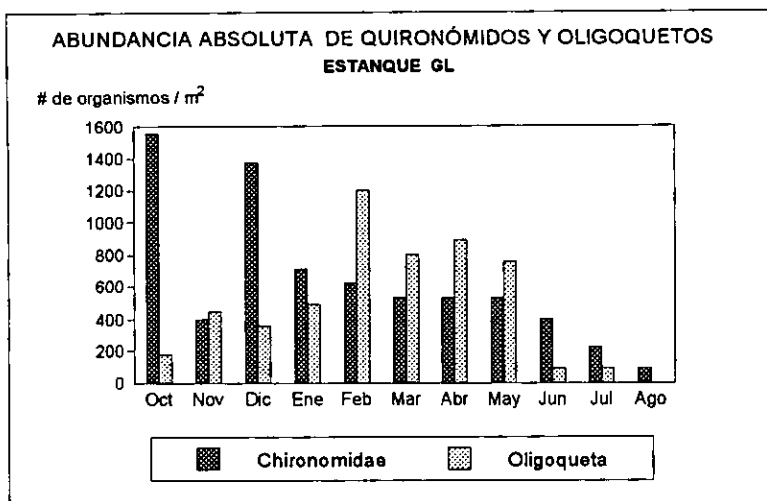
Gráfica 8. Abundancia relativa de géneros de la familia Chironomidae encontrados en los estanques JC y GL. El grupo, "otros" representa el resto de géneros que se enlistan en la tabla 2.



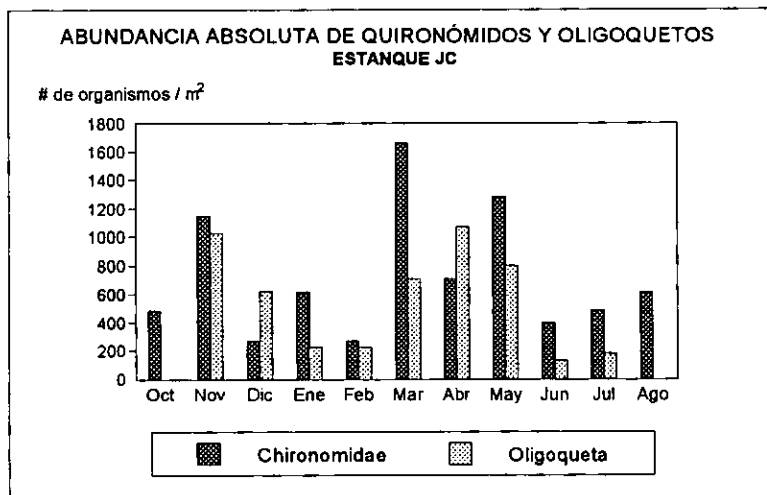
Gráfica 9. Abundancia relativa de los corixidos encontrados



Gráfica 10. Abundancia relativa de los géneros de la familia Notonectidae en los estanques JC y GL.

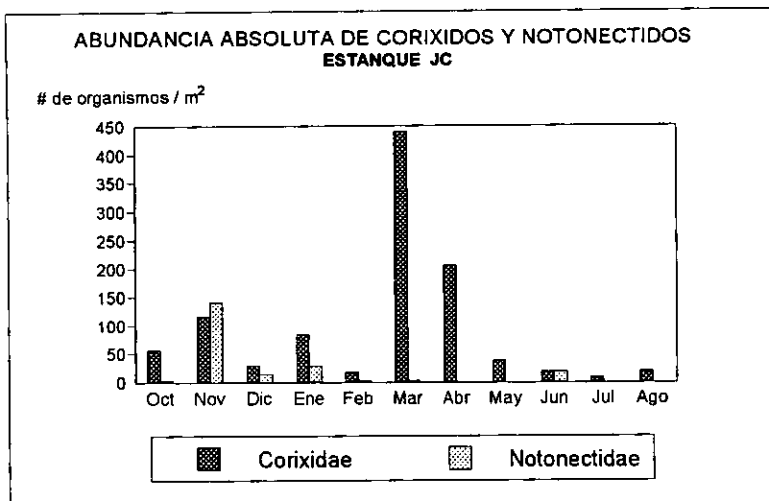


a

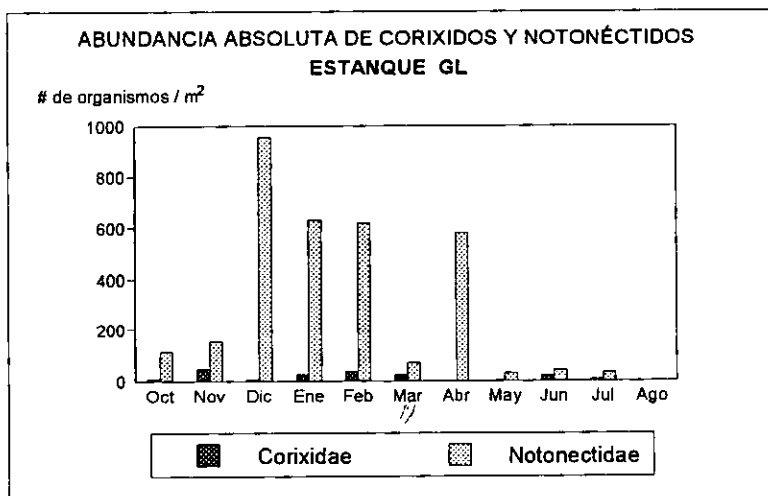


b

Gráfica 11. Abundancia mensual de quironómidos y oligoquetos en los estanques GL (a) y JC (b), durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.

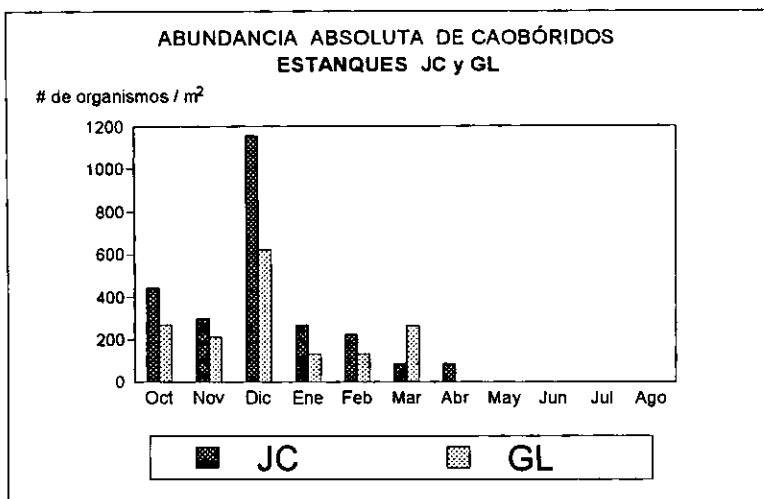


a



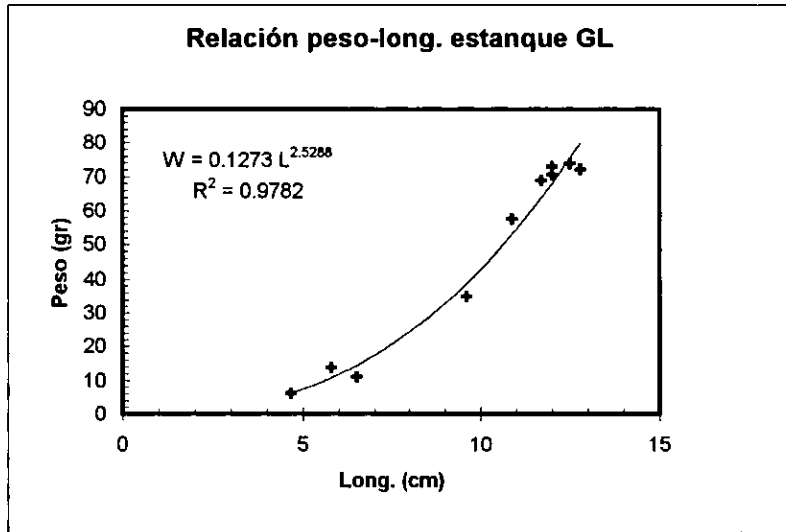
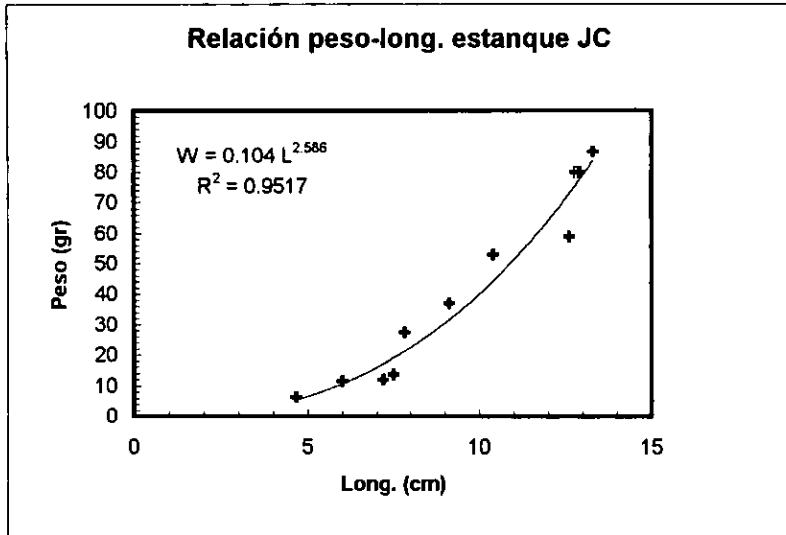
b

Gráfica 12. Abundancia mensual de corixidos y notonéctidos registradas en los estanques GL (a) y JC (b), durante el periodo de estudio octubre 1995-agosto 1996.

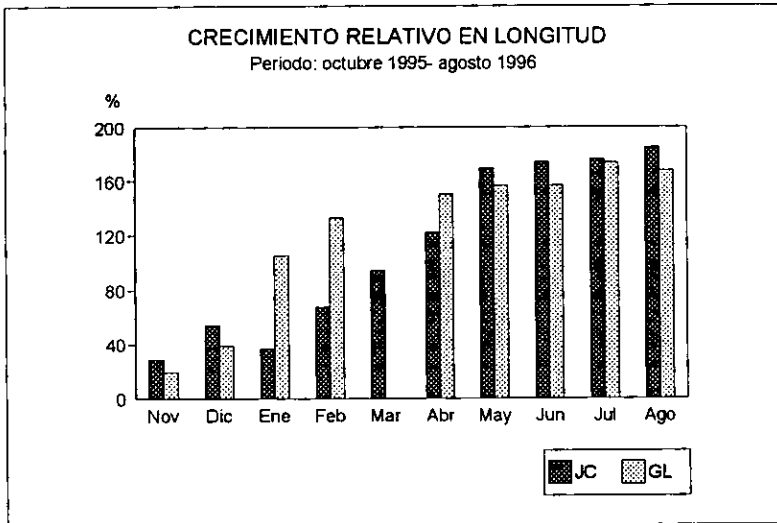
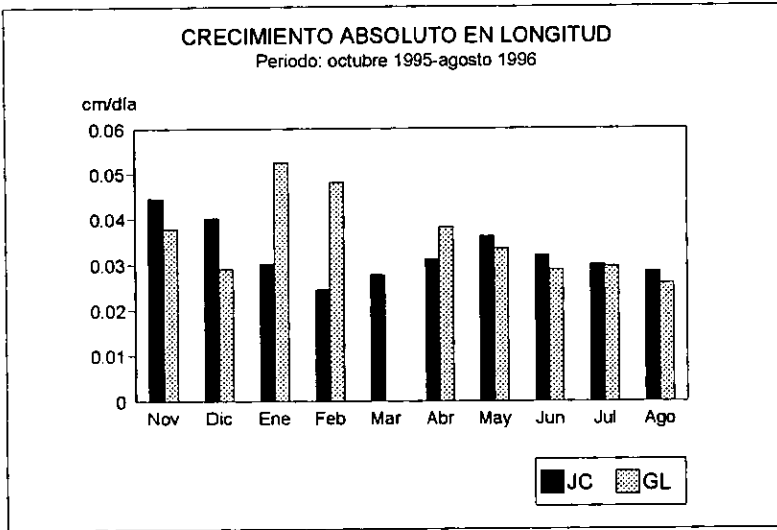


Gráfica 13. Abundancia mensual de caobóridos en los estanques durante el periodo octubre 1995-agosto 1996.

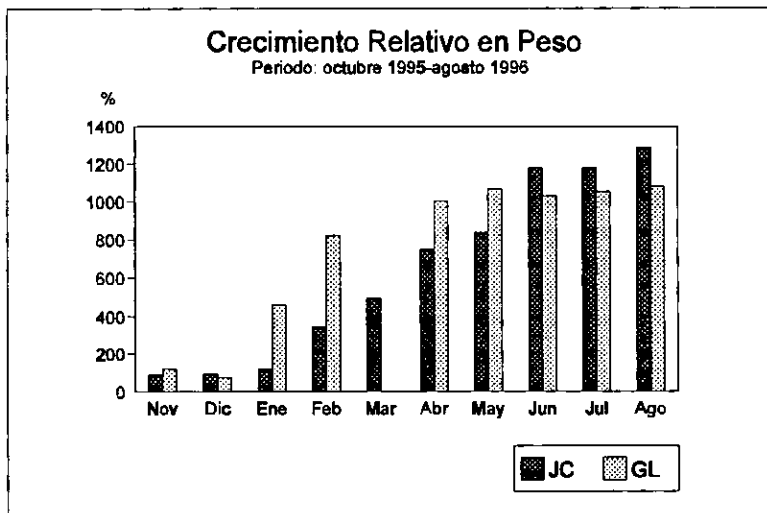
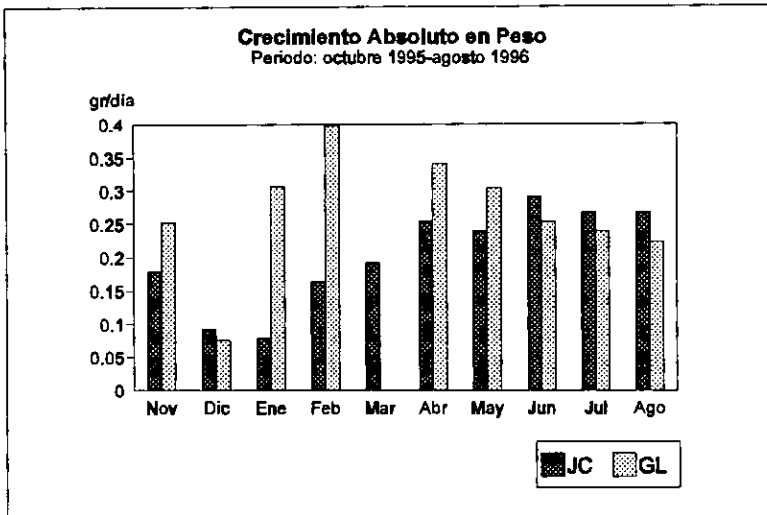




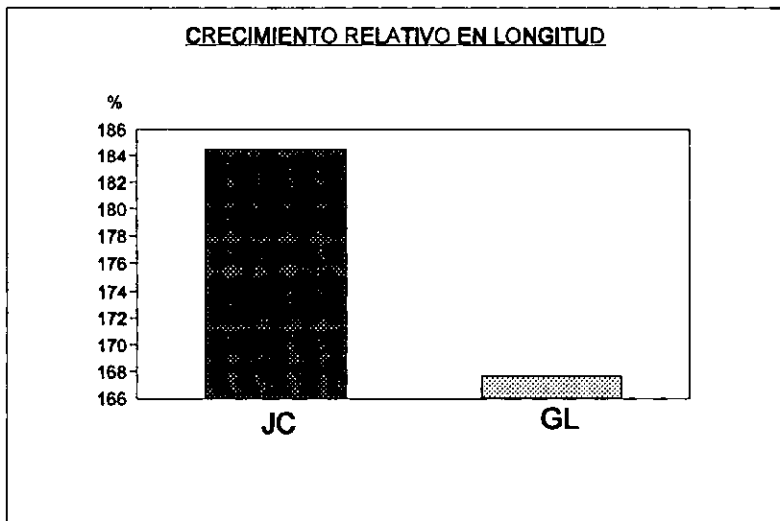
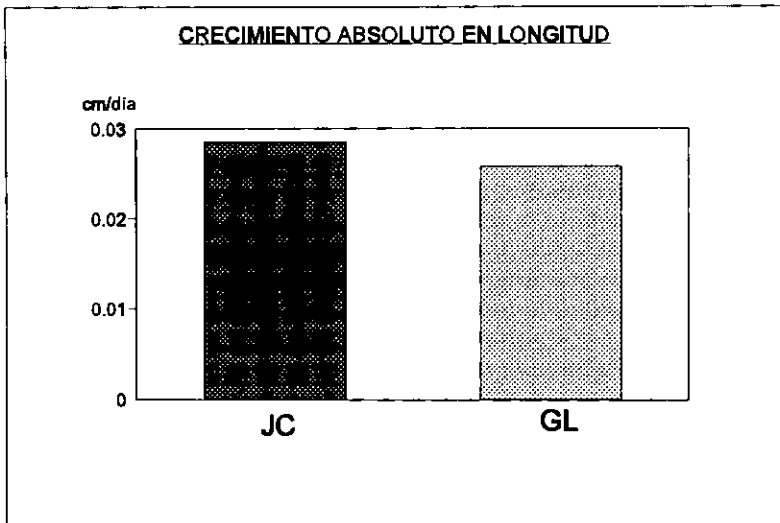
Gráfica 14. Relación peso-longitud obtenido para *Cyprinus carpio*, en el estanque JC (sup.) y GL (inf.). Se observa que los tipos de crecimiento son isométricos y se tiene un mejor factor de condición en el estanque GL.



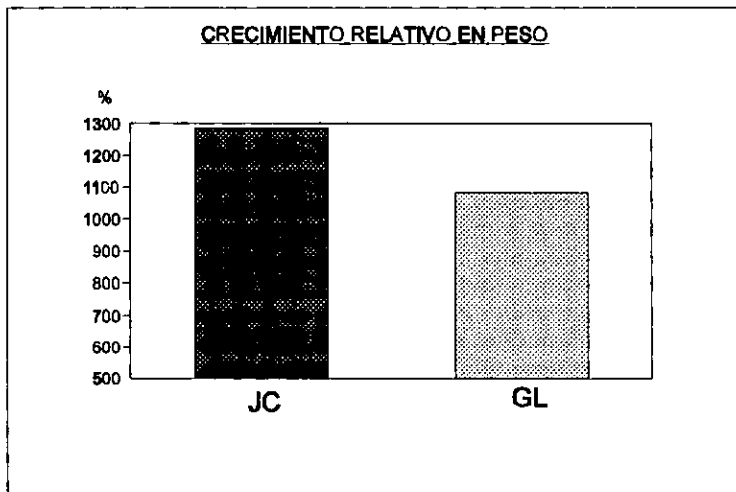
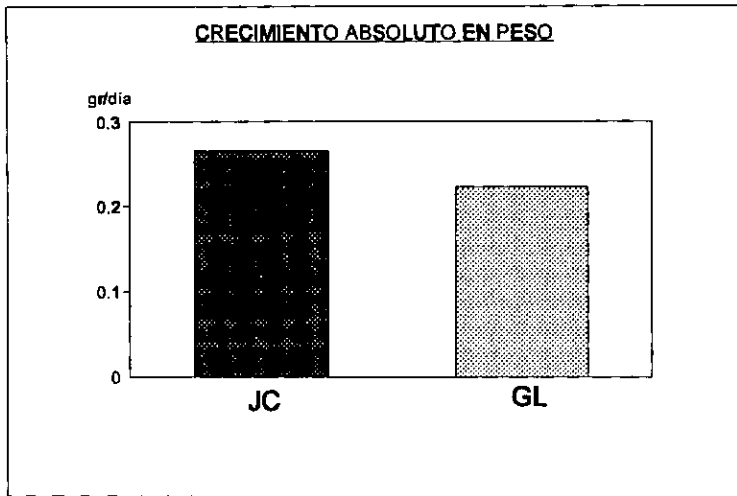
Gráfica 15a. Crecimiento absoluto y relativo de *Cyprinus carpio* obtenido en los estanques de cultivo en el periodo octubre 1995-agosto 1996.



Gráfica 15b. Crecimiento relativo y absoluto en peso de *Cyprinus carpio* obtenido durante el periodo octubre 1995-agosto 1996 en los estanque JC y GL.

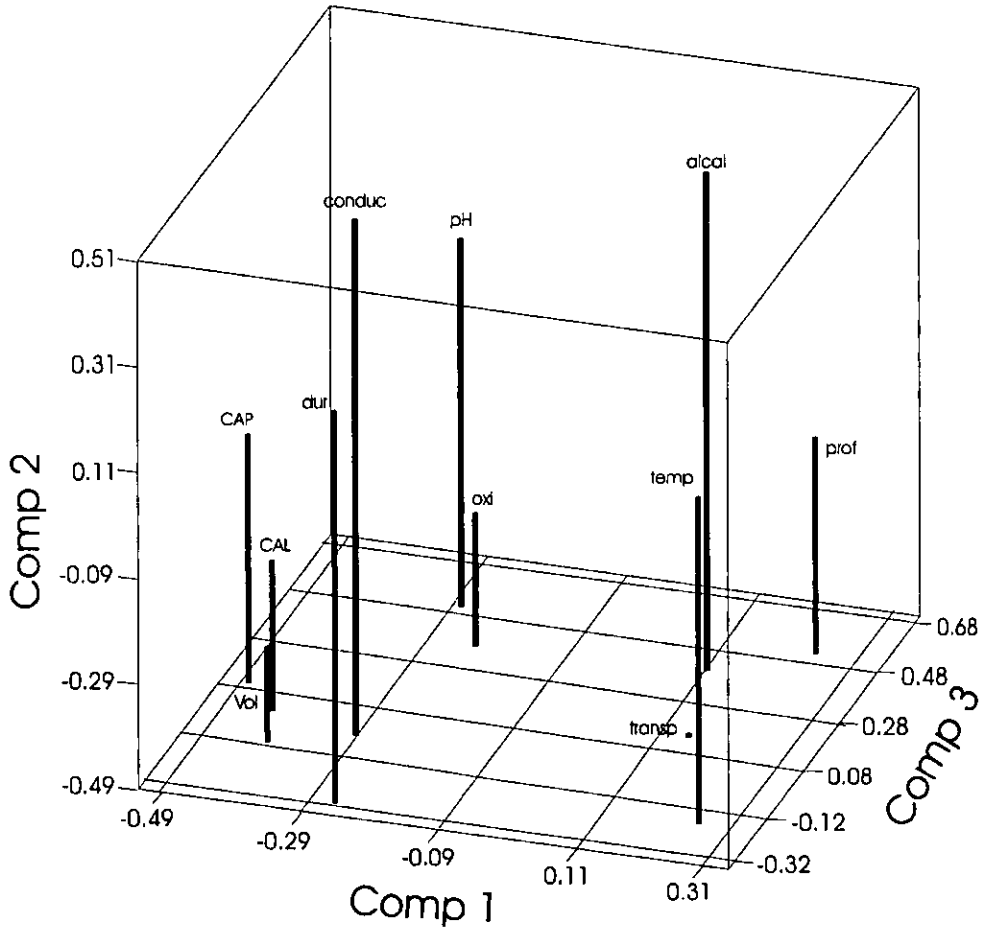


Gráfica 16a. Crecimiento final, absoluto y relativo en longitud, obtenido para *Cyprinus carpio* en los estanques JC y GL.



Gráfica 16b. Crecimiento final, relativo y absoluto en peso, de *Cyprinus carpio* obtenido en los estanque JC y GL.

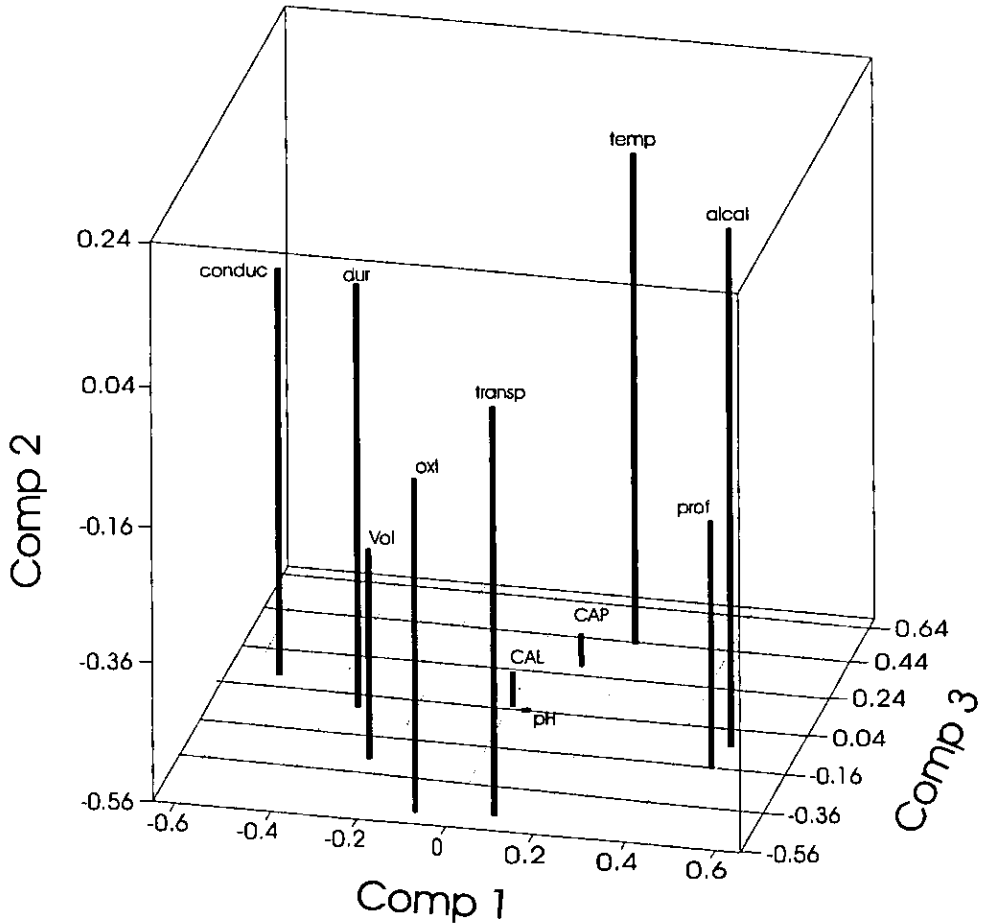
Componentes Principales  
ESTANQUE JC



Gráfica 17. Análisis de componentes principales de las variables estudiadas.  
Componente1=32.22%; componente2=21.05%; componente3=17.45%.

Clave: conduc= conductividad      dur= dureza      oxi= oxígeno disuelto  
temp= temperatura      transp= transparencia      prof= profundidad  
alcal= alcalinidad      pH= pH      Vol= volumen de bentos  
CAP= crecimiento absoluto en peso      CAL= crecimiento absoluto en longitud

Componentes Principales  
ESTANQUE GL



Gráfica 18. Análisis de componentes principales para las variables estudiadas.  
Componente1= 28.89%; componente2= 19.86%; componente3= 18.76%

Clave: conduc= conductividad      dur= dureza      oxi= oxígeno disuelto  
temp= temperatura      transp= transparencia      prof= profundidad  
alcal= alcalinidad      pH= pH      vol= volumen de bentos  
CAP= crecimiento absoluto en peso      CAL=Crecimiento absoluto en longitud

---

## COMPONENTES PRINCIPALES

---

Componente	Estanque JC		Estanque GL	
	% de varianza	Var. Acumul.	% de varianza	Var. Acumul.
1	43.9412	43.9412	34.9346	34.9346
2	22.4229	66.3641	21.4470	56.3816
3	16.3447	82.7088	19.1334	75.5150

Tabla 1. Porcentaje de varianza obtenida por el análisis de componentes principales para cada estanque.



Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Profundidad	<b>0.484590</b>	-0.098963	0.082814
Transparencia	0.180981	<b>-0.404063</b>	<b>-0.567192</b>
Temperatura	0.100550	<b>0.600783</b>	0.119085
pH	0.014531	-0.255668	<b>0.481423</b>
Conductividad	<b>-0.507552</b>	-0.004221	-0.056259
Oxígeno	0.018588	<b>-0.603919</b>	0.110770
Dureza	<b>-0.482359</b>	0.033651	-0.133331
Alcalinidad	<b>0.481116</b>	0.186453	-0.115847

Tabla 2. Vectores propios de las variables para cada una de las tres primeras componentes en el estanque JC.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Profundidad	0.149724	<b>0.479802</b>	0.362308
Transparencia	-0.369240	0.327766	-0.129050
Temperatura	-0.304509	-0.191636	<b>0.635567</b>
pH	<b>0.466069</b>	0.260979	0.123767
Conductividad	<b>0.458421</b>	<b>-0.423563</b>	0.082014
Oxígeno	<b>-0.447550</b>	-0.298237	0.338910
Dureza	0.211632	<b>-0.518254</b>	-0.026664
Alcalinidad	0.275788	0.143481	<b>0.557242</b>

Tabla 3. Vectores propios de las variables para cada una de las tres primeras componentes en el estanque GL.

ORDEN	FAMILIA	GÉNERO
DÍPTERA:	Chironomidae:	<i>Chironomus sp.</i>
		<i>Lenziella sp.</i>
		<i>Endochironomus sp.</i>
		<i>Paratanytarsus sp.</i>
		<i>Procladius sp.</i>
		<i>Dicrotendipes sp.</i>
		<i>Glyptotendipes sp.</i>
		<i>Cryptochironomus sp.</i>
		<i>Stictochironomus sp.</i> +
		<i>Einfeldia sp.</i> +
		<i>Rheocryptopus sp.</i> +
	Chaoboridae:	<i>Chaoborus sp.</i>
HEMIPTERA:	Corixidae:	<i>Trichocorixella sp.</i>
		<i>Graptocorixa sp.</i>
		<i>Krizousacorixa sp.</i>
		<i>Corisella sp.</i>
	Notonectidae:	<i>Notonecta sp.</i>
		<i>Buenoa sp.</i>
ODONATA:	Coenagrionidae:	<i>Enallagma sp.</i>
		<i>Ischnura sp.</i>
EFEMEROPTERA:	Baetidae:	<i>Baetis sp.</i>
DECAPODA:	Cambaridae:	<i>Cambarellus sp.</i>
OLIGOCHAETA		
GASTEROPODA		
TRICHOPTERA		
ACARIDAE		

Tabla 4. Géneros encontrados en los estanques JC y GL. El signo + indica que estuvieron presentes sólo en el estanque GL.

	Chironomidae	Corixidae	Notonectidae	Chaoboridae	Oligochaeta
Profundidad	0.8291	0.635	0.3752	-0.2331	-
Transparencia	0.5457	0.653	-	-	0.3327
Temperatura	-	-	-	-	-
PH	-	-	0.4885	-0.6829	-
Conductividad	-0.548	-0.4584	-	-0.2836	-0.732
Oxígeno dis.	-	0.4418	0.5905	-	-
Dureza	-0.4638	-0.5582	-0.3053	-0.3731	-0.6302
Alcalinidad	0.565	-0.2417	-	0.6795	0.5321

	Chironomidae	Corixidae	Notonectidae	Chaoboridae	Oligochaeta
Profundidad	-	0.5575	-	0.9328	0.4594
Transparencia	0.7430	-	0.7413	-	-
Temperatura	-	-0.6178	-	0.63	-0.8071
PH	-	-	-	-	-
Conductividad	-	-	-	-	-
Oxígeno dis.	0.7334	-	0.5724	-0.6538	-
Dureza	-	-	-	-0.7239	-
Alcalinidad	-0.6970	0.699	-	0.9011	-0.5487

Tabla 5. Valores de correlación significativos ( $\alpha$  0.95%), estanque JC (superior), estanque GL (inferior).

<i>Variable</i>	<i>Componente 1</i>	<i>Componente 2</i>	<i>Componente 3</i>
Profundidad	0.2420	-0.0783	<b>0.5176</b>
Transparencia	0.1560	<b>-0.4813</b>	0.1305
Temperatura	0.2569	0.1310	-0.2009
pH	-0.2754	0.2087	<b>0.5101</b>
Conductividad	-0.2882	<b>0.4875</b>	-0.0405
Oxígeno	-0.2176	-0.2375	0.3664
Dureza	-0.2477	0.2547	-0.3139
Alcalinidad	0.1146	<b>0.4530</b>	0.3953
CAL	<b>-0.4236</b>	-0.2054	0.0116
CAP	<b>-0.4815</b>	-0.0171	0.1018
Vol. Bent.	<b>-0.3984</b>	-0.3076	-0.1140

Tabla 6. Vectores propios de las variables para cada una de las tres primeras componentes para el estanque JC.

<i>Variable</i>	<i>Componente 1</i>	<i>Componente 2</i>	<i>Componente 3</i>
Profundidad	<b>0.4871</b>	-0.2042	-0.1782
Transparencia	0.0872	0.0247	<b>-0.5291</b>
Temperatura	0.1772	0.1412	<b>0.4425</b>
pH	0.0294	<b>-0.5535</b>	0.0356
Conductividad	<b>-0.5333</b>	0.0228	0.1072
Oxígeno	-0.0844	-0.0809	<b>-0.5501</b>
Dureza	-0.3317	0.0456	0.0181
Alcalinidad	<b>0.5022</b>	0.1815	-0.0553
CAL	0.0025	<b>-0.5106</b>	0.0544
CAP	0.0919	<b>-0.5112</b>	0.2950
Vol. Bent.	-0.2457	-0.2587	-0.2890

Tabla 7. Vectores propios de las variables para cada una de las tres primeras componentes para el estanque GL.

ESTANQUE JC

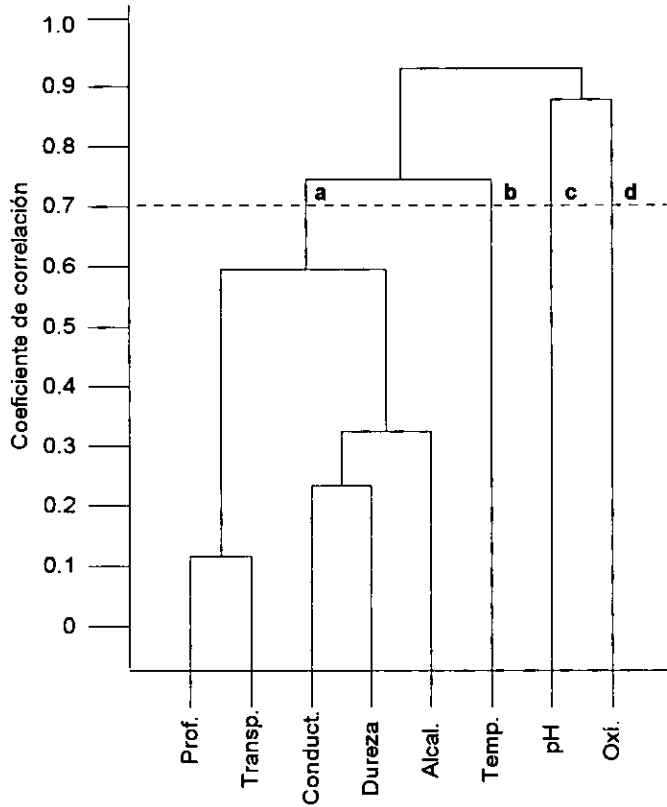


Figura 1a. Dendrograma para los parámetros fisicoquímicos en el estanque JC, mostrando los 4 cúmulos obtenidos.

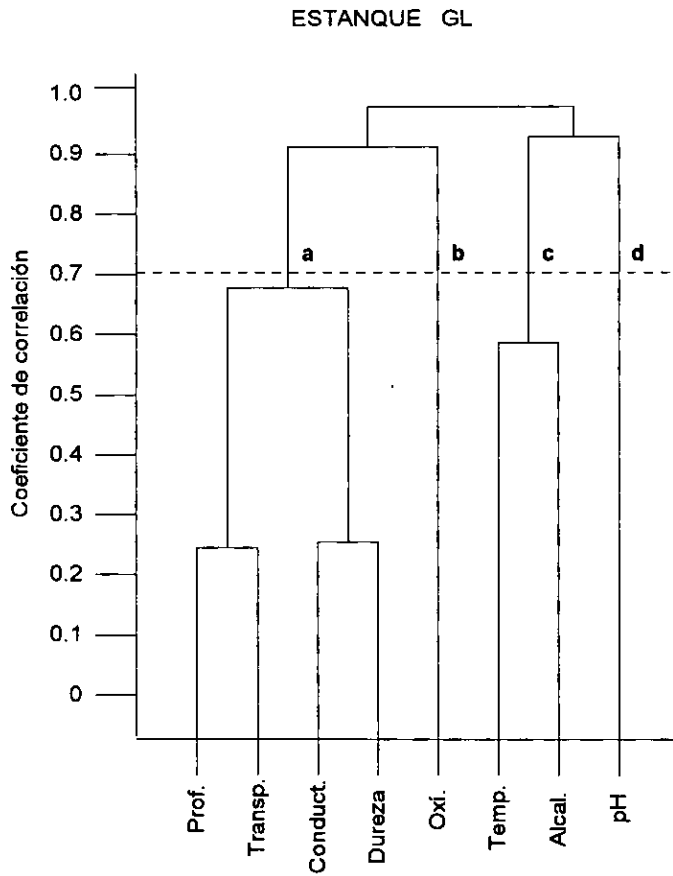


Figura 1b. Dendrograma general de los parámetros fisicoquímicos en el estanque GL, se muestran los 4 grupos obtenidos.

ESTANQUE JC

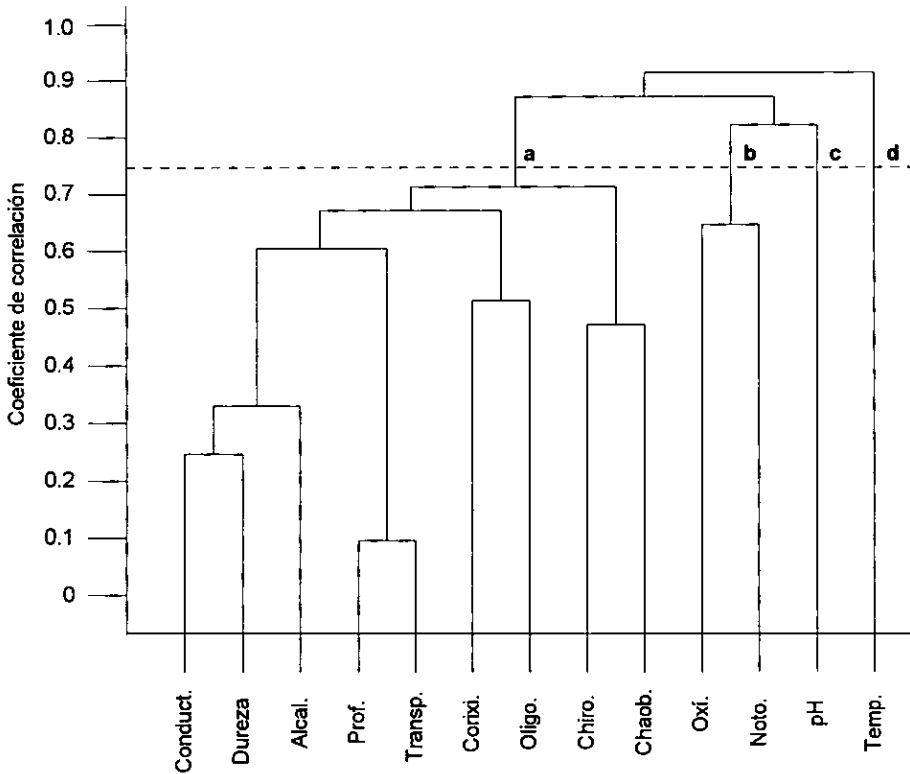


Figura 2a. Dendrograma para los parámetros fisicoquímicos y los grupos macrobentónicos principales en el estanque JC. Se muestran los cúmulos obtenidos.

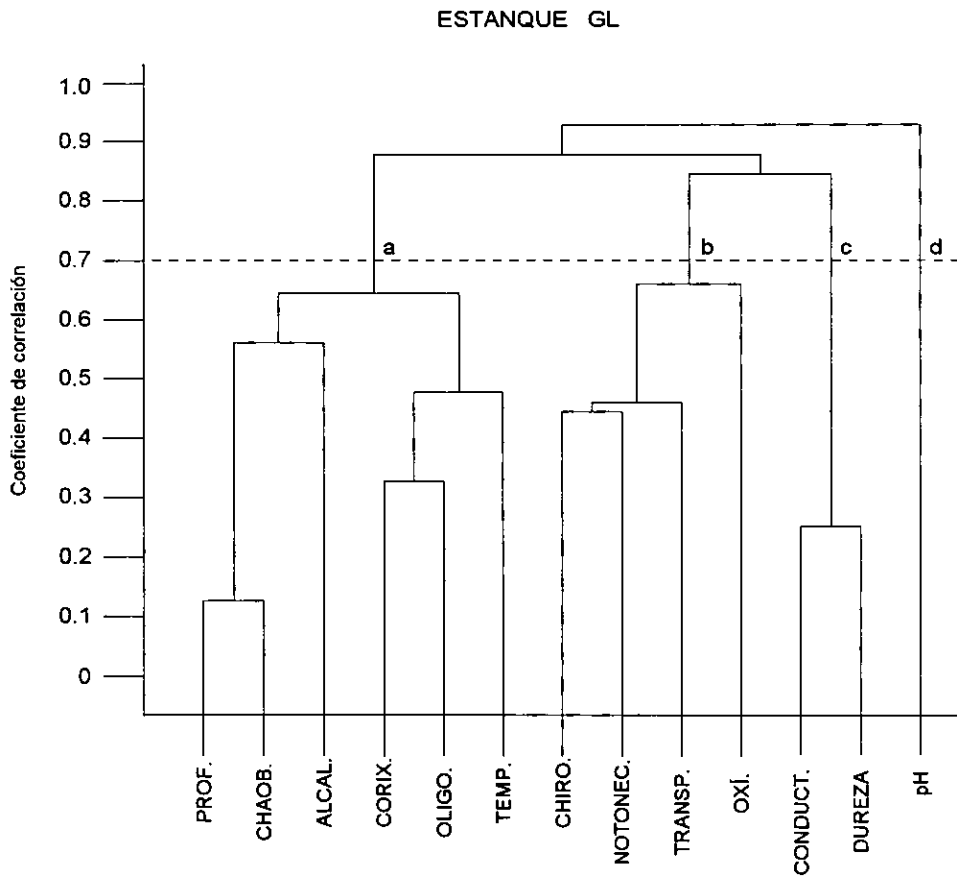


Figura 2b. Dendrograma, para los parámetros fisicoquímicos y los grupos macrobentónicos principales en el estanque GL. Se muestran los cúmulos obtenidos.



ESTANQUE JC

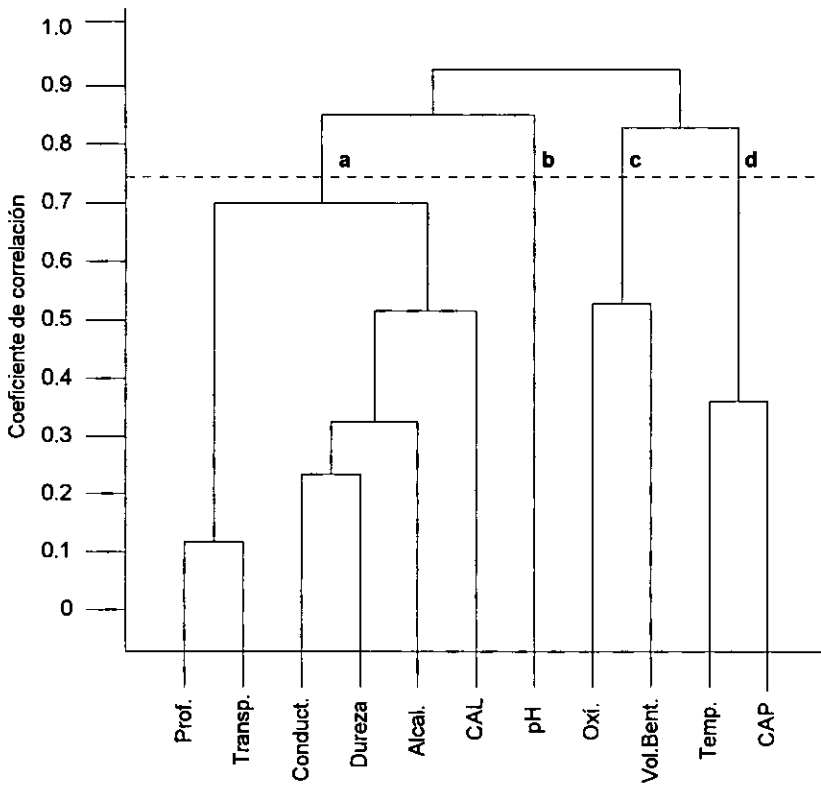


Figura 3a. Dendrograma general de los parámetros biológicos y fisicoquímicos del estanque JC.

### ESTANQUE GL

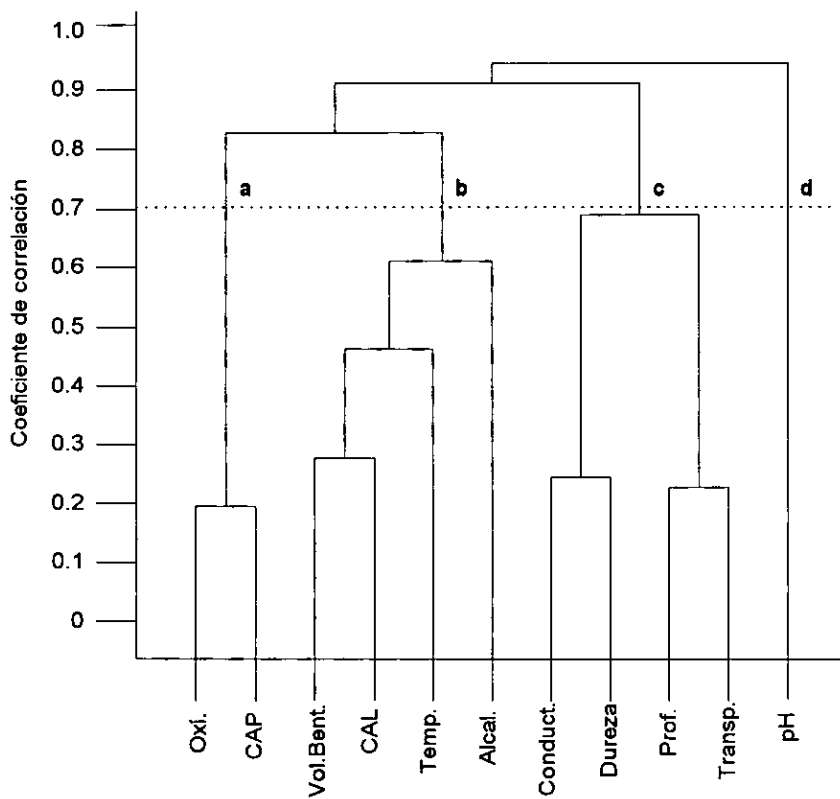


Figura 3b. Dendrograma general de los factores biológicos y fisicoquímicos del estanque GL.