

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO
CAMPUS IZTACALA

“CRECIMIENTO DE CARPACOMUN
(*Cyprinus carpio*), CARPA HERBÍVORA
(*Ctenopharyngodon idella*) Y TILAPIA
(*Oreochromis aureus*) EN UN SISTEMA DE
POLICULTIVO EN ESTANQUES RURALES”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGO

DIANA HERNANDEZ TOVAR

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Directora de Tesis: DRA. NORMA NAVARRETE

SALGADO

TOMA TIEMPO

Toma tiempo para pensar,
Es el recurso del poder.

Toma tiempo para jugar,
Es el secreto de la perpetua juventud.

Toma tiempo para leer,
Es la fuente de la sabiduría.

Toma tiempo para orar,
Es el más grande poder en la tierra.

Toma tiempo para ser amigable,
Es el camino a la felicidad.

Toma tiempo para reír,
Es la música del alma.

Toma tiempo para dar,
Es demasiado corto el tiempo para ser egoísta.

Toma tiempo para trabajar,
Es el precio del éxito.

Toma tiempo para hacer caridad,
Es la llave del cielo.

A MIS PADRES

Quienes con paciencia y empeño esperan los logros de todos y cada uno de sus hijos, en especial a mi madre que siempre está para nosotros sin descanso.

A MIS HERMANOS

Joaquín por habernos dado un gran regalo: a Joaquincito que ahora no lo sabe pero que me ha dado una gran alegría con su inocencia.

A Nadia y Dana por haber compartido conmigo tiempo, consejos y espacio.

A Héctor y Moy por siempre apoyar cuando se les pide.

A MI FAMILIA

Por que siempre están para mí, por los que estuvieron y por los que estarán, que serán parte de mí ser y de los que me sigan.

A MIS AMIGAS

Ofelia, Susana, Blanca, Lilian y Aileen por que la amistad es un gran tesoro sin interés ni prejuicios.

A MIS MAESTROS

Que me transmitieron sus conocimientos y que me formaron en mi carrera con su ejemplo; en especial a mis asesores de tesis que con su apoyo, dirección, acertados comentarios y tiempo se concretó este trabajo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
ANTECEDENTES	6
CLASIFICACIÓN Y BIOLOGIA	
CARPA COMUN	9
CARPA HERBÍVORA	10
TILAPIA	12
METODOLOGÍA	15
RESULTADOS	17
DISCUSIÓN	21
CONCLUSIONES	29
BIBLIOGRAFÍA	30
GRAFICAS	35

RESUMEN

El policultivo se define como el cultivo de varias especies de peces de diferentes hábitos alimenticios en un mismo cuerpo de agua, la consideración más importante en el policultivo es el incremento de la producción por una mejor utilización del alimento natural. Por lo que el presente trabajo pretende evaluar el crecimiento y el rendimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y Tilapia (*Oreochromis aureus* y *O. Mossambicus*) en un sistema de policultivo en dos estanques (A y B) en el Estado de México; evaluar los factores físicos (profundidad, transparencia y temperatura), químicos (oxígeno, dureza, alcalinidad, conductividad y pH) y biológicos (plancton y bentos) en los estanques de cultivo y relacionar los factores antes mencionados con el crecimiento y el rendimiento de las especies.

Los estanques presentaron una dinámica ambiental fluctuante que se mantuvo dentro de los intervalos apropiados para el crecimiento de las especies en cultivo. Los parámetros físicos y químicos se encontraron dentro de los siguientes rangos: La transparencia fue de 0.06m a 0.35m, la profundidad fue de 0.17m a 0.81m, la temperatura del agua fue de 9.35 °C a 23.75 °C, el oxígeno disuelto fue de 5.46 mg/L a 11.2 mg/L, la dureza fue de 61.6 mg CaCO₃/L a 103.4 mg CaCO₃/L, la alcalinidad fue de 35 mg CaCO₃/L a 50 mg CaCO₃/L, el pH fue de 6.95 a 8.2 unidades, la conductividad fue de 113.5 µmhos a 200 µmhos; los factores bióticos presentan los siguientes intervalos: El volumen de zooplancton osciló entre 0.15 ml/L y 8.63 ml/L, mientras que el volumen de zoobentos fue de 0.15 ml/m² y 14.21 ml/m².

La carpa común presentó un crecimiento relativo total en peso de 1011.9% en el estanque A y 90.44% en el estanque B en cambio la tilapia presentó un crecimiento relativo total en peso de 99.23% en el estanque A y de 1222.07% en el estanque B, en tanto la carpa herbívora se mantuvo en un nivel promedio; en cuanto al crecimiento relativo total en longitud la carpa obtuvo el mejor crecimiento con un valor de 403.49% en el estanque A y 2598.71% en el estanque B. La carpa común obtuvo el mejor crecimiento absoluto total en peso con un valor de 3297.14 gr/día en el estanque A y 7569.28 gr/día en el estanque B, sin embargo en cuanto al crecimiento absoluto total en longitud la carpa común obtuvo 461.53 cm/día en el estanque A y 2325 cm/día en el estanque B, En cambio la carpa herbívora obtuvo 1185.7 cm/día en el estanque A y 181.8 cm/día en el estanque B, la tilapia se mantuvo en un crecimiento promedio.

La carpa común presentó el rendimiento más alto en ambos estanques con un valor de 2628.5 Kg/Ha/Año en el estanque A y 1513.3 Kg/Ha/Año en el estanque B dado principalmente a la proporción de siembra.

El estanque B presenta una mayor estabilidad en los factores físicos, químicos y biológicos en tanto que el estanque A presentó grandes fluctuaciones en dichos factores propiciados por la poca profundidad del estanque obteniendo así un mejor rendimiento total.

INTRODUCCIÓN

Aún no se conoce cuál es el inicio del aprovechamiento de los peces, sin embargo, la necesidad alimenticia mundial exige un gran esfuerzo por parte de todos los campos encaminados a la producción de alimentos, lamentablemente, las pesquerías marítimas no pueden resolver este problema; por lo cual se debe recurrir a la producción de peces en estanques rústicos, los cuales tienen un menor costo de inversión y proporcionan una mayor productividad. (Stefens, 1987)

La acuicultura es la producción, procesamiento y venta de organismos biológicos de un sistema acuático y ha existido por varios milenios. (Bardach, *et al.*, 1986).

Muchos países producen una gran variedad de peces a través de la acuicultura. En orden de importancia respecto a su rendimiento pesquero se encuentran: China, India, Japón, Indonesia, Filipinas y Taiwán. (Shang, 1981)

Dentro de las técnicas desarrolladas en la acuicultura, el policultivo es una práctica que se ha venido realizando desde hace muchos años en diversos países del mundo, como es el caso de China, que ha hecho de esta técnica una de las más productivas, utilizando principalmente diversas especies de carpas. (Yashouv, 1971).

En China se define el policultivo como el cultivo de varias especies de peces de diferentes hábitos alimenticios en un mismo cuerpo de agua y, así el alimento disponible en los diferentes estratos de la columna de agua se aprovecha al máximo, evitándose la competencia por el espacio y / o alimento. (Martínez y Abriego, 1986)

Durante la dinastía Tang (618 – 904 d. C.) los chinos que habían estado en el negocio del cultivo de peces por X o XX siglos, reconocieron que:

- 1.- Un cuerpo de agua es un espacio tridimensional, tratarlo como si fuera un campo, sembrando sólo una clase de cultivo, tendrá como resultado el desperdicio de la mayor parte de ese espacio.
- 2.- cualquier estanque fértil producirá una cantidad de organismos. Sin embargo, la mayoría de los peces no son omnívoros, sino más bien selectos con su dieta, por lo tanto, el criar una sola especie es un desperdicio no sólo de alimento sino de espacio. (Bardach, *et al.*, 1986).

Los ciprínidos cultivados en un sistema de policultivo pueden dividirse, de acuerdo a su hábitat, las tilapias de hábitos alimenticios planctónicos habitan los niveles superficiales de los cuerpos de agua; las especies que ocupan la mitad de la columna de agua son principalmente herbívoras (carpa herbívora y brema), y los moradores del fondo incluyen peces que se alimentan de organismos que están en el bentos y de detritus (carpa espejo y común). Con estas diferentes especies en el estanque, los recursos, son utilizados en su totalidad; además se reducen las relaciones intra o interespecíficas, de tal

manera, que es posible cultivar en conjunto hasta 12 especies, obteniendo un rendimiento mayor al logrado por las mismas especies cultivadas por separado en sistemas de monocultivo. (Yashouv, 1971)

El policultivo es más relevante cuando se integran las prácticas de cultivo como son la acuacultura, la agricultura y la ganadería. (Kestemont, 1995)

En México, a las carpas se les ha dado la importancia que deben tener como fuente alimenticia; por lo cual contamos con la mayoría de las especies básicas para un policultivo. (Angeles, 1986)

La producción de tilapia, carpa común y carpa herbívora, tiene una gran importancia internacional, proporcionando grandes utilidades económicas, gracias a sus características biológicas, las cuales no requieren de condiciones específicas de cultivo y son aplicables en todo lugar. (Papoutsoglou, *et al.*, 1992)

OBJETIVOS

- Evaluar el crecimiento relativo y absoluto de la carpa común (*Cyprinus carpio*), carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) y tilapia (*Oreochromis aureus* y *Oreochromis mossambicus*) en un sistema de policultivo.
- Evaluar los factores físicos y químicos en dos estanques de cultivo de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis mossambicus* en el área de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México.
- Calcular el rendimiento de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Oreochromis aureus* y *Oreochromis mossambicus*.
- Cuantificar el volumen de plancton y bentos presentes en los estanques.
- Relacionar los parámetros físicos y químicos, la cantidad de plancton y bentos con el crecimiento y el rendimiento de los peces.

ANTECEDENTES

- En 1976 Chang Reporta un experimento realizado en Hong Kong, en el cual se colocaron peces en 6 estanques de 0.2 ha. Cada uno recibía efluentes tratados de la planta de tratamiento experimental de Shek Wu Hui. Los peces cultivados fueron *Oreochromis mossambicus*, *Clarias fuscus*, *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix* y *Cyprinus carpio*, debido a la baja densidad del stock la producción de carpas fue de 16 ton / ha. La sobrevivencia del pez gato fue baja
- En 1983 Shroeder realiza trabajos con tilapias, carpas y langostino haciendo el seguimiento de alimentos con indicadores de carbono 14.
- En 1983 Spataru y colaboradores analizaron los componentes de alimentos naturales de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Sarotherodon niloticus*, *Hypophthalmichthys molitrix* y *Aristichthys nobilis* en estanques rurales de cultivo en Israel.
- En 1986 Ángeles evaluó el rendimiento y crecimiento pesquero de la carpa espejo, en relación a la calidad de agua y productividad primaria en un sistema de policultivo, donde se aplican tres tipos de fertilizantes orgánicos.
- En 1986 Caballero evalúa la calidad del agua, la productividad primaria, crecimiento y la biomasa en un sistema de policultivo fertilizado con urea; encontrando que las especies que mejor responden al tratamiento fueron las carpas
- En 1986 Prinsloo y Schoonbee desarrollaron en África un policultivo de carpas chinas, con altas densidades de siembra, en las cuales utilizan cerdaza como fertilizante y alimento suplementario con la finalidad de incrementar la producción.
- En 1989 Esquivel y colaboradores realizaron estudios de un sistema de policultivo de *Carassius auratus* y *Cyprinus carpio* en estanques rurales, donde registran los componentes y la abundancia del zoobentos y zooplancton, así como, los parámetros físicos y químicos.
- En 1989 Yusoff y Ncnabb Determinaron la relación directa entre la productividad primaria y la producción total de peces, al implementar en Malasia un policultivo en estanques con fertilización inorgánica.

- En 1990 Sandbank evaluó las prácticas de manejo de estanques piscícolas en Israel, en unidades experimentales y usando aguas residuales tratadas como única fuente de agua, 3 especies fueron criadas en policultivo: Tilapia azul (*Oreochromis aureus*), carpa común (*Cyprinus carpio*) y carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*).
- En 1990 Quiroz estudió un sistema de policultivo de ciclidos y ciprinidos, el cual es fertilizado de manera intensiva, donde analizó la composición y abundancia relativa del plancton y bentos.
- En 1990 Shroeder y colaboradores realizaron un estudio en un policultivo de carpas chinas usando diferentes tipos de fertilizantes y determinaron que el 90% de la producción estaba dada por la productividad primaria.
- En 1991 Milistein y colaboradores cuantificaron los efectos de la aplicación de estiércol en el desempeño y la ecología de estanques de policultivo.
- En 1992 Papoutsoglou y colaboradores realizaron dos monocultivos de *Cyprinus carpio* y *Oreochromis aureus*; y dos policultivos con diferentes densidades de siembra en un sistema de circulación cerrada con la finalidad de investigar las interacciones entre las especies.
- En 1992 Iwata y colaboradores desarrollan un policultivo de ciprinidos en China, donde encontraron que las excretas de *Ctenopharyngodon idella* proveen directa o indirectamente de alimento a los otros peces cultivados.
- En 1993 Latif y colaboradores implementaron un sistema de policultivo integrado en Bangladesh, utilizando como fertilizante desechos de los patos, siendo esta una técnica viable.
- En 1994 Chapman y Fernando realizaron estudios en estanques rurales ubicados en zonas de inundación al noreste de Tailandia, donde analizaron las dietas y la alimentación de *Oreochromis aureus* y *Cyprinus carpio* mediante contenidos estomacales.
- En 1994 Galindo y Loera realizaron un estudio en bordos del estado de Tlaxcala, donde evaluaron la influencia de algunos parámetros fisicoquímicos, biológicos, así como la variación

morfométrica sobre el crecimiento de carpas chinas y aterínidos en un sistema de policultivo.

- En 1995 Kestemont realizó un estudio sobre los diferentes sistemas de producción de carpa y su impacto en el medio, encontrando que el uso de la carpa en el policultivo juega un papel positivo al reciclar los desechos de otras especies.
- En 1995 Zoccarato y colaboradores evaluaron la posibilidad de utilizar el excremento de cerdo como fertilizante en estanque de producción de carpa común y herbívora.
- En 1996 Adeyeye y colaboradores realizaron una investigación sobre la concentración y distribución de Zn, Pb, Mn, Fe, Na y K, en los sedimentos, en el agua y en órganos de *Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio* y *Oreochromis niloticus* en un sistema de policultivo
- En 1996 Quiroz estudia la importancia ecológica y la producción acuícola en sistemas de policultivo con fertilización orgánica, inorgánica y combinado, obteniendo un mayor incremento en peso a *Cyprinus carpio* y *Aristichthys nobilis*.
- En 1997 Haroon y Pittman realizaron experimentos en Bangladesh donde compararon y evaluaron la alimentación, el crecimiento, el factor de condición, la sobrevivencia y el rendimiento de *Oreochromis aureus* y *Puntius gonionotus* en cultivos de arroz.
- En 1997 Riise y Roos investigaron los efectos de la bioperturbación y el metabolismo bentónico durante la época de sequía en un estanque de policultivo con tilapia en el noreste de Tailandia.

CLASIFICACIÓN Y BIOLOGÍA

CARPA COMÚN

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Cypriniformes

Suborden: Cyprinoidei

Familia: Cyprinidae

Género: *Cyprinus*

Especie: *Cyprinus carpio*

Es un organismo de cuerpo robusto, compreso, alto de 0.50 a 0.60 m. promedio y 0.80 m. de longitud; estos organismos pesan de 3 a 5 kg. siendo su peso promedio 3.2 kg., la cabeza tiene forma triangular y su tamaño es del 23.3% al 27.2% de la longitud total, presenta ojos pequeños con un diámetro del 17.7% al 23.3% de la longitud de la cabeza (Nelson, 1994), boca de tamaño moderado sin dientes, la quijada superior se encuentra ligeramente sobresalida, presenta un par de barbillas a cada lado de la boca, los dientes faríngeos son diferentes 1-2, 3-3, 1-1. Agallas con 22 a 27 branquiespinas. Las aletas pélvicas están en posición torácico y se originan exactamente detrás del origen de la dorsal con 8 a 9 radios, las pectorales tienen de 15 a 16 radios y ocasionalmente de 14 a 17; la aleta dorsal es larga, opaca y con 1 espina gruesa dentada, en el borde posterior con 18 a 20 radios, tiene de 35 a 36 vértebras. Presenta escamas cicloideas concéntricas y regulares, escamas grandes sólo en algunas partes del cuerpo. Color variable verde olivo y vientre claro, con 38 escamas en la línea lateral (Alvarez, 1970).

Habita en aguas lénticas y se adopta a todo tipo de clima, se puede encontrar tanto en aguas templadas como tropicales, preferentemente entre los 19 y 26 °C con un pH ligeramente alcalino. Puede desarrollar su ciclo de vida tanto en aguas turbias como transparentes y resiste condiciones ambientales desfavorables como bajas concentraciones de oxígeno, alimento limitado, etc. Son organismos muy prolíficos; siendo la temporada de desove entre primavera y verano en aguas poco profundas.

Cada hembra llega a desovar por kilogramo de peso, más de 100,000 huevos. La madurez sexual la alcanza entre el segundo y tercer año de vida; variando esta en hembra y macho. Son organismos omnívoros tendiendo a detrito fagos. (Nelson, 1994)

CARPA HERVIBORA

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Cypriniformes

Suborden: Cyprinoidei

Familia: Cyprinidae

Género: *Ctenopharyngodon*

Especie: *Ctenopharyngodon idella*

Es un organismo de cuerpo es fusiforme y significativamente comprimido. La longitud máxima total es de aproximadamente 1.25 m.; en aguas libres pueden alcanzar hasta 50 Kg de peso (Huet, 1983), son organismo de ojos pequeños, la cabeza es ancha, redonda y ligeramente aplanada dorsoventralmente, la boca es ligeramente subterminal, extendida posteriormente hasta el punto situado justo después de las narinas. Las aletas dorsales tienen un contorno cuadrado, las pectorales y pélvicas son ovaladas y la anal de forma triangular; las aletas pélvicas se originan debajo o justo posterior a la inserción dorsal. La aleta caudal es ancha y hendida con los bordes redondeados. Tiene de 8 a 11 radios en la aleta dorsal, en la pectoral de 19 a 20, en la pélvica de 7 a 8, en la anal de 8 a 11 y en la caudal 18. Los primeros radios de las aletas dorsales, pectorales, pélvicas y de la anal son ligeramente duros y gruesos, pero no son espinas.

En cuanto a su coloración tiene gran parte de la cabeza negra, la región dorsal va de color verde olivo a negro, su abdomen y las aletas pélvicas son blancas, el resto son oscuras. Sus escamas son cicloideas y presentan melanóforos lo que le imprime una apariencia de trama cruzada, la línea lateral es completa y un poco curvada anteriormente, con 36 a 42 escamas

Habita en cursos de agua con fuerte corriente; frezan durante el período de las crecidas correspondientes a las lluvias estivales en aguas cálidas y templadas, turbulentas y rápidas, preferentemente entre los 25 y 30 °C (Hepher y Prugini, 1985).

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

La carpa herbívora es poligámica, se requieren de 2 a 3 machos por cada hembra debido a su alta fecundidad 800 000 huevos en hembras de 0.76m. estos peces son potadronomos por lo que el desove solo ocurre en ríos y canales caudalosos a donde tienen que migrar durante la primavera; los huevos son semipelágicos y su desarrollo ocurre mientras son acarreados por la corriente a temperaturas de 17 a 30 °C.

De acuerdo con sus hábitos alimenticios, y como su nombre común lo indica, esta especie es preferentemente herbívora, consume grandes cantidades de macrófitas, tanto acuáticas como terrestres y puede llegar a ingerir más de su peso corporal de vegetación al día. No obstante también se alimenta de algas grandes y de algas filamentosas; siempre y cuando se encuentren en altas densidades, se ha observado que cuando son escasas las fuentes de alimento la carpa puede llegar a consumir larvas de insectos e incluso de peces pequeños; por tal motivo se les ha llegado a clasificar como una especie omnívora facultativa. (Robins, *et al.*, 1980)

TILAPIA

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Cypriniformes

Suborden: Cyprinoidei

Familia: Ciclidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *Oreochromis aureus*

La tilapia es un pez que en estado de cría se comporta como planctófago y como adulto se alimenta de productos vegetales; varía su alimentación según el cuerpo de agua en que se encuentre pudiendo ser omnívora, de acuerdo a la disponibilidad del alimento incluyendo fitoplancton, zooplancton zoobentos, detritos, y macrófitas.

Peces con cuerpo comprimido de tamaño mediano, con un largo de 22.4 a 39.9 cm llegan a pesar de 435 a 1225 gr (Morales, 1992), boca terminal y el contorno de la cabeza generalmente curvado con ojos de color oscuro y el perfil frontal levemente cóncavo (Arredondo, 1986)

Llamada también tilapia azul por la coloración que presenta su cuerpo que va de un azulado a un verde metálico, como característica distintiva, en las aletas presenta una coloración rojiza y un rosa intenso en la aleta dorsal y caudal respectivamente, el color de la cabeza es verde metálico, los ojos son de color oscuro y el perfil frontal es levemente cóncavo y la papila genital no es de color blanco. En la época de reproducción los colores se acentúan. Los machos reproductores adquieren una coloración azul brillante en la cabeza, extendiéndose al cuerpo en un azul gris pálido metálico; las hembras reproductoras presentan una coloración anaranjado pálido y poseen una coloración azul negrusca en la barbilla y pecho.

Esta especie posee de 29 a 30 vértebras y presenta un área dentada muy densa en la parte central del hueso faríngeo, con una pigmentación café sobre las coronas que se pronuncian más sobre la parte superior. Los dientes de las mandíbulas pueden ser bicúspides o tricúspides y están dispuestos en 3 o 5 filas, agallas con 21 a 28 branquiespinas en la parte inferior del primer arco branquial.

Esta especie posee una serie longitudinal de 30 a 33 escamas en la línea lateral. Las mejillas presentan 2 a 3 series horizontales de escamas; 4 a 5 filas de escamas entre el origen de la dorsal y la línea lateral; 5 a 7 hileras entre la base de la aleta pectoral y la aleta pélvica. Las escamas de las mejillas son muy pequeñas, generalmente más pequeñas que las de la línea lateral. Aleta dorsal XV/XVI, 12-15; aleta anal III, 7-11; presentan de 21 a 28 branquiespinas en el arco inferior del primer arco

branquial siendo generalmente 22; la aleta caudal esta frecuentemente truncada con esquinas redondeadas (Morales, 1992).

Oreochromis aureus permanece en cardúmenes mientras las condiciones no son favorables para la reproducción. En climas cálidos desovan es de 2047 huevos por hembra aproximadamente durante todo el año, en aguas templadas una sola vez en el verano y en climas muy fríos no desovan. Para que se inicie el desove debe existir una temperatura no menor a 20°C, con una temperatura ideal de 25 a 30 °C (Hepher y Prugini, 1985).

TILAPIA

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Cypriniformes

Suborden: Cyprinoidei

Familia: Ciclidae

Género: *Oreochromis*

Especie: *Oreochromis mossambicus*

Es omnívora. En su hábitat natural consume fitoplancton y zooplancton, insectos y vegetación acuática sumergida y flotante.

En general ambos sexos presentan un color gris aceitunado. A lo largo de la parte dorsal del cuerpo, presentan una serie de rayas negras verticales que algunas veces se extienden hacia el abdomen en forma difusa; además, se presentan dos bandas horizontales muy tenues a lo largo del cuerpo, ocasionalmente en la parte lateral; estas bandas superficialmente formadas por la expansión de melanóforos aparecen y desaparecen rápidamente.

De 18 y 25 cm pesan de 150 a 250 gr., el crecimiento varía con la temperatura y cesa cuando baja a menos de 18 °C, se han registrado valores en un año de cultivo pesos de 850 gr y un máximo de 5 Kg en estanques fertilizados.

Son organismos que habitan en aguas cálidas entre los 25 y 27 °C y neutras de 7.5 a 7.8 de pH, en ambientes lénticos y lóticos, en lagunas y en remansos de ríos grandes.

En la fase reproductiva, las hembras son grisáceas, mientras que los machos son más bien negros, con excepción de su mandíbula inferior que va tornándose amarillenta, así como sus aletas pectoral y caudal presentan un tono rojizo. La reproducción de esta especie es muy precoz. Cuando las hembras tienen de 7 a 9 cm de longitud ponen de 80 a 100 huevecillos, cuando miden de 15 a 28 cm. ovipositan de 800 a 1600 huevecillos. (Morales, 1991)

METODOLOGIA

El desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo del mes de junio de 1996 al mes de mayo de 1997 con una periodicidad mensual en dos estanques ubicados en el Estado de México, denominados como A y B, de 2000 m² y 3000 m² respectivamente. La proporción de siembra de peces fue para Carpa común (*Cyprinus carpio*) de 5000 org/Ha, cuya talla inicial fue de 12.4 cm y un peso de 75.35 gr.; para Carpa Herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) la proporción de siembra fue de 2000 org/Ha, cuya talla inicial fue de 8.1 cm y un peso de 17.05 gr., y para Tilapia (*Oreochromis aureus*) la proporción de siembra fue de 1000 org/Ha., cuya talla inicial fue de 6.16 cm y un peso de 14.4 gr.; además con fines experimentales se sembró otra especie de tilapia en el estanque B; *Oreochromis mossambicus* con la misma proporción de siembra y una talla inicial de 2.5 cm y un peso de 2.5 gr.

La temperatura se registró con un termómetro digital de campo marca "Elite", la profundidad y transparencia se obtuvo mediante el empleo de un disco de Sechii. El pH se registró con ayuda de un potenciómetro de campo marca "Cole Parmer" y la conductividad con ayuda de un conductivímetro de campo marca "Sprite". La alcalinidad se determinó mediante la titulación con ácido sulfúrico 0.02 N., el oxígeno por el método de Winkler modificado y para la dureza se empleó el método de titulación con EDTA 0.1 m. (Apha,1995)

Para la obtención del zoobentos se utilizó una draga Petersen de 235.2 cm² de mordida y una red de cuchara de 50 X 30 cm, tomando la muestra de esta última barriendo un área de 0.5 m² de fondo del estanque. (Moss, 1980). Las muestras obtenidas fueron fijadas con formol al 4% (Gaviño, 1980), para su traslado al laboratorio, en el cual se separaron los organismos con ayuda de un microscopio estereoscópico. La obtención de zooplancton se realizó filtrando 100 litros de agua del estanque, con el empleo de una red cónica de plancton de 125 μ de abertura de malla; las muestras se fijaron con formol al 4%. (Gaviño, 1980)

Para determinar el volumen, tanto de zooplancton como del zoobentos, se utilizaron probetas de 250 ml, 10 ml y 5 ml, por el método de desplazamiento propuesto por Fugetti y Fisher (1964).

Los peces se obtuvieron con ayuda de un chinchorro de 30 X 2 m de caída y una abertura de maya de 1/3 de pulgada, los organismos capturados se pesaron de manera individual con una balanza digital marca "ACCULAB" y se midió su longitud patrón con un ictiómetro de campo graduado en mm.

Con los registros mensuales de longitud y peso se realizó la determinación de los valores de crecimiento relativo en peso (CRP),

crecimiento relativo en longitud (CRL) el crecimiento absoluto en peso (CAP), el crecimiento absoluto en longitud (CAL) y el rendimiento, basados en las fórmulas propuesta por Phelps (1981):

El crecimiento relativo en peso y el crecimiento relativo en longitud.

$$CRP (CRL) = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100$$

Donde: V_f = peso o longitud promedio final

V_i = peso o longitud promedio inicial

El crecimiento absoluto en peso y el crecimiento absoluto en longitud.

$$CAP (CAL) = \frac{V_f - V_i}{\# DC}$$

Donde: V_f = peso o longitud promedio final

V_i = peso o longitud promedio inicial

DC = Número de días de cultivo

El rendimiento:

Rendimiento = Biomasa final – Biomasa inicial

Donde la Biomasa = (Número de organismos) (Peso en el tiempo x).

El tratamiento de los datos y la elaboración de las gráficas se llevó a cabo con ayuda de los programas de MS-OFFICE para windows 2000 y Harvard Graphics Ver. 4.0.

RESULTADOS

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE A.

La profundidad máxima registrada en el estanque fue de 0.755 m. en el mes de octubre y la mínima de 0.177 m. en el mes de febrero. La transparencia máxima registrada fue de 0.355 m. en el mes de enero y la mínima de 0.06 m. en el mes de febrero. (Gráfica 1)

La temperatura del agua registró un valor máximo de 23 °C en los meses de junio y septiembre; mientras que el valor mínimo fue de 9.35°C en el mes de enero, mientras que el oxígeno disuelto en el agua obtuvo un valor máximo de 9.24 mg/L en el mes de enero y un valor mínimo de 5.565 mg/L en el mes de agosto. (Gráfica 2)

La dureza máxima registrada fue de 103.4 mg CaCO₃/L en el mes de agosto y la mínima fue de 61.6 mg CaCO₃/L en el mes de noviembre, la alcalinidad máxima registrada fue de 46 mg CaCO₃/L en el mes de junio y el valor mínimo fue de 35 mgCaCO₃/L en el mes de febrero. (Gráfica 3)

El pH máximo registrado fue de 8.2 en el mes de junio y el mínimo fue de 6.95 en el mes de diciembre, la conductividad máxima registrada fue de 200 µmhos en el mes de febrero y el mínimo fue de 113.5 µmhos en el mes de octubre. (Gráfica 4)

PARÁMETROS BIOLÓGICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE A.

El volumen de zoobentos máximo registrado fue de 10.91 ml/m² en el mes de marzo y el mínimo fue de 0.54 ml/m² en el mes de junio, el volumen de zooplancton máximo registrado fue de 8.63 ml/100 L en el mes de enero y el mínimo fue de 1.09 ml/100 L en el mes de mayo. (Gráfica 5)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 28.39 % en el mes de abril y el mínimo fue de 1.83 % en el mes de agosto. El crecimiento relativo en peso registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 78.03% en el mes de abril y el mínimo fue de 1.124% en el mes de octubre. (Gráfica 6)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 0.261 cm/día en el mes de abril y un mínimo de 0.001 cm/día en el mes de diciembre. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 8.31 gr/día en el mes de abril y el mínimo fue de 0.014 gr/día en el mes de octubre. (Gráfica 7)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 27.06 % en el mes de septiembre y el mínimo fue de 0 % en el mes de julio, al no presentarse crecimiento

alguna. El crecimiento relativo en peso registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 146.23% en el mes de octubre y el mínimo fue de 2.04% en el mes de noviembre. (Gráfica 8)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 0.097 cm/día en el mes de diciembre y un mínimo de 0 cm/día en el mes de julio al no presentar crecimiento alguno. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 1.95 gr/día en el mes de abril y el mínimo fue de 0.041 gr/día en el mes de noviembre. (Gráfica 9)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Oreochromis aureus* obtuvo un valor máximo de 50.97 % en el mes de agosto y el mínimo fue de 1.48 % en el mes de enero. El crecimiento relativo en peso registrado para *Oreochromis aureus* obtuvo un valor máximo de 183.38% en el mes de diciembre y el mínimo fue de 1.03% en el mes de abril. (Gráfica 10)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Oreochromis aureus* obtuvo un valor máximo de 0.113 cm/día en el mes de abril y un mínimo de 0.0043 cm/día en el mes de marzo. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Oreochromis aureus* obtuvo un valor máximo de 0.4866 gr/día en el mes de diciembre y el mínimo fue de 0.0549 gr/día en el mes de marzo. (Gráfica 11)

El valor más alto en el crecimiento total en peso fue de 1011.9 % y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 12)

El valor más alto en el crecimiento relativo total en longitud fue de 403.49 % y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 13)

El valor más alto en el crecimiento absoluto total en peso fue de 3297.14 gr/día y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 14)

El valor más alto en el crecimiento absoluto total en longitud fue de 1185.7 cm/día y lo obtuvo *Ctenopharyngodon idella*. (Gráfica 15)

El rendimiento para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor de 2221.5 Kg/Ha/año, mientras que el rendimiento para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor de 314.4 Kg/Ha/año, y el rendimiento para *Oreochromis aureus* obtuvo un valor de 101 Kg/Ha/año. (Gráfica 16)

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE B.

La profundidad máxima registrada en el estanque fue de 0.815 m. en el mes de junio y la mínima de 0.39 m. en el mes de abril. La transparencia máxima registrada fue de 0.205 m. en el mes de junio y la mínima de 0.075 m. en el mes de febrero. (Gráfica 17)

La temperatura del agua registró un valor máximo de 23.75 °C en el mes de septiembre y la mínima fue de 10.4 °C en el mes de enero, mientras que el oxígeno disuelto en el agua obtuvo un valor máximo de

11.2 mg/L en el mes de octubre y un valor mínimo de 5.46 mg/L en el mes de agosto.

(Gráfica 18)

La dureza máxima registrada fue de 99 mg CaCO₃/L en los meses de agosto y septiembre, mientras que la mínima fue de 64.9 mg CaCO₃/L en el mes de diciembre, la alcalinidad máxima registrada fue de 50 mgCaCO₃/L en los meses de junio y septiembre, mientras que el valor mínimo fue de 42 mg CaCO₃/L en el mes de enero. (Gráfica 19)

El pH máximo registrado fue de 8.2 en el mes de junio y el mínimo fue de 7.11 en los meses de agosto y diciembre, la conductividad máxima registrada fue de 187.6 µmhos en el mes de febrero y el mínimo fue de 128 µmhos en el mes de octubre. (Gráfica 20)

PARÁMETROS BIOLÓGICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE B.

El volumen de zoobentos máximo registrado fue de 14.21 ml/m² en el mes de marzo y el mínimo fue de 0.15 ml/m² en el mes de julio, el volumen de zooplancton máximo registrado fue de 6.07 ml/100L en el mes de enero y el mínimo fue de 0.15 ml/100L en el mes de agosto. (Gráfica 21)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 21.05 % en el mes de mayo y el mínimo fue de 0.21 % en el mes de octubre. El crecimiento relativo en peso registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 58.22% en el mes de marzo y el mínimo fue de 0 % en el mes de julio, al no presentar crecimiento alguno. (Gráfica 22)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 0.097 cm/día en el mes de mayo y un mínimo de 0.0007 cm/día en el mes de octubre. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor máximo de 4.38 gr/día en el mes de marzo y el mínimo fue de 0 gr/día en el mes de julio, al no presentar crecimiento alguno. (Gráfica 23)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 14.28% en el mes de noviembre y el mínimo fue de 0.68 % en el mes de marzo. El crecimiento relativo en peso registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 63.27% en el mes de mayo y el mínimo fue de 2.12% en el mes de marzo. (Gráfica 24)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 0.062 cm/día en el mes de noviembre y un mínimo de 0.004 cm/día en el mes de marzo. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor máximo de 1.002 gr/día en el mes de mayo y el mínimo fue de 0.038 gr/día en el mes de agosto. (Gráfica 25)

El crecimiento relativo en longitud registrado para *Oreochromis mossambicus* obtuvo un valor máximo de 212 % en el mes de diciembre y el mínimo fue de 71.79 % en el mes de mayo. El crecimiento relativo en peso registrado para *Oreochromis mossambicus* obtuvo un valor máximo de 4892.3 % en el mes de mayo y el mínimo fue de 4 % en el mes de diciembre. (Gráfica 26)

El crecimiento absoluto en longitud registrado para *Oreochromis mossambicus* obtuvo un valor máximo de 0.0576 cm/día en el mes de diciembre y un mínimo de 0.035 cm/día en el mes de mayo. El crecimiento absoluto en peso registrado para *Oreochromis mossambicus* obtuvo un valor máximo de 0.795 gr/día en el mes de mayo y el mínimo fue de 0.001 gr/día en el mes de diciembre. (Gráfica 27)

El valor más alto en el crecimiento total en peso fue de 1222.07 % y lo obtuvo *Oreochromis mossambicus*. (Gráfica 28)

El valor más alto en el crecimiento relativo total en longitud fue de 2598.71 % y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 29)

El valor más alto en el crecimiento absoluto total en peso fue de 7564.28 gr/día y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 30)

El valor más alto en el crecimiento absoluto total en longitud fue de 2325 cm/día y lo obtuvo *Cyprinus carpio*. (Gráfica 31)

El rendimiento para *Cyprinus carpio* obtuvo un valor de 1200 Kg/Ha/año, mientras que el rendimiento para *Ctenopharyngodon idella* obtuvo un valor de 186 Kg/Ha/año y el rendimiento para *Oreochromis mossambicus* obtuvo un valor de 196.7 Kg/Ha/año. (Gráfica 32)

El rendimiento total de el estanque A fue de 2628.5 Kg/Ha/año, mientras que el rendimiento total de el estanque B fue de 1513.3 Kg/Ha/año. (Gráfica 33)

DISCUSIÓN

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE A.

En los sistemas de producción acuícola es importante considerar las características del agua, dado a que inciden en las condiciones bióticas de los estanques (Quiroz, 1996)

La profundidad del estanque se vio influenciada por la temporada del año (secas o lluvias) presentando dos descensos de la misma en los meses de junio-agosto y de diciembre-febrero propiciados principalmente por el empleo para el uso agrícola, similar a lo observado por Sánchez y Navarrete (1987).

Al presentarse una disminución en el volumen del agua se ven influenciados los factores tanto físicos como químicos; tal es el caso de la transparencia, este es uno de los factores que limita el desarrollo de los organismos acuáticos (Quiroz, 1990)

La transparencia fue más baja en la época de calor al observarse los valores más bajos en los meses de marzo-mayo, similar a lo reportado por Caballero en 1986 ; al aumentar la temperatura aumentan los organismos de fitoplancton, disminuye la profundidad dando como resultado un aumento en las concentraciones de los solutos lo que propició un decremento en la visibilidad.

La temperatura del agua influye en el desarrollo de la productividad primaria, secundaria y en el crecimiento de los organismos (Eckert, 1994) la variación en los parámetros principalmente en la temperatura propicia el crecimiento de los peces como se observa en este estanque. La temperatura se vio afectada directamente por los cambios de temperatura ambiental, dada por las estaciones del año, observando el valor más bajo en el mes de enero (invierno) y el valor más alto en los meses de junio y septiembre (verano) (Khalaf y Mac Donald, 1975).

El oxígeno disuelto es un factor fundamental en la dinámica, su balance acuático y en los sistemas de cultivo. De acuerdo con Shroeder (1983) el consumo principal de oxígeno en los estanques depende del metabolismo de los peces, la materia orgánica en descomposición y de la actividad de las bacterias sobre las heces. Por lo tanto al disminuir la transparencia disminuye el oxígeno, por el aumento de la concentración de la materia orgánica suspendida que se consume el oxígeno disuelto del agua (Novontly y Olem, 1994); Esta disminución en la transparencia y en la concentración de oxígeno del mes de agosto, corrobora lo obtenido por Schroeder.

Se observa la mayor concentración de oxígeno en el mes de enero; siendo este el mes que presentó la temperatura del agua más baja; siguiendo la típica relación entre estos dos parámetros, dado que al disminuir la temperatura baja la actividad de los organismos

dulceacuícolas y el consumo de oxígeno, por lo que hay una mayor concentración del mismo disuelto en el agua (Russel y Larena, 1990)

La dureza se refiere al contenido de sales de calcio y magnesio, como bicarbonatos, carbonatos, sulfatos y otros aniones de ácidos, es decir se refiere a la concentración de iones metálicos divalentes en el agua, expresados como mg/L de equivalentes de CaCO_3 (Wetzel, 1981).

La dureza presenta una relación inversamente proporcional a la profundidad; como se observa en el mes de agosto que presenta una profundidad de 0.285m. siendo de los valores más bajos y una dureza de máxima de 103.4 mg CaCO_3 /L; en el mes de noviembre se presentó la dureza mínima con un valor de 61.6 mg CaCO_3 /L y una profundidad de 0.56m encontrándose entre los valores más altos.

La alcalinidad total se refiere a la concentración total de bases en el agua expresadas en mg/L de equivalentes de CaCO_3 y generalmente están representados como iones HCO_3 y CO_3 que constituyen la base fundamental del sistema amortiguador del agua, para mantener estable el valor de pH entre 8 y 9 (Wetzel, 1981). Se considera que las aguas que contienen 40 mg CaCO_3 /L o más de alcalinidad total son más duras, siendo estas más productivas, encontrando en el presente estanque un valor mínimo de 35 mg CaCO_3 /L en el mes de febrero y de 39 mg CaCO_3 /L en el mes de agosto, sin embargo el resto de los valores sobrepasa los 40 mg CaCO_3 /L por lo que se considera que el estanque presenta aguas duras y productivas.

La alcalinidad presenta un comportamiento similar al comportamiento de la profundidad. Al disminuir la profundidad aumenta la descomposición de la materia orgánica, que trae como consecuencia un aumento en la acidez (Pontius, 1990) por lo que el sistema trata de neutralizarlos utilizando carbonatos, reflejado en la alcalinidad del mes de febrero con un valor de 35 mg CaCO_3 /L de alcalinidad y 0.177m en la profundidad; siendo ambos los valores mínimos registrados.

El pH es uno de los parámetros más relevantes, por la influencia que tiene este en otros parámetros como los ortofosfatos, nitritos, carbonatos, etc.

El pH presentó valores entre 6.95 y 8.2, adecuado para los organismos acuáticos y con tendencia básica (Qayyum y Al-Harbi, 1995).

La conductividad del agua es una medida de la capacidad de conducir la corriente eléctrica, en general a mayor concentración de iones la conductividad es mayor; por lo tanto al disminuir la profundidad, aumenta la concentración de solutos en el agua y por lo tanto también la conductividad (Arredondo y García, 1982)

Encontrando así una profundidad máxima en el mes de octubre con una conductividad mínima de 113.5 μmhos , y en el mes de Febrero se presentó la profundidad mínima y una conductividad máxima de 200 μmhos .

PARÁMETROS BIOLÓGICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE A.

Los copépodos son de los elementos zooplanctónicos más importantes para la alimentación de los peces (Quiroz, 1990), Lara en 1998 trabajó con estos estanques registrando la presencia de dichos organismos.

El incremento de los organismos planctónicos provocaron que la transparencia que en general no fuese mayor a 0.20 m durante el período de cultivo. El incremento del zooplancton y el color del agua se relaciona directamente con los valores de la transparencia similar a lo mencionado por Quiroz en 1990; sin embargo se presenta una transparencia de 0.35m en el mes de Enero, dado por la baja en la temperatura del agua que inhibe el crecimiento de los organismos planctónicos como lo reportado por Wetzel (1981).

En la dinámica de los estanques para peces la presencia del bentos es una de las condiciones para mejorar el crecimiento de los peces de cultivo (Quiroz, 1990).

El estanque presenta variaciones notables en la profundidad así como en los parámetros físicos y químicos, propiciando una mayor disponibilidad de materia básica, lo que se ve acelerado por un incremento de la temperatura, la cual es uno de los principales responsables en disparar los fenómenos de la fotosíntesis (Margalef, 1983)

Los organismos del zoobentos responden a la disponibilidad del alimento, de una manera similar al zooplancton, viéndose reflejada en la disminución de la transparencia (Elías, 1994)

El zoobentos presenta un incremento al disminuir la profundidad dado a la mayor concentración de nutrientes y partículas suspendidas (Orbe, 1994) como lo observado en el mes de Febrero con un zoobentos de 9.65 ml/m² y una profundidad de 0.17 m.

La producción de los peces depende de la productividad natural de los estanques que se ve influenciada por los factores bióticos y abióticos (Biró, 1995), por lo que en un sistema de policultivo se optimiza la interrelación entre las especies, principalmente por sus hábitos alimenticios (Papoutsoglou, *et al.*, 1992).

La carpa común consume principalmente cladóceros, copépodos, rotíferos, larvas de quironómidos, otros insectos y detritos, todos estos encontrados en el bentos, por lo que se le considera bentófaga, aunque puede consumir en algunas fases zooplancton, necton pequeño y alevines; por lo que también es considerada como omnívora. (Quiroz, 1996).

En el presente estudio se pudo observar una relación directa entre la cantidad de zoobentos y el crecimiento de la carpa común, al tener un aumento notable en el bentos a partir del mes de diciembre al mes de marzo; viéndose reflejado en el crecimiento absoluto en longitud y peso durante dichos meses, incluso hasta el mes de abril donde encontramos

un crecimiento máximo; sin embargo se observa un notable decremento en la cantidad de zoobentos; propiciado por el mayor consumo de la carpa común, similar a lo observado por Quiroz en 1990 y Kestemont en 1995.

Al igual que cualquier organismo la carpa depende directamente de los parámetros ambientales para su crecimiento, sobre todo de la temperatura (Eckert, *et al*, 1994) y de la concentración de oxígeno disuelto; al ser las bases para la cadena alimenticia.

Como ya se mencionó con anterioridad el fundamento del policultivo es la utilización de diferentes nichos por especies con hábitos alimenticios diferentes, como el caso de la carpa herbívora que se alimenta de macrófitas de la orilla del estanque, fitoplancton, zooplancton y si estos no se encuentran disponibles puede consumir durante largos períodos materia detrital (Quiroz, 1990).

La carpa herbívora es ideal para el caso de estanques fertilizados al propiciarse el incremento de plantas acuáticas y fitoplancton (Zoccarato, *et al*, 1995).

En este caso al igual que los parámetros físicos y químicos tan variables la carpa herbívora presenta un comportamiento similar en el crecimiento absoluto y relativo tanto en longitud como en peso, encontrando los valores más bajos en los meses de noviembre, enero y febrero, sin embargo diciembre muestra un alto crecimiento, propiciado por el alta en la temperatura que fue de 17.2 °C, dando los valores más altos en septiembre y octubre de crecimiento relativo tanto en longitud como en peso siendo estos meses los que presentaron valores más altos de 23 y 22.35 °C.

Las tilapias son una de las más importantes especies de peces para la acuicultura de agua dulce (Qayyum y Al-Harbi, 1995).

No todas las especies toleran la presencia de otras especies, pero algunas especies como el caso de la tilapia propicia el crecimiento de otras especies como la carpa común; Papoutsoglou (1992) reporta un mejor rendimiento de dicha carpa, mientras que la tilapia presenta un valor más bajo; estas observaciones también fueron realizadas en el presente trabajo donde la carpa obtuvo un rendimiento de 2221.5 Kg/Ha/Año que fue mucho mayor al de la tilapia que fue de 92.6 Kg/Ha/Año quedando la carpa herbívora con un rendimiento medio con un valor de 314.4 Kg/Ha/Año.

Quiroz (1990) reporta que las tilapias son consideradas como omnívoras, sin embargo Spataru y colaboradores (1983) reportan que *Oreochromis aureus* consume fitoplancton en cantidades considerables, en el presente trabajo las tilapias muestran un comportamiento poco común, con un aumento en el crecimiento tanto absoluto como relativo en el mes de agosto hasta el mes de diciembre; por lo que se deduce que en los meses de septiembre y octubre consumió fitoplancton reflejado por el aumento de la temperatura, mientras que en el resto de los meses se

comportó como omnívora, al existir menor cantidad de fitoplancton dado a las bajas temperaturas.

El crecimiento absoluto tanto en longitud como en peso se vio afectado por la temperatura en los meses de invierno, comenzó a bajar a partir del mes de diciembre hasta el mes de marzo, similar a lo reportado por Qayyum y Al-Harbi en 1995 y Teichert en 1996.

El alto rendimiento del estanque está relacionado principalmente con las buenas condiciones de crianza, dicho como alimento y calidad del agua (Papoutsoglou, *et al*, 1992 y Zonneveld y Fadholi, 1991), además de que la diferencia de rendimientos de las especies se ve influenciada por la diferencia en la proporción inicial de los peces (Qayyum y Al-Harbi, 1995 y Palada y Eknatha, 1993).

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE B.

Las condiciones físicas y químicas de un ambiente acuático limitan o favorecen un óptimo crecimiento y desarrollo de los organismos en cultivo (Quiroz, 1990).

Los nutrientes disueltos en el agua ocasionan que se fortalezcan densas poblaciones de fitoplancton, que disminuye la transparencia; que además serán consumidas por el zooplancton, desarrollándose cadenas que serán directa e indirectamente aprovechadas por los peces y sus desechos, además de otros materiales no utilizados forman material detritivo que se incorpora al suelo acumulándose en el fondo, dando como resultado que esto se recicle.

Numerosos estudios indican que el oxígeno disuelto es un factor crucial en el cultivo de los peces, sin embargo resulta algo paradójico que se presente una abundancia de alimento donde los niveles de oxígeno son bajos dados por los procesos de eutrofización de los estanques en períodos de altas temperaturas (Narciso y Tadeo, 1994) como se observa en los primeros meses de junio hasta septiembre, así mismo el incremento de la temperatura en el último mes favoreció el incremento del oxígeno similar al fenómeno reportado por Quiroz en 1990.

El oxígeno disuelto más bajo se da temprano en la mañana como consecuencia de una alta respiración nocturna por la biomasa fitoplanctónica (Teichert, 1996). En la época de secas en los meses de mayo, junio y julio, la temperatura del agua aumentan, lo que propicia mayor actividad fotosintética que hace aumentar la concentración de oxígeno en el agua (Margalef, 1983)

El estanque presenta algunas fluctuaciones en el nivel del agua, lo que propicia una concentración de solutos, al disminuir la profundidad, que da como resultado un incremento tanto en la alcalinidad como en la dureza las cuales a su vez influyen al pH (Elías, 1992), esto se ve claramente durante los meses de marzo y abril donde la profundidad tiene valores muy bajos (0.47 y 0.39 m respectivamente), la dureza y la

alcalinidad tiene valores altos de 90.2, 79.2 y 46, 44.5 mg de CaCO₃ respectivamente lo que mantiene al pH en un valor neutro de 7.5 y 7.6. Al encontrarse más solutos en suspensión se encuentra mayor facilidad al paso de la corriente eléctrica, lo cual se ve reflejado en un incremento en la conductividad (Elías, 1992), como se observa en el mes de febrero al tener una baja transparencia y una alta conductividad.

PARÁMETROS BIOLÓGICOS REGISTRADOS EN EL ESTANQUE B.

El estanque estudiado al igual que la mayoría de los bordos mexicanos presenta fluctuaciones en la profundidad, dependiendo básicamente del régimen de lluvias, este fenómeno ya ha sido reportado por Arredondo (1982) con anterioridad, sin embargo presentan una gran riqueza en nutrientes que propicia un excelente rendimiento pesquero de los estanques. Es importante conocer el alimento natural presente en el estanque, siendo el zooplancton un fuente de vitaminas, aminoácidos y otros nutrientes (Bardach, 1986).

Al bajar la transparencia es un indicador de que aumenta la cantidad de fitoplancton y como consecuencia el zooplancton, dándose así una mayor producción de materia orgánica, que si no es aprovechada se va al fondo acumulándose, a esto hay que añadirle la gran cantidad de desechos orgánicos del resto de los organismos, que propicia un aumento en los organismos zooplanctónicos (Elías, 1994), esto se refleja en el presente estudio durante los meses de febrero y marzo donde la transparencia tiene los valores más bajos y el zoobentos los más altos.

El precio de los peces puede estabilizarse en tiempos recientes, estos peces proporcionan la mayor cantidad de proteína animal al mundo, por lo cual es importante optimizar los recursos por medio del policultivo (Adeyeye, *et al*, 1996). La utilización de poli cultivos piscícolas favorece el aprovechamiento del alimento natural distribuido en la columna de agua, lo que permite una menor competencia y manejar así densidades más o menos altas (Quiroz, 1990).

Los valores de los parámetros ambientales no fueron tan variables como en el estanque A, sin embargo la acumulación orgánica en el fondo, propició un alto nivel de organismos bentónicos y al alimentarse la carpa común del fondo obtuvo un mayor rendimiento del estanque respecto a las otras especies (Milistein, *et al*, 1990).

El mejor rendimiento de la carpa común en el presente estanque está relacionada con la mejor utilización de la comida similar a lo reportado por Papoutsoglou, *et al* en 1992.

Durante el mayor incremento de los organismos bentónicos en marzo se aprecia un aumento en el crecimiento tanto absoluto como relativo en peso de la carpa común, siendo esta quien remueve el fondo y ayuda a la liberación de nutrientes del sedimento para su aprovechamiento en el medio acuático (Quiroz, 1990)

Al igual que otras especies de cultivo la carpa herbívora coadyuda al incremento de productores primarios (Quiroz, 1990), paralelamente con el aumento de la temperatura del agua, siendo el organismo beneficiado la carpa común al obtener un mayor rendimiento.

La utilización de menores proporciones de siembra de la carpa herbívora y la tilapia además de el incremento de los productores primarios, la gran cantidad de macrófitas presentes en dicho estanque propiciaron a un incremento en el peso de la carpa herbívora, similar a lo reportado por Quiroz en 1990 y a López en 1998 quien trabajó con estos estanques; notándose más en el mes de mayo.

En estanques más pequeños hay una diferencia en el crecimiento y en el potencial de rendimiento de la tilapia como lo muestra el comparativo del estanque A de 2000 m² con un rendimiento de 92.6 Kg/Ha/Año respecto al estanque B de 3000 m² con un rendimiento de 127.3 Kg/Ha/Año; observándose así que *Oreochromis aureus* fue la que presentó un menor rendimiento respecto a *Oreochromis mossambicus*; similar a lo observado por (Qayyum y Al-Harbi, 1995).

La tilapia pasta tanto zooplancton como fitoplancton el cual se ve influenciado directamente por la temperatura del agua (Teichert, 1996); de esta forma se incrementa su crecimiento absoluto en peso desde los meses de invierno hasta los meses de primavera, desafortunadamente por las dimensiones y características de suelo del estanque, así como la proporción de siembra, no se obtuvieron datos de *Oreochromis mossambicus* durante algunos meses.

En general las poblaciones de policultivo muestran una alta velocidad de crecimiento absoluto, tanto en longitud como en peso, al llevar a cabo un mejor conocimiento de las ventajas del mismo, en cultivo de peces, basado en la etología, alimento del lugar y combinación de las especies (Quiroz, 1990 y Papoutsoglou, et al, 1992).

La variabilidad en la calidad del agua fue principalmente relacionada con la fotosíntesis, la descomposición balanceada y la acción algal y bacterial, que se ve reflejada en el rendimiento del estanque (Millstein, et al, 1990), por lo que al observarse una mayor variabilidad de los parámetros físicos y químicos en el estanque A se reflejó en un rendimiento mayor respecto al estanque B.

La notoriedad de estas especies de acuacultura es debido a la combinación de varios factores; como sus hábitos alimenticios al nivel más bajo de comida y la tolerancia a las altas variaciones en la calidad del agua y enfermedades (Kestemont, 1995).

Varios autores con diferentes modelos de policultivo y con diferentes tipos de fertilización de los estanques tales como Shroeder en 1984 y Moav en 1977 citados por Quiroz en 1990, incluso su mismo reporte obtienen valores muy por encima de los valores reportados en el presente trabajo; sin embargo debemos tomar en cuenta que

dependiendo del país, la calidad del agua es diferente, así como el manejo y la experiencia con los diferentes sistemas de acuicultura.

CONCLUSIONES

Los estanques presentaron aguas turbias de concentración regular de oxígeno, alcalinidad media, dureza moderada y templadas. Los parámetros físicos y químicos se mantuvieron dentro de los límites óptimos para el cultivo de las especies, considerándose como aguas productivas.

El rendimiento total más alto se observó en el estanque A dado a su gran variación en los factores físicos y químicos que propiciaron que los nutrientes formen ciclos continuos y brindar así una mayor disponibilidad del alimento para los peces.

Cyprinus carpio presentó el rendimiento más alto en ambos estanques, seguido por *Ctenopharyngodon idella* y finalmente *Oreochromis aureus* en el estanque A y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B; propiciado principalmente por la proporción de siembra.

El crecimiento absoluto en longitud fue más alto para *Cyprinus carpio* en ambos estanques, seguido por *Oreochromis aureus* en el estanque A y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B y finalmente *Ctenopharyngodon idella*.

El crecimiento relativo en longitud fue más alto para *Cyprinus carpio* en ambos estanques.

Al llevar a cabo un mejor conocimiento de las ventajas del policultivo en acuicultura, se obtendrá un mejor rendimiento de los estanques, siendo esto basado en la etología, alimento del lugar y la proporción de siembra

BIBLIOGRAFÍA

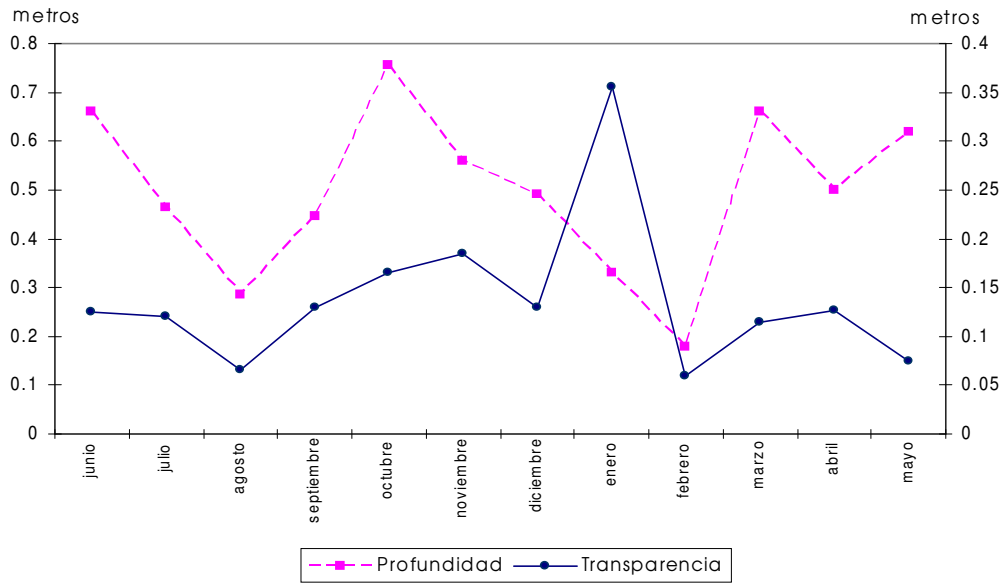
- Adeyeye, E. I., Jones A. N., Emmanuel F. M. and Oladimeji T. V. 1996. Determination of some metals in *Clarias gariepinus*, *Cyprinus carpio* and *Oreochromis niloticus* fishes in a polyculture fresh water pond and their environments. *Aquaculture* 147: 205 - 214.
- Alvarez del Villar, J. 1970. Peces Mexicanos (Claves). Inst. Nal. De Inv. Biol. Pesq. Comisión nacional consultiva de pesca. México. 166 pp.
- Angeles, E. J. 1986. Análisis de la calidad del agua, productividad primaria y crecimiento de la carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*), en un sistema de policultivo en relación a 3 tipos de fertilizantes. Tesis Lic. Facultad de Ciencias UNAM. México.
- Bardach, J. E., Ryther H. J. y McLaren O. W. 1986. Acuicultura: Crianza, cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT Editor. México. 741 pp.
- Biró, P. 1995. Management of pond ecosystems and trophic webs. *Aquaculture* 129:373-386.
- Caballero, M. M. 1986. Evaluación de la calidad del agua, productividad primaria, crecimiento y biomasa cosechada, en un sistema de policultivo fertilizado con urea más fórmula compleja. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 60 pp.
- Chapman, G. and Fernando C. H. 1994. The diets and related aspects of feeding of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in lowland rice fields in northeast Thailand. *Aquaculture* 123: 281-307.
- Chang, W. L. 1976. General account of fish culture trials in the oxidation ponds on the pilot sewage treatment plant at shek Wu Hui, Hong Kong. *Water and wastewater international*. 5(5); 45 - 49
- Dimitrov, M. 1984. Intensive polyculture of common carp (*Cyprinus carpio*) and herbivorous fish silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) and grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture*. 38:241-253.
- Eckert, R. 1989. Fisiología Animal. Interamericana. Mc Graw Hill. México. 683pp.
- 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.
- Esquivel, G.A., Arredondo E. J., Alba H. I., Pulido E. F., Cruz S. C., Aguilar P. F., Hernández O. F., Cortes O. R., González R. S., Crisóstomo R. M., Salgado N. A. y Elías E. 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.

- Fugetti, E. y Fisher W. 1964. Resultados cuantitativos del zooplancton, colecta frente a la costa Chilena por la expedición "Mar Chile I". Montemar. 4:137-200.
- 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. 116 pp.
- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México.
- García, E. 1987. Influencia de la fertilización con nitrógeno en el fitoplancton y la cantidad del agua. Rev. Lat. Acui. Lima. 31:9-18.
- Gaviño, T. C. 1980. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. 2ª Limusa. México. 251 pp.
- Haroon, A. and Pittman K. 1997. Rice-fish culture: feeding, growth and yield of two size classes of *Puntius gonionotus* Bleeker and *Oreochromis spp.* In Bangladesh. Aquaculture: 154: 261-281.
- Hopher, B. 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. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Limusa. México. 406pp.
- Hopher, B. y Prugini Y. 1985. Cultivo de peces comerciales. Limusa. México. 316 pp.
- Huet, M. 1983. Tratado de piscicultura. 3ª Edición. Mundiprensa. Madrid. 728 pp.
- Iwata, K., Takamura N., Li J. L., Zhu X. B. y Minura T. 1992. Eco-physiological studies of Chinese integrated fish culture: I. Decomposing processes of grass carp feces under aerobic laboratory conditions. Japanese Journal of Limnology. 53(4):341-354.
- Kestemont, P. 1995. Diferent systems of carp production and their impacts on the environment. Aquaculture 129:347-372.
- Khalaf, N. A. y Mc Donald L. J. 1975. Physicochemical conditions in temporary ponds in the New Forest. Hidrobiology 47 (2): 301-318
- Lara, V. J. A. 1998. Análisis del crecimiento de *Cyprinus carpio* y la abundancia, variación y composición del macrobentos en dos estanques rurales. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 43 pp.
- Latif, M., Alam M. and Rahman M. 1993. Integrated duck-cum-fish farming in Bangladesh. Journal of the world Acuaculture Society. 24(3): 402-409.

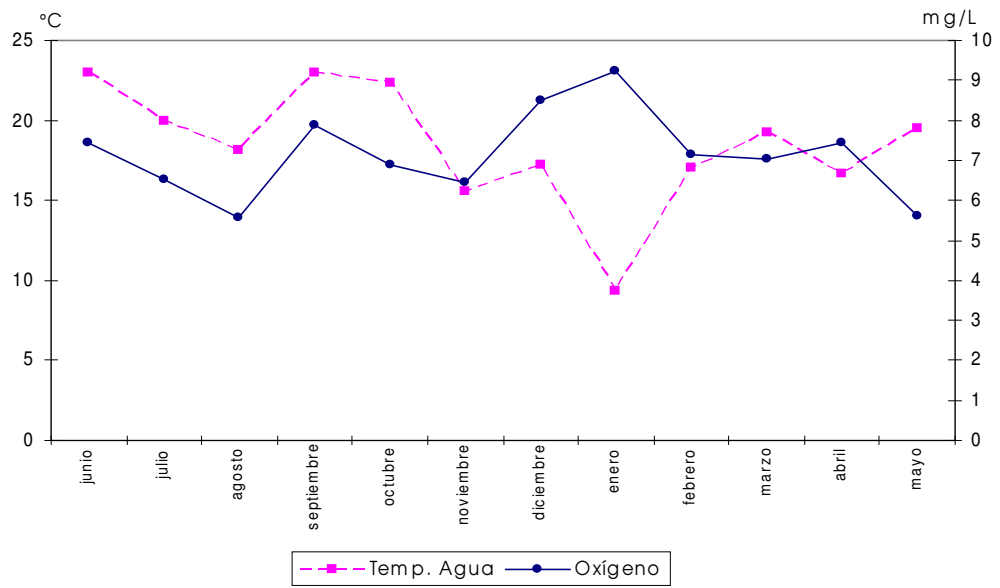
- Lopez, C. Y. 1995. Factores que determinan el crecimiento de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) cultivada en dos estanques rurales del municipio de Soyaniquilpan de Juárez. Lab. Prod. Peces e invertebrados Ecología. ENEP Iztacala UNAM. México. 45 pp.
- López C. Y. 1998. Crecimiento de la carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*) cultivada en dos estanques rurales de Soyaniquilpan, Estado de México. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México.
- Margalef, R. 1983. Limnología Omega. Barcelona. 553 pp.
- Martínez, T. Z. Y Abriego A. J. 1986. Modelo mexicano de policultivo. Fondepesca. México. 105 pp.
- Milistein, A., Alkon A, Aunimelech Y., Kochba M., Hulata G. and Shroeder G. 1991. Effects of manuring rate on ecology and fish performance in polyculture ponds. *Aquaculture* 96: 119-138.
- Morales, D. A. 1991. La tilapia en México: biología, cultivo y pesquerías. AGT. Editor. México. 190 pp.
- Morales, B. E. 1992. Evaluación de algunos aspectos biológico – pesqueros de la tilapia *Oreochromis aureus* (Steindachner, 1864) en la presa Vicente Guerrero, (Las adjuntas), Tamaulipas. Tesis. Lic. ENEP Iztacala. UNAM. México. 55 pp.
- Moss, B. 1980. Ecology of fresh waters. Blackwell Sci. Pub. Boston. 232 pp.
- Narciso, F. M. And Tadeu F. 1994. Relationship between oxygen availability and metabolic cost of breathing in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): aquacultural consequences. *Aquaculture* 127:339-346.
- 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.
- Nelson, J. S. 1994. Fishes of the world. 3° Edición. John Wiley and Sons. New York. 600 pp.
- Novotny, V. y Olem H. 1994. Water quality . Von Nostrand Reinhold Edit. New York.
- Orbe, M. A. 1994. Recursos Bióticos. Gaceta Lerma-Chapala. Comisión Nacional del Agua 1;2: 20-26.
- Palada, M. S. and Eknatha A. E. 1993. Predictability of individual growth rates in tilapia. *Aquaculture* 111:147-158.
- Papoutsoglou, E., Petropoulos G. and Barbieri R. 1992. Polyculture rearing of *Cyprinus carpio* (L.) and *Oreochromis aureus* (St.) using a closed circulated systems. *Aquaculture* 103: 311-320.
- Phelps, R. 1981. Nutrición de peces. Auburn University. USA.
- Pontius, F. 1990. Water quality and treatment. 4a Edición. Mc Graw-Hill. New York. 1194 pp.
- Prinsloo, J. F. y Schoonbee H. J. 1986. Summer yield of fish in Transkei, South Africa using pig manure with and without formulated feed. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 16:65-71.

- Qayyum, S. A. And Al-Harbi A. H. 1995. Evaluation of three species of tilapia, red tilapia and a hybrid tilapia as culture species in Saudi Arabia. *Aquaculture* 138: 145-157.
- Quiroz, C. H. 1990. Fertilización intensiva en estanques rústicos de producción ejidal con policultivo piscícola, como estrategia de integración de procesos agropecuarios en la acuacultura, en el estado de Morelos. México. Tesis Maestría. Fac. Ciencias. UNAM. México. 148 pp.
- Quiroz, C. H. 1996. Dinámica ecológica y producción e sistemas de policultivo piscícola en estanques rústicos con fertilización orgánica, inorgánica y combinada en el estado de Morelos, México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 84 pp.
- Riise, J. and Roos N. 1997. Benthic metabolism and the effects of bioturbation in a fertilized polyculture fish pond in northeast Thailand. *Aquaculture* 150: 45-62.
- Robins, C. R., Bailey R. M., Bond C. E., Broker J. R., Lachner E. A., Lea R. N. and Scott w. B. 1980. A list of common and scientific names of fishes from the United States and Canadá. American Fisheries Society. Special Publicación Number 12. Bethesda Maryland. 183 pp.
- Russel, B. and Larela A. 1990. Química. Mc Graw-Hill/Interamericana. México.
- Sánchez, M. R y Navarrete S. N. 1987. Crecimiento y rendimiento de la carpa común (*Cyprinus carpio specularis*) en bordos del Estado de México. *Rev. Lat. Acui.* 33:35-44.
- Sandbank, E. 1990. Experiments on wastewater fed fish culture in Israel. *Wastewater-fed aquaculture*. Bangkok. 1(1): 125 – 134.
- Shang, Y. C. 1981. *Acuaculture economics; Basic concepts and methods of analysis*. W. Press. Boulder. Colorado. 153 pp.
- Shroeder, G. L. 1983. Sources of fish and prawn grout in polyculture ponds as indicated by bc analysis. *Aquaculture*. 35:29-42.
- Shroeder, G. L., Wohlfarth G., Alkon A., Halwvy A. y Krveger H. 1990. The dominance of algal based food webs in fish ponds receiving chemical fertilizers plus organic manures. *Aquaculture*. 86:219-229.
- Spataru, P., Wohlfarth G. W. and Hulata G. 1983. Studies on the natural food of different fish species in polyculture ponds. *Aquaculture*. 35(4):283-298.
- Stefens, W. 1987. *Principios fundamentales de alimentación de los peces*. Editorial Acriba. Madrid, España. 275 pp.
- Teichert-Coddington, D. 1996. Effect of stoking ratio on semi-intensive polyculture of *Colossoma macropomum* and *Oreochromis niloticus* in Honduras, Central America. *Aquaculture* 143:291-302.
- Wetzel, R. 1981. *Limnología*. Omega. Barcelona.

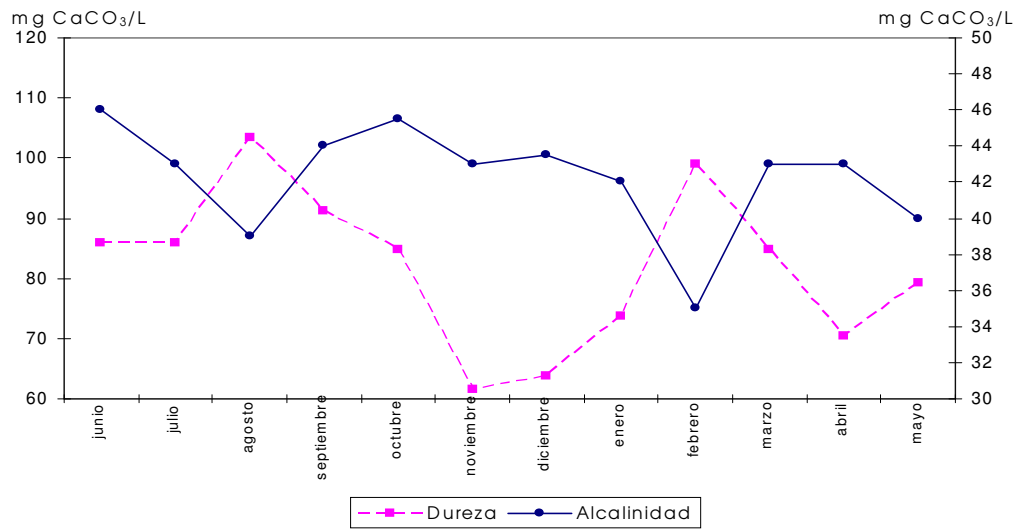
- Yashouv, A. 1971. Interaction between the common carp (*Cyprinus carpio*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in Fish ponds. *Bamidgeh*. 23:85-92.
- Yusoff, M. F. y Ncnabb C. D. 1989. Effects of nutrient availability on primary productivity and fish production in fertilized tropical ponds. *Aquaculture*. 78:303-319.
- Zoccarato, I., Benatti G., Leveroni S. and Bianchini M. 1995. Use of pig manure as fertilizer with and without supplement feed in pond carp production on North Italy. *Aquaculture* 129: 387-390.
- Zonneveld, N. and Fadholi R. 1991. Feed intake and growth of red tilapia at different stocking densities in ponds in Indonesia. *Aquaculture* 99: 83-94.



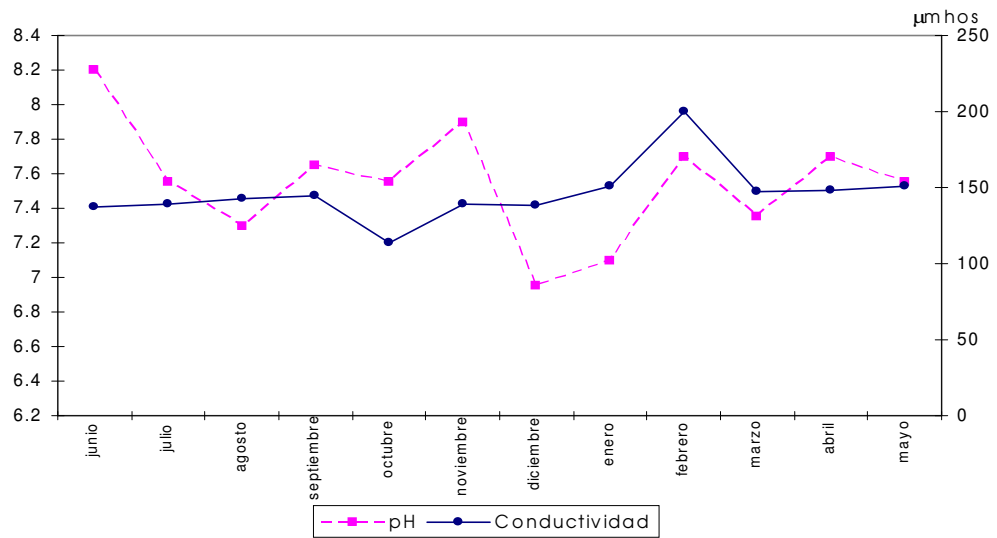
Gráfica 1. Profundidad y transparencia registradas en el estanque A



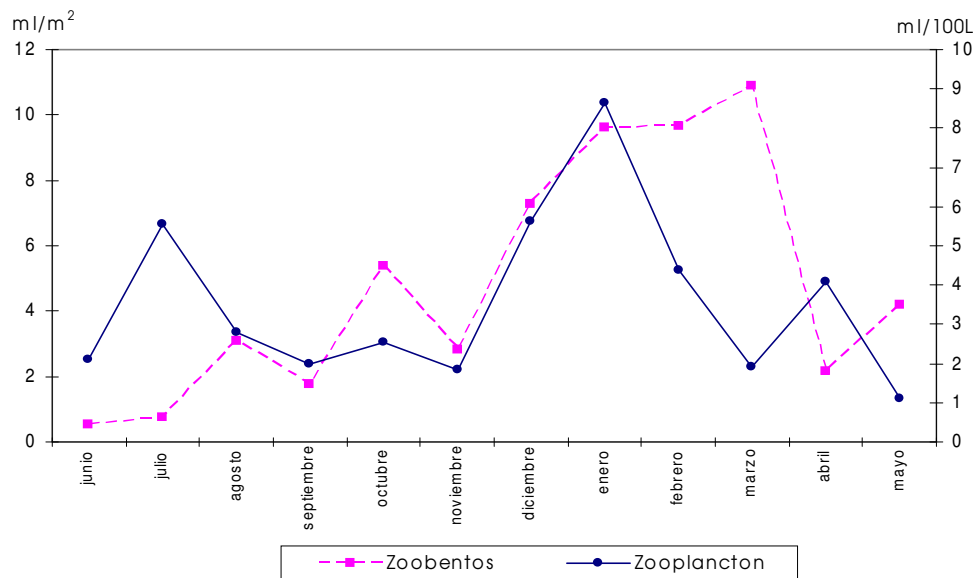
Gráfica 2. Temperatura del agua y oxígeno registrados en el estanque A



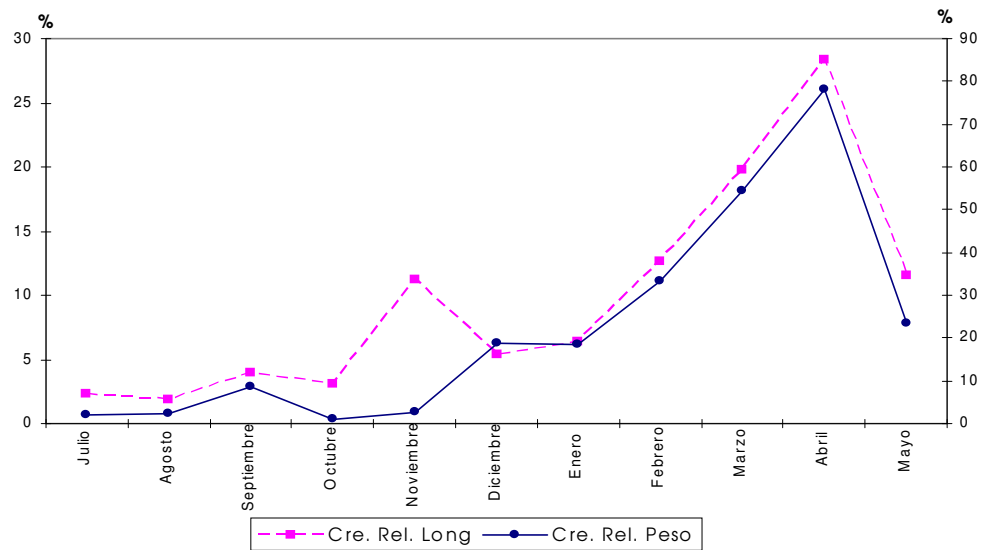
Gráfica 3. Dureza y alcalinidad registradas en el estanque A



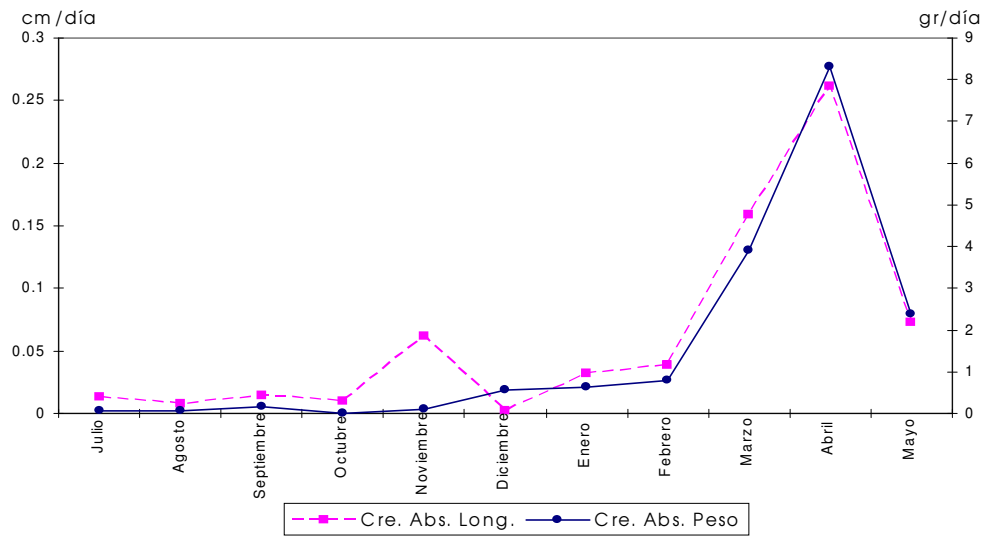
Gráfica 4. Conductividad y pH registrads en el estaqnque A



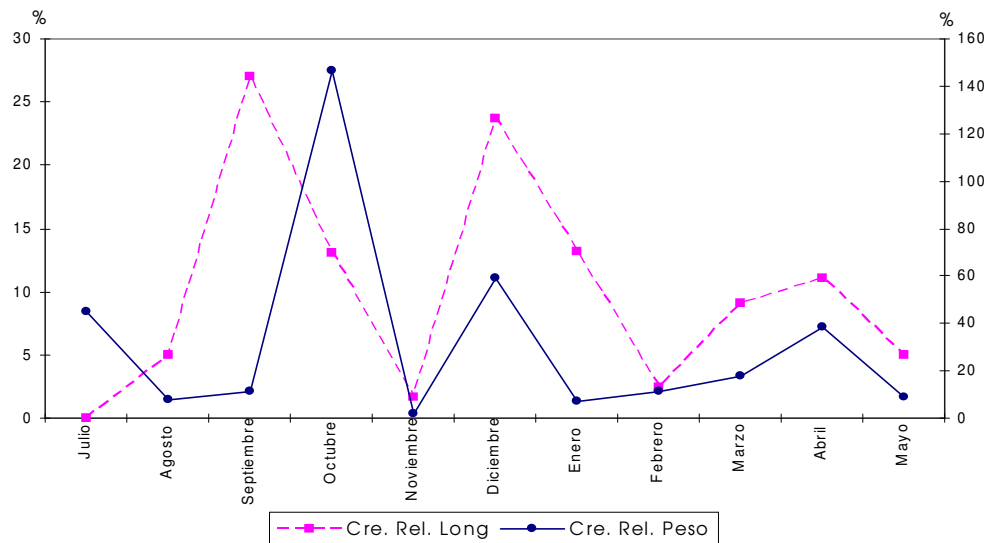
Gráfica 5. Zooplankton y Zoobentos registrados en el estanque A



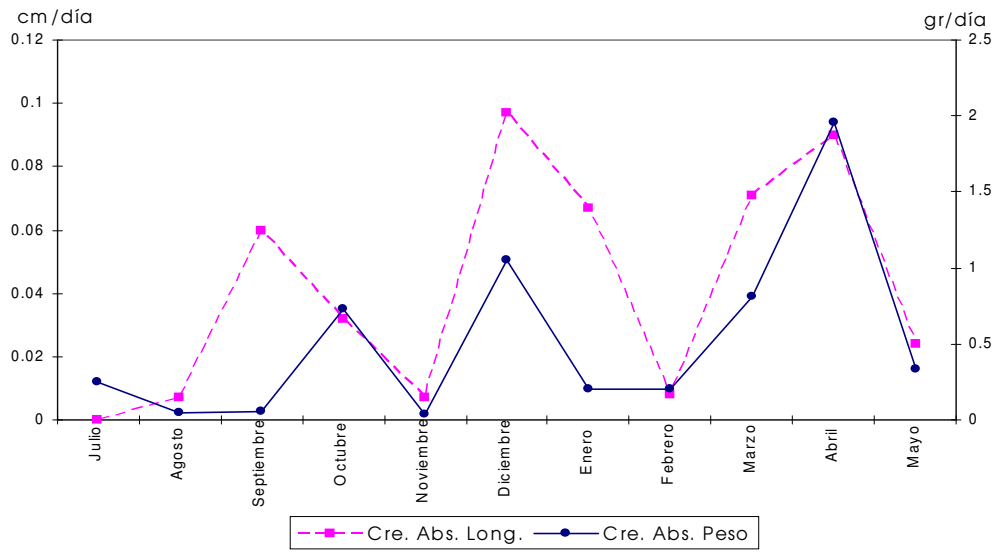
Gráfica 6. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Cyprinus carpio* en el estanque A



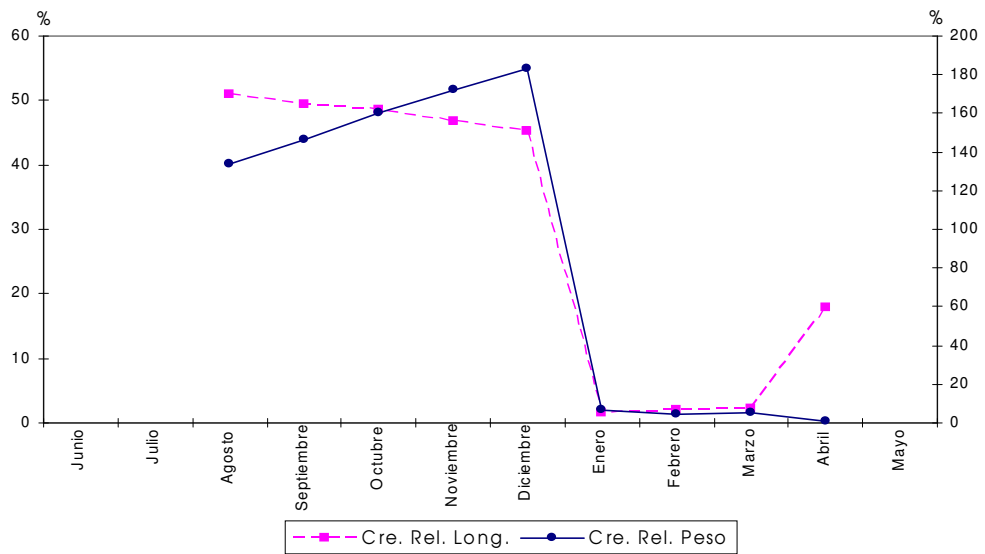
Gráfica 7. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Cyprinus carpio* en el estanque A



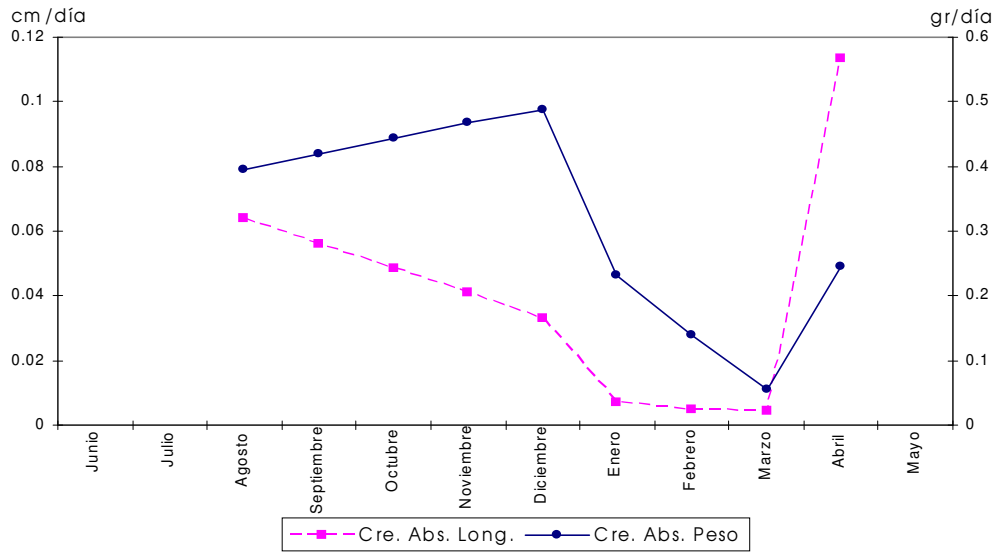
Gráfica 8. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Ctenopharyngodon idella* en el estanque A



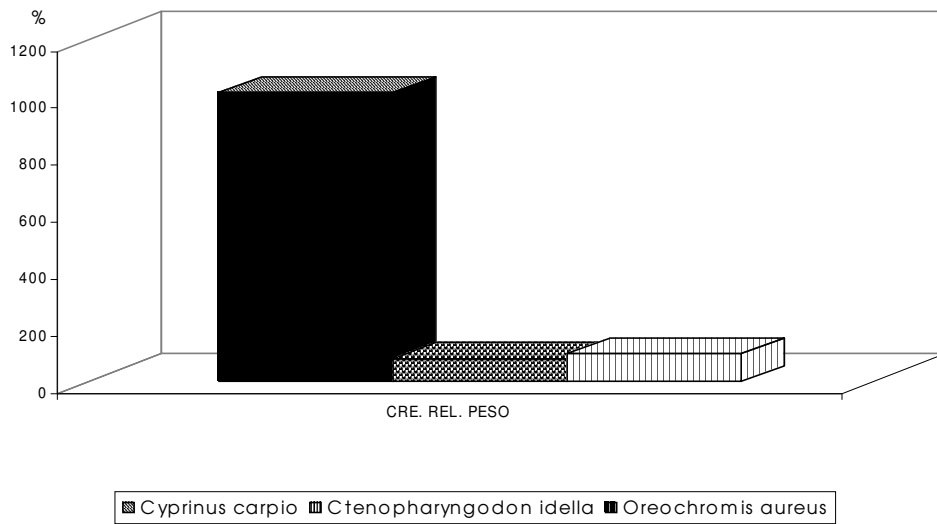
Gráfica 9. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Ctenopharyngodon idella* en el estanque A



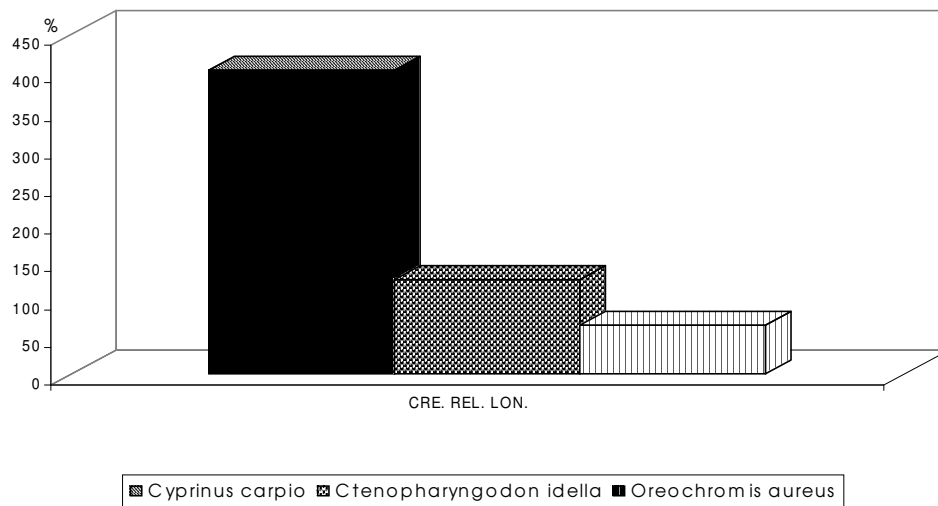
Gráfica 10. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Oreochromis aureus* en el estanque A



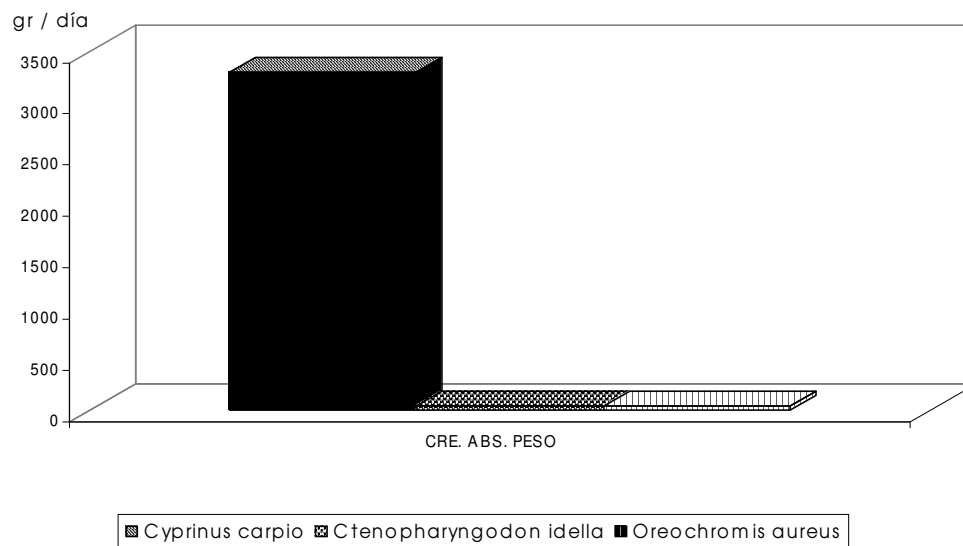
Gráfica 11. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Oreochromis aureus* en el estanque A



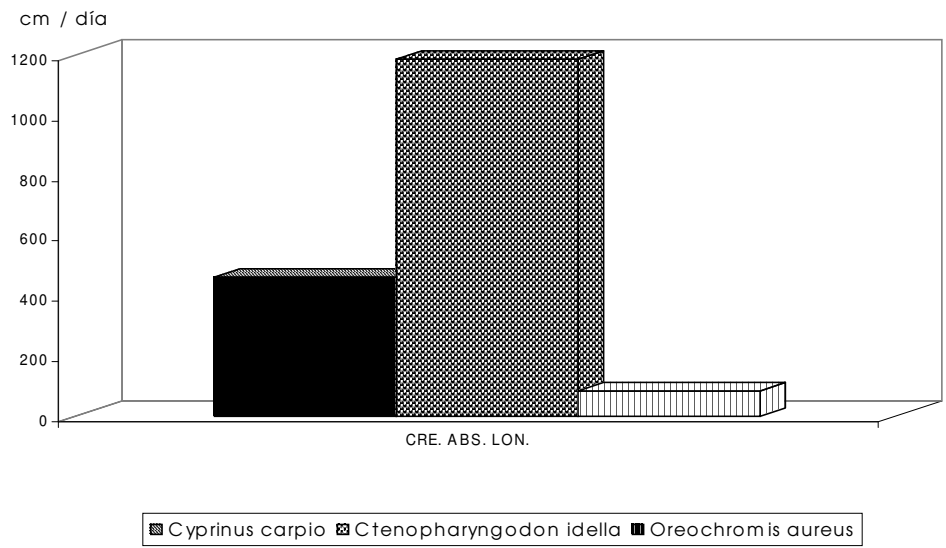
Gráfica 12. Crecimiento relativo total en peso de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis aureus* en el estanque A



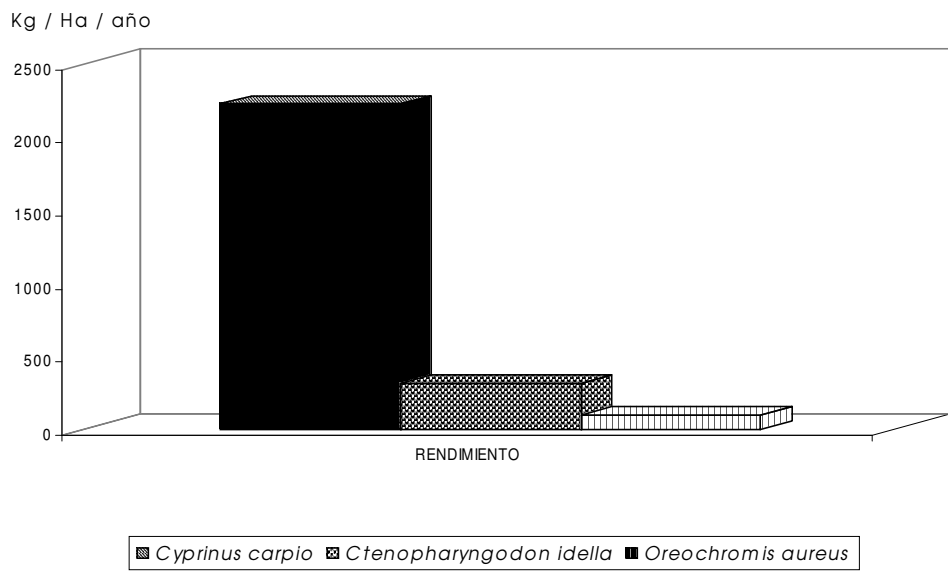
Gráfica 13. Crecimiento relativo total de longitud de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis aureus* en el estanque A



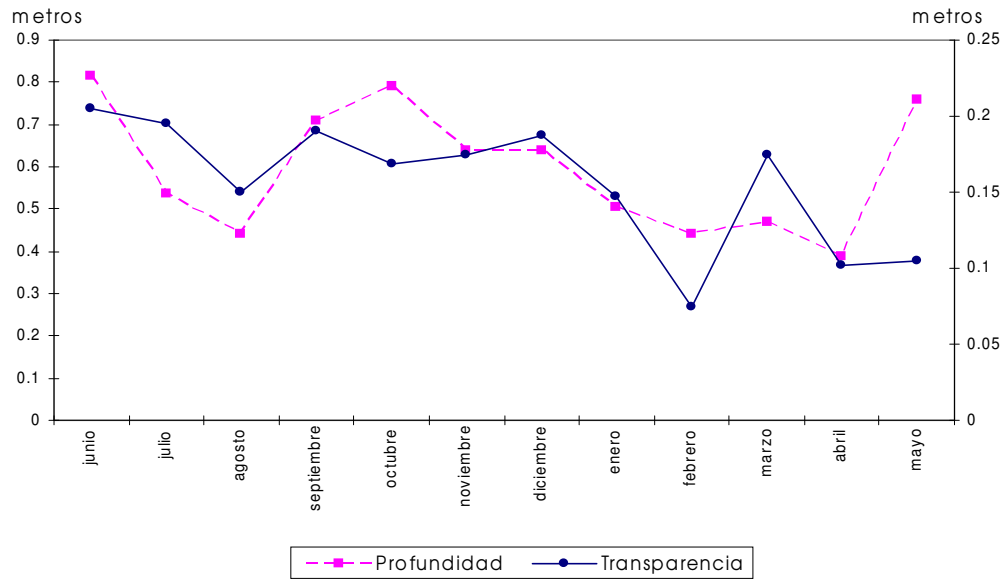
Gráfica 14. Crecimiento absoluto total en peso de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis aureus* en el estanque A



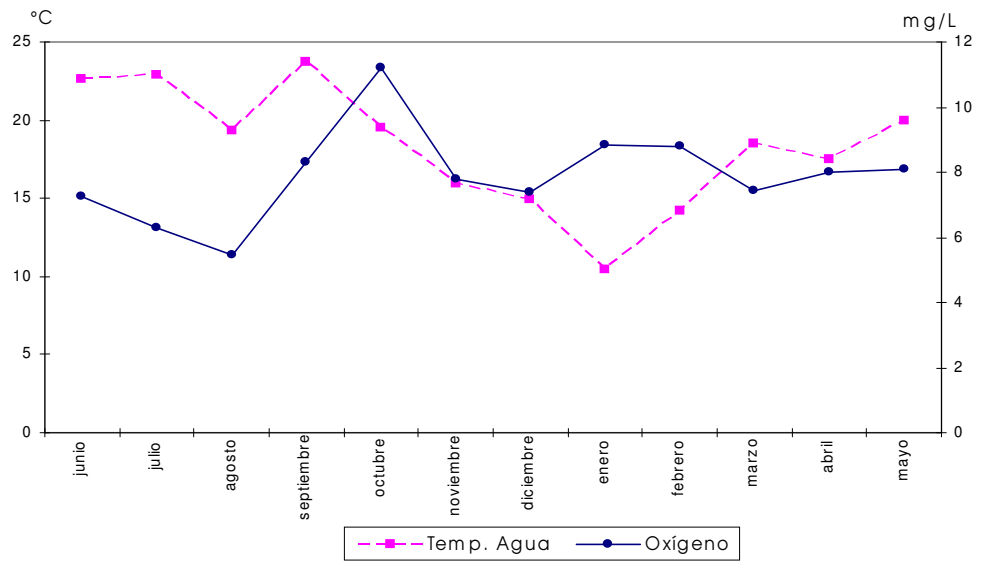
Gráfica 15. Crecimiento absoluto total en longitud de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis aureus* en el estanque A



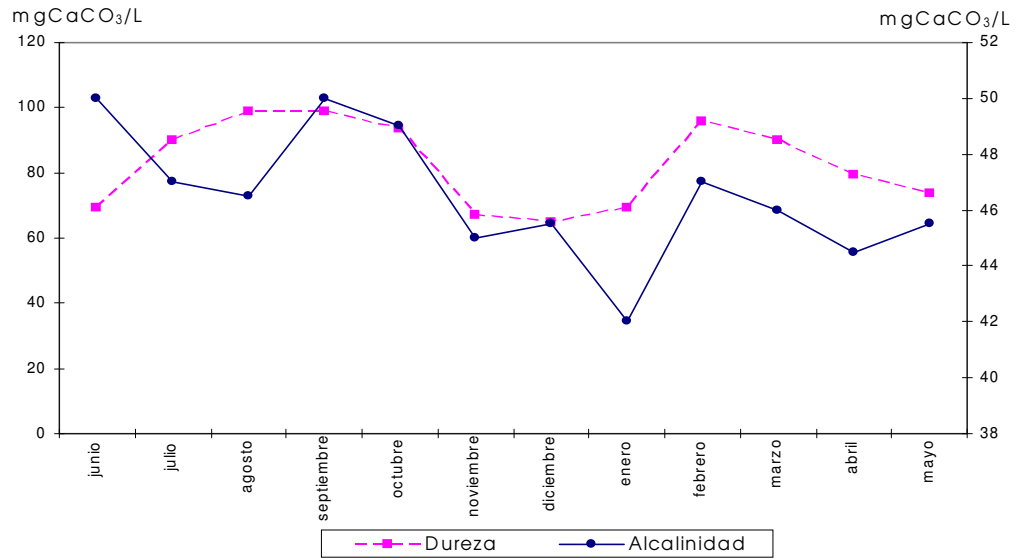
Gráfica 16. Rendimiento de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis aureus* en el estanque A



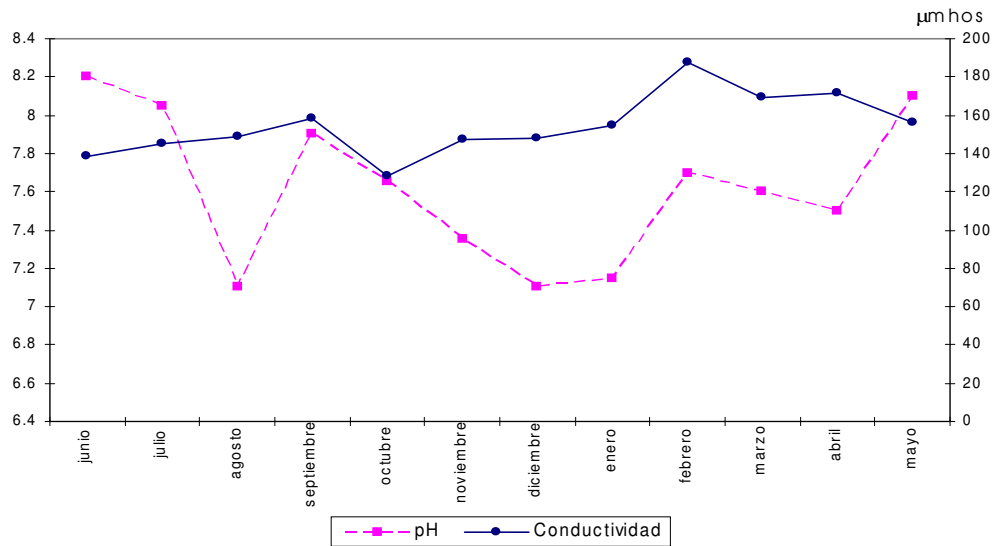
Gráfica 17. Profundidad y Transparencia registradas en el estanque B



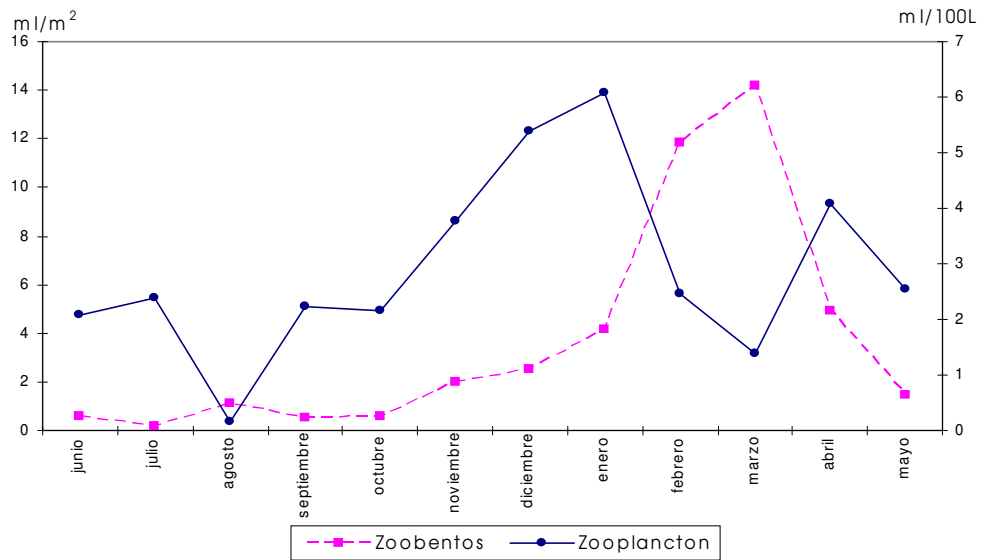
Gráfica 18. Temperatura del agua y oxígeno registradas en el estanque B



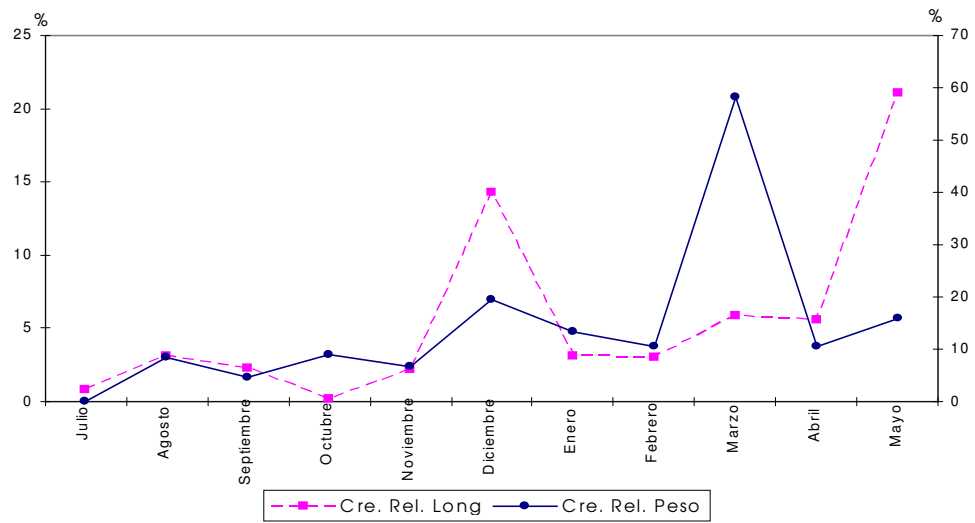
Gráfica 19. Dureza y alcalinidad registradas en el estanque B



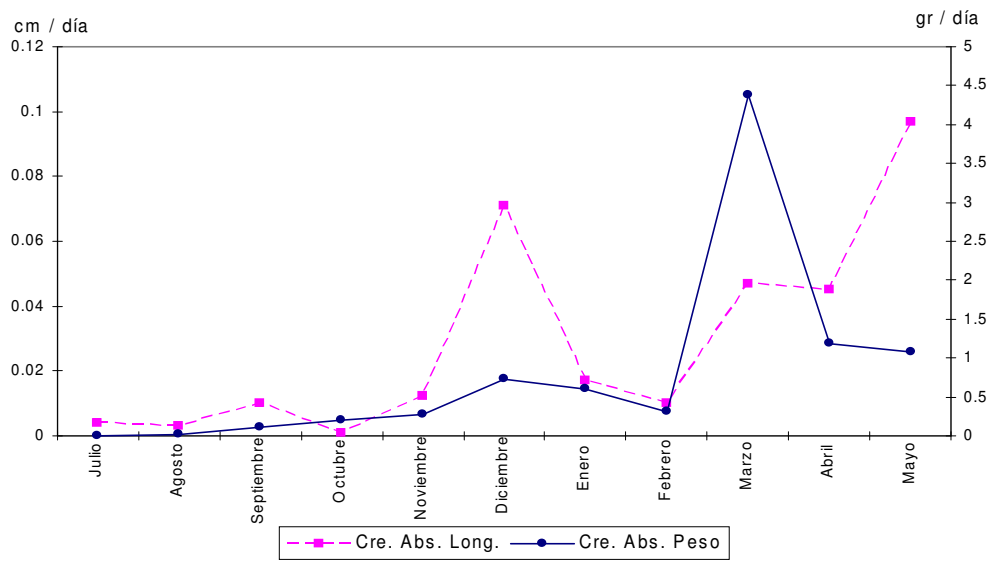
Gráfica 20. Conductividad y pH registradas en el estanque B



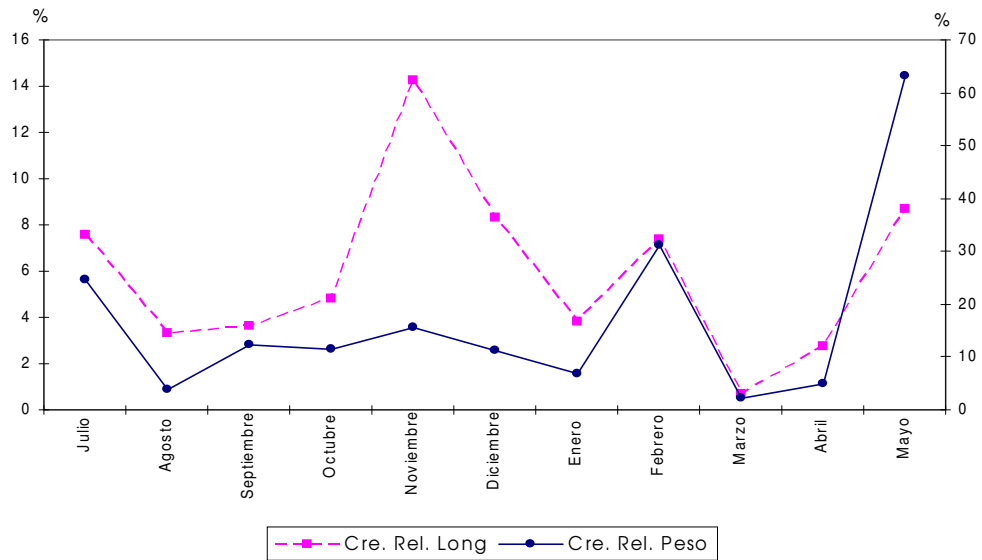
Gráfica 21. Zooplancton y zoobentos registrados en el estanque B



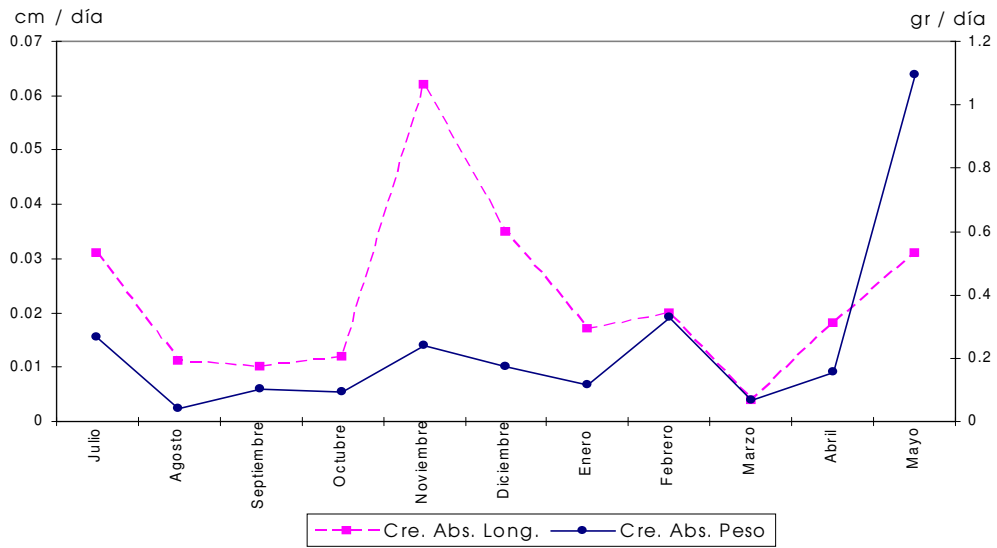
Gráfica 22. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Cyprinus carpio* en el estanque B



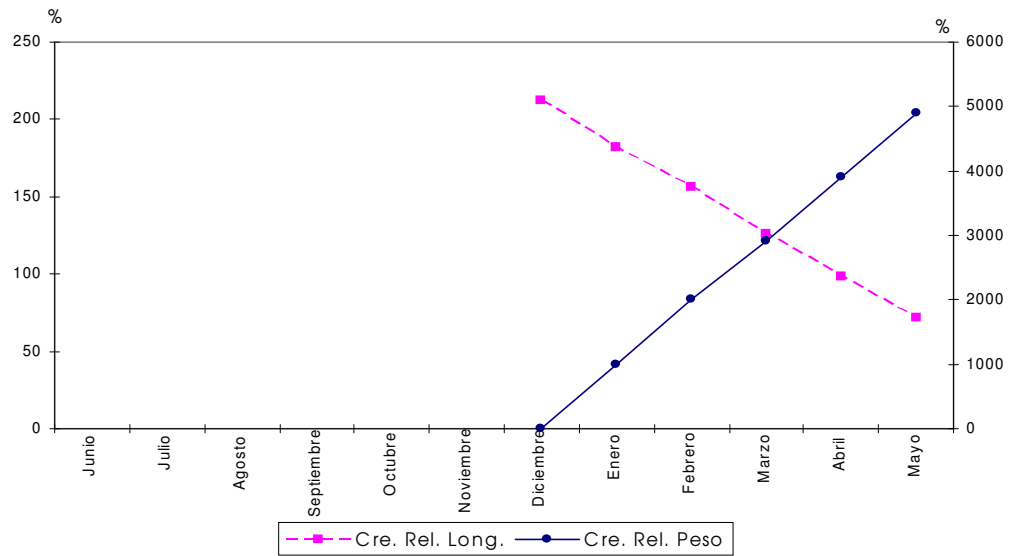
Gráfica 23. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Cyprinus carpio* en el estanque B



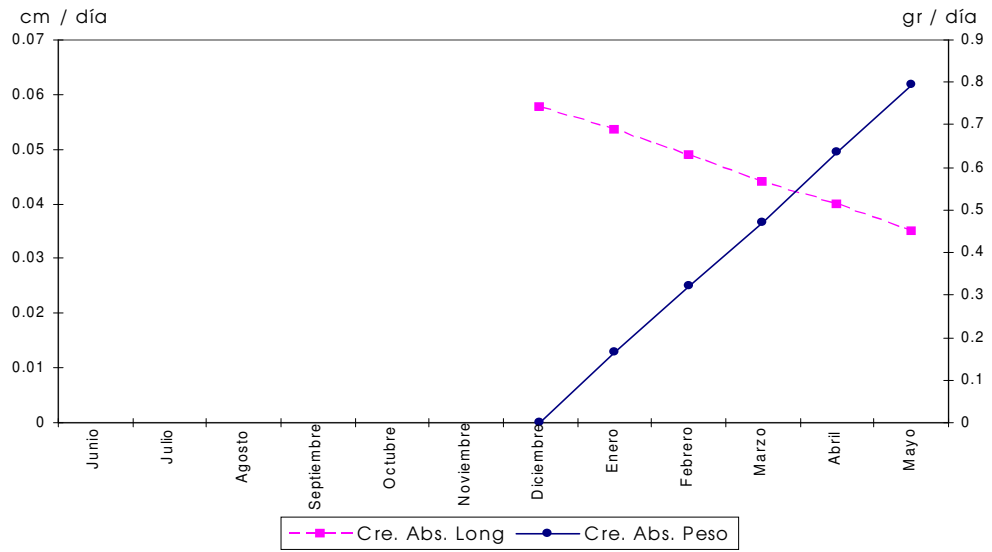
Gráfica 24. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Ctenopharyngodon idella* en el estanque B



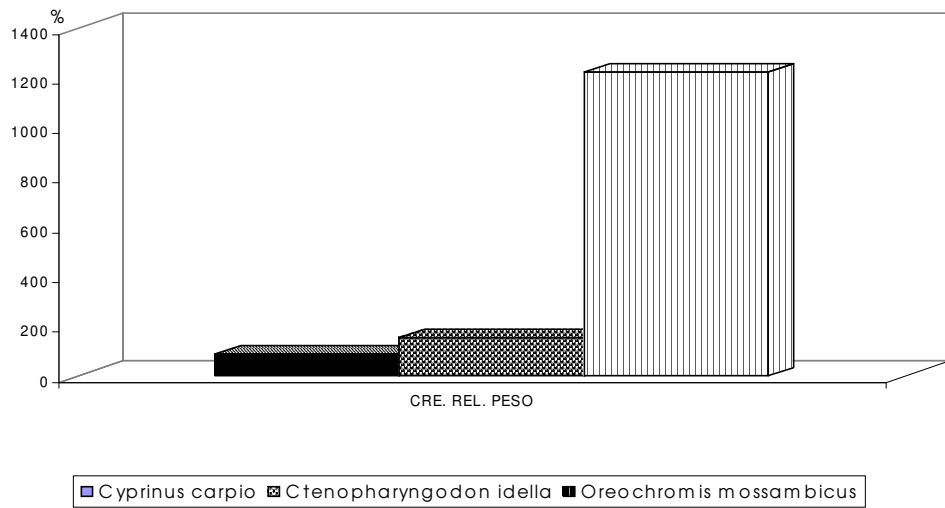
Gráfica 25. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Ctenopharyngodon idella* en el estanque B



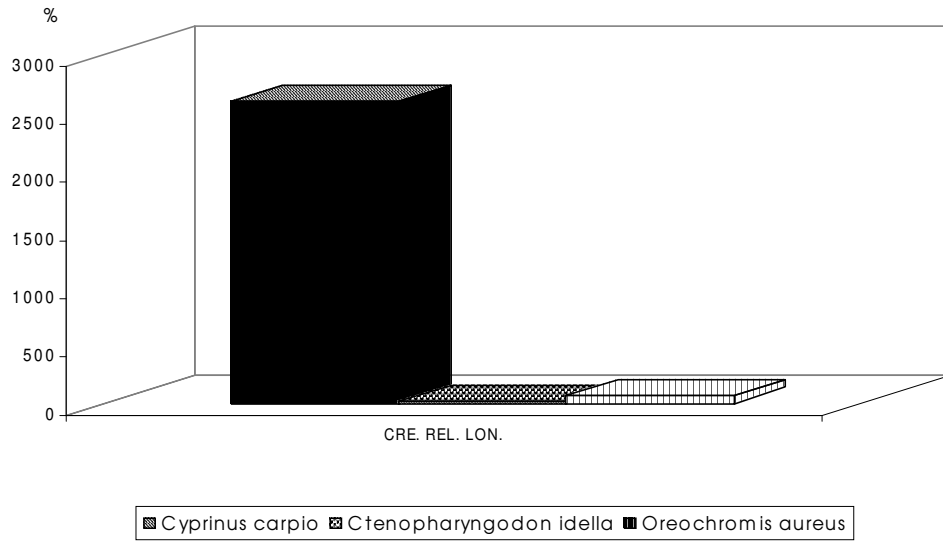
Gráfica 26. Crecimiento relativo en longitud y peso de *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



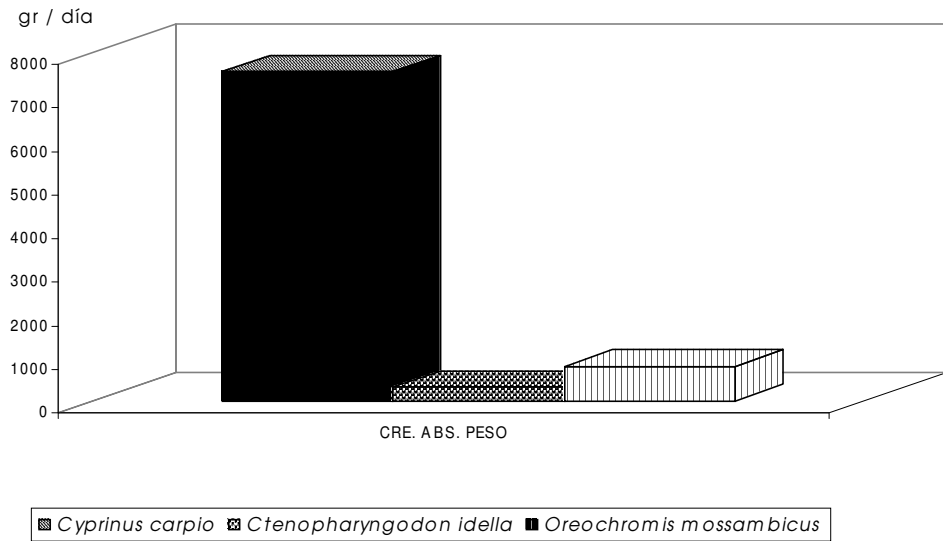
Gráfica 27. Crecimiento absoluto en longitud y peso de *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



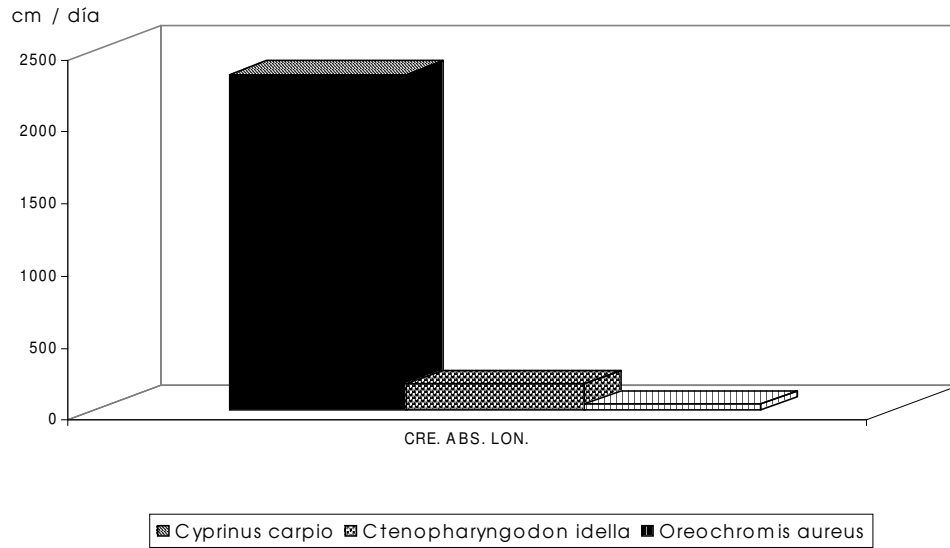
Gráfica 28. Crecimiento relativo total en peso de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



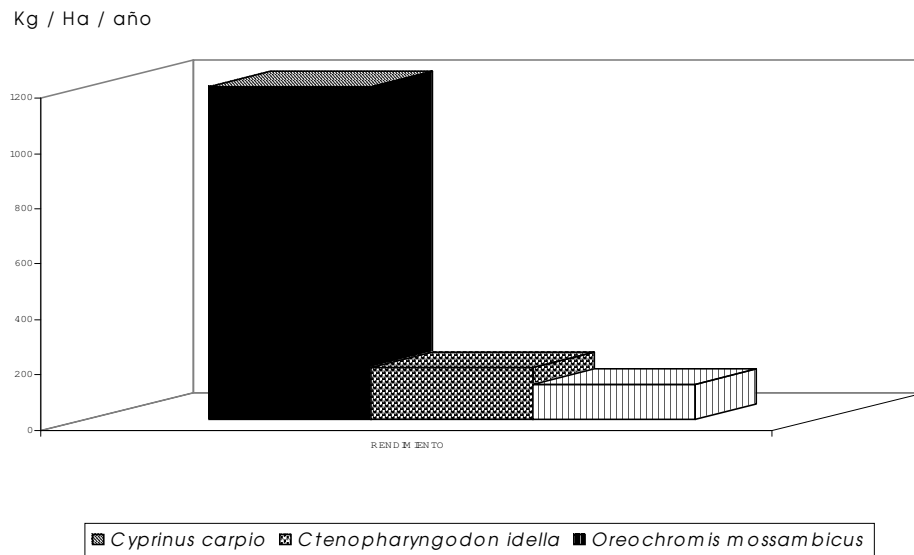
Gráfica 29. Crecimiento relativo total en longitud de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



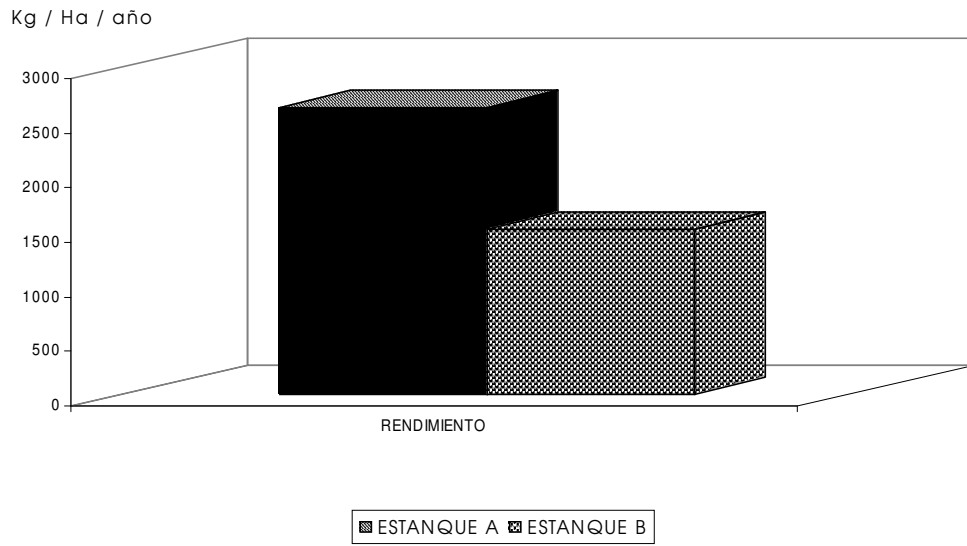
Gráfica 30. Crecimiento absoluto total en peso de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



Gráfica 31. Crecimiento absoluto total en longitud de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B.



Gráfica 32. Rendimiento de *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* y *Oreochromis mossambicus* en el estanque B



Gráfica 33. Rendimiento de los estanques A y B