

87



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LA CARPA Cyprinus carpio (LINNAEUS, 1758) EN UN EMBALSE FERTILIZADO CON CERDAZA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

GONZALEZ YAÑEZ JAVIER

DIRECTOR DE TESIS: M.V.Z. MA. ESTELA ANA AURO ANGULO



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

297642



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.



VEREDAL NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: **EVALUACIÓN DEL
CRECIMIENTO DE LA CARPA CYPRYNUS CARPIO (LINNAEUS, 1758) EN UN EMBALSE
FERTILIZADO CON CERDAZA**
realizado por **GONZÁLEZ YÁÑEZ JAVIER**

con número de cuenta **8538135_7** , pasante de la carrera de **BIOLÓGÍA**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario

M.V.Z. Ma. ESTELA ANA AURÓ ANGULO

Propietario

M.en C. VICENTE ANISLADO TOLENTINO

Propietario

BIÓLOGO EDUARDO CASTAÑEDA BELTRAN

Suplente

M.en C. DAVID OSORIO SARABIA

Suplente

M.EN C. PATRICIA RAMOS CHAPARRO

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de BIOLÓGÍA



DRA. PATRICIA RAMOS MORALES

DEPARTAMENTO
DE BIOLÓGÍA

AGRADECIMIENTOS

- Con amor a mi madre: **SARA YAÑEZ H.** Gracias por tú cariño, tu confianza. Tus ejemplos y por darme siempre lo mejor de ti misma.
- A mis Hermanos: **ALEJANDRA, PATRICIA, JOSE, ANA, ROSA, JUAN y LETICIA.** Porque en las buenas y en las malas hemos estado juntos.
- A mis sobrinos: **MARCO, EDGAR, RODOLFO, MARY CARMEN, LUIS ENRIQUE, OLGA, BENITO, PEPE, OSCAR, ANALI, LIZBETH y CAREM ITZEL.** Ustedes son la alegría y el futuro de la familia.
- A la memoria de mi abuelita: **MARIA CONCEPCION** y de mi tía: **MARTHA.** Nunca las olvidare, siempre estarán presentes en mi.
- A mi cuñado **MAURO GARCIA** y mi primo **OSCAR VAZQUEZ.** Gracias por el apoyo de verdaderos hermanos.
- A mis compañeros del proyecto: **SAMANTHA, JUAN LUIS, ALICIA y AL DR. HECTOR GARDUÑO,** así mismo agradezco a la doctora **MARCELA, MARIBEL, VICTOR, MARUCA** y a las muchachas Medico Veterinarias residentes de la granjas porcina por el apoyo y la confianza brindada durante el desarrollo del presente trabajo.
- A mis amigas de la facultad: **MONICA, VERONICA, MARIA DE LA PAZ, EDNA, CLAUDIA IVETTE y PAULA.** Porque a pesar de que ya no nos vemos tan seguido, el cariño siempre esta presente.
- A la tripulación del buque oceanográfico "EL PUMA" principalmente al capitán **PASCUAL BARAJAS, TRIANA, ABEL, JULIO,** y muy especialmente a los cocineros.
- A los Doctores del laboratorio de Ecología de pesquerías de Ciencias del Mar: **VIRGILIO ARENAS y CARLOS ROBINSON.**
- A mis amigos del museo UNIVERSUM: **JOSE COSME, ABRIL, SUSANA MORALES, SUSANA NOLASCO, GABRIELA XOCHITL, ANA XOCHITL, FERNANDO, DELIA, LUPITA, DANIELA, PATRICIA RANGEL, EMILIA (EMI), ANTONIA (TONI), TERESITA DE JESUS, NORA, BLANCA LILIA, YAZARETH Y MIRIAM.** Porque aun con el paso del tiempo, seguimos manteniendo viva nuestra amistad.
- A mis compañeros de el "otro universum": **ANA LILIA, MIGUEL, PINACHOS, ELIZABETH, VERONICA LICEA, VERONICA ERDOSAY, TERE RUIZ, RENATA, DAVID MORATO, ROSA LINDA, ZENET, LALO y MARIO.** La historia no juzga las intenciones, pero es juez severa de los resultados.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco ala doctora **ANA AURO ANGULO** por aceptar dirigir esta tesis, gracias por tu apoyo, tu confianza, tu ayuda y porque en algún momento fuiste la protectora para todos los que participamos en este proyecto.
- A los M. en C. **PATRICIA J. RAMOS CHAPARRO y VICENTE ANISLADO T.** Por ayudarme a creer en mi e impulsarme para que este trabajo se volviera una realidad. Muchas gracias.
- A **EDUARDO CASTAÑEDA BELTRAN** por ser un buen profesor cuya paciencia y sencillez que siempre lo han caracterizado ha despertado en mí el interés por los peces. Gracias.
- Al M. en C. **DAVID OSORIO SARAVIDA** por tus revisiones y sugerencias para llevar a buen termino este trabajo. Gracias.

**“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA CARPA
CYPRINUS CARPIO (LINNAEUS, 1758) EN UN EMBALSE
FERTILIZADO CON CERDAZA”**

INDICE

	PAGINA
RESUMEN	7
I.- INTRODUCCIÓN	8
II.-OBJETIVOS	12
II.1 - Objetivo general	
II.2 - Objetivos particulares	
III.- ANTECEDENTES	13
III.1.- Crecimiento en peces	
III.2.- Fertilización Orgánica	
IV.- AREA DE ESTUDIO	17
V.- MATERIALES Y MÉTODOS	21
V.I.- Actividades de campo	
V.I.1.-Cerdaza	
V.I.2.- Siembra y registro de datos morfométricos	
V.I.3.- Parámetros físicos y químicos de la calidad del agua	
V.II.- Actividades de gabinete	
V.II.1 - Calidad del agua	
V.II.2.-Ecuación de crecimiento de v. Bertalanffy	
V.II.3.- Determinación de las constantes de la Ecuación de v. Bertalanffy	
V.II.4.- Relación Peso-Longitud	
V.II.5.- Crecimiento Absoluto	
V.II.6.- Rendimiento Pesquero Potencial	
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VI.1.- Calidad del agua	
VI.1.1.- conductividad	
VI.1.2.- pH	
VI.1.3.- Alcalinidad	
VI.1.4.- Dureza	
VI.1.5.- Oxígeno	
VI.1.6.- Temperatura	
VI.1.7.- Nitrógeno	
VI.1.8.- Nitrógeno amoniacal	
VI.1.9.-Turbiedad	
VI.2.- Peces	
VI.II.1.- Ecuación de crecimiento de v. Bertalanffy	
VI.II.2.- Relación Peso-Longitud	
VI.II.3.- Crecimiento Absoluto y Rendimiento Pesquero Potencial	
VI.II.4.- Manejo potencial del embalse de Jilotepec	
VII.- CONCLUSIONES	49
VIII.- RECOMENDACIONES	50
IX.- LITERATURA CITADA	51

RESUMEN

Se cultivo la carpa común variedad barrigona (*Cyprinus carpio rubrofusca*) en un embalse fertilizado con cerdaza con el objetivo de determinar los efectos del fertilizante sobre el crecimiento bajo la técnica de monocultivo y la relación existente entre algunos de los factores hidrológicos del sistema con su crecimiento.

Se cultivaron 2,000 carpas con un peso promedio inicial de 3.81 g y una longitud de 4.62 cm las cuales fueron introducidas en 3 jaulas cilíndricas de 6.3 m³ cada una, la densidad de siembra fue de 106 ind /m³

Los peces se alimentaron con el alimento natural disponible en el estanque, no se administro ningún tipo de alimentación complementaria.

Se tomaron registros semanales de longitud total y peso para calcular la tasa instantánea de crecimiento. La calidad del agua se registro mensualmente con los parámetros físicos y químicos de temperatura, conductividad, pH, dureza, Alcalinidad, oxígeno, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y turbiedad

Los resultados indicaron que después de 16 semanas de cultivo, los organismos en promedio incrementaron hasta 510 g en peso y 12.2 cm en longitud.

El crecimiento absoluto fue de 0.11 cm/día para longitud y de 5.04 g/día para peso. Los valores en longitud total por medio de la ecuación de crecimiento de v. Bertalanffy fueron de $L(t)=126.32*(1-e^{(-0.00651*(t+6.2333)})}$ para periodos semanales. Mostrando un crecimiento rápido sin llegar a la asíntota.

La relación peso-longitud presento un crecimiento de tipo alométrico con el valor de la pendiente de 3.5 y un coeficiente de variación de 0.98.

El rendimiento pesquero potencial fue de 564.2 Kg./Las 3 jaulas.

Los parámetros físicos y químicos mostraron valores descendientes en todo el periodo de cultivo pero se mantuvieron en los niveles adecuados para la especie. Los parámetros críticos de temperatura, pH y oxígeno se mantuvieron constantes en todo el periodo de cultivo mostrando valores entre 19 y 20°C para temperatura y entre 7.35 y 7.48 para el pH. El oxígeno disuelto presento valores de 11.50 mg/l al inicio del experimento descendiendo hasta 3.25 mg/l en la terminación del mismo.

En base a los resultados se recomienda cultivar a los peces en un sistema de policultivo, alimentarlos no solo con alimento natural, también con alimento complementario y reducir la densidad de siembra.

I.- INTRODUCCIÓN:

Desde fines del siglo XIX algunas especies de carpa, como la común (*Cyprinus carpio*) y la dorada (*Carassius auratus*), han sido introducidas en México, con el fin de incrementar el consumo de proteínas de origen animal; la más completa y económica dando inicio al desarrollo de la carpicultura basada principalmente en el manejo de especies exóticas (Obregón, 1961 y Arredondo-Figueroa, 1983).

De todas las especies de carpa, la más importante es la carpa común con sus variedades: barrigona y espejo; la finalidad de los centros carpícolas es la de producir crías para los programas de acuicultura en los diferentes estados de la República

La importancia pesquera de la carpa se encuentra principalmente en los estados del centro de la república y es posible encontrarla en gran parte de presas y lagos. Por mucho tiempo, esta especie ha tenido un papel relevante en el desarrollo de la acuicultura Mexicana ocupando de 1985 a 1989 el segundo lugar de importancia en las pesquerías de aguas interiores (SEPESCA 1988 y 1989), tan solo en 1989 su captura fue del orden de las 27,000 toneladas

La carpa común, son peces de agua dulce de la familia Ciprinidae. En estado natural tiene un cuerpo ovoide, arqueado dorsoventralmente y cubierto en diversos grados por escamas cicloides grandes, que pueden faltar por completo. El dorso y los flancos son de color café verdoso y vientre amarillo, nariz obtusa, boca ancha y labios amarillos con dos barbillas en cada lado (Figura 1) (Pérez, 1982).

Los huesos faringeos presentan tres series de dientes que constituyen un importante elemento taxonómico; pueden medir 1.20 m y lograr un peso hasta de 20 kg.

La carpa, por lo general es explotada en sus diferentes variedades, y se les da calificativos según el cuerpo de agua en el que viven (carpa de lago, de río, de cría), hay cuatro variedades diferentes con respecto a la disposición de las escamas (Hepher y Pruginin, 1985):

1. - Completamente escamosos;
2. - Parcialmente escamosos (carpa espejo o carpa de Israel);
3. - Una hilera de grandes escamas en cada uno de sus lados laterales;
4. - Virtualmente sin escamas (carpa desnuda).

La carpa común representa al pez de estanque por excelencia, rústico, de crecimiento rápido, resistente, prolífico, que prefiere aguas cálidas y turbias

El agua que se utiliza en carpicultura es de diversos orígenes (río, lago, manantial o pluvial), la temperatura del agua debe ser superior a los 20°C, a temperaturas más bajas hay disminución del alimento ingerido y si es demasiado baja el animal deja de comer y cae en letargo.

La necesidad de oxígeno es muy baja ya que bastan 5 ppm por debajo de 3.5 - 3 ppm muestra inquietud, y a cantidades menores de oxígeno provocan anorexia e incluso la muerte.

El pH óptimo es de 7-8; extremos ácidos de 4.5 o alcalinos de 10.8 son letales.

La carpa común se alimenta de materia vegetal y animal, cuando se producen alimentos naturales en el estanque, la carpa joven consume principalmente protozoarios y zooplancton el cual incluye copépodos, cladóceros y anfípodos principalmente así como organismos de mayor tamaño. Cuando mide cerca de 10 cm de largo se empieza a alimentar de la fauna del fondo. Se entierra en el lodo, extrae larvas de insectos, gusanos, moluscos etc. Los organismos preferidos por las carpas son las larvas de quironómidos (Hepher y Pruginin, 1985).

Cuando se les da alimentación complementaria, la carpa digiere bien los carbohidratos y acepta una amplia gama de alimentos de forraje que tienen un contenido de proteína relativamente bajo como cereales y leguminosas, así como alimentos proteínicos como variedad de bagazos, residuos de rastro, desperdicios de pescado, etc. No todos los alimentos de forraje tienen el mismo valor nutritivo, y su efecto en el crecimiento de los peces así como la proporción de conversión de alimentación puede variar ampliamente (Hepher y Pruginin, cit. op.).

Como la carpa carece de estómago, su sistema digestivo no secreta pepsina, y por consiguiente la digestión de las proteínas se efectúa por la tripsina y la erepsina elaboradas por el páncreas y por la mucosa intestinal; las proteínas de origen animal se aprovechan mejor que las de origen vegetal.

La maltasa, amilasa y liquenasa son enzimas que se encargan de degradar los carbohidratos y se encuentran en el hígado, páncreas y mucosa intestinal. La digestión de las grasas se realiza por las lipasas de la mucosa intestinal. Estas son las enzimas endógenas producidas por el sistema digestivo del mismo pez. Sin embargo para la digestión en las carpas jóvenes son muy importantes las enzimas exógenas aportadas por el alimento natural que toman del estanque. De hecho, las enzimas exógenas activan a las de origen interno, supliendo sus deficiencias, y desarrollan una acción proteolítica, amielítica y lipolítica eficaz que permite una perfecta digestión de las sustancias nutritivas digeridas. Por esta razón la carpa no puede ser alimentada sólo con dietas artificiales, ya que necesitan por lo menos 50% de alimentos naturales. De todo esto han derivado las prácticas tendientes a enriquecer la productividad del estanque a través de fertilizantes (Pérez, 1982).

Debido a que pueden ser especies altamente resistentes y con alto poder de adaptación llegan a ser cultivadas en aguas ricas en nutrientes orgánicos o altamente contaminadas, incluso se ha utilizado como convertidor de aguas negras (Bardach *et. al.* 1986), aunque esto puede acarrear problemas en aspectos de salud pública por considerarlas vectores activos o pasivos de agentes patógenos bacterianos o vírales (Hepher y Pruginin, 1985).

En el caso de la contaminación de aguas por materia orgánica se han usado diversos tratamientos, sin embargo, el tratamiento biológico puede contribuir no solo al rehusó del recurso sino a la recuperación de sustancias útiles en el sector agropecuario (Moscoso, 1995).

En granjas porcícolas, el hacinamiento de los animales genera una mayor cantidad de contaminantes, en la producción de cerdos en donde se ocupa la mayor cantidad agua para el desalojo de las excretas. En esta industria es donde se generan grandes cantidades de contaminantes orgánicos principalmente en la materia fecal conocida como cerdaza que es producida en poco tiempo en superficies reducidas y disueltas en grandes volúmenes de agua, así la cerdaza como unidad contaminante es un riesgo ambiental aún mayor que las eyecciones humanas (Taiganides *et. al.* 1995).

Dentro de este contexto, el cultivo de las carpas en México juega un papel importante en las actividades agropecuarias ya que la cerdaza y otros desechos orgánicos pueden ser utilizados como fertilizantes en acuicultura (Arredondo-Figueroa, 1986). Sí bien la fertilización orgánica se ha practicado durante mucho tiempo en países Asiáticos, los trabajos hechos en México son escasos, estando la mayoría enfocados al cultivo en estanques y en los diferentes cuerpos de agua dulce.

La producción de alimentos en América Latina se encuentra encaminada hacia la utilización de todo tipo de recursos naturales. Las excretas animales tienen una serie de cualidades de alto valor nutritivo, debido al contenido de proteínas y aminoácidos; estos desechos al ponerse en biodigestores bajo condiciones anaeróbicas producen un bioabono con un alto contenido de nutrimentos, los cuales propician incremento en la productividad primaria y secundaria en los cuerpos de agua.

Una de las tareas prioritarias en la investigación y tecnología nacional es el desarrollo de biotécnicas propias que ayuden a resolver el problema de la contaminación permitiendo el óptimo aprovechamiento de los recursos en la producción de proteínas animales para la alimentación humana, razón por la cual se elaboro el presente trabajo.

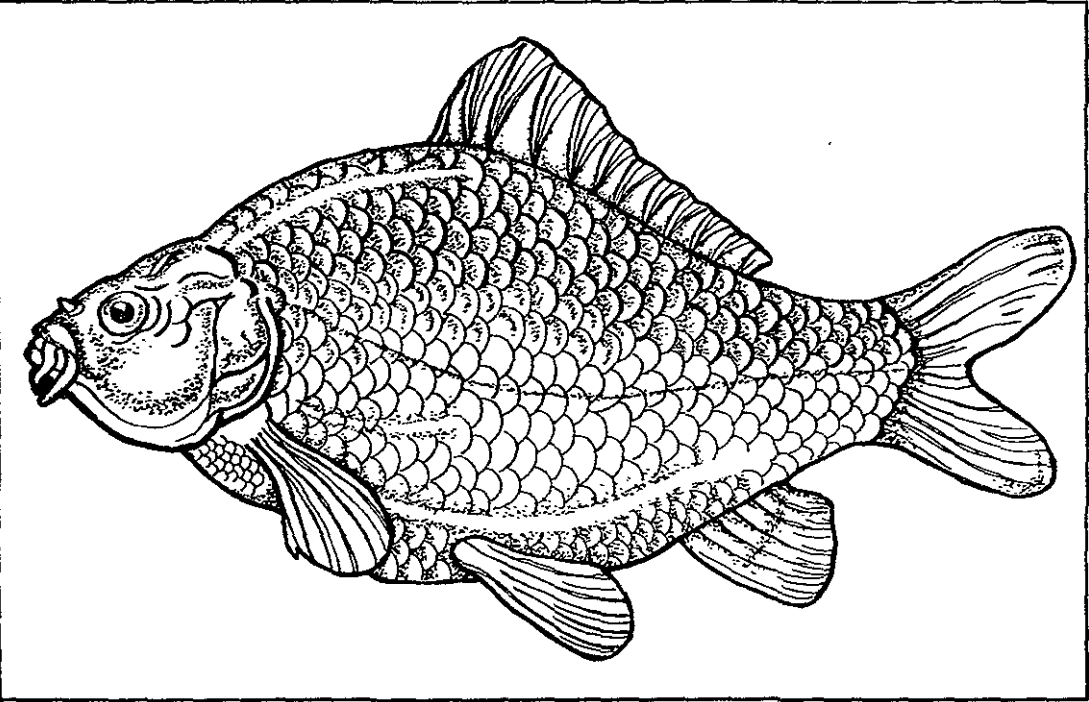


FIGURA 1. Esquema de la carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*)

II.- OBJETIVOS.

II.1.- Objetivo general.

Evaluar el crecimiento de la carpa común variedad barrigona, *Cyprinus carpio rubrofasciatus* (Linnaeus, 1758), cultivada en sistemas integrales porcícola acuícola fertilizando el estanque con cerdaza.

II.2.- Objetivos particulares.

Evaluar la calidad del agua considerando algunos de los siguientes parámetros físicos y químicos:

Temperatura
Conductividad
pH
Dureza
Alcalinidad
Oxígeno (Disuelto, Demanda Bioquímica y Demanda Química)
Nitrógeno (Total, Amónico)
Turbiedad

Determinar los parámetros de la ecuación de crecimiento de v. Bertalanffy a través del seguimiento en el incremento semanal de las longitudes.

Determinar la relación Peso-Longitud

Obtener datos sobre Crecimiento Absoluto y Rendimiento Pesquero Potencial.

III.- ANTECEDENTES:

La historia de las carpas asiáticas en nuestro país se remonta a fines del siglo XIX y se inicia con la introducción de las primeras especies: la carpa común (*Cyprinus carpio*) y la carpa dorada (*Carassius auratus*). Al inicio, el manejo de estas especies resultó relativamente fácil, en virtud de su gran capacidad de adaptación y su resistencia a la baja calidad del agua, al manejo rústico de cultivo y que no presentara problemas para su reproducción, por estas razones, fueron diseminadas en numerosos cuerpos de agua interiores, dando como resultado el establecimiento de algunas pesquerías de relevancia como la de la presa del Infiernillo en Michoacán (Arredondo-Figueroa, 1990).

La introducción de la carpa común jugó un papel preponderante en el desarrollo de la carpicultura, ya que además de presentar características fenotípicas muy atractivas para su cultivo, conserva la capacidad adaptativa de la variedad común y tiene un gran futuro en el policultivo por su rápido crecimiento (Obregón, 1961 y Angeles, 1986).

A pesar de que en México la carpa común es una especie de gran importancia por su elevado potencial de explotación, no se le ha dado la importancia que debe tener como fuente alimenticia, ya que ha sido manejada solo como un elemento de repoblación siendo pocas las investigaciones encaminadas a establecer el comportamiento del crecimiento que se observa durante su cultivo.

Durante los últimos años se han realizado trabajos que contemplan diferentes aspectos biológicos y de aprovechamiento del recurso sobre la importancia de las carpas para comunidades rurales por su elevada resistencia a las condiciones medio-ambientales (Vidal, 1979).

Con la finalidad de obtener crías de buena calidad para su cultivo Medina (1979) establece el coeficiente de condición múltiple para *C. carpio specularis*; Sánchez (1984) cultivo carpa común en sistemas rurales en el Edo. de Méx. analizando la composición y abundancia de zooplancton presente en el estanque.

Pérez (1985) determinó la importancia de la carpa común como uno de los recursos pesqueros más importantes de la zona lacustre y chinampera de San Luis Tlaxiátemanco.

Cordero y Gil (1986) contribuyeron a la evaluación Biológico-pesquera de *C. carpio* y *C. auratus* en un embalse del Estado de México; Navarrete y Sánchez (1988) propusieron el uso de bordos y jagüeyes para la producción de carpas como una alternativa alimenticia.

Baca (1988), Barrera (1988), Contreras (1988), Escárcega (1988) y Valiente (1988) realizaron trabajos en sistemas de granja integral de policultivo situando a la carpa como especie primaria y de elevado rendimiento.

Contreras (1990) evalúa algunos atributos poblacionales de *C. carpio* en "La goleta" Estado de México y Cortez (1993) determina el crecimiento y sobrevivencia de *C. carpio specularis* durante la fase de cría, bajo el efecto de dos tipos de fertilizantes. Elías (1994) en un cultivo realizado en un bordo del Edo. de Méx. evaluó el crecimiento de la carpa común y considero la variación temporal de sus recursos alimenticios naturales durante dos periodos de cultivo. Hernández (1994) estimo el crecimiento de la carpa común cultivada en aguas residuales de sistemas chinamperos en los canales de Xochimilco

III.1.- CRECIMIENTO EN PECES.

El crecimiento es el proceso de incremento gradual o el desarrollo progresivo con el tiempo en tamaño o peso del organismo. Es un proceso complejo que puede medirse por el cambio en longitud o peso de un pez individual o un grupo de peces entre dos tiempos de muestreo. El crecimiento de una población se refiere al cambio en él número de peces observados a diferentes tiempos. (Gómez, 1994).

Los organismos en general sufren cambios a lo largo de su vida y en particular los cambios más notables son en las etapas iniciales llamados stanzas o estadios de crecimiento (Vasnetsov, 1953; en Ricker, 1975). Estos cambios se dan en la estructura o fisiología del organismo los cuales se transforman en la forma del cuerpo, variaciones en peso, longitud y en las tasas de incremento de los mismos.

El crecimiento se presenta en forma continua el cual varia cíclicamente con la estación. Además, en casi todos los recursos acuáticos es asintótico, esto es, cada especie en cada ambiente tiene un tamaño característico de crecimiento a través de su ciclo biológico. En general, el crecimiento de los individuos de las especies explotadas se va haciendo progresivamente más lento al aumentar la edad.

La producción de peces por unidad de área se determina función de la tasa de crecimiento así como la densidad. El crecimiento individual del pez es afectado por si mismo en sus características genéticas y su estado fisiológico (salud, madurez sexual) y por los relacionados con el medio como la composición química del agua (temperatura, oxígeno), así como el alimento disponible y los niveles de metabolitos (productos de excreción) (Hepher y Pruginin, 1985).

De estos factores, la composición química del agua y la temperatura no son afectados por los peces y no pueden ser modificados en la mayoría de las granjas

con efectividad, los niveles de oxígeno, metabolitos y alimento son consumidos o producidos por los peces. Siempre y cuando estos factores dependientes de la densidad no afecten el crecimiento, los peces obtienen su potencial máximo de crecimiento fisiológico por una serie de condiciones como la química del agua, temperatura, genética y estado fisiológico.

III.2.- LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA.

La fertilización orgánica empleada en el cultivo de peces, es una técnica aceptada en gran parte del mundo, su estudio ha examinado la eficiencia de aplicar fertilizantes orgánicos en forma de estiércol y productos de desecho de granjas de cerdos, ganado y aves de corral a estanques que contengan una variedad de especies (policultivo). Entre los peces más factibles para su estudio se encuentran la carpa y la tilapia por su habilidad para tolerar condiciones extremas en la calidad del agua (Stickey, 1979).

La fertilización tiene la finalidad de promover la productividad primaria de una unidad de cultivo, la productividad secundaria es también aumentada, esto se logra mediante el aporte de nutrientes esenciales que permiten satisfacer los requerimientos de los productores primarios y proporciona el establecimiento de los niveles tróficos subsecuentes de la cadena alimenticia de esta forma los organismos sometidos a cultivo pueden tener otra fuente alterna de alimento con lo que se puede disminuir el aporte de alimentos industrializados y abatir los costos de producción, (McBay, 1961).

El alimento de un pez nunca consta de un alimento específico, cuando abunda el alimento natural, hacen una selección de el pero cuando es difícil de obtenerlo, los peces se alimentan de lo que hay disponible en el estanque por ello los peces dependen de varios alimentos naturales cada uno a su vez dependerá de otras fuentes de alimentación (Vaas-van oven, 1959; en Hepher y Pruginin 1985).

Un aumento en la producción de alimento natural se obtiene introduciendo fertilizantes orgánicos o químicos, estableciéndose dos mecanismos simultáneos que operan de manera cinérgica y que son llamados cadenas tróficas o alimenticias, el primero depende de la luz solar y se le da el nombre de autótrofo o cadena de pastoreo y el otro mecanismo es el heterótrofo o cadena de detritos (Arredondo-Figueroa, 1993a).

Siendo el fitoplancton la base de la red alimenticia es de suponer que al estimularlo se activaran todos los demás componentes tróficos favoreciendo la producción de peces pero no es así. Estimulando el crecimiento de los productores primarios, puede llegar a favorecer el establecimiento de macrofitas acuáticas que al crecer en forma desproporcionada, compiten por la disponibilidad de nutrientes, además, cuando los minerales están en cantidades suficientes y la

densidad del fitoplancton se incrementa, esto impide la penetración de los rayos solares y la filtración de la luz decrece, esto da como resultado la disminución del fitoplancton en los niveles inferiores del estanque y es una limitante por los efectos de "autosombra", esto provoca problemas en el manejo de los organismos bajo cultivo reflejándose en la producción. Así, si hay una gran cantidad de abono solo se obtiene como resultado un pequeño incremento en la producción (Schoroeder, 1978).

Una forma viable de contrarrestar la limitación de la luz, es estimular la producción de organismos heterótrofos con la adición de materia orgánica de fácil descomposición, si esta materia es estiércol o desechos de animales de granja un sistema simbiótico es desarrollado, los organismos que crecen sobre el desperdicio remueven la liberación de nutrientes que de otro modo serían contaminantes potenciales (Schoroeder, op. cit.).

Las bacterias que se desarrollan en la materia orgánica sirven como alimento para muchos otros eslabones de la red alimenticia. Sin embargo, el abono orgánico se debe aplicar con cuidado, ya que la rápida descomposición de la materia orgánica y el incremento de la población bacteriana asociada a ella puede ocasionar un agotamiento de oxígeno y la muerte de los peces. La materia orgánica utilizada como fertilizante debe dispersarse con facilidad en el agua (Hepher y pruginin, 1985).

El incremento de zooplancton es resultado de la producción de bacterias y protozoarios que se desarrollan en la materia orgánica del fertilizante. Aunque otras formas de utilización del fertilizante, como la materia orgánica soluble, también puede influir en el crecimiento del zooplancton.

Los peces también ingieren partículas de fertilizante aunque estas partículas son de bajo valor nutritivo (Kerns y Roelofs, 1977), las bacterias y protozoarios que envuelven estas partículas, si son de un alto valor nutritivo, estos organismos son desprendidos de las partículas e ingeridos por los peces.

La naturaleza del detritus tiene un incremento en el contenido de proteína, esto es atribuido al desarrollo de un microsistema que contiene bacterias, protozoarios y microalgas (Odum y de la Cruz, 1967). Las partículas de detritus y los microsistemas que contienen son un factor importante en la alimentación de algunos peces como la carpa, tilapia y mágil.

IV.- ÁREA DE ESTUDIO.

La fase experimental se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensionismo en Producción Porcina (CEIEPP) perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (F.M.V.Z.) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el cual se encuentra en la entrada del municipio de Jilotepec de Molina Enríquez en el Edo. de Méx. (figura 2)

Este centro de enseñanza tiene un embalse con una extensión de aproximadamente una hectárea localizado en la parte norte de dicho centro, el embalse retiene agua de los canales que corren hasta los límites de la granja así como de filtraciones de los terrenos vecinos y agua que desecha la propia institución.

El embalse se encuentra frecuentemente cubierto por "lenteja de agua", planta vascular perteneciente al género *Lemmsa* que representa un recurso alimenticio para las numerosas aves, residentes y migratorias que actualmente habitan en el embalse. La distribución de la "Lenteja de agua" se ve fuertemente influida por los vientos dominantes, presentes durante gran parte del año, definiendo una exposición intermitente de los productores primarios planctónicos a la luz solar, este factor influye en la diversidad y abundancia de los diferentes grupos de microalgas (Osorio, 2000).

El embalse exhibe profundidades máximas en la región oriental, presentando una variación que va de 2.1 a 2.45 m con una pendiente menos pronunciada en la playa del poniente, observándose en ésta dos agrupaciones permanentes de "Chuspatales" formados por "tules" del género *Cyperus* y "carrizos" pertenecientes a la especie *Olyra latifolia* en las zonas laterales de la porción occidental siendo coincidentes con las aguas de mayor transparencia donde han sido registradas traqueófitas flotantes del género *Nymphaea* representando éstas organizaciones de plantas vasculares aéreas de protección y reproducción para diversas especies de invertebrados y vertebrados.

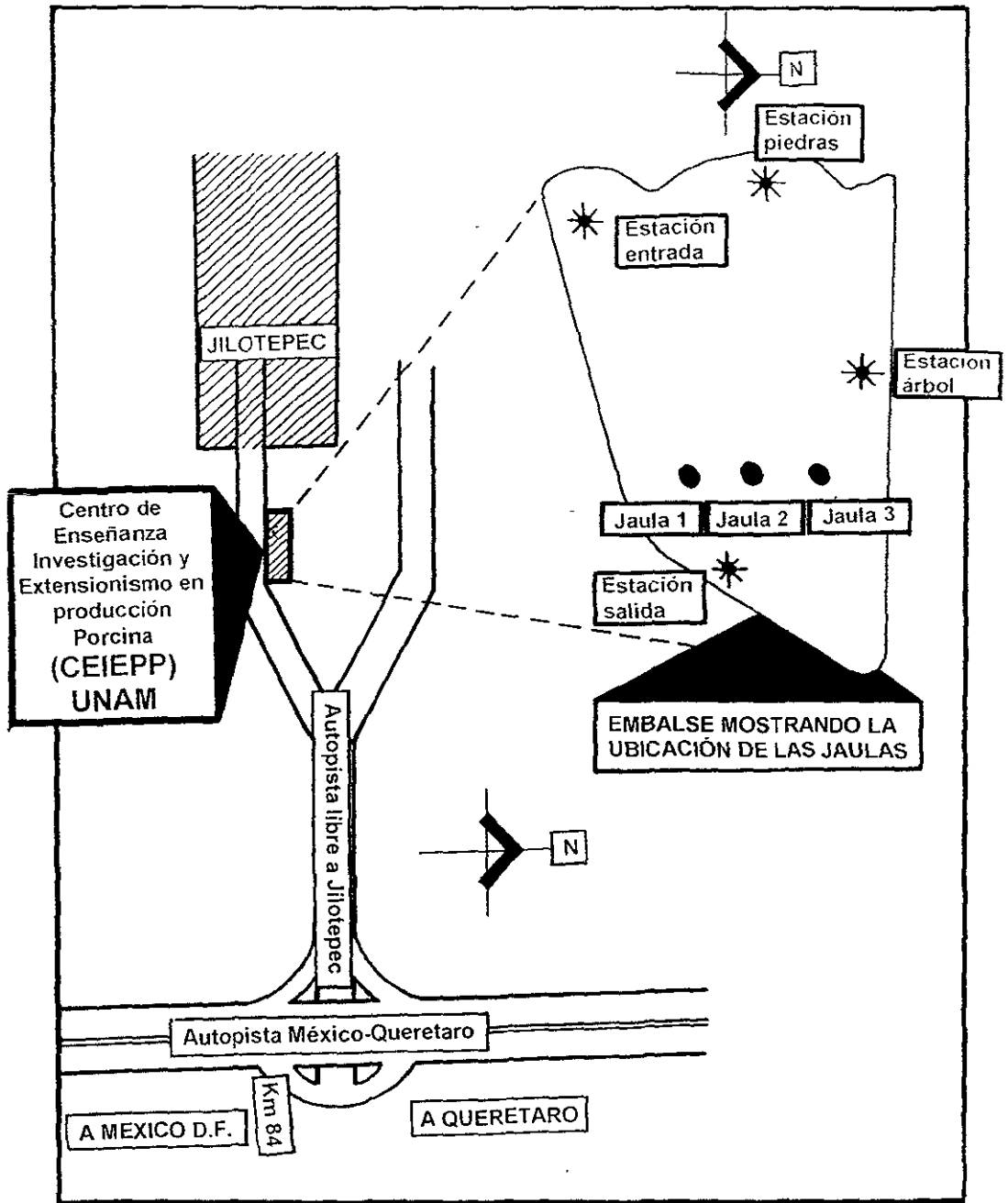


FIGURA 2. Ubicación del Centro de Enseñanza, investigación y Extensionismo en Producción Porcina (CEIEPP) en Jilotepec, Estado de México.



FIGURA 3.- Ubicación de las jaulas en el embalse de jilotepec.

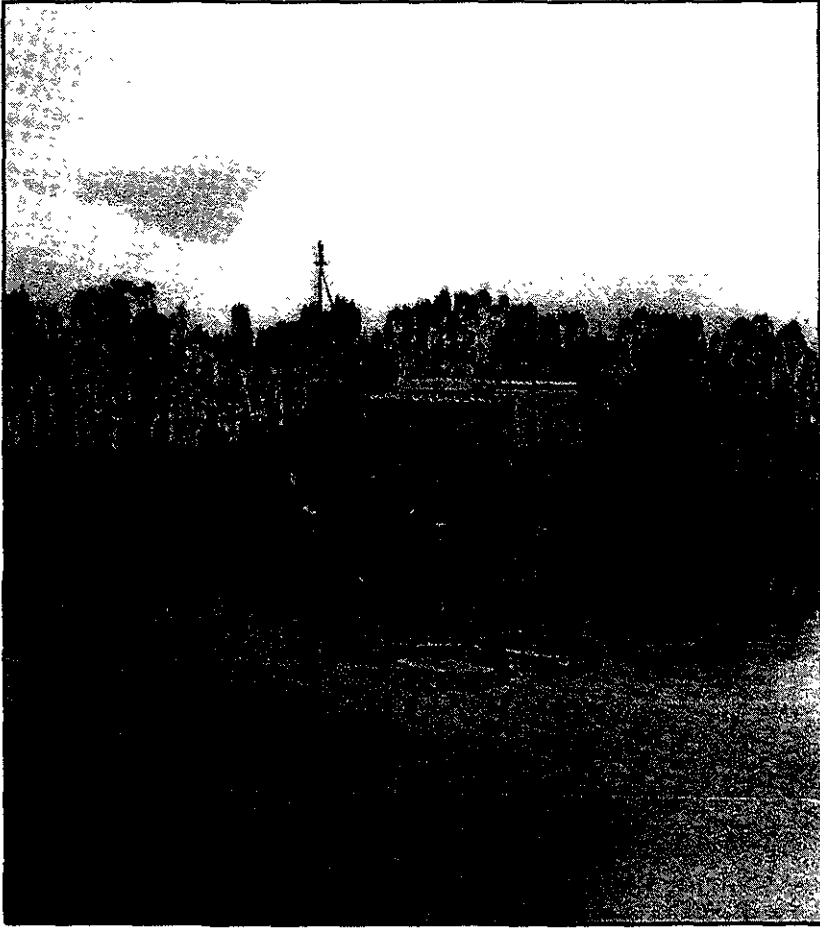


Figura 4.- vista de la parte mas profunda del embalse donde se colocaron las jaulas.

V.- MATERIALES Y METODOS.

V.I.- ACTIVIDADES DE CAMPO

V.I.1.- CERDAZA

Se utilizó la descarga de los drenajes de las diferentes etapas productivas de la granja porcícola de ciclo completo de 240 reproductoras. El afluente fue almacenado en un cárcamo con capacidad de 30 m³. Posteriormente se separaron los sólidos mayores de 3 mm. Por bombeo y filtrado mediante un separador de sólidos (modelo ss-250), estos sólidos fueron depositados en silos tipo trinchera con apisonamiento, después de cada capa de 15 cm. El silo se tapo en forma impermeable almacenándolo durante 15 días.

Ya introducidos los peces en el estanque, se procedió a fertilizar semanalmente con el fin de evitar la escasez de nutrimentos y aumentar la productividad en el estanque. Se administro 30 Kg de la fase sólida de la cerdaza cada semana, de acuerdo con la densidad de carga. (De la Lanza, *com. pers.* 1999).

V.I.2.- SIEMBRA Y REGISTRO DE DATOS MORFOMETRICOS:

La semilla fue solicitada como donación a la granja piscícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Se trasladaron a la granja porcícola de Jilotepec 2000 crías de la carpa común variedad barrigona (*Cyprinus carpio rubrufuscus*) con una talla promedio de 4.62 cm de longitud patrón y 3.81 gr de peso. El traslado de las crías se realizó en bolsas de polietileno con oxígeno a presión cerradas herméticamente. Ya en la granja las bolsas se introdujeron al interior de las jaulas colocadas en el estanque receptor, durante veinte minutos permitiendo la aclimatación entre la temperatura de las bolsas y el estanque, posteriormente fueron liberados. La siembra de la carpa se realizó en Mayo de 1999.

Para controlar el crecimiento de las carpas, estas se cultivaron en jaulas flotantes que constaron de un armazón rígido flotante de tubería PVC y con malla de paredes firmes sintéticas de nylon con una abertura de malla de 0.5 cm (SEPESCA, 1986). La malla se colocó alrededor de la estructura de PVC y como tapa para evitar la fuga de los peces o el ingreso de posibles depredadores.

El diseño de las jaulas fue cilíndrico, cuyas dimensiones fueron de dos mts de diámetro por uno de altura dando un área de 6.28 m³; La densidad de siembra de la carpa barrigona fue de 106 organismos/m³.

Las jaulas se colocaron en la parte más profunda del estanque, para mantenerlas flotando se utilizaron boyas y un sistema de anclaje con desperdicios de fierro (Figuras 3 y 4).

El alimento natural fue el único medio que dispusieron los peces como dieta, no se les administro ningún tipo de alimento complementario.

Después de la introducción se llevaron a cabo capturas semanales realizándose 16 muestreos. Estos muestreos abarcaron el periodo de Mayo a Octubre de 1999, durante el muestreo se empleo una lancha para llegar a las jaulas, se tomo una muestra representativa de 10% aproximadamente de organismos con una red tipo cuchara de 0.30 mm de luz de malla, en cada muestreo se calculó el peso promedio y la tasa de crecimiento con respecto a la longitud.

Se registraron las siguientes mediciones:

a).- Datos biométricos de longitud patrón, los peces se midieron al centímetro mas cercano con un ictiómetro de 30 cm de largo (± 0.5 Cm.)

b).- Peso total (g) por medio de una balanza granataria marca OHAUS TBB con capacidad de 2610 g (± 0.1 g). Al finalizar estas medidas los peces fueron regresados a las jaulas.

V.I.3.- PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

El agua del embalse fue monitoreada mensualmente para conocer las concentraciones de los parámetros físicos y químicos en cuatro estaciones de muestreo a las cuales se les denominó: estaciones de árbol, piedras, entrada y salida del estanque (Figura 2).

Los registros se tomaron entre las 10:00 AM y las 12:00 PM en cada estación se realizaron dos muestreos a dos niveles: superficial a una profundidad de 0.10 m y el segundo a un metro colectándose agua con botellas "Van Dorn" de 3 litros de capacidad una vez obtenida la muestra se obtuvieron *in situ* valores de pH, oxígeno y temperatura. El pH se midió con un potenciómetro de campo modelo CORNING 33 (± 0.5); La temperatura con un termómetro de mercurio marca TAYLOR con graduaciones de -20 a 110°C y el oxígeno mediante el método Winkler modificación ácida.

Se fijaron muestras de agua con formol al 10% y se transportaron en bidones de plástico al laboratorio de la comisión nacional del agua donde en colaboración con personal especializado se determinaron los parámetros de conductividad, dureza, alcalinidad, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y turbiedad.

V.II.- ACTIVIDADES DE GABINETE.

En esta parte se proceso la información obtenida en campo. Por medio de los programas estadísticos: CURVE EXPERT 1.3 y EXCEL, se construyo la base de datos para ser usados como matriz para los diferentes análisis de estudio.

V.II.1.- CALIDAD DEL AGUA

Para determinar las condiciones de la calidad del agua durante todo el periodo de cultivo, los parámetros físicos y químicos se graficaron y se compararon con los reportados por otros autores.

V.II.2.- ECUACIÓN DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY.

Para calcular el ritmo de crecimiento se empleo la ecuación de v. Bertalanffy (1938; en Gómez, 1994). Ya que cumple con los requisitos de una ecuación de crecimiento como son: el que indique el largo o peso de los individuos de la población a cualquier edad, que pueda ser fácilmente incorporada a modelos de rendimiento, que utilice un mínimo de constantes con significado biológico, que permita hacer comparaciones ínter e intraespecificas y que pueda ser fácilmente calculada.

El modelo esta desarrollado de la siguiente manera:

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t + t_0)})$$

Donde:

L_t = Longitud del pez a un tiempo t .

L_{∞} = Longitud teórica máxima que puede alcanzar el pez.

K = Tasa de crecimiento.

T_0 = Tiempo teórico en el cual la talla del pez es cero.

V.II.3.- DETERMINACION DE LAS CONSTANTES DE LA ECUACIÓN DE V. BERTALANFFY.

Para determinar las constantes de la ecuación de v. Bertalanffy se empleo la regresión de Ford-Walford (1949; en Gómez, 1994) el cual propone una regresión lineal de los datos de las medias y las modas de los grupos de edad de la siguiente forma:

$$L(t + 1) = a + b L_t$$

Donde:

L_t es la longitud al tiempo t , $L_{(t+1)}$ es la longitud al siguiente tiempo, a es la ordenada al origen y b es la pendiente.

Por sustitución se obtiene $L_{\infty} = a/(1-b)$

El método de Beverton y Holt (Gómez, 1994) cita que al obtener el valor de L_{∞} por el método de Ford-Walford, se puede estimar K y T_0 partiendo de la ecuación inversa de v. Bertalanffy, la cual es la siguiente:

$$\ln (1-(L_t/L_{\infty})) = \ln (a) -b t$$

Por sustitución se obtiene:

$$K = -b$$

$$t_0 = a/b$$

V.II.4.- RELACIÓN PESO-LONGITUD.

Con los datos de longitud patrón y peso total se estimó la relación peso-longitud mediante la fórmula:

$$W = aL^b$$

Donde

W = Peso total (g).

L = Longitud patrón (cm).

a y b = Constantes a determinar.

Los parámetros a y b (ordena y pendiente respectivamente) se estimaron mediante el ajuste de regresión lineal de los datos previamente transformados logarítmicamente de acuerdo con la función:

$$\text{Log } W = \text{Log } a + b \text{ Log } L$$

Esta determinación se hizo para conocer la proporción con la que aumenta el peso con respecto a la longitud, además del tipo de crecimiento de los peces.

El tipo de crecimiento está determinado por la pendiente que al tomar valores aproximados a tres indica un crecimiento alométrico (Gulland, 1966; Pauly, 1984).

V.II.5.- CRECIMIENTO ABSOLUTO.

Con los Datos obtenidos en campo tanto de peso como longitud final e inicial se calculó el crecimiento absoluto de la población expresando los resultados en gramos y metros por día respectivamente, de acuerdo con las formulas siguientes (Phelps, 1981)

$$\text{CA Long.} = \frac{\text{Lf} - \text{Li}}{\text{DC}}$$

$$\text{Caw} = \frac{\text{Wf} - \text{Wi}}{\text{DC}}$$

Donde:

Lf = Longitud promedio final

Li = Longitud promedio inicial

Wf = Peso promedio final

Wi = Peso promedio inicial

DC = Días totales de cultivo.

V.II.6.- RENDIMIENTO PESQUERO POTENCIAL.

Se calculo el rendimiento pesquero utilizando la biomasa final e inicial de acuerdo a la formula propuesta por Phelps (1981).

$$\text{RB} = \text{Bf} - \text{Bi}$$

Donde:

RB = Rendimiento biológico

Bf = Biomasa final

Bi = Biomasa inicial

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

VI.I.- CALIDAD DEL AGUA:

El estudio de la calidad del agua en el cultivo de organismos acuáticos tiene una importancia fundamental ya que afecta directamente el crecimiento y sobrevivencia de los peces (Stickley, 1979; Boyd, 1979; Margalef, 1983), además de determinar no solo la especie a cultivar sino también la posibilidad de que se realice o no el cultivo.

Dada la importancia que reviste el análisis de las fluctuaciones en la morfometría del embalse y en los parámetros fisicoquímicos para determinar su efecto en el desarrollo de los peces introducidos y para definir la conveniencia de su cultivo, se analizan a continuación cada uno de estos parámetros.

Los factores que determinan la calidad del agua son el morfométrico, el climático y el edáfico (Ryder, *et al.* 1974), en este tipo de embalse, la concentración de sales, nutrientes y otros componentes durante la fase de incremento del volumen, muestran una etapa de dilución, mientras en la fase del descenso del agua, manifiestan un periodo de concentración, este aspecto se refleja en los valores registrados; de esta forma, la fase de dilución coincidió con el decremento de estos parámetros, los cuales registraron su valor mas bajo en el mes de octubre

El comportamiento de estos parámetros se debió a su relación inversa con el volumen del embalse, causado por la dilución de las sales durante la precipitación y que perdió gradualmente por la evaporación, por lo tanto, en base a lo mencionado por Arredondo-Figueroa (1986), se puede afirmar que las lluvias discontinuas impidieron el lavado periódico del suelo y en consecuencia limitaron el aporte de sólidos disueltos durante periodos de anegación, no hubo un aporte de materiales alóctonos en cantidad suficiente para elevar significativamente los valores.

Se manejaron los promedios de los parámetros para la obtención e interpretación de los resultados ya que estos no mostraron diferencias significativas.

Así, de manera general, los parámetros físicos y químicos evaluados. conductividad, pH, dureza, alcalinidad, oxígeno (disuelto, DBO y DQO), nitrógeno (total y amoniacal), turbiedad y temperatura mostraron valores descendientes en todo el periodo de cultivo, estos valores se presentan a continuación.

VI.1.1.- CONDUCTIVIDAD.

Las aguas superficiales en áreas con lluvias moderadas o muy lluviosas, pueden tener una concentración iónica total de 20-500 mg/l.

La salinidad es un termino que se utiliza para referirse a la concentración total de iones disueltos en un cuerpo de agua, la habilidad del agua para conducir una corriente eléctrica, se incrementa conforme la salinidad aumenta, los valores de la conductividad indican el grado relativo de salinidad así, la relación entre conductividad y salinidad depende de la proporción de la mayoría de iones existentes (Boyd, 1982).

La concentración de varios elementos o iones que habitualmente se valoran como el Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{++} , K^+ , HCO_3^- , Ca^- , SO_4^- muestran una correlación mutua elevada, y tanto en conjunto como en la concentración de cada uno de ellos están positivamente correlacionados con la conductividad del agua (Margalef, 1983).

En el presente estudio la conductividad se mantuvo en el intervalo de 172.48 a 98.60 milivolts/cm (Figura. 5) ubicando al embalse como de aguas de baja a mediana salinidad (Chavira y Grajeda, 1980) lo que escasamente influye en la productividad primaria (De la Lanza, 1990), de acuerdo a la reglamentación Francesa las aguas del estanque se sitúan como aguas de mineralización media con intervalos no mayores de 200 milivolts/cm (Rodier, 1978).

Los valores de conductividad comprobaron lo encontrado por Khalaf y McDonald (1975), quienes determinaron que este parámetro esta relacionado inversamente a la cantidad de lluvia.

VI.1.2.- pH

Los valores del pH mantuvieron una tendencia ligeramente alcalina con registros de 7.48 al inicio del estudio y de 7.35 en la terminación del mismo (Figura. 6).

Los valores registrados en el período de cultivo están dentro del rango del crecimiento óptimo de peces (De la Lanza, 1990) y en el rango de tolerancia de las especies citado por Boyd (1986) y Arredondo-Figueroa (1986) que es de 6.5 a 9.0.

En el presente estudio los valores de pH no tuvieron una amplia variación reflejando el equilibrio existente en la concentración de hidrogeniones requeridos en las fases de dilución.

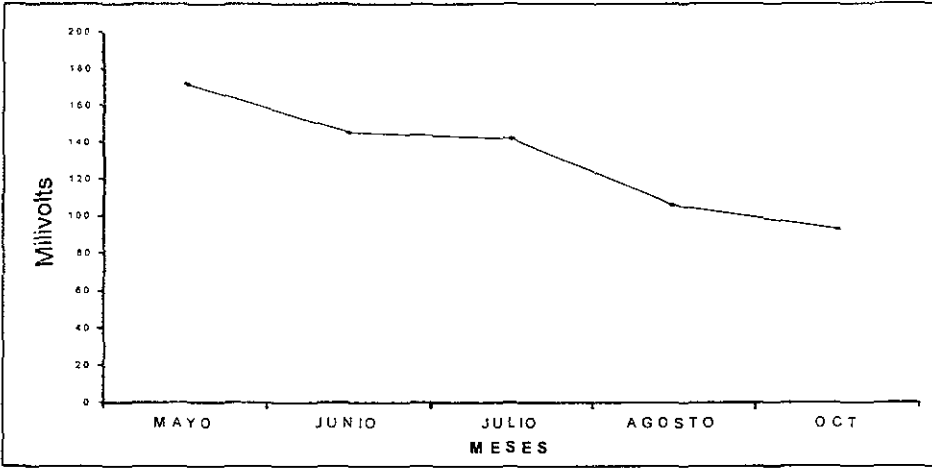


FIGURA 5. Valores de conductividad del embalse de Jilotepec.

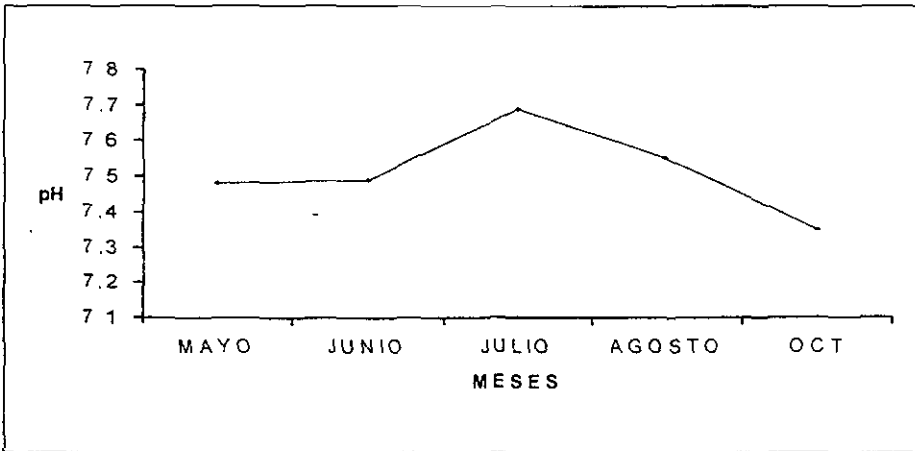


FIGURA 6. Valores de pH del embalse de Jilotepec

De esta forma, al incrementar la evaporación, la concentración de sólidos disueltos eleva la capacidad buffer del agua remanente, tal y como lo mencionan Daborrn y Clifford (1974) lo cual se observa en los valores de pH, reflejando el equilibrio existente en la concentración de hidrogeniones requeridos en las fases de dilución.

VI.1.3.- ALCALINIDAD.

Los registros máximos de alcalinidad se dieron en el mes de Mayo, la alcalinidad alcanzo un valor de 197.18 mg/l, para el mes de octubre el valor registrado fue de 112.39 mg/l (Figura. 7), estos valores están muy cercanos a los recomendados por Boyd (1982) y Arredondo-Figueroa (1986) para el cultivo de peces los cuales no deben ser mayores a 200 mg/l, bajo esas condiciones, los bicarbonatos son usados como un recurso en el proceso de fotosíntesis.

Estas concentraciones de acuerdo a Wetzel y Likens (1979) y Boyd (1982) favorece la productividad ya que están situados dentro de los intervalos hidrológicos establecidos para un buen cultivo de peces

Los niveles para aguas naturales son de menos de 5 mg/l de carbonatos disueltos de las rocas de la tierra que arroja el flujo del lodo del fondo del estanque (Boyd, 1979). Las aguas naturales con 40 mg/l o más de alcalinidad total son consideradas como las más productivas (Moyle, 1945)

Según Moyle (op. cit.), la gran productividad de las aguas con alta alcalinidad no resulta directamente de esta sino de la disponibilidad del fósforo y otros nutrientes que junto con la alcalinidad se incrementan.

En estanques fertilizados, la alcalinidad promedia valores de 20 a 120 mg/l, con poco efecto en la producción de peces, sin embargo, en estanques fertilizados con una alcalinidad total de 0-20 mg/l la producción tiende a aumentar con el incremento de la alcalinidad de esta manera es conveniente que los valores de la alcalinidad sean superiores a los 20 mg/l en estos sistemas.

En este caso, se registraron valores mayores a los mencionados. Los valores registrados en los estanques de cultivo para la alcalinidad se encuentran dentro de los intervalos citados por Wetzel (1975) quien menciona valores de 200-300 mg/l para estanques con buenos resultados en la producción

Según Yaron (1964) y Kenk (1949) reportan que la alcalinidad varía con la cantidad de agua presente en el estanque, en consecuencia, la dilución debida a las lluvias baja la concentración de bicarbonatos y aumenta la de carbonatos.

Los valores altos de alcalinidad son comunes (Living-Stone, 1963) por la excesiva evaporación de las capas de agua resultando como consecuencia directa una concentración alta de iones. Según Boyd y Lichtkoppler (1979), las aguas con alcalinidad total mayor de 20 mg/l contiene cantidades adecuadas de dióxido de carbono, lo cual permite una buena producción de plancton.

VI.1.4.- DUREZA.

Los valores máximos registrados para dureza se obtuvieron en el mes de mayo de 171.87 mg/l (figura 8) lo que ubica al embalse como de aguas moderadamente duras Arredondo-Figueroa, (1986), Boyd (1986), Boyd y Lichtkoppler (1979), citan valores de dureza para cultivos de peces de 20-300 mg/l.

La dureza es la concentración de iones metálicos divalentes en el agua expresada como mg/l de equivalente de carbonato de calcio, esta muy relacionada con la alcalinidad total ya que los aniones de la alcalinidad y los cationes de la dureza son normalmente derivados de la solución mineral de carbonatos (Boyd, 1979).

La dureza no es tan importante como la alcalinidad en cultivos, sin embargo ambos representan concentraciones similares. El agua en piscicultura requiere de pequeñas cantidades de calcio y magnesio y las cantidades necesarias se presentan cuando la dureza esta en 20 mg/l, además de que algunas aguas con gran alcalinidad y poca dureza pueden presentar problemas con altos valores de pH durante periodos de crecimiento en las poblaciones de fitoplancton (Boyd, op. cit.).

VI.1.5.- OXÍGENO.

El oxígeno disuelto es el parámetro más crítico en el cultivo de peces, este depende de la temperatura del agua presente en el estanque a la cual esta ligado, así como del contenido de la materia orgánica y de la vegetación sumergida.

Las concentraciones más altas de oxígeno disuelto fueron registrados durante el mes de mayo con 11.50 mg/l con variaciones muy marcadas en todo el periodo de cultivo, estas variaciones fueron descendiendo hasta 3.25 mg./l (.Figura 9), estos valores no fueron un factor limitante para el cultivo de la carpa ya que según Huet (1983) e Itazawa (1971; en Boyd y Lickkoppler, 1979), los ciprínidos pueden soportar hasta 3 mg./l aunque el contenido aceptable debe estar alrededor de 5 mg./l. de acuerdo con Arredondo-Figueroa y Losano (1994) este autor ha mostrado experimentalmente que la carpa barrigona puede soportar concentraciones aun más bajas de 3 mg/l.

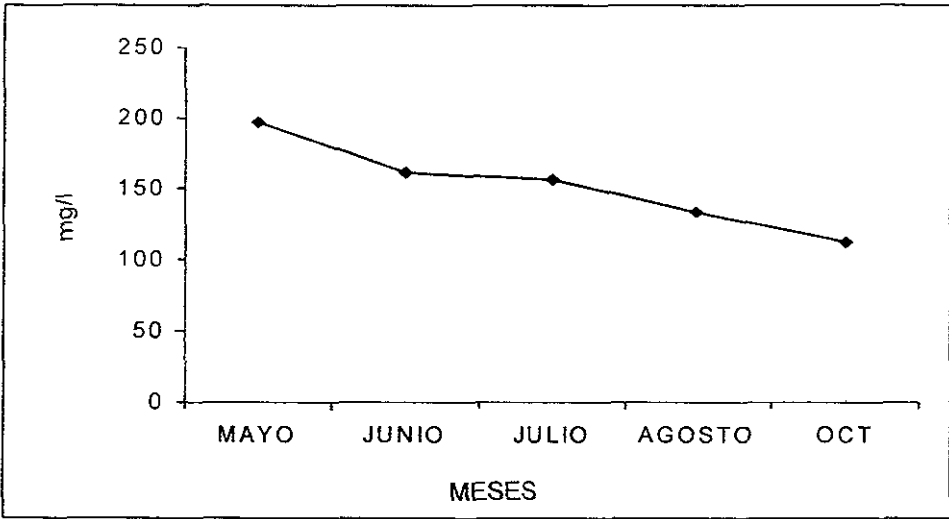


FIGURA 7. Valores de alcalinidad del embalse de Jilotepec.

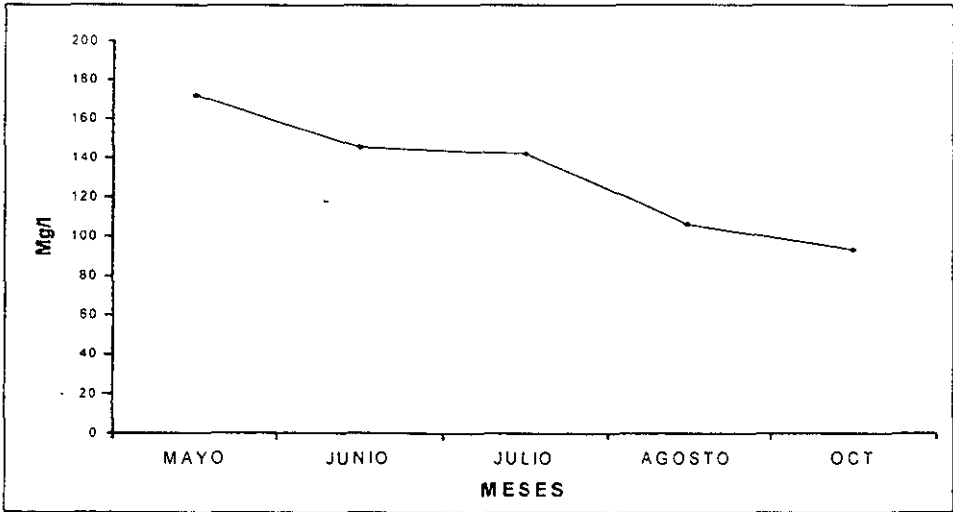


FIGURA 8. Valores de dureza del embalse de Jilotepec.

La resistencia a las bajas concentraciones de oxígeno depende de la especie que se cultiva, para el caso de los ciprínidos, estos presentan una gran resistencia a las bajas concentraciones, como lo señalan Doudoroff y Schummway (1970) los cuales reportan concentraciones letales de oxígeno para carpa asiática de 0.2 a 0.8 mg./l.

En el presente estudio, los valores registrados se mantuvieron de acuerdo con las necesidades de la especie Ya que Itazawa (1971; en Boyd y Licktkoppler, 1979), indica el nivel mínimo para mantener un máximo de alimentación, crecimiento y eficiencia de conversión de alimento de 3 mg/l para carpas con temperaturas de 21 5 °C. En el ciclo del presente estudio, tanto el oxígeno como la temperatura se mantuvieron en un rango adecuado ya que la temperatura tuvo valores de $\pm 20^{\circ}\text{C}$ ligeramente menores a los señalados por Itazawa (op. cit).

La cantidad de oxígeno presente en el embalse se debe a los aportes procedentes de la atmósfera y principalmente a los procesos fotosintéticos (Piedrahita y Smith, 1988), los cuales se relacionan directamente con la transparencia del agua, al ser esta la que indica el grosor de la zona eufótica se puede observar que al disminuir la turbiedad disminuye la cantidad de oxígeno por lo que se deduce que la turbiedad provocada por el material en suspensión reduce la zona eufótica, inhibiendo la producción de oxígeno por la comunidad fotosintética.

Así mismo, del oxígeno se evaluaron también la demanda Bioquímica (DBO) y la demanda química de (DQO). Al igual que todas los parámetros fisicoquímicos registrados, mostraron valores descendientes en todo el periodo de cultivo

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) presento valores de 29.62 mg/l en mayo descendiendo hasta 13.25 mg/l en el mes de octubre (Figura 10)., siendo la DBO un parámetro de autodepuración de las aguas superficiales, la cual resulta de la degradación de las cargas orgánicas contaminantes bajo la acción de microorganismos de ello resulta un consumo de oxígeno. La degradación de los componentes glucídicos, lipídicos y protéicos de las materias orgánicas se traduce por una descomposición de las cadenas carbonatadas con una duración aproximadamente de 20 días a una temperatura de 20°C.

No existen criterios sobre los niveles de DBO para la protección de la vida acuática (De la Lanza, 1990), pero es evidente que estas no deben tener una DBO significativa que debe estar alrededor de 4 mg/l. En este estudio los valores obtenidos no alcanzaron grandes valores pero si indicaron que son aguas contaminadas lo que en limites razonables, son un tanto favorables a la vida acuática, pero también pueden existir elementos tóxicos inhibidos.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) corresponde al contenido del conjunto de materias orgánicas que tienen un carácter biodegradable o no, se expresa por la cantidad de oxígeno suministrado por el Bicromato potásico necesario para la

oxidación de las sustancias orgánicas (Proteínas, Glúcidos, Lípidos.) presentes en el embalse. Dadas las condiciones operatorias (temperatura), el poder oxidante del reactivo ($\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$) y el empleo de un catalizador (AgSO_4) Los resultados son más elevados a los obtenidos por el permanganato potásico.

La DQO alcanzo valores de 245.39 mg./l en el mes de mayo y de 74.15 mg./l en octubre (Figura 11), al igual que la DBO no hay criterios para determinar valores de DQO para organismos acuáticos bajo cultivo, los valores de la DQO se han determinado empíricamente por aproximaciones con el fin de presentar valores cercanos a los obtenidos por el método de la DBO respecto a aguas contaminadas.

Con el método de la DQO suelen oxidarse algunos compuestos que no son normalmente oxidados en los procesos biológicos, por consiguiente los valores del consumo de oxígeno son superiores a los del ensayo de DBO con una relación DBO: DQO es casi igual (De la Lanza, 1990; Rodier, 1978).

VI.1.6.- TEMPERATURA.

La temperatura en los primeros meses tuvo un descenso de 19.06°C en mayo a 17.35°C en junio casi una diferencia de 1.70°C (Figura 12) estabilizándose en los siguientes meses entre 19 y 20°C . La temperatura influye considerablemente en los procesos químicos y biológicos de los cuerpos de agua, la velocidad de estas reacciones se duplica cada 10°C de incremento, esto significa que los organismos deben usar el doble de oxígeno disuelto y las reacciones químicas pueden progresar al doble de rápido a 30°C que a 20°C , de esta manera los requerimientos de oxígeno de los peces es más crítico en aguas calientes que en frías (Boyd y Licktkopler, 1979).

Para el crecimiento de la carpa los valores obtenidos en el presente estudio son óptimos ya que Arredondo-Figueroa (1983) determina que la temperatura aceptable para estos peces fluctúa entre 16°C y 30°C , el descenso de dos grados en los primeros meses de cultivo no afecto de manera significativa la producción en el cultivo.

Boyd y Licktkopler (op. cit.) citan que las capas superficiales se calientan más rápido que las profundas, con una baja densidad (peso por unidad de volumen) en el estrato superficial por el incremento de la temperatura se produce una estratificación térmica debido a la diferencia de estratos los cuales no se mezclan, en algunos casos es posible encontrar este fenómeno en embalses de cultivo

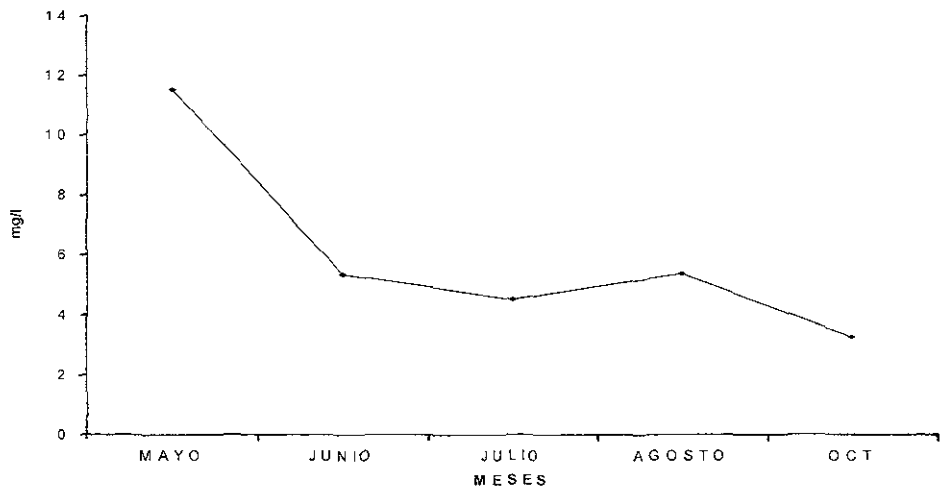


FIGURA 9. Valores de oxígeno disuelto del embalse de Jilotepec

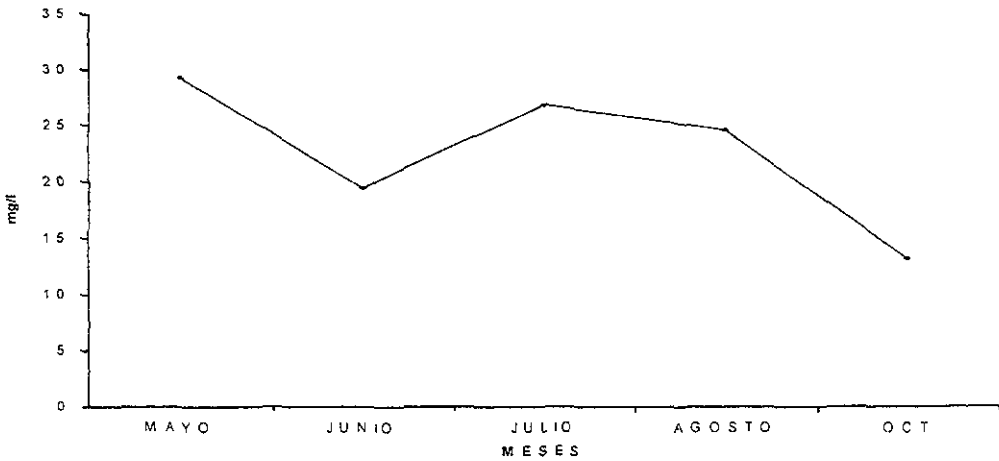


FIGURA 10. Valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del embalse de Jilotepec

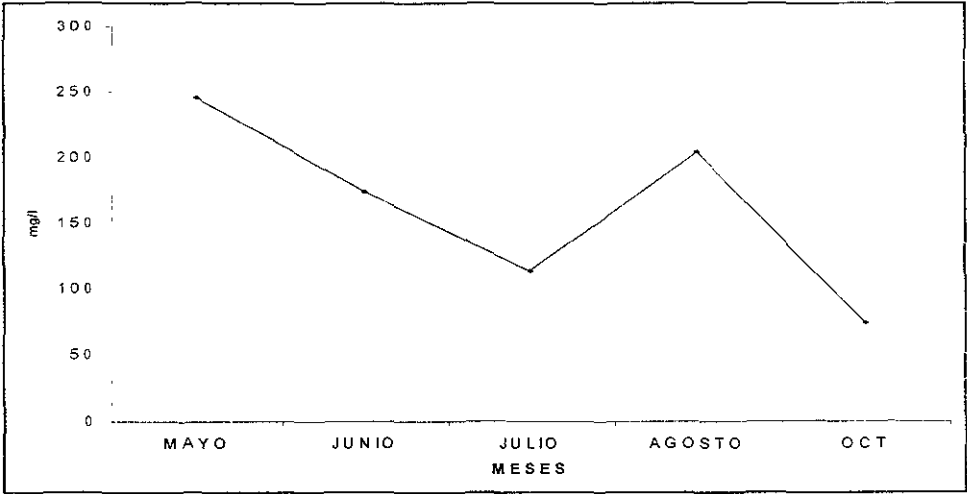


FIGURA 11. Valores de Demanda Química de Oxígeno (DQO) del embalse de Jilotepec.

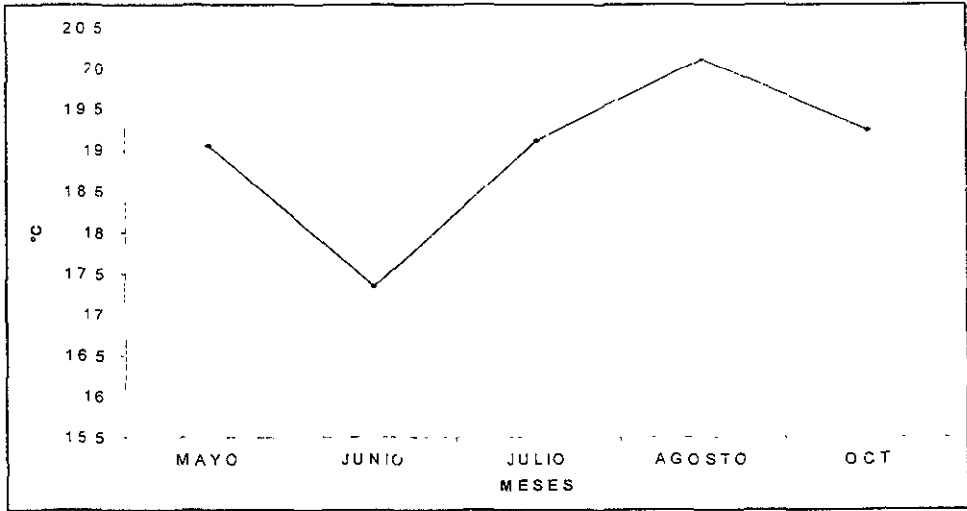


FIGURA 12. Valores de Temperatura registrados en el embalse de Jilotepec

Para muchos ciprínidos, el incremento de la temperatura es entre 6°C sobre valores del ambiente natural con un límite superior a 30°C durante la estación más caliente a valores más altos el crecimiento posiblemente se inhibe (Alabaster y Llord, 1980). Aunque existe una relación muy estrecha entre la temperatura y el crecimiento de los peces (Weatherley, 1972).

Hepher y Pruginin, (1985) encontraron una relación significativa entre número de días con temperaturas ligeramente superiores a los 20°C durante los meses de Julio y Agosto, durante estos meses, la producción se puede incrementar de 4-4.7 Kg./Ha. , en nuestro caso se encontró que en la época de verano se presentaron temperaturas entre los 19 y 20 °C factor que no influyo en el crecimiento de los organismos ya que se tuvo un rendimiento de 564.2 gr, sin embargo, el número de datos no permite aseverar lo anterior ya que se tendría que haber monitoreado por lo menos durante las cuatro estaciones.

VI.1.7.- NIVELES DE NITRÓGENO.

Los pasos del ciclo de nitrógeno en agua naturales también se presentan en estanques para el cultivo de peces, el ciclo del nitrógeno es regulado principalmente por la actividad biológica (Boyd, 1982)

De los valores obtenidos del nitrógeno total, los valores máximos en mg/l se obtuvieron en mayo con 19.31 y valores descendientes de 4.81 en octubre (Figura 13), estos valores no representaron la totalidad del nitrógeno sino solamente el conjunto de sus formas reducidas orgánicas y amoniacales, el nitrógeno existe también en formas de nitrógeno nitroso y nítrico (independientemente del gaseoso) por ello es difícil determinar el contenido de nitrógeno total.

En el presente estudio los valores descendientes de la concentración de nitrógeno indicaron que fue disuelto por el lavado permanente durante el periodo de lluvias.

VI.1.8.- NITRÓGENO AMONICAL.

De acuerdo a los análisis de la calidad del agua proporcionados por la comisión nacional del agua, se determino la forma del nitrógeno amoniacal.

Las concentraciones del nitrógeno amoniacal obtenidas en nuestro estudio tuvieron los valores mas altos en el mes de Mayo de 8.12 mg/l pero a partir del mes de Junio los valores fueron constantes de 2.72 a 2.12 mg/l (Figura 14). No se obtuvo muestra en el mes de Julio.

La técnica de análisis utilizada en el presente estudio mide el nitrógeno amoniacal o sea NH_3^+ , NH_4^+ . Barrera y colaboradores (1983) mencionan que los valores del

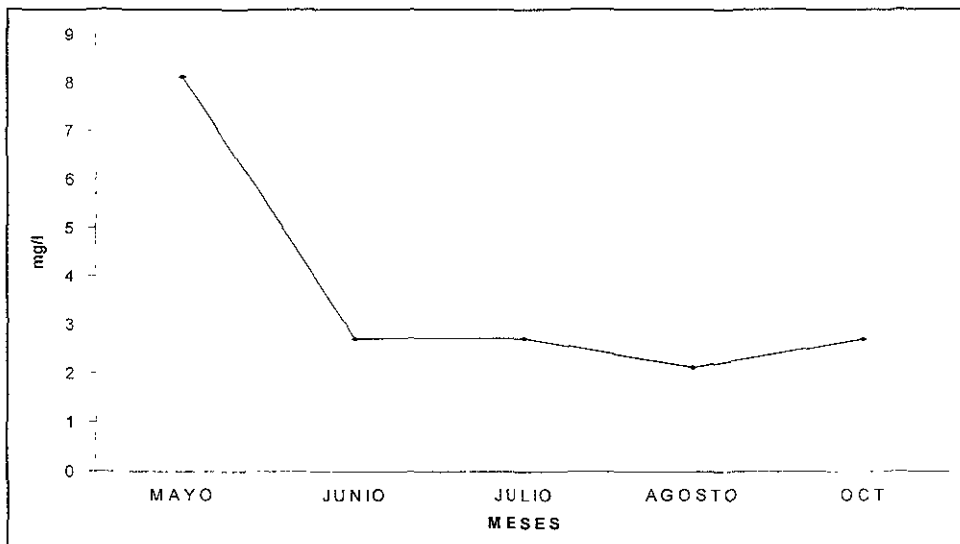


FIGURA 13 Valores de Nitrógeno total del embalse de Jilotepec

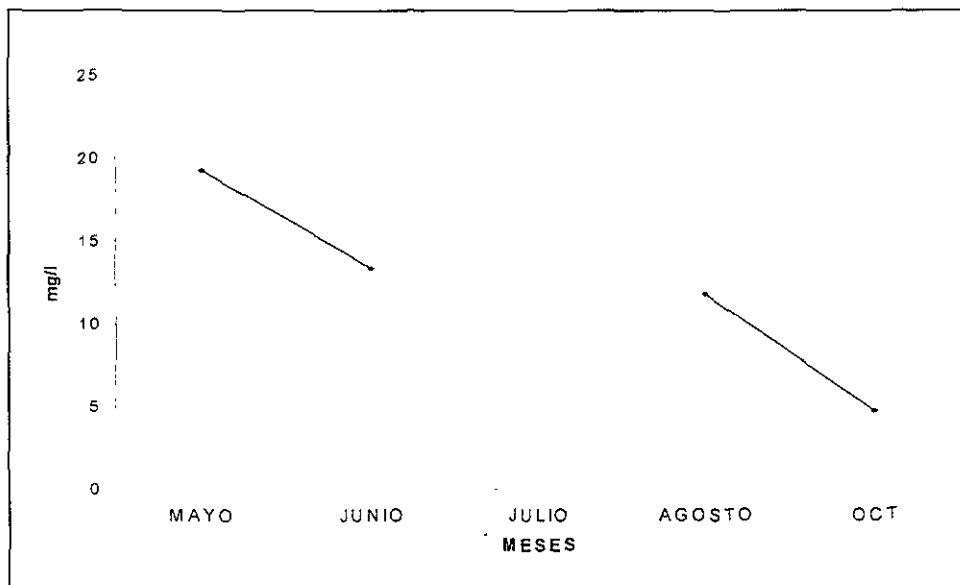


FIGURA 14. Valores de Nitrógeno Amoniacal del embalse de Jilotepec.

amoníaco se reducen notablemente y que sería solo el 10.56% del valor reportado en estos sistemas de cultivo.

Las mediciones son por lo tanto para el nitrógeno amoniacal y no únicamente el amoníaco, por lo que los niveles de NH_3 obtenidos en el sistema se mantuvieron en un intervalo de tolerancia adecuado para el crecimiento.

Vamos y Tasnadi (1967), hicieron algunas observaciones sobre la mortalidad de la carpa encontrando que esta empieza cuando la concentración de amoníaco alcanza los 0.5 mg/l, con un nivel de oxígeno de 6 mg/l, pero cuando la concentración de amoníaco estuvo en 2 mg/l, el nivel letal del amoníaco era solo de 0.2 mg/l.

Alabaster y Llord (1980), mencionan que la carpa común es una de las especies más resistentes a las altas concentraciones de amoníaco, se presenta de acuerdo con E.I.F.A.C. (1973) un nivel tóxico de NH_3 para cortos períodos de exposición entre los 0.6 y 2 mg/l. Valores que por mucho se reflejan de los registrados en cada una de las unidades experimentales, aunque en este cultivo se empleo la carpa espejo que es una variedad de la común.

VI.I.9.- TURBIEDAD.

La turbiedad presento tres tiempos secuenciales, una donde se incremento (Mayo, Junio y Agosto) y dos donde decreció (Julio, Octubre) (Figura 15), esto asume que el incremento es más grande por el posible florecimiento del fitoplancton

Este estudio se realizo en épocas de lluvias, las cuales en ciertas instancias tuvieron algún impacto sobre las medidas de turbiedad, pero no hubo mayores efectos causando un decremento entre Agosto y Octubre con algunas fluctuaciones intermitentes, hubo un incremento gradual y declive en la turbiedad. Observaciones semanales en el agua del embalse no revelaron algún cambio significativo en el color del agua y la transparencia durante el periodo de cultivo.

Los máximos valores registrados se obtuvieron en Mayo, Junio y Agosto con registros de 43.21, 75.98 y 37.28 mg/l respectivamente y los menores registrados fueron en Julio con valores de 11.46 y en la etapa final del estudio con 5.11 mg/l.

En este estudio la turbiedad no fue un factor que presentara mayores problemas para la producción de peces ya que rara vez es alta para dañar directamente a los organismos bajo cultivo.

De acuerdo con Buck (1956; en Alabaster y Llord,1980), el estanque es ubicado como de aguas intermedias, los valores que citan estos autores fluctúan entre 25-100 mg/l de sólidos suspendidos

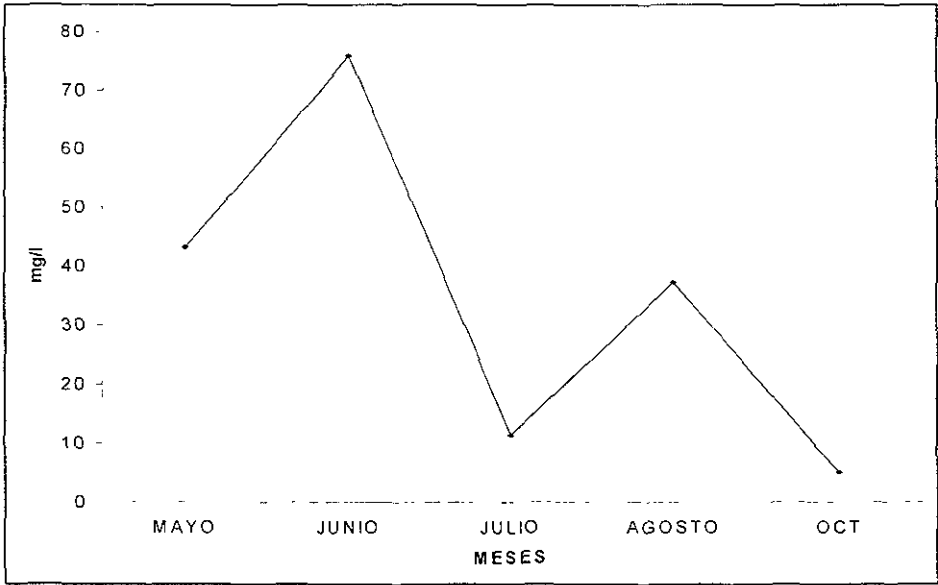


FIGURA 15. Valores de Turbiedad del embalse de Jilotepec

VI.2.- PECES.

VI.2.1.- ECUACIÓN DE CRECIMIENTO DE VON BERTALANFFY.

La estimación de L_{∞} se realizó por la variante del método de Ford-Walford obteniéndose un valor de:

$$L_{\infty} = 126.32 \text{ cm}$$

Con un coeficiente de correlación de $r = 0.98$

Las constantes K y t_0 se estimaron por el método de Beverton y Holt obteniéndose los siguientes valores:

$$K = 0.00651 \text{ cm/semanas}$$

$$t_0 = -6.23 \text{ semanas}$$

De esta forma la ecuación de crecimiento de Bertalanffy para longitud de la carpa barrigona quedó expresado de la siguiente manera:

$$L_t = 126.32 * (1 - e^{(-0.00651 * (t + 6.2333))})$$

Según lo muestran las figuras 17 y 18, se estimó que el crecimiento fue demasiado rápido comparado con los reportados por otros autores, Parker y Larkin (1959), indican que en la etapa juvenil de un pez, la curva de crecimiento es exponencial ya que la velocidad de crecimiento es relativamente mayor en las etapas juveniles de los peces, estos autores se refieren a una escala anual por lo que la rapidez se ve mayor en juveniles, si la escala se ve reducida, la rapidez de crecimiento es aumentada como sucedió en este caso.

Por otra parte y dado que la tasa de crecimiento de estos organismos no es constante durante todo su ciclo de vida, encontramos que cuando el organismo va alcanzando la etapa adulta, su curva de crecimiento avanza hacia el límite asintótico sin detenerse por completo (crecimiento indeterminado).

En el presente estudio la curva no llegó a la asíntota ya que el cultivo no sé continuo, esto indica que la carpa barrigona bajo estas condiciones de cultivo puede crecer mucho más allá de las etapas experimentales empleadas en este trabajo.

El cultivar a la carpa en jaulas flotantes es buena estrategia para llevar un mejor control sobre su crecimiento, pese a los hábitos alimenticios de la especie de enterrarse en el fondo, los peces tuvieron que buscar otras estrategias para obtener su alimento tomándolo de las partículas de la cerdaza.

Los valores obtenidos mostraron una buena producción pero hay que experimentar con corrales de fondo y emplear algunas estrategias para la generación de alimento suplementario lo cual incrementará el crecimiento y producción.

El cultivo de carpa en los bordos de temporal ha resultado adecuado, como lo demuestran Torres (1989) y Arredondo-Figueroa y Losano (1994) el primero obtuvo crecimientos de 32.47 cm y 458 gr en 35 semanas y el segundo de 27.15 cm. y 756.39 g realizados en 20 semanas ambos en policultivos a bajas densidades de siembra.

Los valores mencionados anteriormente son inferiores a los obtenidos en 16 semanas en el presente estudio de acuerdo a estos resultados es recomendable el cultivo de carpa en la técnica de policultivo utilizando bajas densidades de siembra y monitorear el crecimiento en las cuatro estaciones del año.

El crecimiento es el resultado neto de dos procesos con tendencias opuestas uno relativo a la construcción de las sustancias del cuerpo (anabolismo) y el otro a la destrucción de las mismas (catabolismo). En las relaciones que determinan el ritmo de crecimiento de una o varias especies de peces en condiciones de cultivo (las cuales suelen ser muy complejas) se consideran dos aspectos; en primer lugar sus características genéticas y su estado fisiológico y en segundo lugar los factores extrínsecos relacionados con su medio ambiente entre los que destacan la composición química del agua, nivel de metabolitos tóxicos, oxígeno disuelto y alimento

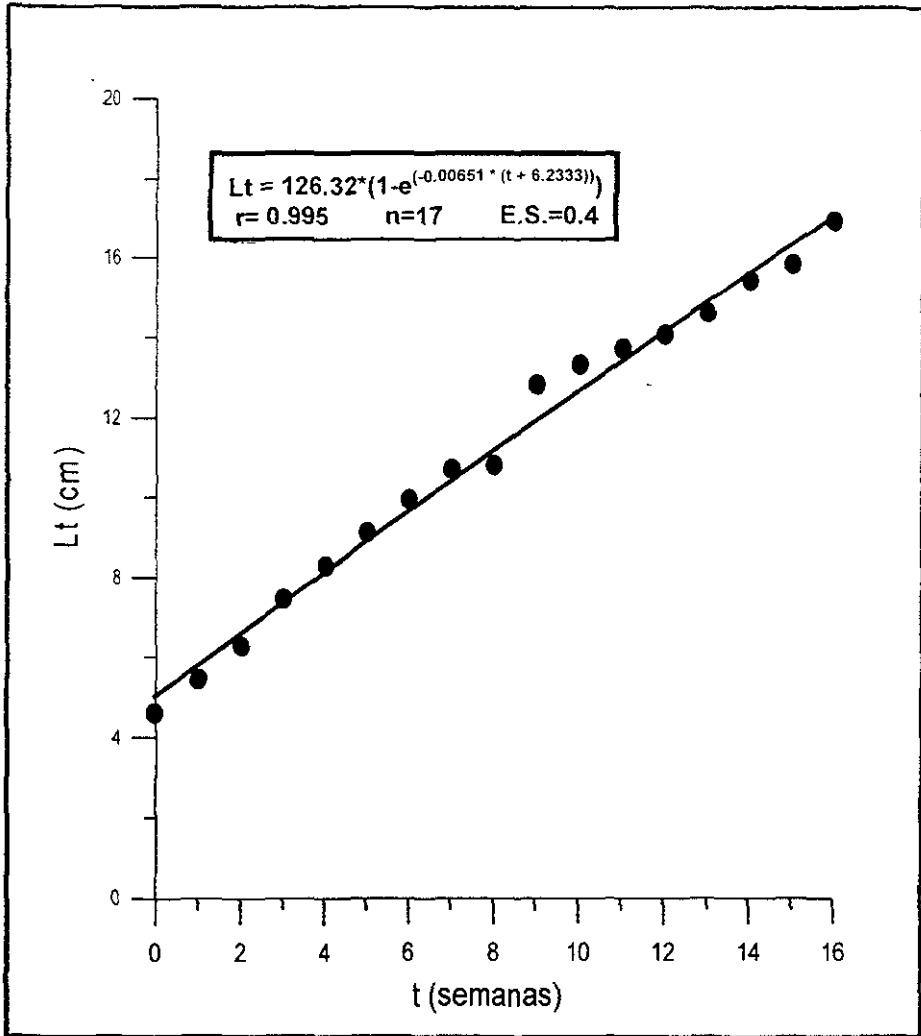


FIGURA 17 Curva de crecimiento del modelo de L.V. Bertalanffy para la carpa

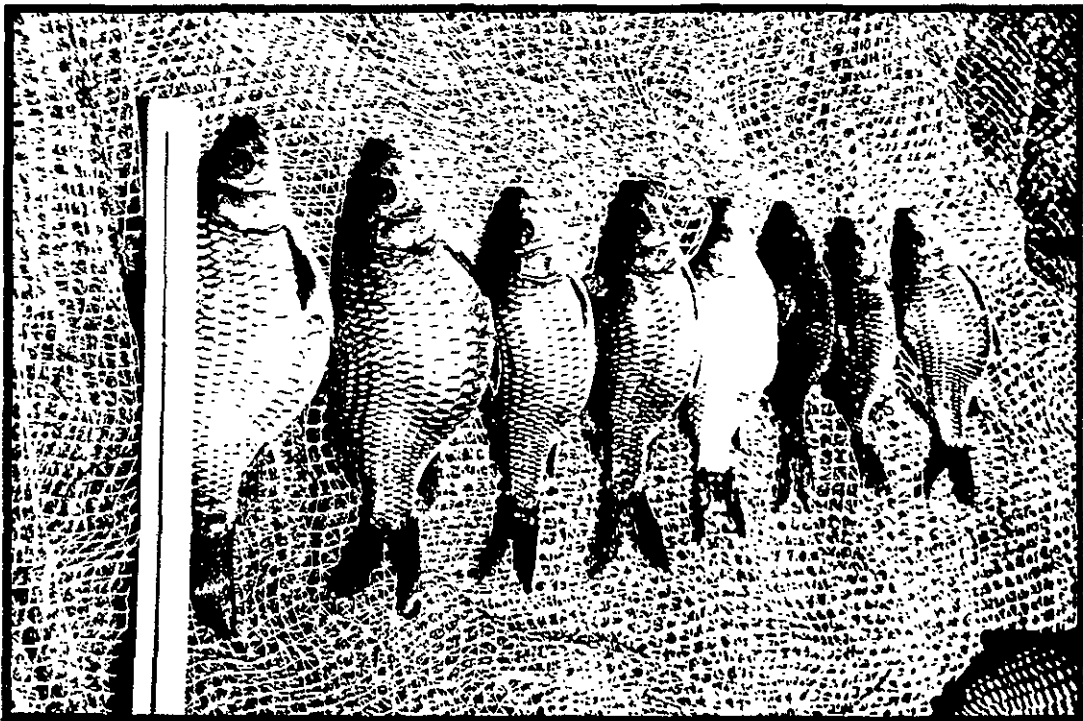


FIGURA 18.- Fotografía que muestra las diferentes etapas de crecimiento de la carpa barrigona durante las 16 semanas de estudio

VI.2.2.- RELACIÓN PESO-LONGITUD.

En los estudios de crecimiento en peces, la función que relaciona el peso con la longitud de los individuos de una especie tiene una importancia fundamental, ya que entre otras cosas, permite determinar los estadios de condición fisiológica de la población, ya sea en diferentes estaciones del año o en las diferentes etapas de su ciclo de vida.

Los resultados obtenidos de la regresión por medio del modelo de la relación peso-longitud dio un valor de la pendiente b de 3.5 (Figura 16) lo cual representa un tipo de crecimiento alométrico cuya ganancia en peso representa el cubo de la longitud, es decir un crecimiento geométrico en donde el incremento entre la longitud y peso fue proporcional durante el periodo de cultivo (Weatherley, 1972; Csirke, 1980; Pauly, 1984).

La formula obtenida es:

$$W = 0.02975 L^{3.5}$$

El valor de la pendiente b determinado en este estudio es mucho mayor al reportado por Jaramillo (1991) de 3.02 en biocultivo de carpa barrigona y tilapia, Hernández (1994) reporto un valor para b de 2.7 en monocultivo.

Lo cual según Pauly (1984) todas las especies de peces se encuentra en las fluctuaciones de la pendiente b que esta entre 2.5 a 3.5 tienen crecimientos de este tipo.

Igualmente se observo que el coeficiente de correlación (r) mostró un valor de 0.98 acercándose bastante a la unidad por lo que fue aceptable el ajuste de los datos de la regresión.

El valor obtenido de la pendiente b en el presente estudio empleando la técnica de monocultivo indico un mejor crecimiento en relación peso-Longitud al compararlos con los reportados para biocultivos donde se presentan competencias interespecificas por espacio y alimento lo que provoca crecimientos bajos en peso-longitud.

Por la pendiente, este cultivo fue más productivo pero habría que comparar este crecimiento en tallas más grandes.

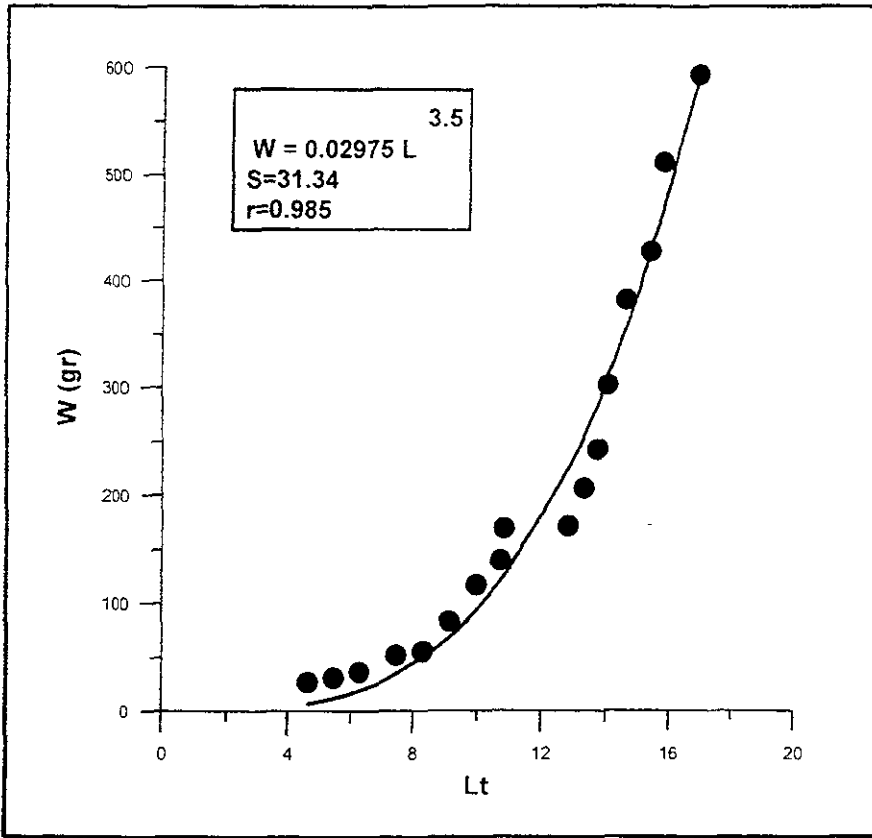


FIGURA 16 Gráfica que muestra la relación Peso-Longitud de la carpa

VI.2.3.- CRECIMIENTO ABSOLUTO Y RENDIMIENTO PESQUERO POTENCIAL

El crecimiento absoluto al finalizar este estudio fue para longitud de 0 11 cm/día y para peso de 5.04 g./día. Estos valores son más altos a los reportados por Hernández (1994) quien obtuvo crecimientos para longitud de 0.022 cm./día y un peso de 0 1131 gr./día, también en un cultivo similar realizado por Zweing (1989) el crecimiento fue alto, el autor quien cita crecimientos de 2.0 gr/día, el autor no proporciona longitudes, esta diferencia puede deberse a que el autor empleo pesos iniciales de 72g. lo cual según Hopher y Pruginin (1985), los peces en etapas juveniles tienen tasas de crecimiento mayores que los peces pequeños en los primeros dos meses los peces crecen mas rápidamente y después esta tasa de crecimiento decrece lentamente.

El rendimiento pesquero obtenido de este embalse calculado fue de 564.2 Kg./las tres jaulas mediante el método de fertilización empleado.

El rendimiento pesquero alcanzado en algunos embalses temporales de México reportados por Rosas (1976) están en el intervalo de 150 a producciones mayores de 450 kg/Ha. lo cual implica que estos cuerpos de agua son productivos, estos datos corresponden a la carpa de Israel, el autor reporta en un cultivo mixto de *C. carpio specularis* con *Tilapia sp*; *Chirostoma sp.* y *Micropterus salmoides* rendimientos de 391.3 kg/ha/281 días no considerando la mortalidad.

Estos valores comparados con los obtenidos en la presa Encinillas (94.89 kg/Ha/235 días para carpa de Israel y 118.64 kg/Ha/235 días para carpa barrigona) no es tan bajo, ya que el rendimiento total se encuentra dentro del intervalo medio reportado para estos embalses.

En otros estudios similares, Juarez y Chavez (inedito) obtuvieron rendimientos de 150.6 Kg/Ha./195 días en monocultivos con carpa de Israel; igualmente García (1977) obtuvo rendimientos para esta especie de 19 Kg/Ha/120 días.

Estos autores, emplearon bajas densidades de siembra y utilizaron alimento complementario comercial, también se llevo un control de la calidad del agua con niveles adecuados en el cultivo.

En el presente estudio, los peces fueron cultivados de manera muy distinta a los empleados por dichos autores, los peces solo se nutrieron con el alimento natural producido en el estanque, sin ningún tipo de alimentación complementaria, las condiciones de la calidad del agua no fueron controladas en lo mas mínimo y las densidades de siembra fueron extremadamente altas.

Pese a estos inconvenientes, el rendimiento pesquero fue alto lo cual indica que el agua del embalse puede tener altos niveles de producción, como ya se indico, en

un periodo de 16 semanas los valores obtenidos de 564.2 Kg. pudieron ser mayores, pero en las etapas finales del estudio y pese a que la siembra fue de organismos de igual tamaño se observaron peces de diferentes tamaños lo cual según Backiel y Stegman (1986) citan que las condiciones de alimentación estuvieron empobrecidas, esto no solo da por resultado una reducción de la tasa de crecimiento de la población sino también una mayor variabilidad del crecimiento en tamaños como sucedió en el presente estudio. Aquellos organismos de mayor tamaño ingresarán al siguiente estado de crecimiento mientras que los más pequeños retardarán su crecimiento (Nikolsky, 1963).

Las diferencias obtenidas en tamaños de los peces medidos indican que debió existir una fuerte competencia por el alimento, aparentemente, la fertilización es un recurso para mantener cantidades suficientes de alimento natural pero insuficiente para soportar el crecimiento de todos los organismos.

VI.2.4.- MANEJO POTENCIAL DEL EMBALSE DE JILOTEPEC

El empleo de cuerpos de agua para piscicultura, implica la realización de estudios previos sobre las condiciones físicas y químicas de la calidad del agua, la disponibilidad de alimento, los requerimientos ecofisiológicos de las especies y la duración del embalse para definir talla y densidad de la especie a cultivar

En este estudio intervinieron otros factores además de los mencionados. el embalse es un bordo de 7,700 metros cubierto por una gran vegetación, la cual proporciona refugio a los peces siendo prácticamente imposible llevar un control sobre el crecimiento en estas condiciones. Se optó por seguir los criterios de SEPESCA (1986), cultivar a los peces en jaulas colocadas en la parte más profunda del estanque, esto no solo limitó a los organismos a una área específica sino que la densidad de individuos por hectárea se vio reducida a los espacios de la jaula. Este factor dependiente de la densidad pese a no limitar su crecimiento, sí fue un obstáculo para los requerimientos de oxígeno y disponibilidad de alimento, esto aunado a que los organismos solo tuvieron como dieta el alimento natural producido en el estanque a base de fertilizar con cerdaza.

De todo ello, en estos reservorios, las fluctuaciones ambientales implican cambios en la disponibilidad de alimento, de aquí que la aportación de alimento complementario y/o el suministro de fertilizantes podrían constituir una fuente alimenticia en la etapa crítica, otra alternativa alimenticia son las plantas acuáticas a través de un análisis previo para determinar la especie a cultivar, si a esto se aúna la fertilización, los rendimientos por superficie aumentarían obteniéndose ejemplares con mayores tallas.

Se recomienda, que estas estrategias se evalúen económicamente a fin de determinar si los costos de ejecución son mayores a los beneficios producidos por

estas alternativas y por el incremento poblacional de los peces.

De acuerdo a los hábitats de la carpa barrigona, esta especie resulta no ser muy adecuada para cultivarla en jaulas, sus hábitos alimenticios son el buscar su alimento que comprende organismos que están enterrados en los lodos, bentos y detritos por lo que es recomendable experimentar con corrales de fondo.

Otras carpas como las que tienen hábitos alimenticios planctónicos (plateada y cabezona) habitan los niveles superficiales de los cuerpos de agua, sería conveniente experimentar el sistema de cultivo en jaulas con estas especies.

Así mismo, Jilotepec es un embalse productivo y hasta cierto punto se ha desperdiciado puesto que no se han realizado estudios similares al propuesto en este trabajo.

Como se ha indicado, es conveniente cultivar ciprínidos en un sistema de policultivo, dividir a los peces de acuerdo a su hábitat en la columna de agua. Una propuesta es la siguiente:

- **Peces de superficie.**- Carpas con hábitos alimenticios planctónicos (Plateada y cabezona).
- **Peces de media agua.**- Carpas herbívoras y brema.
- **Peces moradores del fondo.**- Carpa común variedades barrigona y de Israel.

Con estas diferentes especies en el estanque, todos los recursos alimenticios de los distintos niveles a la columna de agua serían utilizados en su totalidad; además se reducen las relaciones intra e interespecíficas, de tal manera que es posible cultivar en conjunto hasta 12 especies, por lo que el rendimiento de las carpas en policultivo es mayor que el logrado por las especies cultivadas por separado en sistemas de monocultivo (Yashouv, 1971)

Para futuros trabajos, similares al presente, es necesario integrar un grupo interdisciplinario e interinstitucional donde participen especialistas en las diferentes ramas señaladas, así mismo la participación de tesis y prestadores de servicio social.

VII.- CONCLUSIONES

- Las concentraciones de los parámetros físicos y químicos no fueron un factor limitante para la producción de la carpa barrigona ya que se mantuvieron a los niveles adecuados para los requerimientos de la especie.
- Los valores máximos de concentración en los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron en el mes de mayo, este mes marco el inicio de la etapa de dilución por el periodo de lluvias. Marcando una tendencia a bajas concentraciones al finalizar el periodo de cultivo.
- La relación peso-longitud presento el valor de la pendiente b de 3.5 con un coeficiente de variación de 0.98 representando un crecimiento de tipo alométrico.
- La ecuación de crecimiento de Bertalanffy para longitud fue de: $L(t) = 126.32 * (1 - e^{(-0.00651 * (t + 6.23333))})$, La curva presento un crecimiento rápido sin llegar a la asíntota.
- El rendimiento biológico obtenido fue de 564 2 Kg./las tres jaulas/16 semanas
- El crecimiento absoluto final fue para longitud de 0.10 cm./día y para peso de 5.03 g/día.
- La producción en este embalse fue mayor a lo reportado en un 10%, aunque se debe considerar que las tallas que alcanzan estos peces son muy grandes.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

VIII.- RECOMENDACIONES

- Realizar estudios limnológicos y de acuicultura de manera interdisciplinaria y/o interinstitucional.
- Realizar monitoreos de la calidad microbiológica y parasitaria tanto del agua del embalse como de los peces producidos.
- Emplear alimento complementario aprovechando cadáveres de cerdos, placentas y otros desechos de rastros y mataderos que desde el punto de vista biotecnológico representan recursos alimenticios y nutricionales para especies acuícolas.
- Hacer monitoreos de los parámetros físicos y químicos y biológicos del agua cada semana dos veces por día (6.00 AM Y 18:00 PM).
- Se recomienda policultivo empleando tanto carpas bentónicas como nectónicas y tilapia.
- Reducir la densidad de siembra en las jaulas para evitar competencias interespecíficas.
- Realizar inspecciones sanitarias mensuales del cultivo
- Efectuar análisis toxicológicos periódicos para evaluar niveles de detergentes, metales pesados y pesticidas.
- Evaluar la productividad del estanque tanto de especies de fitoplancton como de zooplancton.
- Dragar el fondo del estanque analizando los sedimentos.
- Evaluar el régimen de lluvias con el objeto de determinar la capacidad de dilución tanto de sustancias químicas como de organismos para poder ajustar la cantidad de cerdaza necesaria,.
- Cultivar este tipo de peces en corrales de fondo de acuerdo a sus hábitos alimenticios.
- Evaluar la mortalidad
- Análisis del contenido intestinal de los peces con el objeto de determinar las preferencias alimenticias así como los organismos del fitoplancton y zooplancton que florecen de acuerdo a la fertilización de la cerdaza..

IX.- LITERATURA CITADA

- **Alabaster, J. S. y R. Llord.** 1980. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworths, Londres y Boston. 297 p.
- **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 tres Tipos de Fertilizantes. TESIS UNAM. Fac. de Ciencias. 140 p
- **Arredondo-Figueroa, J. L.** 1983. Especies Animales Acuáticas de Importancia Nutricional Introducidas en México. Biotica. 8(2): 175-199 p.
- **Arredondo-Figueroa, J. L.** 1986. Piscicultura, Breve Descripción de los Criterios y Técnicas para el Manejo de la Calidad del Agua en Estanques de Piscicultura Intensiva. SEPESCA. Méx. 182 p.
- **Arredondo-Figueroa, J. L.** 1990. Estado actual de la reproducción inducida de ciprínidos aloctonos en México. En: **De la Lanza Espino, G. Y Arredondo-Figueroa, J. L.** (1990). La Acuicultura en México: De los Conceptos a la Producción. Publicaciones del Instituto de Biología, UNAM. 181-199 p.
- **Arredondo-Figueroa, J. L.** 1993(a). Fertilización y Fertilizantes: su Uso y Manejo en la Acuicultura. U.A.M. Iztapalapa. Primera Edición. 202 p
- **Arredondo-Figueroa, J. L.** 1993. Policultivo Experimental de Ciprínidos Asiáticos en México. Inst. Cien. Mar y Limnología. TESIS. Postgrado. UNAM. 127 p.
- **Arredondo-Figueroa, J. L. y Losano S. D.** 1994. Water Quality and Yields in a Polyculture of Ciprinids in México. Hidrobiológica. 4(1-2): 1-8 p.
- **Baca, M. A.** 1988. Consideraciones para la Operación de una Granja Integral de Policultivo. Acuavisión. Año II. 13: 14-16 p.
- **Backiel, J. E. y Stegman, J. H.** 1986 Dan design and operation to optimize fish production in impounded river basins. CIFA. Tech.Pap. 11:98 p.
- **Bardash, J. E; Ryther, J. U. H; McLarney, W. O.** 1972. Aquaculture, the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms. Wiley-Interscience. New York. 868 p.
- **Barrera, V. B.** 1988. Los Cultivos Integrados: Granjas Funcionales en Veracruz. Acuavisión. Año II,13: 19-22 p.

- **Barrera, R; Becerra, L; Diaz, F, Espino, S; Latournerié.** (1983). Análisis de los Factores Fisicoquímicos de tres Estanques Fertilizados de la Granja Integral de Policultivo de Tezontepec, Hidalgo. Fac. de Ciencias. UNAM. 29 p.
- **Boyd, C. E.** 1979. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn University Agricultural Experiment Station. Craftmaster Printers, Inc. Opelika, Alabama. 359 p.
- **Boyd, C. E.** 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture Elsevier Scientific Publishing Co. New York. 318 p.
- **Boyd, C. E.** 1986. Comments on the Development of Techniques for Management of Environmental Quality in Aquaculture. Aquacultural Engineering, Publishers Ltd. England. 135-146 p.
- **Boyd, C. E. y Lichtkoppler, F.** 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Auburn University. International Center for Aquaculture. Agricultural Experiment Station 30 p.
- **Buck (1956) en: Alabaster, J. S. y R. Llord.** 1980. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworths, Londres y Boston. 297 p.
- **Caballero, S. L.** 1984. Determinación de Algunos Parámetros Físicos y Químicos que Pueden Influir en el Crecimiento de los Ciprinidos Introducidos en un Charco Temporal (Ejido de san Miguel Vidho, Estado de Hidalgo) Informe S. S. UAM Xochimilco.
- **Chavira, R. J. y Grajeda, A. B.** 1980. Comportamiento Físico-Químico del Suelo y del Agua, Curso a Nivel Técnico Superior. Centro de Capacitación "Benito Juárez", el Carrizo, Sinaloa. SARH. 2ª.Ed. tomo II, Méx. 375 p.
- **Contreras, T. A.** 1988. Granjas integrales: una alternativa de desarrollo rural. Acuavisión. Año II. 13:12-14 p.
- **Contreras, R. G.** 1990. Evaluación de algunos atributos poblacionales de *C. carpio* en la "goleta" Edo. de Méx TESIS. ENEP Iztacala. UNAM. 38 p.
- **Cordero, G. A. y Gil, C. R.** 1986. Evaluación Biológico-Pesquera de *C. Carpio* (Linneo) y *C. Auratus* (Linneo) en el Embalse "La Goleta" Edo. De Méx. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM. 107 p.
- **Cortez, O. R.** 1993. Determinación del crecimiento y sobrevivencia de *C. Carpio specularis* Durante la Fase de cría, Bajo el Efecto de dos Tipos de Fertilizantes. TESIS. ENEP Iztacala, UNAM. 43 p.

- **Csirke, J.** 1980. Introducción a la Dinámica de Poblaciones de peces. FAO. Doc. Técnica Pesca. (192). 207 p.
- **Daborn, G. R. y Clifford, H.F.** 1974 Physical and Chemical Features of an Estival Pond in Western Canada. *Hydrobiologia*. 44(1): 43-59 p.
- **De la Lanza, E. G.** 1990. Algunos Conceptos sobre Hidrobiología y Calidad del Agua. En: **De la Lanza Espino, G. Y Arredondo-Figueroa, J. L.** (1990). La Acuicultura en México: De los Conceptos a la Producción. Publicaciones del Instituto de Biología, UNAM. 181-199 p.
- **Doudoroff, P. y Schummway, D. L.** 1970. Dissolved Oxygen Requirements of Freshwater Fisheries. FAO. United Nations, Fish.Tech. Paper. 86: 291 p.
- **Elías, F. G.** 1994. Cultivo de la Carpa común (*C. carpio*) en un Bordo del Estado de México Considerando la Composición y Algunos Aspectos Sobre la Variación Temporal de los Grupos Zooplanctonicos y del Macrobentos Durante dos Periodos de Cultivo. TESIS. ENEP, Iztacala. UNAM. 84 p.
- **Escárcega, R. S.** 1988. China y sus Métodos de Policultivo. *Acuavisión*. Año II 13. 24-25 p.
- **European Inland Fisheries Advisory Commission.** 1973. Water Quality Criteria for European Freshwater Fish Report on Ammonia and Inland Fisheries. *Water Res* 7(2) 1011-1022 p
- **García, M. E.** 1977. Condiciones Fisicoquímicas y su Relación con el Crecimiento de Carpas en dos Embalses Temporales de Guanajuato. Primer Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura. Maracay de Aragua. 11 p.
- **Gómez, M, J. L.** 1994. Métodos para determinar la edad de los organismos acuáticos. FES Zaragoza, UNAM. 1ª. Edición. 88 p.
- **Gulland, J. A.** 1966. Métodos de Análisis de Poblaciones de peces. FAO, ONU. 193 p.
- **Hepher, B. y Pruginin Y.** 1985. Cultivo de Peces Comerciales, Basado en las Experiencias de Granjas Israelíes. Limusa. 1ª. Edición. 316 p.
- **Hérmendez, M. M. V.** 1994. Estimación del Crecimiento de la Carpa Común (*C.carpio*) Cultivada en Canales Residuales de Xochimilco. TESIS. ENEP Iztacala. UNAM. 39 p.

- **Huet, M.** 1983. Tratado de Piscicultura. Ed. Mundi-Prensa. Tercera Edición. Madrid 753 p.
- **Itazawa** 1971. En: **Boyd, C. E. and Lichtkoppler, F.** 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Auburn University. International Center for Aquaculture. Agricultural Experiment Station 30 p.
- **Jaramillo, S. G.** 1991. Evaluación del Crecimiento de la Carpa Barrigona (*C. Carpio rubrofuscus*) y Tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum*). En un Embalse Temporal "Chavirria", Coatlan. Edo. De Morelos. TESIS. ENEP Zaragoza. 87 p.
- **Juarez, P. R. y Chavez, S.** (sin año) (inedito). Piscicultura Extensiva en un Estanque Temporal de México. 2: Crecimiento de la Carpa Israel *C. Carpio specularis*. (Documento Mimeografiado). 13 p.
- **Kenk, R.** 1949. The Animal Life of Temporary and permanent Ponds in South Western Michigan. Miscellaneous of Publications of the Museum of Zoology of the University of Michigan. 71: 1-68 p.
- **Kerns, C. L; y Roelofs, E. W..** 1977. Poultry Wastes in the Diet of Israeli Carp. Bamidgeh. 29 (4) 125-135 p.
- **Khalaf, N. A. y McDonald, L. J.** 1975. Physicochemical Conditions in Temporary Ponds in the New Forest Hydrobiologia. 47(2): 301-318 p.
- **Living-Stone, D. A.** 1963. Chemical Composition of River and Lakes. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper. 400-G. U.S. Gov Printing Office, Washington, D.C: 64 p.
- **Margalef, R.** 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 p.
- **McBay, L. G.** 1961. The Biology of *Tilapia nilotica* linnaeus. Proc. S. E. Assoc. Game and Fish Comm; 15:208-218 p.
- **Medina, M.** 1979. El Factor de Condición Múltiple (KM) y su Importancia en el Manejo de la Población de la Carpa Israel (*C. carpio specularis*). Manual Técnico de Acuicultura. DEPES. I (1): 5-10 p.
- **Moscoso, J.** 1995. Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en las Actividades Agropecuarias. Org. Pan. de la Salud. Lima Perú. Memorias del Curso de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en Actividades Agropecuarias. F.M.V. y Z; U.N.A.M. Octubre 9-14. 1995.
- **Moyle, J. B.** 1945. Some Chemical Factors Influencing the Distribution of Aquatic Plant in Minnesota, Amer. Midl. Natur. 34. 402-420 p.

- **Navarrete, S. N. y Sánchez, M R.** 1988. Cultivo de Carpas en el Estado de México, Una Alternativa en la Producción de Alimento. Acuavisión. Año II.12: 33-35 p.
- **Nikolsky, G. V.** 1963. The Ecology of Fishes. Academic Press, London and New York. 352 p.
- **Obregón, F.** 1961. Cultivo de la Carpa Seleccionada en México, Tercera Edición Banco Nal De Crédito Ejidal, Secretaria de Agricultura y Ganadería. México. 87 p.
- **Odum, E. P; y A. A. de la Cruz.** 1967. Particulate Organic Detritus in a Georgia Salt Marsh-Estuarine Ecosystem. En G.H. Lauff. Ed. Estuaries. AAAS publ. 83: 383-389 p.
- **Osorio; S. D.** 2000. Evaluación de los Sistemas Integrales Porcícola y Acuícola para Disminuir el Impacto Ambiental Causado por la Industria Porcina y Desarrollo Acuícola. Informe de Actividades. 16 p.
- **Parker, R. P. y Larking, P. A.** 1959. A Concept of Growth in Fishes. Journal of Fisheries Research Board of Canada. 16(5): 721-745 p.
- **Pauly, D.** 1984. Fish Population Dynamics in Tropical Water A Manual for Use with Program Calculator. Int. Center for Living Aquatic Resources Management, ICLARM, Estudios and Reviews, Manila, Phillipinas. 179 p.
- **Pérez, S. L. A.** 1982. Piscicultura: Ecología, Explotación e Higiene. Ed. El manual moderno. 1ª. edición. 154 p.
- **Pérez, E. J.** 1985. La Pesca en el Medio Lacustre y Chinampero de San Luis Tlaxiátemanco. Cuadernos de la Casa Chata. Serie: Los Pescadores de México Vol.7. Museo Nacional de Culturas Populares.
- **Phelps, R.** 1981. Nutrición de peces. Auburn University. USA.
- **Piedrahíta, R. H. y D. W. Smith.** 1988. The Relation Between Phytoplankton and Dissolved Oxygen in Fish Ponds. Aquaculture. Netherlands. (68): 249-265 p.
- **Rodier, J.** 1978. Análisis de las agua. (Naturales, Residuales Y Marinas). Ed. Omega S. A. Barcelona. 1059 p

- **Rosas, M. M.** 1976. Peces Dulce Acuícolas que se Explotan en México y Datos sobre su Cultivo. Centro de Estudios Económicos y Sociales del tercer mundo. México. 52 p
- **Ryder, R. A; Kerr, S. R. Loftus, K.H. y Regler, H. A.** 1974. The Morphoedaphic Index, a Fish Yield Estimator Review and Evaluation. Journal of Fish. Research Board of Canada. 31(5): 663-688 p
- **Sánchez, M R.** 1984. Análisis de los Aspectos Biológicos y Económicos en dos Casos de Piscicultura Rural con Carpa (*C. Carpio specularis*) TESIS. ENEP. Iztacala. UNAM. 122 p.
- **Schoroeder, G. L.** 1978. Autotrophic and Heterotrophic Production of Microorganisms in Intensely Manured Fishponds, and Related Fish Yield. Aquaculture. 14:303-325 p.
- **SEPESCA.** 1986. Piscicultura de Agua Dulce. 1ª. Edición. La Unión. 460 p
- **SEPESCA.** 1988. Anuario Estadístico de Pesca. Dirección General de informática, Estadística y Documentación. Secretaria de Pesca. 357 p.
- **SEPESCA.** 1989. Anuario Estadístico de Pesca. Dirección General de Informática, Estadística y documentación. Secretaria de pesca. 350 p.
- **Stickey, R.** 1979. Principles of Warmwater Aquaculture. John Wiley and Sons. N.Y. 375 p.
- **Taiganides, E. P; E. R. Pérez y S. E. Girón.** 1995. Manual para el Manejo y Control de Aguas Residuales y Excretas Porcínas en México. Consejo Mexicano de porcicultura.
- **Torres, R. B.** 1989. Evaluación del Crecimiento y Robustez de la Tilapia (*Oreochromis urolepis hornorum*) y la Carpa Barrigona (*Ciprinus carpio rubrofuscus*) En condiciones de Policultivo Extensivo y su relación con los Parámetros Limnológicos del Embalse de Temporal "Chavarría" en el Edo. De Morelos. TESIS. UNAM: ENEP-Zaragoza. 88 p.
- **Vaas-van Oven. 1959** En: **Hepher, B. y Pruginin Y.** 1985. Cultivo de Peces Comerciales, Basado en las Experiencias de Granjas Israelíes. Limusa. 1ª. Edición. 316 p.
- **Valiente, R. E.** 1988. El Sistema Chino de Cultivo de Peces. Acuavisión. Año II. 13: 16-23 p.

- **Vamos, R. y Tasnadi, R.** 1967. Ammonia Poisoning in Carp, the Oxygen Content as a Factor in Influencing the Toxic Limit of Ammonia. *Acta Biol. Sveged.* 13: 99-105 p.
- **Vasnetsov.** (1953) *En Ricker, W. E.* 1975. Computation and Interpretation of Biological Static's of Fish Populations Department of Environment, Fisheries and Marine Service Ottawa. 381 p.
- **Vidal, J.** 1979 *En Defensa de las Carpas. Técnica Pesquera Año IX* 108:33-36 p.
- **Weatherley, A H.** 1972. Growth and Ecology of Fish Population. Academic Press. London. 293 p.
- **Wetzel. R. G.** 1975. Limnology. W. B. Saunders Co. London.743 p.
- **Wetzel, R. G. y Likens, R.** 1979. Limnology Analysis. W.B. Saunders Co. Philadelphia. 353 p
- **Yaron, Z.** 1964. Notes of the Ecology and Entomostracean Fauna of Temporary Rain Pools in Israel. *Hydrobiología.* 24: 489-513 p.
- **Yashouv, A.** 1971. Interaction Between the Common Carp. (*C. Carpio*) and the Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) in Fish Ponds. *Bamidgeh.* (23) 85-92 p.
- **Zweing, D. R.** 1989. Evolving water quality in a common carp and blue tilapia high production pond. *Hydrobiologia.* 171:11-21 p.