

107
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

" EL SULFATO DE COBRE COMO PROMOTOR
DEL CRECIMIENTO EN CARPAS
(Cyprinus carpio var. communis) "

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

ENRIQUE MARTINEZ CARRILLO

DIRECTOR DE TESIS:

M. V. Z. MARCELA FRAGOSO CERVON



MEXICO, D. F.



FACULTAD DE CIENCIAS
SECRETARÍA DE CIENCIAS

1964

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZA DE
MEXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE

Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron el pasante(s) de la Carrera de Biología

Martínez Carrillo Enrique

con número de cuenta 7915719-3 con el Título: _____

El sulfato de cobre como promotor del Crecimiento

en Carpas (Cyprinus carpio var. communis).

Otorgamos nuestro **Voto Aprobatorio** y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de Biólogo

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
M.V.Z	Marcela	Fragoso Cervón	<i>[Firma]</i>
Director de Tests	Sonia Sofia	Espina Aguilera	<i>[Firma]</i>
Dra.	Guillermina	Alcaraz Zubeldia	<i>[Firma]</i>
M.V.Z	Ma. Estela Ana Auro	Angulo	<i>[Firma]</i>
Suplente Biol.	Catalina	Maldonado Jimenez	<i>Catalina R. Maldonado</i>
Suplente			

DEDICATORIAS

A MI MADRE:

María Luisa Carrillo C.
Que con su ejemplo de rectitud, honradez,
y su incondicional apoyo me ha motivado
a ser un hombre de bien.
Por su inmenso valor para afrontar la vida.

A MI HERMANO

José Luis

A MI CUÑADA

Esther

Con cariño para :

WENDY y JOSE LUIS

RECONOCIMIENTOS

A agradezco a las Doctoras:

MARCELA FRAGOSO CERVON y
MA. ESTELA ANA AURO ANGULO
Por la dirección y paciencia demostrada
así como la experiencia transmitida y la
confianza depositada.

A las DRA. SONIA ESPINO A.
DRA. GUILLERMINA ALCARAZ ZUBELDIA
Por el entusiasmo y apoyo recibido para
la culminación de esta importante meta.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

A PACO: Por tantos años de camaradería y amistad.
A JUANITA: Por su apoyo y tezhón por salir adelante en la vida.
A SILVIA: Por su entrañable amistad y apoyo.
A VLADIMIR: Por mostrarme el valor de la amistad y el dolor
de perderla.
A MIGUEL y LAURA: Por ser más que mis amigos.

A MI GRUPO DE AMIGOS:
DR. ANGEL, MUNDO y
todos los que me falten.

INDICE

Dedicatorias.....	i
Reconocimiento.....	ii
I. Introducción.....	1
II. Materiales y Métodos.....	18
III. Resultados.....	21
IV. Discusión.....	30
V. Conclusiones.....	39
VI. Bibliografía.....	43

INTRODUCCION

Los constantes esfuerzos para producir alimentos de origen animal para el hombre, en forma cada vez más eficiente y al costo más bajo posible, han estimulado la búsqueda de las mejores combinaciones entre los nutrientes ya conocidos y el desarrollo de nuevos aditivos que puedan incrementar la eficiencia, grado de crecimiento y el nivel de producción de los animales (Aguilera y Noriega, 1985).

La acuicultura como proveedora de alimento, ha sido practicada durante cientos de años en algunos países asiáticos; sin embargo su potencial alimenticio ha sido señalado sólo en los últimos años; en la actualidad se dedican cada día más superficies terrestres y recursos a tan promisorio actividad, especialmente en los países tropicales.

La pesca tradicional está siendo sustituida por sistemas más eficientes y racionales que explotan el recurso marino en forma tal que se asegura el abasto constante de alimento de tal origen (Gortari, 1963).

En el caso de México, el desarrollo de la piscicultura tiene raíces históricas que parten de la época prehispánica, cuando algunas especies, principalmente de aterinidos, eran cultivados en forma rudimentaria en la gran Tenochtitlan (Arredondo y Juárez, 1983).

Por otra parte existen referencias acerca de que Netzahualcoyotl y posteriormente Moctezuma, entre las maravillas que tenían en sus jardines, estaba una serie de estanques con aves acuáticas, algunas de las cuales eran alimentadas con peces, a los que posiblemente mantenían por tiempo variable en alguno de los estanques. Basándose en esto, Gortari (1963) sostiene que la piscicultura no era una actividad desconocida para los antiguos mexicanos, siendo fundamentalmente ornamental.

El primer intento que se realizó en México, con un objetivo social para promover el desarrollo de la piscicultura, lo hizo el humanista Don Antonio Alzate, quien en 1772 trató de llamar la atención de las autoridades del virreinato sobre las perspectivas de la piscicultura para nutrir en forma adecuada al pueblo (Sevilla, 1988).

Es hasta el año de 1883 cuando la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio comisionó al Sr. Esteban Chazarí para estudiar las posibilidades de la piscicultura en el país, como resultado de lo cual, se tiene algunos trabajos relacionados con el tema, Chazarí (1884) propuso, el establecimiento del curso de piscicultura en la Escuela de Agricultura y que el Gobierno impulsara esta nueva actividad, construyendo estanques y criaderos adecuados.

Simultáneamente se inició la recopilación de información sobre experiencias en el extranjero en lo que a administración, conservación e incremento de recursos naturales se refiere. Como resultado de lo antes mencionado se introdujeron la carpa y la trucha en nuestro país (Sevilla, 1988).

Durante la última década del mandato del Presidente Porfirio Díaz se abandonaron estas actividades y hasta 1910 se introdujeron, en forma aparentemente extraoficial, crías de lobina negra las cuales fueron depositadas en Poncitlán, Jalisco (Sevilla, 1988).

En 1950 el Biólogo y Maestro en Ciencias José Álvarez del Villar publicó sus claves para determinación de especies de peces, en aguas mexicanas. Este trabajo tiene valor no sólo por su calidad científica, sino porque constituyó el instrumento que indujo a numerosos biólogos a estudiar los organismos acuáticos (Gortari, 1963). En las dos últimas décadas, la piscicultura mexicana ha recibido un gran impulso que ha permitido hoy en día, disponer de una infraestructura suficiente para superar la etapa de extensionismo o repoblación, que se ha venido practicando desde hace un siglo. Es interesante destacar que la piscicultura nacional se basa fundamentalmente en el manejo de especies autóctonas, es decir que han sido importadas de otros países, como es el caso de la carpa y tilapia (Arredondo y Juárez, 1983).

La historia del cultivo de las carpas en México, se remonta hasta fines del siglo XIX y se inicia propiamente con la introducción de las primeras especies; la carpa común Cyprinus carpio y la dorada o japonesa Carassius auratus, que fueron importadas directamente de Europa.

Inicialmente, el manejo de estas carpas resultó relativamente fácil en virtud de la gran tolerancia que tienen a los sistemas rústicos de cultivo, ya que no presentan problemas en su reproducción. Por estos motivos fueron diseminadas en numerosos cuerpos de agua, por conducto de los primeros centros piscícolas dependientes, en ese entonces, del Banco Nacional de Crédito Ejidal S.A. de C.V. , como Zacatepec, Morelos; Jaral de Berrio, Guanajuato y Antúnez, Michoacán (Obregón, 1961).

Sin lugar a dudas, a partir de esta etapa se inicia el desarrollo de una ciperinocultura más formal, en la que la carpa seleccionada de Israel desempeñó un papel preponderante. Esta carpa se importó en 1956 y una vez obtenidas las primeras crías, éstas fueron distribuidas en sitios adecuados para su crecimiento; demostraron al paso del tiempo, un alto grado de adaptación y un elevado índice de reproducción. Estas particularidades la sitúan como una especie de gran futuro en los sistemas de cultivo intensivo o extensivo (Arredondo y Juárez, 1983).

En 1963, la Comisión Nacional consultiva de pesca, inició la construcción de la estación piscícola de Tezontepec de Aldama, en el Valle del Mezquital, Estado de Hidalgo, con el objetivo de desarrollar el cultivo de Ciprinidos asiáticos, preferentemente en las etapas de reproducción, alevinaje y cría. Dos años después, las obras se concluyeron y a partir de ese año, se han generado las bases que tienden a culminar con la implantación de un sistema de policultivo tipo Chino, con la utilización de las primeras carpas chinas, como la herbívora, plateada, y la llamada carpa barrigona, todas ellas importadas directamente de la República Popular China (Arredondo y Juárez, 1983; Juárez, 1982).

Dentro de este contexto, el cultivo de las carpas en México, desempeña un papel relevante en las actividades de cultivo, ya que incluye el manejo de especies con mucha tradición, con un gran impacto social y económico. Cabe señalar que el 78% de la superficie de los cuerpos de agua epicontinentales, reúnen las características limnológicas adecuadas para impulsar su cultivo, sobre todo en la meseta central de México, donde es bien aceptada como alimento en el medio rural (Arredondo y Juárez, 1983).

La primera especie introducida en México fue la carpa común (Cyprinus carpio) entre los años de 1872 y 1884; posteriormente se incorporaron otras especies, como la carpa de Israel en 1950, y las carpas chinas (herbívora, plateada y cabezona) a principios de los años sesentas (Aguilera, 1988). Durante este tiempo sólo fueron utilizadas en programas cuya finalidad era la de repoblar los rios y lagos con el fin de incrementar las pesquerías en aguas continentales. Hace aproximadamente tres décadas (1960-1990), que en México se intentó imitar la productiva piscicultura china ya que se dispone de estas valiosas especies de carpas, en las cuales se apoya el 60% de la actividad piscícola de agua dulce en nuestro país (Aguilera, 1988).

La especie Cyprinus carpio var communis, no tiene limitaciones en cuanto a su distribución climática ya que se le encuentra tanto en regiones subtropicales como templadas del país y se caracteriza por su resistencia a los cambios ambientales, facilidad en su manejo, alto índice de fecundidad, crecimiento rápido, tolerancia al encierro y aprovechamiento del alimento natural. Esto la hace ideal para el policultivo además que los ejemplares aceptan alimentación en cautiverio. Otras de sus ventajas significativas la constituye el hecho de no requerir instalaciones costosas para su cultivo, ya que se adapta a la estanquería rústica, y también se pueden producir en jaulas (Bardach et al . 1987).

Esta especie es originaria de Asia y se considera como una de las más comunes a nivel internacional (Maynard, 1981). La distribución de la carpa común es difícil de precisar, puesto que hace muchos cientos de años ha sido dispersada en muchas partes de Europa y Asia. Nikolskii (1961) menciona que se ha reportado en las cuencas que drenan el Mediterráneo, el mar Negro, el mar Caspio, el lago Aral y el Issy-kul, incluyendo los depósitos interglaciares de Europa Occidental y la cuenca del Amur.

Esta especie de carpa ha sido la más dispersada en el mundo y debido a su gran tolerancia a diversas condiciones climáticas, se han logrado obtener formas domésticas seleccionadas, que alcanzan un crecimiento rápido y una elevada tasa de reproducción. Así, en algunos países se han generado algunas líneas genéticas muy importantes, como por ejemplo en la U.R.S.S. la carpa ucraniana "ranchatyi" y la carpa escamada (Kanaov, 1952; citado por Arredondo y Figueroa, 1983) en Israel se obtuvo la línea dorada 70, que es una variedad de rápido crecimiento (Wohlfarth, 1980). Continuamente se han realizado cruces de diferentes líneas, para lograr un mejoramiento genético de las variedades conocidas (Arredondo y Juárez, 1983).

La carpa Cyprinus carpio es un pez de agua dulce de la familia Ciprinidae.

En estado natural, tiene cuerpo ovoide, arqueado dorsalmente y cubierto en diversos grados por escamas cicloides grandes, que aun pueden faltar por completo.

El dorso y los flancos son de color café-verdoso y vientre amarillento, nariz obtusa, boca estrecha y labios amarillentos con dos barbillas a cada lado. Los huesos faríngeos presentan tres series de dientes que constituyen un importante elemento taxonómico (Ramírez, 1959).

La edad en que la carpa común alcanza la madurez sexual, es muy variada y depende tanto de factores internos como de las condiciones climáticas del lugar; en climas cálidos como en Israel y México, donde la temperatura del agua se mantiene constante a lo largo del año (22°C), los desoves de carpas cultivadas comienzan en febrero y durante todo el año es posible encontrar reproductores en buenas condiciones (Arredondo y Juárez, 1983).

Nikols'kii (1961) propuso la siguiente ubicación taxonómica para las carpas introducidas en México:

POSICION TAXONOMICA

Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Superclase	Gnathostomata
Clase	Osteichthyes
Subclase	Actinopterygii
Orden	Cypriniformes
Suborden	Cyprinoidea
Familia	Cyprinidae
Subfamilia	Cyprininae
Genero	<u>Cyprinus</u>
Especie	<u>carpio</u>
Variedad	communis (Linneo, 1758)

El éxito del cultivo de carpa se debe en gran medida a la relativa facilidad con la cual se reproduce en cautiverio; tolera tanto las aguas ácidas como las alcalinas y salinidades de más del 20%; es también tolerante a un amplio intervalo de temperaturas. Un cultivo selectivo ha reforzado esta ventaja, al producir especies capaces de vivir en un amplio intervalo de temperaturas (Ramírez, 1959).

Cuando las carpas alcanzan los 10 mm se alimentan de larvas de chironómidos y cladóceros, al pasar de este tamaño son capaces de consumir una gran variedad de alimentos desde fitoplancton, zooplancton, larvas de insectos hasta dietas balanceadas (Bardach, Ryther y McLaren, 1987).

Dada su excelente adaptación a los cultivos intensivos, resulta una especie muy apropiada para los policultivos, ya que ocupan la zona profunda y es bentófaga omnívora; remueve el fondo de los estanques para obtener su alimento y aporta al sistema las ventajas siguientes: a) al remover el sedimento, oxida la materia orgánica, b) recicla los minerales, y c) favorece el desarrollo del plancton, lo cual estimula el crecimiento de otras especies consumidoras de plancton, como la carpa plateada y cabezona (FAO, 1983).

El alimento natural de las crías es el zooplancton. Posteriormente se alimentan principalmente de invertebrados del fondo. Entre otros alimentos que consumen en la naturaleza se incluyen algas, pececillos, gusanos de tierra, así como otros invertebrados terrestres y varias clases de detritos, particularmente materia vegetal en descomposición (Ramírez, 1959).

Un factor importante para la producción de peces es la nutrición. Una alimentación adecuada es la que permite obtener rendimientos en lapsos cortos y al costo más bajo posible. La carpa en cautiverio aprende, rápidamente, a aceptar una amplia variedad de alimentos vivos y preparados (Bardach et al. 1987).

Esta producción ha estimulado la búsqueda de mejores combinaciones entre los nutrientes ya conocidos y el desarrollo de aditivos que pueden incrementar la eficiencia, tasa de crecimiento y la producción de los animales (Guzman, 1990; Aguilera y Noriega, 1985).

Así, una de las formas de incrementar la producción animal, es mediante el empleo de aditivos en el alimento, lo cual permite incrementar la ganancia de peso, reducir el consumo de alimento y mejorar la eficiencia alimenticia de los organismos. Dentro de las sustancias que se adicionan a los alimentos se encuentran los estimulantes del crecimiento (antibióticos, compuestos esenciales como aminoácidos y hormonas); medicamentos para prevenir y tratar enfermedades (antibióticos, antimicóticos, antihelmínticos, etc).

Los antibióticos, se utilizaron por vez primera en la década de los cincuenta por la Industria Agropecuaria para incrementar la producción de pollos y cerdos; actualmente se sabe que estos compuestos son los promotores del crecimiento más importantes en la producción animal (Griess, 1986).

Los antibióticos son compuestos producidos por organismos vivos que inhiben o reducen el crecimiento de otro microorganismo (Maynard, 1981). En la actualidad los más utilizados son la penicilina, oxitetraciclina, estreptomina y bacitracina entre otros (Griess, 1986), aunque existen diferencias en la forma en la que los animales responden a estos diferentes antibióticos (Shimada, 1983).

Los promotores del crecimiento, deben reunir las siguientes características: 1) ejercer una acción favorable sobre la flora intestinal, 2) no ser empleados para fines terapéuticos, 3) no ser absorbidos por el tracto intestinal y 4) no ser tóxicos ni peligrosos para la salud del hombre y para los animales. (Griess, 1986).

La forma de acción del antibiótico como promotor del crecimiento está directamente relacionada con la flora bacteriana presente en el tubo digestivo del animal (Griess, 1986; Shimada, 1983).

El tubo digestivo, se coloniza en las primeras etapas del desarrollo de los organismos por bacterias no patógenas cuyas poblaciones van en aumento del intestino delgado al intestino grueso; dentro de estas poblaciones se distinguen dos categorías, la flora autóctona y la alóctona (Griess, 1986). La flora autóctona (endógena), corresponde a la flora dominante o subdominante y se encuentra implantada en las vellosidades de la mucosa intestinal.

Esta flora no es patógena, sino que ejerce un "Efecto de Barrera" que evita la proliferación o implantación de flora patógena, además tiene un efecto nutricional puesto que interviene en la degradación del alimento y producción de vitaminas de los grupos B y K, además de aminoácidos. La flora alóctona (exógena), es la que representa a la flora oportunista patógena, sujeta a las variaciones del organismo y del medio ambiente; esta flora se encuentra libre en el intestino.

Las poblaciones de dichas bacterias presentan gran actividad catabólica por lo que su presencia es perjudicial en el rendimiento metabólico de los nutrientes (Maynard, 1981).

Los principales efectos de la flora exógena en el intestino son: la degradación de proteínas, la producción de catabolitos tóxicos, la degradación de glúcidos hidrolizables y la producción de ácidos grasos volátiles, lo cual se manifiesta en la pérdida de aminoácidos y en la disminución de la absorción de nutrientes, pérdida energética y efecto irritante sobre el epitelio intestinal. En condiciones particulares los efectos de la flora exógena se manifiestan como cambios en el régimen alimenticio, en estrés y otros. La flora endógena puede ser reemplazada momentáneamente por la flora exógena, constituida por gérmenes oportunistas adaptados a las condiciones del momento (Griess, 1986; Peo, 1987).

Los organismos que no son tratados con promotores del crecimiento poseen grandes poblaciones de bacterias exógenas, las cuales se adhieren a las vellosidades intestinales y provocan inflamación de las células de la pared del intestino. El intestino se engrosa y su superficie se torna áspera como respuesta al aumento de vellosidades asociadas con la absorción de nutrientes (Walton, 1990). Por otra parte, la capa superficial de las vellosidades, se renueva frecuentemente, eliminándose casi un 20% de proteína diariamente (Walton, 1990).

Además, como producto de la actividad bioquímica de estas bacterias se producen sustancias tóxicas para el organismo. Estas alteraciones traen consigo un gasto excesivo de energía, por la deficiente utilización del alimento, lo cual se traduce en un desarrollo menor de los organismos (Maynard, 1981).

Un promotor del crecimiento no debe destruir las poblaciones de bacterias del tracto intestinal, ya que esto traería como consecuencia la aparición de bacterias infecciosas y sería fatal para los animales (Walton, 1990). El promotor del crecimiento evita la adhesión de bacterias exógenas en las vellosidades intestinales y disminuye la inflamación de la pared intestinal (Griess, 1986). La superficie intestinal se torna suave, debido a que las vellosidades son ahora más gruesas y cortas lo que contribuye al aumento de la absorción de nutrientes y a la eliminación de menor cantidad de proteínas de la superficie de las vellosidades (Griess, 1986). En las bacterias exógenas, el promotor del crecimiento aumenta, la susceptibilidad a los antibióticos y a los ácidos o álcalis presentes en el intestino, ya que produce algunas lesiones en la superficie de éstas (Griess, 1986; Walton, 1990). La reproducción bacteriana no se lleva a cabo de manera normal en presencia de promotores, sino que se originan filamentos bacterianos que pueden ser removidos del intestino junto con el alimento no digerido (Griess, 1986).

Debido probablemente, a la disminución de las poblaciones de las bacterias exógenas se reduce la producción de sustancias tóxicas, las cuales son las causantes de la producción de las sustancias nocivas (Maynard, 1981). En consecuencia, la energía necesesaria para contrarrestar los efectos de las poblaciones bacterianas nocivas, con la ayuda de los promotores del crecimiento es ahora utilizada para aumentar la eficiencia en la conversión alimenticia, la cual trae un aumento en la producción animal (Maynard, 1981; Griess, 1986; Walton, 1990).

En lo referente a la seguridad del uso de promotores del crecimiento, estos no deben aumentar la resistencia de las bacterias a otros antibióticos terapéuticos (Walton, 1990).

Dentro del grupo de promotores del crecimiento se ha utilizado el sulfato de cobre, que se caracteriza por presentarse en forma de cristales grandes, transparentes, solubles en 3.5 partes de agua a 15°C y una parte de agua hirviendo y es insoluble en alcohol. A 100°C el sulfato de cobre pierde cuatro moléculas de agua; el resto del agua de cristalización (una molécula) no se desprende hasta cerca de los 200°C. El sulfato de cobre anhidro es casi blanco, absorbe agua y se emplea por esto para deshidratar los líquidos, en el cual no es soluble. Las soluciones acuosas, del sulfato còprico, hidrolizado en parte, presenta reacción Ácida (Hutchinson, 1968; Campabadal y Lost, 1984; Bernal, 1991).

En vertebrados el cobre es necesario para la transferencia del oxígeno; también está involucrado en la mielinización de las fibras nerviosas, se almacena primariamente como metalotioneína y como dismutasas superoxidicas y es transportado primariamente como celuloplaspina o como proteina de bajo peso molecular, como peptidos y aminoácidos (Campabadal y Lost, 1985).

El aumento del peso de los organismos tratados con cobre se puede deber a un efecto bacteriostático y a las propiedades bactericidas similares a las observadas en los antibióticos. Algunos autores reportan que la simple adición de cobre produce cambios en la concentración total de microorganismos anaeróbicos y aeróbicos, sobre el tipo de microflora intestinal y afecta el comportamiento de los animales (Brever, 1987).

Los efectos del cobre se manifiestan en una mayor aprovechamiento de los alimentos por parte de los animales que consumen dietas con aditivos (Salmeron, 1982).

El sulfato de cobre es empleado como moluscida y algicida disuelto en estanques de peces; la carpa y la lisa gris toleran una concentración mayor a 10 ppm. La toxicidad del sulfato de cobre se incrementa con el tiempo de exposición; esta toxicidad se reduce con la salinidad debido a la interacción con las sales disueltas, pero a pH mayores se reduce esta actividad, aunque en las concentraciones aplicadas (1.5 ppm) difiere su actividad con la eficacia de los tratamientos en dosis más altas (Lazaro-Chavez, 1985).

Idealmente un promotor del crecimiento no debe destruir las poblaciones de bacterias del tracto intestinal ya que esto conduciría a la aparición de bacterias de superinfección provocando diarreas en los animales terrestres y la consecuente pérdida de peso (Walton, 1990).

El sulfato de cobre se ha utilizado como promotor del crecimiento en animales domésticos, sobre todo en cerdos (en dosis de 200 a 250 ppm) y pollos en los cuales se han obtenidos resultados favorables (Campabadal y Lost, 1985). Sin embargo, se carece de información del efecto de este compuesto sobre organismos acuáticos. Es por esto que recientemente en el laboratorio de producción acuícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. se ha iniciado una línea de investigación tendiente a estudiar el efecto del sulfato de cobre sobre la fisiología de peces dulceacuícolas; solo se ha experimentado con tilapia lo que da la pauta para la realización de este trabajo.

Se planteó como objetivo evaluar el efecto del sulfato de cobre (CuSO_4), sobre el crecimiento de los juveniles de la carpa Ciprynus carpio var. communis.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizarón 40 carpas Cyprinus carpio var. communis los cuales se recolectaron en el Centro de Producción Piscícola de Tezontepec de Aldama, en el Estado de Hidalgo, México, ubicado en los 20°03'lat N, 99°77'long W y 1690 m sobre el nivel del mar. Los organismos fueron transportados al laboratorio de Producción Acuicola de la Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia, de la U.N.A.M, en bolsas de polietileno, con agua del medio natural saturados en oxígeno.

Una vez en el laboratorio, los peces se colocaron en acuarios de 80 L de capacidad, con agua de clorada y filtrada por carbón activado; la aireación se mantuvo constante y la temperatura se fijó en 24° C más menos 1° C con un calentador de Inmersión graduable (Hagen). Las carpas se alimentaron con Purina para peces; diariamente se realizó un recambio de un tercio de agua con el fin de retirar el alimento residual y la materia fecal.

Después de un periodo de aclimatación de dos semanas en el laboratorio, los organismos se distribuyeron en ocho acuarios (cinco peces por acuario) de 20 L, provistos de un sistema de aireación (Hagen de 250 ml de aire/min.), el cual mantuvo el oxígeno disuelto en el agua entre 3 y 5 ppm.

Cada tercer día se extrajeron los restos del alimento y las excretas, se retiró aproximadamente 5 L de agua de cada acuario, los cuales se llenaron al volumen original con agua limpia y de clorada y a la misma temperatura.

Los peces se mantuvieron en estas condiciones durante dos semanas con el fin de aclimatarlos a la temperatura y cuatro días antes de comenzar el bioensayo (el cual duró 12 semanas), los peces se trataron con ajo en proporción de 8 g/40 L de agua; éste se exprimía directamente en el agua con el propósito de eliminar parásitos intestinales especialmente nemátodos (Peña, 1988). Los peces de cada uno de los diferentes tratamientos se marcaron con tinta india (Pelikan Markana). Una vez cumplido el período de aclimatación, las muestras se distribuyeron al azar en cuatro grupos, los cuales tuvieron los siguientes tratamientos:

Grupo 1: grupo control con 20 organismos al cual no se le agregó el compuesto; el alimento se suministró de igual forma que los tratamientos posteriores.

Grupo 2: tratado con sulfato de cobre (CuSO_4) en dosis de 0.2 mg/kg de alimento (0.2 ppm) suministrado a razón del 3% de la biomasa, dividido en 2 raciones al día.

Grupo 3: tratado con el mismo producto del grupo anterior pero en dosis de 0.3 mg/kg de alimento (0.3 ppm) suministrado de igual forma que al anterior .

Grupo 4: este grupo fue tratado con una dosis de 0.4 mg/kg de alimento (0.4 ppm) del mismo compuesto que los anteriores y suministrado de la misma forma.

En cada uno de los diferentes tratamientos se llevaron a cabo dos repeticiones.

El alimento empleado para el experimento, fue preparado en el Departamento de Producción Acuicola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M. y se evaluó el contenido nutricional de éste. Dicho alimento cubre los requerimientos nutricionales de la especie (National Academy of Sciences, 1987) (tabla 11).

Cada siete días se midió el peso de los organismos en una balanza OAHUS (más menos de 0.01 gr), se lavaron los acuarios y se cambió el agua completamente.

Se obtuvieron los incrementos semanales de los pesos de los organismos (mg/día). Los datos se analizaron por medio de dos métodos estadísticos, la prueba de medias de Tuckey y la de Kruskal Wallis (Daniel, 1990; Zar, 1974). Así mismo se obtuvieron los porcentajes de incremento de peso semanal.

Con la cantidad de alimento suministrado a cada grupo se obtuvo el índice de conversión alimenticia (ICA) y la eficiencia bruta de crecimiento (EB) para cada tratamiento. El índice de conversión alimenticia se obtuvo dividiendo la cantidad de alimento suministrado (CAS), entre el incremento de peso de la población. Este valor indica la cantidad de alimento que se requiere para incrementar el peso una unidad. En cuanto a la eficiencia bruta de crecimiento es el inverso del ICA multiplicado por 100, e indica el porcentaje de aprovechamiento del alimento (Medina, 1980).

RESULTADOS

En la tabla II se presenta una relación de los requerimientos para la alimentación de la carpa, de acuerdo con los datos publicados por la F.A.O (1987), así como los constituyentes del alimento preparado en el departamento de Producción Acuícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A M y los encontrados en el estudio bromatológico, en el se puede observar que el contenido nutricional del alimento empleado se encuentra dentro de los óptimos requeridos para la especie Cyprinus carpio (National Academy of Sciences, 1987).

Los resultados indican que las características químicas del agua no se modificaron con la adición del sulfato de cobre. Durante el periodo experimental los peces del grupo control incrementaron su peso durante las 12 semanas de exposición al sulfato de cobre (Tabla III).

Después de 12 semanas los peces del grupo control incrementaron su peso 76.2% con respecto al de inicio, en tanto que los grupos con una concentración de 0.2, 0.3, 0.4 mg de $CuSO_4$ adicionado al alimento aumentaron su peso en 49.1, 88.3 y 56.9% respecto al peso inicial de cada grupo respectivamente. Los valores más altos de crecimiento se observaron en los peces alimentados con 0.3 mg/k de sulfato de cobre los cuales incrementaron su peso en 6.22 mg (Tabla III).

La adición de sulfato de cobre a la dieta proporcionada a los peces modificó la tasa de crecimiento (mg/d) de los animales (Tabla III).

El sulfato de cobre disminuyó la tasa de crecimiento de los tres grupos experimentales durante las primeras cuatro semanas, respecto al testigo, sin embargo, después de este periodo la tasa de crecimiento tendió a incrementarse (Fig.1).

Los peces alimentados con una dieta de 0.2 mg de sulfato de cobre tuvieron una tasa de crecimiento menor que el grupo testigo, durante las primeras ocho semanas y sólo durante la novena y doceava semana la tasa de crecimiento de este grupo experimental fue mayor al control (Fig. 1).

Respecto a las carpas cuya dieta se adiciono con 0.3 mg de CuSO_4 se observó que la tasa de crecimiento entre la segunda y la séptima semana fue menor a la observada en el grupo testigo, mientras que la tasa de crecimiento observada en la novena y doceava semana fue casi 4.5 y 2.5 veces mayor a la observada en el testigo (Fig. 1).

Finalmente la adición de 0.4 mg de CuSO_4 a la dieta de las carpas modificó la tasa de crecimiento. Durante las primeras cinco semanas del periodo experimental, la tasa de crecimiento de este grupo experimental, fue mayor a la observada en los animales del grupo testigo, excepto en la decima semana (Fig. 1).

En la tabla IV se muestran los resultados obtenidos con respecto al Índice de Conversión Alimenticia (ICA), así como los de la Eficiencia Bruta de Crecimiento (EB), para cada grupo experimental.

De los resultados se puede observar que el grupo control requirió de 4.82 unidades de alimento para incrementar 1 g el peso de los organismos, siendo una de las más bajas; en tanto que los grupos con una concentración de 0.2, 0.3 y 0.4 mg de CuSO_4 adicionado al alimento necesitaron 6.4, 4.4 y 5.7 gramos de alimento respectivamente para incrementar una unidad de peso de los animales (Tabla IV).

En cuanto a la eficiencia bruta de crecimiento (EB %) se observó que el grupo de peces alimentados con una dieta adicionada con 0.3 mg/k de CuSO_4 tuvo el porcentaje más elevado, con el 22.5% de eficiencia bruta de crecimiento, aunque no se observaron diferencias entre este grupo y los organismos del grupo testigo.

En lo que se refiere a la eficiencia bruta de crecimiento de los tratamientos adicionados en su dieta 0.2 y 0.4 mg/k de sulfato de cobre se observa que se utilizaron 15.6 y 17.4 % del alimento suministrado para obtener esta eficiencia (Tabla V).

Tabla I.- Características bromatológicas, composición porcentual y calculada del alimento empleado en el bioensayo (Medina, 1980)

INGREDIENTES	(%)
Harina de Carne	20
Harina de Pescado	30
Trigo	20
Leche Descremada	10
Soya	15
Vitaminas y Minerales	3
Ligantes	2
Total	100

Calculado

Proteína Cruda	38.94
Extracto Etéreo	7.78
Fibra Cruda	8.3

Tabla II.- Comparación de porcentajes de los alimentos requeridos con los contenidos del alimento utilizado.

Requerimientos Alimenticios	Requerimientos Establecidos	Constituyentes del Alimento Utilizado	Estudio Bromatológico del Alimento Utilizado
Proteína cruda	37-42	38.94	38
Extracto etéreo	7-9	7.78	8
Fibra cruda	6-8	8.3	8

* F.A.O. 1987.

Tabla III.- Promedios de crecimiento (mg/d) semanal de los diferentes grupos experimentales.

Tiempo	TRATAMIENTOS							
	Control		0.2mg/k		0.3 mg/k		0.4 mg/k	
SEM	Peso	T.C.	Peso	T.C	Peso	T.C	Peso	T.C
0	6.85	-0.06	6.74	116.7	7.02	200	7.65	-16.7
1	6.44	0.10	7.24	-50	7.83	-50	7.55	-50
2	7.12	0.09	6.90	-55.5	8.18	-88.9	7.92	-100
3	7.73	0.09	7.26	-66.6	8.75	0	7.95	-44.4
4	8.39	0.08	6.81	-62.5	8.76	187.5	8.24	-12.5
5	8.92	0.03	7.15	-66.7	9.84	-66.7	8.3	333.3
6	9.16	0.03	7.28	-100	9.73	0	8.99	133.3
7	9.39	0.11	7.10	-81.8	9.69	118.2	8.69	109.1
8	10.16	0.04	7.74	325	10.62	550	9.5	325
9	10.46	0.16	8.67	-50	12.14	-37.5	10.38	-12.5
10	11.55	0.03	9.20	16.7	12.55	0	10.51	366.7
11	11.77	0.04	9.55	200	12.51	250	11.26	275
12	12.07	0.05	10.13	445	13.22	310	12.01	295

T.C (Tasa de crecimiento)

Peso (expresado en g)

Tabla IV. Porcentajes del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y Eficiencia Bruta de crecimiento de juveniles de C. carpio alimentados con dietas adicionadas con diferentes concentraciones de $CuSO_4$. Por 12 semanas.

GRUPO	I C A	E B (%)
C	4.8	20.7
0.2	5.4	15.6
0.3	4.4	22.5
0.4	5.7	17.4

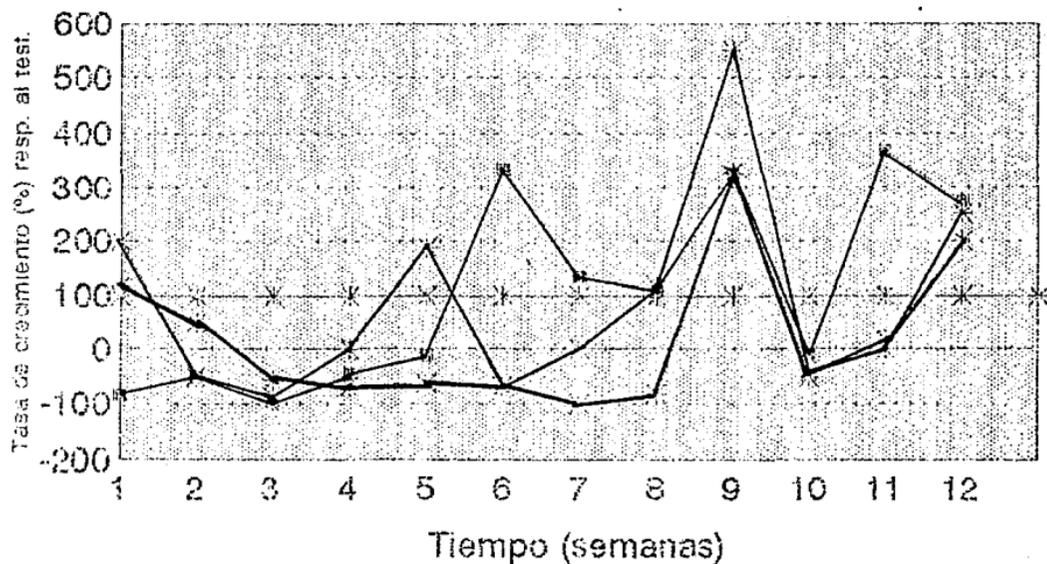
A N E X O

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS DE TUCKEY
ENTRE LOS CUATRO GRUPOS DE CARPAS ALIMENTADAS
CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE CuSO₄.

GRUPOS	PROMEDIOS	CONCLUSIONES
mgg/k		
C-.2=	0.0363370	Si Hubo diferencias
C-.3=	0.1191022	No Hubo diferencias
C-.4=	0.5000000	No Hubo diferencias
.2-.3=	0.0006174	Si Hubo diferencias
.2-.4=	0.0038304	Si Hubo diferencias
.3-.4=	0.0755158	No Hubo diferencias

FIGURA I

Indice de crecimiento %. por grupo experimental.



* CONTROL * 0.2 ppm * 0.3 ppm * 0.4 ppm

Fig. 1.-Tasa de crec. (%) (mg/d) por tiempo (sem.) de *Cyprinus carpio* tratados con dif. conc. de CuSO_4 por 12 semanas.

D I S C U S I O N

Con base en los resultados, se puede observar que los organismos de los cuatro grupos experimentales incrementaron su peso durante las 12 semanas que duró el experimento.

Los resultados de las pruebas estadísticas demuestran que el sulfato de cobre adicionado a la dieta de los organismos utilizados en el bioensayo, tuvo un efecto en la ganancia de su peso, así como una influencia en cuanto a la conversión alimenticia y por lo consiguiente en la eficiencia bruta del crecimiento de cada grupo experimental (Tabla IV). En lo que respecta a la dosis más baja (0.2 mg) de $CuSO_4$ se encontró que el compuesto mineral produjo un efecto negativo en el crecimiento de los peces, así como un mal aprovechamiento del alimento ingerido (Prueba de medias de Tuckey) lo cual es reflejo de una baja eficiencia bruta de crecimiento.

Posiblemente estos bajos rendimientos se debieron a que el sulfato de cobre, al inicio del experimento, no fue el suficiente como para neutralizar los efectos patógenos de las bacterias intestinales de los organismos tratados con esta dosis, lo que contribuyó a un mayor consumo de nutrientes procedentes de la dieta, aunque, esto provocó un efecto negativo en el crecimiento, así como sobre el índice de conversión alimenticia de este grupo experimental (Griess, 1986; Walton, 1990).

Como se puede observar en la tabla IV esta dosis no es la adecuada para contrarrestar eficientemente los efectos nocivos de la flora intestinal y así poder aprovechar en un mayor porcentaje los nutrientes de la dieta para incrementar la producción piscícola.

El grupo al que se suministró con 0.3 mg/k de sulfato de cobre en la dieta mostró el mayor incremento observado durante el experimento, con una ganancia del 88.3 % así mismo el ICA más bajo se observó en este grupo y elevó la eficiencia bruta del crecimiento. Estos resultados demuestran que con esta dosis de sulfato de cobre se contrarrestaron los efectos negativos de la actividad bioquímica y mecánica de las bacterias presentes en el tubo intestinal de los peces en el tiempo que duró el experimento, incrementando su peso en relación al grupo testigo (Fig.1).

Los resultados son reflejo de una mayor utilización de los alimentos por parte de los organismos. Al respecto, se ha demostrado que uno de los principales efectos de este tipo de compuestos es producir un adelgazamiento de la pared intestinal, al disminuir la irritación causada por las bacterias patógenas lo que permite una mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes (Campabadal y Lost, 1984).

En otros experimentos con sulfato de cobre (Ogino and Yang, 1980) se han probado diferentes concentraciones y la dosis idónea reportada fue de 0.3 mg/k de $CuSO_4$, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, en los cuales se observa que tanto el incremento de peso, como el ICA y la EB fueron mayores en los peces de este grupo.

Estos resultados sugieren que si bien esta dosis, no es la ideal para ser empleada en la producción intensiva de carpas, a nivel experimental existió un efecto positivo en la ganancia de peso (Fig. 1). Además aumentó la conversión alimenticia y elevó la eficiencia bruta del crecimiento. Dicha concentración contrarrestó los efectos negativos de la actividad bioquímica y mecánica de las bacterias presentes en el tubo intestinal de los peces, así como el desarrollo de agentes externos, como caracoles y algas (Lazaro, 1986).

Por otra parte, debido a que los experimentos se realizaron en acuarios donde las condiciones de estrés son mayores que en los estanques por lo que el metabolismo de los organismos se incrementa, se considera que el ICA no es el óptimo para la especie (Medina.1980). En cuanto a este parámetro se encontró que es el lote 2, el que mostró el mejor rendimiento, ya que se requirieron 4.4 unidades de alimento para obtener una unidad de producto, a diferencia de los lotes 3 y 4 en donde se necesitaron 5.7 y 4.8 unidades de alimento para obtener una unidad de peso respectivamente. En el grupo control (1) se emplearon 6.4 unidades de alimento con una ganancia de una unidad de peso.

En cuanto a la eficiencia bruta de crecimiento se debe mencionar que en el tratamiento con 0.3 mg de $CuSO_4$, el porcentaje fue más elevado, con valores de 22.5 %, seguido por los grupos 1 con 20.7%; el grupo 4 con 17.4% y el grupo 2 (15.6%) respectivamente.

Los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas demuestran que el sulfato de cobre adicionado a la dieta de los organismos utilizados en el bioensayo, tuvo un efecto directo sobre la ganancia de peso, en los organismos y una influencia notoria sobre la conversión alimenticia y por lo consiguiente en la eficiencia bruta de crecimiento en cada grupo experimental. En lo que respecta a la dosis más baja (grupo 2) se encontró que el tratamiento con sulfato de cobre produjo un efecto negativo en el crecimiento de los peces y en la conversión alimenticia (prueba de medias de Tuckey) lo

cual se refleja de una baja eficiencia bruta de crecimiento. Considerando estos resultados se puede pensar que la dosis de sulfato de cobre suministrado a este grupo (0.2 ppm), al no ser la adecuada para neutralizar los efectos patógenos de las bacterias intestinales, contribuyó a un mayor consumo de nutrientes procedentes de la dieta (por parte del organismo), contrarrestó la actividad bioquímica de las bacterias, así como su adhesión a las vellosidades intestinales lo que representa una pérdida de casi un 20% de la proteína de la superficie de la pared intestinal que se elimina diariamente hacia la luz del intestino (Griess, 1986; Walton, 1990).

En lo que respecta a la dosis más alta de 0.4 ppm de CuSO_4 , se encontró un efecto positivo con una ganancia de peso más alta así como un incremento en el ICA y en la EB de crecimiento, en comparación con el grupo anterior lo que se puede atribuir a la neutralización de las bacterias presentes en el tubo intestinal de los organismos. Los valores de los indicadores biológicos de este grupo fueron similares al grupo control.

Por lo que respecta a la dosis del grupo 3 (0.3 ppm) se encontró que en este grupo, a diferencia del anterior, el sulfato de cobre produjo una influencia positiva en el crecimiento de los organismos así como en el ICA y la EB, Aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre este grupo y el grupo control.

A través de la prueba de medias de Tuckey, se pudo comprobar que el ICA, así como la EB son mejores en este grupo que para el grupo control, lo que sugiere que si bien esta dosis (0.3 ppm) no es la ideal para emplearse en la producción intensiva de carpas, el sulfato de cobre tubo un efecto positivo en la ganancia de peso (como se puede observar en la Figura I) además de mejorar la Conversión Alimenticia y elevar la Eficiencia Bruta del Crecimiento. Estos resultados demuestran que con esta dosis (0.3 ppm) de Sulfato de Cobre adicionado a la dieta se contrarrestaron en buena medida los efectos negativos de la actividad bioquímica y mecánica de las bacterias presentes en el tubo intestinal de los peces en el tiempo que duró el bioensayo.

Es probable que una dosis mayor de 0.4 mg/k pueda producir efectos negativos en la flora intestinal de los organismos, dado que el $CuSO_4$ utilizado como antibiótico y como promotor del crecimiento está relacionado con la flora bacteriana presente en el tubo digestivo del animal (Griess, 1986; Shimada, 1983).

El tubo digestivo es colonizado en las primeras etapas por bacterias no patógenas cuyas poblaciones van en aumento del intestino delgado al intestino grueso (Griess, 1986).

Siendo la flora autóctona (endógena), la dominante y al no ser patógena, ejerce un efecto de barrera que evita la proliferación o implantación de ésta flora, además tiene un efecto nutricional puesto que interviene en la degradación del alimento y producción de vitaminas de los grupos B y K, además de aminiácidos (Maynard, 1981).

La flora exógena es la que representa a la flora oportunista patógena. Esta flora se encuentra libre en el intestino y presenta gran actividad catabólica por lo que su presencia es perjudicial en el rendimiento metabólico de los nutrientes (Maynard, 1981).

Los efectos de esta actividad en el intestino son la degradación de proteínas, la producción de catabolitos tóxicos así como la degradación de glucidos hidrolizables; esto se manifiesta en la disminución de la absorción de nutrientes, pérdida energética y efecto irritante sobre el epitelio intestinal (Griess, 1986; Peo, 1987).

La flora endógena puede ser reemplazada momentáneamente por la flora exógena, constituida por germenos oportunistas adaptados a las condiciones del momento (Peo, 1987).

Es por esto, que un promotor del crecimiento no debe destruir las poblaciones de bacterias del tracto intestinal, ya que esto traería como consecuencia la aparición de bacterias infecciosas y sería fatal para los animales (Walton, 1990).

El promotor del crecimiento evita la adhesión de bacterias exógenas en las vellosidades intestinales y disminuye la inflamación de la pared intestinal (Griess, 1986). La superficie intestinal se torna suave, debido a que las vellosidades son ahora más gruesas y cortas lo que contribuye al aumento de la absorción de nutrientes y a la eliminación de menor cantidad de proteínas de la superficie de las vellosidades; la reproducción bacteriana no se lleva a cabo de manera normal, en presencia de promotores sino que, se originan filamentos bacterianos que pueden ser removidos del intestino junto con el alimento no digerido (Griess, 1986).

Estos mejores rendimientos son el producto de una mayor utilización de los alimentos por parte de los organismos. También se ha demostrado que uno de los principales efectos de este tipo de compuestos es producir un adelgazamiento de la pared intestinal, al disminuir la irritación causada por las bacterias patógenas lo que permite una más eficiente absorción de los nutrientes (Campabadal y Lost, 1984).

Es probable que los efectos del sulfato de cobre se manifiesten despues de seis o siete semanas de aplicada la dosis, debido principalmente al efecto antibiótico que produce tanto en las bacterias exógenas como en las endógenas siendo más activo con unas concentraciones que con otras, como se demostró con el experimento realizado.

CONCLUSIONES

Por lo expuesto anteriormente, podemos concluir que el sulfato de cobre, mostró un rendimiento favorable en dosis de 0.3 ppm. de alimento probado también por Ogino y Yang, (1980). Es necesario considerar que si en organismos mantenidos en acuario esta dosis dió buenos resultados, lo ideal es probarla en condiciones reales de cultivo y en dosis cercanas al 0.3 ppm esto es, en estanques, para comprobar realmente que los organismos alcanzan la talla comercial en menor tiempo.

Cabe mencionar que no existen referencias de experimentos realizados en esta especie de carpa, pero experimentos realizados en carpas con dietas pobres en minerales demostraron una relativa insensibilidad. Sin embargo; se reportó que es necesario suplementar estas dietas con Zinc, Magnesio, Fierro y Cobre, esto ha sido sugerido con base en experimentos de ocho semanas realizados por Tacón, (1984), con buenos resultados; pero es en especies como el bagre, en el trabajo realizado por Gatlín y Wilson, el requerimiento dietario mínimo determinado en bagre fue de 0.5 mg/k de Cobre total adicionado a la dieta; dosis extras de Cobre entre 16 y 40 mg produjeron supresión del crecimiento; una dosis de 0.1 mg de Sulfato de Cobre por litro en trucha fue tóxica (Pao, E.R.1987), debido a los efectos hemolíticos y consecuentemente hematopatológicos de Sulfato de Cobre, por

lo que se recomienda que en estudios posteriores se lleven a cabo evaluaciones hematológicas para comprobar los efectos tóxicos del cobre en la sangre (Bernal,1991). El crecimiento de la carpa es rápido cuando se encuentra en condiciones óptimas (pH, Oxígeno y temperatura); los juveniles pueden alcanzar seis gramos en un mes y en seis meses es posible, cuando lo permite la temperatura, obtener carpas que pesan 400 ó 500 g utilizables para el consumo (Juárez y Palomo, 1980).

Se sugiere seguir evaluando el efecto promotor del crecimiento del sulfato de cobre en futuros estudios tomando como base este trabajo, en dosis que fluctúen en los 0.3 mg/kg. de alimento a nivel de acuario y probándose en estanques mayores para que así se pueda ver el efecto real del sulfato de cobre como promotor del crecimiento en la especie Cyprinus carpio var. communis y experimentar con un mayor número de organismos teniendo en cuenta un lapso mayor de tiempo.

Se conoce que existen deficiencias cualitativas en la alimentación humana y particularmente de deficiencias en proteínas en las poblaciones de Centro América y de América del Sur así como prácticamente en todos los países tropicales. Aún cuando la ganadería se halla extendida en toda la región y aún cuando la pesca marítima se halle en pleno desarrollo no hay que perder de vista que las aguas interiores pueden procurar un abastecimiento apreciable de proteínas de buena calidad (Bard y Lemasson, 1970).

En el futuro de la acuacultura de México es necesario fomentar programas de producción basados en tecnología existente, apoyar la investigación y facilitar el desarrollo de sus programas. Por otra parte, estos se deben proyectar a corto plazo, buscando que sus resultados tengan una aplicación inmediata y sus logros sean redituables (Juárez y Palomo, 1988).

B I B L I O G R A F I A

- Aguilera, H. P. y Noriega, C. 1985 : ¿ La Acuacultura ? Fondo de Pesca. Secretaría de Pesca. México. 57 pp.
- Aguilera, H.P. 1988 : La Carpa y su cultivo. Fondo de pesca. Secretaría de Pesca. México. 43 pp.
- Arredondo, F. J. 1983: Especies animales acuáticas de importancia nutricional introducidas en México. Biotica 8 (2): 175-199.
- Arredondo, F. J. y Juárez, J. R. 1983: Cíprinicultura. Secretaría de Pesca. México D.F. 121 pp.
- Bard, J., J. Lemasson. y P. Lessent 1970 : Manual de Piscicultura, destinado a la América Tropical. Centre Technique Forestier Tropical France. Francia 140 pp.
- Bardach, Ryther, McLaren 1987: Acuacultura Crianza y Cultivo. Edit. AGT Editor S.A. 740 pp.
- Bernal C.A. 1991: Evaluación del Efecto Promotor del Crecimiento del Sulfato de Cobre en la Tilapia Híbrida (Oreochromis sp.). Tesis Profesional Facultad de M.V.Z. UNAM. México 42pp.
- Brever, N. R. 1987: Comparative Metabolism of Copper. J. Am. Vet. Med. Ass. 190:654-658.
- Campabadal, H. C. y A. J. Lost. 1984: Utilización del Sulfato de Cobre en la Alimentación de los Lechones. Ciencias. Vet. (Costa Rica) , 6:99-103.
- Campabadal, H. C. y A. J. Lost. 1985: Utilización del Cobre como agente estimulador del crecimiento en la alimentación de los cerdos. Ciencias Vet. (Costa Rica), 7:3-7
- Chazari, E. 1984: Piscicultura en agua dulce. Ofic. Tip. De la secretaría de fomento.
- Contreras, A.F. 1993: Efecto del Nitrito sobre algunas respuestas fisiológicas de la carpa herbívora. Ctenopharyngodon idella (Pisces, Cyprinidae). Tesis Profesional. Facultad de Ciencias U.N.A.M., México 37 pp.
- Daniel W. W. 1990: Bioestadística. 3a. Edición, Ed. Limusa México, 667 pp.
- FAO 1987 : Feed and Feeding of Fish and Shrimp. ADOP/REP/87/26 . 109 p.c.
- FAO 1983: Freshwater Aquaculture development in China. Report of the FAO/UNDP study for organized for french-speaking african countries. 22 april-20 may 1980. FAO fisheries technical paper No. 214 FIR/T215 (En):124p.
- Gortari E. de 1963 : La Ciencia en la Historia de México. Fondo de Cultura Económica. México. Buenos Aires 461 pp.
- Griess. D. 1986: Additifs et alimentation Animale: Les Antibiotiques. Le Point, Veterinaire Volume 18 (100).

- . Guzmán, L. 1990 : El Efecto del Ajo (Allium sativum) como promotor del Crecimiento en Tilapia. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias UNAM, México. 30 pp.
- . Hutchinson, E. 1968 : Química: Los Elementos y sus Reacciones. 2a. ed. Reverté, México, D.F.
- . Juárez, P.J.R. 1982 : La piscicultura en la República Popular China. Informe de la experiencias adquiridas en la República Popular China, durante la visita oficial efectuada del 4 de agosto al 1 de octubre de 1979. Secretaría de Pesca, México D.F. 105 p.
- . Juárez, P. J. y G. Palomo. 1988 : Acuicultura. Ed. C.E.C.S.A. México. D.F. 96 pp.
- . Kanaov, V.A. 1952. Dostizheniya prudovogo khozyaistva ukrainy (achievements of the Ukrainian Pond Farms). Rybnoe khozyaistvo. No. 5.
- . Lazaro - Chavez, E.M. 1985. Sustancias, Desinfectantes y Drogas de utilidad en las piscifactorias. Manual de usos .E.D.AGT. Editor S.A. México,D.F. 83 pp.
- . Maynard, A.L. 1981: Nutrición Animal. Ed. Mc Grow- Hill. México. 381 pp.
- . Medina. M. 1980: El Factor de Conversión Múltiple y el E. C. del Alimento. Manual Técnico de Acuicultura.
- . National Academy of Sciences 1987 : Nutrients Requirements of Warm-Water Fishes. Washington D.C. 123-124 p.
- . Nikols'kii, G.V. 1961: Special Ichthyology (Chastnaya Ikhtiologiya). Israel Program for Scientific Traslations (Translated from Russian). Jerusalem. 538 p.
- . Obregón, F. 1961 :Cultivo de la carpa seleccionada en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Banco Nacional de Crédito Ejidal, S. A. de C. V. Campaña Nacional de Piscicultura Agrícola Tercera Edición. 87p.
- . Ogino. C., Yang, G.Y. 1980 : Requirements of carp and rainbow trout for dietary manganese and copper. Bull. Jap. Scien. Fish. 46, 458pp.
- . Peña H.M.T. 1988: Evaluación del Efecto Nematocida de los Extractos Hidrosolubles y Liposolubles del Ajo. (Allium sativum) en carpa (Cyprinus carpio). Tesis Profesional F.M.V.Z. UNAM, México, 17pp.
- . PED, E.R. 1987: Alternatives exist to Antibiotic use in Swice Production. Feedstuffs. February 2.13
- . Ramirez, G.R. 1959 : Instructivo para la Cría de la Carpa. Trabajos de Divulgación. Vol. 1(2). Secretaría de Industria y Comercio. México.
- . Salmerón Perez A. 1982 : Piscicultura: Ecología, Explotación, Higiene. Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V. México, 154 pp.
- . Sato, M.,Yoshinaka, R., Yamamoto, Y., Ikeda, S. 1978 : Nonessentiality of ascorbic acid in the diet of carp. Bull. Jap. Soc. Scien. Fish. 44 .1156 pp.

- Sato., Yamamoto, H., Takeuchi, T., Watanabe, L. 1983 : Effects on growth and mineral composition of carp of deletion of trace elements or magnesium from fish meal diet. Bull. Jap. Soc. Scien. Fish. 49, 435 pp.
- Sevilla, H.L.M. 1988 : Introducción a la Acuicultura. Ed. CECSA. México 110 pp.
- Shimada, A. 1983 : Fundamentos de la Nutrición Animal Comparativa. Ed. Asociación Americana de la Soya. México 18p.
- Tacon, A. G., Knox, D., C. B. Cowey, 1984 : Effects of different dietary levels of salt-mixture on growth and body composition in carp. Bull. Jap. Soc. Scien. Fish., 50, 1222 pp.
- Walton, R.J. 1990 : Modo de Acción y Aspectos de Seguridad de los agentes Promotores del Crecimiento. Acuicultura Profesional Vol. 7(3):101-106.
- Wohlfarth, G. W., Lahman, M. and Hulata, G. 1980 : The story of "Dor 70" a selected Strain of the Israeli common Carp. Bamidgeh 32 (1):3-5.
- Zar. J. M. 1974 : Bioestadistical Analysis. Pentice Hall. Londres. 718 pp.