

3/5  
201



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“DETERMINACION DEL CONTENIDO DE COBRE Y HALLAZGOS A LA NECROPSIA EN CARPA ESPEJO (*Cyprinus carpio* var. *specularis*) ALIMENTADAS CON DIETAS ADICIONADAS CON SULFATO DE COBRE COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO”

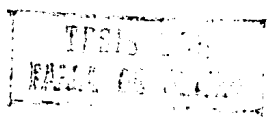
T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
P R E S E N T A :

MARIA DE LA CRUZ VALENCIA GUERRERO

Asesor: M.V.Z. Sergio Carrasco Meza



México, D. F.



1991



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.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN . . . . .	1
INTRODUCCION . . . . .	2
MATERIAL Y METODO . . . . .	7
RESULTADOS . . . . .	8
DISCUSION . . . . .	9
LITERATURA CITADA . . . . .	11
CUADROS Y TABLAS.	

## RESUMEN

VALENCIA GUERRERO MARIA DE LA CRUZ.- "Determinación del contenido de cobre y hayazgos a la necropsia en carpa espejo (Cyprinus carpio var. specularis) alimentadas con dietas adicionadas con sulfato de cobre como promotor del crecimiento", (bajo la dirección del MVZ Sergio Carrasco Meza).

El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de cobre absorbido en los tejidos de cabezas, canales y vísceras, así como observar los hallazgos a la necropsia de los peces. Para llevar a cabo el presente estudio, se formaron cinco lotes de 10 peces cada uno. A cada lote se le administró durante 90 días alimento balanceado conteniendo distintas concentraciones de sulfato de cobre: Lote 1 (Testigo) , Lote 2 (2 ppm). Lote 3 (4 ppm). Lote 4 (6 ppm). Lote 5 (8 ppm). Concluidos los 90 días se sacrificaron para observar lesiones a la necropsia y se determinó el contenido de cobre en cabezas, canales y vísceras por medio de la técnica de absorción atómica. Los resultados mostraron ausencia de lesiones macroscópicas en los órganos de los diferentes lotes. En lo referente a la determinación del cobre no se observaron diferencias significativas entre los lotes de peces alimentados a diferentes concentraciones; reportándose que en promedio, las cabezas obtuvieron 4.1934 ppm., las canales 4.4052 ppm. y para las vísceras 15.0222 ppm., por lo tanto las vísceras fueron las que alcanzaron las más altas concentraciones de cobre. Por lo anterior se concluyó que la adición de sulfato de cobre como promotor del crecimiento a dichas concentraciones no ocasiona lesiones orgánicas aparentes, ni constituye un riesgo de intoxicación la ingestión de estos productos para el humano.

## INTRODUCCION

Es bien conocido que la alimentación constituye un factor esencial en la práctica zootécnica, ya que representa la mayor parte de los costos de operación (16, 19), además de esto, la nutrición de los animales debe ser controlada de manera especial, ya que de ello depende en gran parte el rendimiento adecuado de los animales. La optimización de éste rubro dará como resultado un incremento en la producción. El cultivo de peces también está sujeto a esta consideración especialmente por el gran desarrollo que comienza a tener en nuestro país.

En piscicultura el tipo de alimentación es variado y depende principalmente del nivel de tecnificación que se tenga. De este modo, en sitios donde se practique el cultivo de peces a nivel extensivo, la alimentación estará basada en los organismos planctónicos, los vegetales y la fauna nerítica que exista de manera natural en el cuerpo de agua (17). En lugares donde se realice el cultivo a nivel semiextensivo o semiintensivo los peces se alimentan con los organismos mencionados anteriormente y además se les suministra cierta cantidad de alimento, el que puede ser, seco (pellets), húmedo (visceras y carne), incluso vegetales o granos (13). Por último, donde se practica el cultivo a nivel intensivo únicamente se suministra alimento balanceado peletizado (17). Obviamente, la producción obtenida por unidad de volumen de agua, será mayor conforme se incremente el nivel de tecnificación.

La necesidad de obtener un mayor volumen de producción en un menor período, ha obligado a realizar investigaciones para el mejor aprovechamiento de los alimentos. Para esto se

han llevado a cabo pruebas adicionando a la dieta ciertos productos llamados "promotores del crecimiento" (15,16).

Estos productos han sido utilizados principalmente en la avicultura, porcicultura y en el ganado bovino productor de carne (15,16,22).

Algunas sustancias influyen en el desarrollo de los animales, tal es el caso del cobre, que actúa reduciendo la población de microflora intestinal y se administra como sulfato de cobre, carbonato de cobre, cloruro de cobre, óxido de cobre y metionina cúprica (15,19).

El cobre es absorbido principalmente en el estómago y en todas las porciones del intestino delgado, en la mayoría de las especies su absorción es pobre, la cual, está influenciada por la cantidad y química del cobre ingerido, así como la presencia de otros metales y sustancias orgánicas. El hígado es el principal órgano de almacenamiento de cobre y el encargado de llevar a cabo el metabolismo de éste. Se ha reportado que el sistema biliar es el principal eliminador de cobre en perros, cerdos, aves y ratones, por lo que una alta proporción de cobre ingerido aparece en las heces (23).

La distribución total del cobre en los tejidos varía con la especie y edad del animal. Así se encontró que el cobre total en dos borregos adultos se distribuía en los órganos de la siguiente manera: en hígado 72-79%, en músculos 8-12%, en piel y lana 9%, esqueleto 2% y bajas concentraciones de cobre estaban contenidas en pituitaria, tiroides, timo, próstata, ovarios, testículos; en un nivel intermedio está el páncreas, piel, músculo, hígado y huesos, por lo tanto las mayores concentraciones se encuentran en hígado, cerebro, corazón y pelo (9,23).

El cobre es mejor absorbido a partir de compuestos de bajo peso molecular, reportándose en los cerdos una mayor absorción de cobre a partir de sulfato de cobre, que de sulfuro de cobre (9,23).

En México recientemente se han realizado pruebas para determinar la eficacia del cobre como promotor del crecimiento en peces, adicionando sulfato de cobre en la dieta, en cantidades que alcanzan las 8 ppm., con resultados alentadores.\*

El requerimiento de cobre en la alimentación de los peces es de 1-4 mg./kg. de alimento seco, por lo tanto las cantidades adicionadas en las pruebas mencionadas anteriormente pueden ser tan elevadas que ocasionen la acumulación de cantidades considerables de cobre en los peces y por lo tanto, llegar a representar un peligro de salud pública (3).

Se conoce que el exceso en la ingestión del cobre ocasiona emaciación, diarrea con gases, anemia hemolítica, necrosis hepática, disfunción renal, uremia, hemoglobinuria, ictericia y el bazo aparece notablemente aumentado de tamaño (4,5,6,9,12,15,18,20).

Los niveles normales en los adultos en la mayoría de las especies contienen entre 10 y 50 ppm. en base seca, la mayoría de ellos entre 15 y 30 ppm. Estos niveles son constantes incluso en especies tan distintas como el hombre, ratas, ratones, conejos, gatos, perros, zorros, cerdos, canguros, ballenas, serpientes, cocodrilos, pavos, tiburones, arenque, aves domésticas (23).

---

\*Comunicación personal. MVZ María Estela Ana Auró Angulo, MVZ Marcela Fragoso Carverón. Depto. Acuicultura, MVZ UNAM.

En el salmón y la trucha cantiaaees de 1 mg. de cobre por g. de alimento seco retardan el crecimiento y cantidades menores son tóxicas para la trucha confinada en acuarios. Los peces afectados presentan congestión en branquias e intestino, congestión y necrosis hepática, incremento en la pigmentación de la piel y flexión lateral de la cola así como pérdida de respuesta a estímulos táctiles, lo que sugiere un efecto neurotóxico (12).

Se reporta que la dosis letal de cobre para la lobina es de 2 ppm. aunque hay divergencia al respecto, ya que existen datos que mencionan que concentraciones de 0.8-1 ppm. de sulfato de cobre son letales para la lobina y la carpa (12).

Se han realizado algunos estudios en donde se alimentó a la carpa común con una dieta que contenía 0.7 ppm. de cobre y se observó depresión en el crecimiento, el cual fue corregido administrando 3 ppm. en un suplemento (21). Por otro lado se sabe que de acuerdo a los datos enzimáticos, el requerimiento mínimo de cobre en la dieta del pez gato se determino en aproximadamente 5 mg./kg. (8).

En un experimento realizado con truchas arcoiris, se dieron dietas purificadas con 15 y 150 mg./kg. de cobre durante 20 semanas, los resultados no revelaron ningún daño patológico macroscópico en ningún grupo (14).

Por lo que respecta a dosis tóxicas para el humano, se han registrado muertes posteriores a la ingestión de 10 g. de sulfato de cobre, provocando gastroenteritis hemorrágica, lesiones hepáticas y renales (7).

Se ha reportado que el sulfato de cobre utilizado en



clínica como emético en dosis de 0.25-0.5 g. puede provocar intoxicación y muerte si no se produce el vómito, por lo tanto la dosis letal de sulfato de cobre varía ampliamente, de menos de 1 g. a varias onzas (10). Sin embargo, se requieren cantidades 10 veces mayores que las ingeridas diariamente (25-50 mg.) para provocar intoxicación crónica en el hombre (11).

Por lo consiguiente es importante saber que el cobre contenido en la carne es de 0.04 - 0.6 mg./100g. con un promedio de 0.25 mg., éstos valores son similares en peces de agua dulce y salada. Se ha considerado que la cantidad diaria consumida por un adulto es de 2.5 mg./día (2).

Por lo anterior, es necesario realizar pruebas para determinar la cantidad de cobre acumulado en peces con dietas adicionadas con sulfato de cobre, ya que el consumo de estos productos, puede representar un problema de salud pública, por lo tanto, es de igual importancia evaluar las posibles lesiones ocasionadas en los peces.

#### HIPOTESIS:

Los peces alimentados con dietas adicionadas con altas cantidades de sulfato de cobre almacenan una gran cantidad de cobre en sus tejidos y presentan alteraciones patológicas.

#### OBJETIVO:

Determinar la cantidad de cobre y hallazgos a la necropsia en peces alimentados con dietas adicionadas con sulfato de cobre.

## MATERIAL Y METODO

El presente trabajo se realizo en el Departamento de Acuicultura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se utilizaron cincuenta ejemplares carpa espejo (Cyprinus carpio var. specularis) con una longitud promedio de 5 cm. y un peso promedio de 4g., con los cuales se formaron 5 lotes de 10 peces cada uno. Cada lote se alojó en un acuario con 40 litros de capacidad, equipado con un aereador y un calentador de agua que mantuvo una temperatura de 26°C.

A cada uno de los diferentes lotes se les administró durante 90 días alimento balanceado, el cual, contenía diferentes concentraciones de sulfato de cobre:

Lote 1: Testigo (sin adicionar sulfato de cobre).

Lote 2: 2 ppm.

Lote 3: 4 ppm.

Lote 4: 6 ppm.

Lote 5: 8 ppm.

La cantidad de alimento que se administró a los peces diariamente fue la equivalente a 3% de su peso vivo y dividida en dos raciones al día. Al concluir los 90 días, los peces de los 5 lotes fueron sacrificados con un corte en la nuca utilizando tijeras como lo recomienda Amesher (1) y se realizaron las necrópsias de los mismos, registrando los hallazgos. La determinación del contenido de cobre en cabezas, canales y vísceras se llevó a cabo utilizando la técnica de absorción atómica, realizada en el Departamento de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La evaluación estadística de la información obtenida, se realizó mediante un análisis de varianza.

## RESULTADOS

### Hallazgos a la necropsia:

En la tabla 1., se presentan los hallazgos a la necropsia de cada uno de los diferentes lotes, los cuales indican que las dosis utilizadas de sulfato de cobre no producen alteraciones patológicas en ningún tratamiento.

### Determinación del contenido de cobre en las cabezas, canales y vísceras de los peces de cada lote:

En el análisis de varianza no se observó diferencia significativa entre los resultados de las distintas dosis empleadas en cada lote, observándose también que no hay diferencia estadística entre el contenido de sulfato de cobre en cabezas y canales, pero sí en vísceras en donde su contenido fue mucho mayor ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 1).

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

#### DISCUSION

Los resultados de éste trabajo indican que las cantidades de sulfato de cobre adicionadas a diferentes dosis en el alimento, no ocasionaron lesiones macroscópicas en los órganos, ni mortalidad en los peces, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Knox (14). Sin embargo, estos resultados difieren con lo reportado por Halver (12) en donde concentraciones de 0.8 - 1 ppm. de sulfato de cobre son letales para la lobina y la carpa común. Por otro lado, Reichembach (18) menciona que la presencia de cobre en el agua provoca trastornos hematológicos como anemia y leucocitosis, sin embargo, en éste trabajo no se consideraron éstas variaciones hematológicas.

Las concentraciones de cobre que se obtuvieron en cada uno de los cinco lotes tratados con diferentes dosis de sulfato de cobre, no muestran una diferencia significativa ya que la concentración más alta promedio la obtuvo el Lote 1 (testigo) y la más baja promedio, el Lote 2 (2 ppm.) (Cuadro 1). Sin embargo, en lo referente a las concentraciones de cobre contenidas en cabezas, canales y vísceras, los resultados muestran una mayor concentración de cobre en vísceras y una menor cantidad para cabezas y canales (Cuadro 1), esto tiene relación con lo que menciona Underwood y Georgievskii (9,23), si tomamos en cuenta que el hígado incluido en las vísceras analizadas, es el principal órgano de almacenamiento de éste elemento.

Es importante tomar en consideración, a partir de que compuestos se administra el cobre, ya que no todos tienen el mismo grado de absorción, como lo menciona Underwood y Georgievskii (9,23), de ahí su importancia ya que esto puede reflejarse en su eficacia como promotor del crecimiento, o bien en su toxicidad.

Se concluye que el sulfato de cobre adicionado en las dietas como promotor del crecimiento para la Carpa espejo (Cyprinus carpio var. specularis) a concentraciones de 2, 4, 6 y 8 ppm., no producen lesiones macroscópicas a la necropsia, ni produce la muerte de los peces.

Por lo tanto los resultados obtenidos en éste trabajo, indican que no representa ningun riesgo de salud pública, el consumo de estos productos adicionados con sulfato de cobre a dichas concentraciones ya que Dreisbach(7) y Gosselin (10), mencionan como dosis tóxicas para el humano 1-10 g. de sulfato de cobre y las dosis más altas obtenidas en éste trabajo fueron, 5.020 ppm. para las cabezas y 5.953 ppm. para las canales, siendo éstos dos, los productos comestibles.

#### LITERATURA CITADA

1. Amlacher, E., Conroy, D.A. and Herman, R.L.: Textbook of Fish Diseases. T.F.N. Publications, Inc., Hong Kong, 1970.
2. Borg Strom, G.: Fish as Food. Academic Press, U.S.A., 1962.
3. Chow, K. W. and Schell, W.R.: The Minerals. In Fish Feed Technology. Food and Agriculture Organization, Italia 1980.
4. Davis, H.S.: Culture and Diseases of Game Fishes. University of California Press, U.S.A., 1983.
5. Dos Santos, J.A.: Patología Especial de los Animales Domésticos. 2a. ed. Interamericana, México, 1982.
6. Dos Santos, J.A.: Patología General de los Animales Domésticos. 2a. ed. Interamericana, México, 1981.
7. Dreisbach, R.H. and Robertson, W.O.: Manual de Toxicología Clínica, Prevención, Diagnóstico y Tratamiento, 6a. ed., El Manual Moderno S.A. de C.V., México, 1988.
8. Gatlin, D.M. and Wilson, R.P.: Dietary Copper Requirement of Fingerling Channel Catfish, Aquaculture, 54: 277-285 1986.
9. Georgievskii, V.I., Annenkov, B.M. and Samokhin, V.T.: Mineral Nutrition of animals. Butterworths, London, 1982.
10. Gosselin, R.E., Smith, E.P. and Hodge, H.C.: Clinical Toxicology of Commercial Products, 5a. ed. Williams and Wilking, U.S.A., 1984.

11. Goth, A.: Farmacología, Medicina, Principios y Conceptos  
8a. ed., Doymast, España 1979.
12. Halver, J.E.: Fish Nutrition, Academic Press, Inc.  
U.S.A., 1972.
13. Huet, M.: Tratado de Piscicultura. 2a. ed. Mundy Prensa  
España, 1978.
14. Knox, D., Cowey, C.B. and Adron, J.W.: Effects of Dietary  
Copper and Copper:Zinc Ratio on Rainbow Trout Salmo Gair  
dneri. Aquaculture, 27: 111-119 1982.
15. Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. and Warner, R.G.:  
Nutrición animal. 7a. ed. Mc Graw-Hill, México, 1981.
16. Mc Donald, F., Edwards, R.A. and Green Halg, J.F.O.:  
Animal Nutrition, 3a. ed. Longman, Great Britain, 1981.
17. Pérez, S.L.A.: Piscicultura Ecológica, Explotación,  
Higiene. El Manual Moderno, México, 1982.
18. Reichembach, H.H.: Trabajos sobre Histopatología de los  
peces. Acribia, España, 1977.
19. Shimada, A.S.: Fundamentos de Nutrición Animal Comparati  
va Sistema de Educación Continua en Producción Animal en  
México, A.C., México, 1983.
20. Smith, H.A. and Jones, T.S.: Patología Veterinaria.  
Hispano - Americana, S.A. de C.V., México, 1985.

21. Subcommittee on Warmwater Fish Nutrition.: Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press, U.S.A. 1983.
22. Underwood, E.J.: Los Minerales en la Alimentación del Ganado. Acribia, España, 1969.
23. Underwood, E.J.: Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4a. ed. Academic Press, Inc., London, 1977.



**CUADRO. 1.**

**CANTIDAD DE COBRE CONTENIDO EN LAS CABEZAS,  
CANALES Y VISCERAS EN CADA LOTE.**

	<b>CABEZAS</b>	<b>CANALES</b>	<b>VISCERAS</b>
	<b>(p.p.m.)</b>	<b>(p.p.m.)</b>	<b>(p.p.m.)</b>
<b>Lote 1 (testigo)</b>	4.314	4.517	20.388
<b>Lote 2 (2 ppm)</b>	4.876	3.280	9.013
<b>Lote 3 (4 ppm)</b>	3.594	3.689	20.280
<b>Lote 4 (6 ppm)</b>	3.163	4.587	10.221
<b>Lote 5 (8 ppm)</b>	5.020	5.953	15.209

**Tabla 1.**

**HALLAZGOS A LA NECROPSIA REPORTADOS EN LOS DIFERENTES LOTES.**

	Congestión en bronquios		Congestión en intestinos		Congestión en hígado		Pigmentación de la piel		Flexión lateral de la cola	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Lote 1		-		-		-		-		-
Lote 2		-		-		-		-		-
Lote 3		-		-		-		-		-
Lote 4		-		-		-		-		-
Lote 5		-		-		-		-		-