

137
2eg



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DETERMINACIÓN DE Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co
Y Cd EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE
TILAPIA Y BAGRE

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
PRESENTA:
AURELIA IPATLAN MALDONADO



Asesores: M.V.Z. René Rosiles Martínez
M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordoñez

México, D. F.
1995

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.

CUANDO EL RESPLANDOR MATINAL SE CONVIERTE EN EL
CANSANCIO DEL MEDIODÍA, CUANDO LOS MUSCULOS DE LAS
PIERNAS TIEMBLAN DE TENSIÓN, EL CAMINO PARECE
INTERMINABLE Y, DE REPENTE, NADA QUIERE MARCHAR TAN
BIEN COMO DESEAS. ES ENTONCES CUANDO NO HAS DE
VACILAR.

(Anónimo)

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

GLORIA MALDONADO DE IPATLÁN Y JOSE RICARDO C. IPATLÁN ORTEGA

**CUYA PRESENCIA, FORTALEZA Y AMOR, ME AYUDARON PARA SEGUIR
ADELANTE SIEMPRE.**

A MIS HERMANOS:

**ANGELICA, RUTH, MARIO, RICARDO, LAURA Y EDGAR, QUE ME BRINDARON SU
CARIÑO, APOYO Y COMPENSIÓN.**

**A LA MEMORIA DE MI ABUELITA AURELIA
QUE HA ESTADO CONMIGO SIEMPRE**

AGRADECIMIENTOS

A M. V. Z. RENE ROSILES MARTINEZ POR SU ENSEÑANZA Y APOYO PARA LA REALIZACION DE LA TESIS.

A M. V. Z. JANITZIO ARIEL BAUTISTA POR SU GRAN DEDICACION Y COLABORACION QUE DEPOSITO PARA LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

A. M. V. Z. JOSE RAMIREZ LEZAMA QUE PERTENECE AL DEPARTAMENTO DE PATOLOGIA DE LA F.M.V.Z. UNAM. POR SU GRAN COLABORACION Y APOYO EN LA TESIS.

A MI HONORABLE JURADO:

PRESIDENTE:	M. V. Z. ANA AURO DE OCAMPO
VOCAL:	M. V. Z. FRANCISCO CASTREJON P.
SECRETARIO:	BIOL. AMALIA ARMIJO
SUPLENTE:	M. V. Z. RENE ROSILES MARTINEZ
SUPLENTE:	M. V. Z. MARCELA FRAGOSO CERVON

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
HIPOTESIS	7
OBJETIVOS	8
MATERIAL Y METODOS	9
RESULTADOS	10
DISCUSIÓN	19
LITERATURA CITADA	26
CUADROS Y FIGURAS	28

IPATLÁN MALDONADO AURELIA. DETERMINACIÓN DE Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co Y Cd EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE (Bajo la dirección de: M.V.Z René Rosiles Martínez y M.V.Z. Janitzio Ariel Bautista Ordoñez).

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. La concentración de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd en músculo, branquias y hepatopáncreas de peces como tilapia (*Oreochromis aureus*) y bagre (*Ictalurus punctatus*), provenientes de Sonora (Presa Alvaro Obregón) y Guanajuato (Laguna de Yuriria), utilizándose 15 tilapias y 15 bagres de cada lugar, debido a que no se conocen los niveles de estos minerales en los peces que consume la población. Se utilizó espectrofotometría de absorción atómica en los órganos mencionados anteriormente y los resultados se indican en base seca. El calcio en órganos de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato; presentó mayor concentración ($p < 0.01$) en branquias y hepatopáncreas en ambas especies, sin embargo en el músculo no fué significativa dicha concentración. En sodio y potasio se apreció mayor concentración en hepatopáncreas de bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato, la diferencia en comparación con los otros órganos fué altamente significativo ($p < 0.01$). Es importante señalar que la concentración de potasio en los órganos de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato, fué muy elevada (760 - 2706 ppm), presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) según el tipo de órgano y lugar de procedencia. Para el hierro se encontró mayor concentración en hepatopáncreas de ambas especies, suponemos que debido a que es un elemento importante para la formación de hemoglobina. En el caso de los niveles de cobre y zinc, el mayor contenido se encontró en hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. El manganeso se presentó en mayor concentración en hepatopáncreas y músculo de tilapia de Sonora y Guanajuato, con respecto a los órganos de bagre de Sonora y Guanajuato. La cantidad de magnesio fué mayor en branquias, después en músculo y la

menor concentración se registró en hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato, además este elemento se observó en mayor concentración con respecto al bagre de Sonora y Guanajuato. Los niveles de plomo estuvieron muy elevados en hepatopáncreas y branquias de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato, ya que estos están arriba del valor máximo permitido según la Norma Oficial Mexicana. Para el cromo total la cantidad fué similar en branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato, el valor mayor (2.18 ppm) se presentó en hepatopáncreas de tilapia de Sonora. En el caso del cobalto la diferencia fué altamente significativa ($p < 0.01$) en hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato. Por último los niveles de cadmio detectados en bagre de Guanajuato fueron altamente significativos, con respecto a las demás especies. Las concentraciones registradas en bagre de Guanajuato están por debajo del valor máximo permitido según la Norma Oficial Mexicana, por lo que no se considera un factor de riesgo al consumidor. Se concluye que de las dos especies de peces en este estudio, la tilapia fué la que tuvo una mayor capacidad de concentración de minerales en los órganos analizados. Aún cuando varios minerales se acumularon más en hepatopáncreas, no hubo un patrón definido en la acumulación de minerales según el tejido analizado.

INTRODUCCIÓN

En México en los últimos años se presta una atención especial a la presencia de metales tóxicos tanto orgánicos como inorgánicos en los alimentos debido a que superan los niveles naturales permitidos. El papel de los metales pesados en la nutrición del pez, como nutrientes esenciales y como potentes tóxicos, es complicado (5,20).

El pescado constituye una fuente básica en la alimentación del pueblo de México, debido a que el país es pródigo en la producción y captura de este producto. Sin embargo, la contaminación en mares y ríos, causada por desechos industriales ha traído consigo que en la actualidad exista una alta incidencia de metales tóxicos en pescados y mariscos de mayor consumo (8).

Los minerales necesarios para el pez han sido estudiados muy escasamente, en adición a los problemas generales encontrados en la investigación de nutrición mineral. Los macrominerales son : calcio, magnesio, potasio, sodio, y los minerales traza son : hierro, manganeso, cobre, cobalto, zinc y cromo (9). La toxicidad de los metales en la dieta de los peces dependerá del nivel en que estos se presentan en el agua, así como la dureza y pH en el medio de vida acuático. No obstante debe considerarse la sensibilidad que tienen muchos organismos tanto marinos como de agua dulce para metales pesados lo cual es variable. Muchas de estas especies sobreviven en aguas altamente contaminadas con niveles de metales conocidos por su toxicidad (5,20).

Se menciona que los elementos metálicos se encuentran ampliamente difundidos en toda la corteza terrestre, así como en los océanos, lo que hace inevitable su presencia en todos los seres vivientes. Sin embargo, hay que mencionar que los tejidos corporales humano y animal contienen elementos metálicos en mayor o menor proporción (10,15).

Algunos elementos solubles tales como el calcio, sodio, potasio y cloro tienen funciones en la sangre ó fluidos corporales tales como: osmorregulación, balance ácido-base y sensibilización de fibras musculares. Estudios con isótopos radiactivos muestran que el calcio, fósforo, cobalto y cloro son absorbidos directamente del medio. El calcio y el cobalto son más eficientemente absorbidos en el agua (4,9). El calcio ocupa una posición

central entre los elementos minerales del organismo ya que es de gran importancia para la formación del sistema óseo, la coagulación de la sangre y la contracción muscular. El calcio es almacenado más en la piel y menos en el tejido esquelético en presencia de cobre y zinc (1,3).

El sodio tiene un papel principal en el organismo ya que regula la presión osmótica de los líquidos extra celulares, además de activar algunas enzimas como la amilasa. En cuanto al potasio se encuentra localizado principalmente en las células; regulando presión osmótica celular que activa una serie de enzimas para actividades de glicólisis, cadena respiratoria y otras. (1)

El hierro como en las demás especies es un componente decisivo del pigmento hemático y permite la fijación reversible del oxígeno con la hemoglobina y desempeña una función importante en los procesos de oxidación reducción. Cuando existe un exceso de hierro se elimina paulatinamente por la bilis y orina (17).

Niveles de 0.8 a 1.0 ppm de cobre como sulfato de cobre en agua son tóxicos para muchas especies de peces. Parece, sin embargo, que la tolerancia al cobre en la dieta es mucho más alta que la tolerancia en el agua (20).

El zinc funciona como un componente activador de enzimas y hormonas, el cual activa a la fosfatasa alcalina y participa en el metabolismo del yodo para la formación de la hormona tiroxina. En los peces el mecanismo extrarrenal juega un papel importante en la homeostasis del zinc, que el mecanismo renal. Se determinó zinc en tejidos de siete especies de peces, observándose los valores más altos sobre todo en vísceras de carpa (9,16).

Del manganeso se conoce que los peces son capaces de cubrir sus necesidades a partir del agua y de la alimentación aunque no se conocen todavía detalles sobre estos intercambios; si se encuentra o no a disposición de los peces o si éste se encuentra sólo en el agua o en el alimento. En el músculo de pescado se considera normales concentraciones de .05 mg/100 mg. El manganeso es un elemento relativamente atóxico (1,6,18).

El magnesio funciona como componente y activador de numerosas enzimas especialmente aquellos que producen fosfatos ricos en energía, lo cual se considera un elemento vital y la deficiencia de este produce graves alteraciones (1).

El plomo es menos disponible en agua de lagos altamente orgánicos que en lagos de aguas duras. Se han encontrado acumulaciones de plomo en algunos tejidos de carpa; como el endotelio capilar del cerebro y especialmente cantidades altas en el cerebelo. Depósitos de plomo intranuclear e intracitoplásmico fueron observados en hígado y células tubulares del riñón. El análisis de tejido muscular presentó concentraciones de cadmio y plomo que se encuentran aumentadas en hígado de especímenes de los lagos acidificados (11,17,19).

El cromo tiene importancia para la utilización de la glucosa, activa la fosfoglucomutasa y aumenta la actividad de la insulina. En peces marinos, el cromo hexavalente provoca problemas respiratorios y despigmentación, a esto se suma la acción cancerígena que desarrollan las concentraciones elevadas de cromo. (1,6)

El cobalto es un componente esencial de la vitamina B12 (cobalamina), el cual es tomado por los peces a partir del agua, por medio de las branquias. En los peces se ha comprobado repetidamente el efecto que sobre el cuadro hemático y el crecimiento ejerce el aporte elevado de cobalto. Los contenidos de cobalto en tejidos de 10 especies de peces de agua dulce han sido cuantificados, observándose que la distribución de este en el pez es desigual y es más alto en branquias e hígado (2,17).

El cadmio participa en reacciones de oxidación asociado con la generación de alguna especie de oxígeno reactivo el cual interactúa con la membrana de lípidos de las células hepáticas, para producir peróxidos. En cuanto al cadmio la disponibilidad fué similar tanto en agua dura como en agua acidificada. La contaminación del pescado con cadmio puede ser elevada en ocasiones; hay registrados valores máximos de 0.1 a 5 e incluso 100 ppm. Este va acompañado frecuentemente de compuestos de zinc, plomo-zinc, y zinc-cobre-plomo. Estas combinaciones aumentan el grado de toxicidad del cadmio (6,7,19).

El magnesio funciona como componente y activador de numerosas enzimas especialmente aquellos que producen fosfatos ricos en energía, lo cual se considera un elemento vital y la deficiencia de este produce graves alteraciones (1).

El plomo es menos disponible en agua de lagos altamente orgánicos que en lagos de aguas duras. Se han encontrado acumulaciones de plomo en algunos tejidos de carpa; como el endotelio capilar del cerebro y especialmente cantidades altas en el cerebelo. Depósitos de plomo intranuclear e intracitoplásmico fueron observados en hígado y células tubulares del riñón. El análisis de tejido muscular presentó concentraciones de cadmio y plomo que se encuentran aumentadas en hígado de especímenes de los lagos acidificados (11,17,19).

El cromo tiene importancia para la utilización de la glucosa, activa la fosfoglucomutasa y aumenta la actividad de la insulina. En peces marinos, el cromo hexavalente provoca problemas respiratorios y despigmentación, a esto se suma la acción cancerígena que desarrollan las concentraciones elevadas de cromo. (1,6)

El cobalto es un componente esencial de la vitamina B12 (cobalamina), el cual es tomado por los peces a partir del agua, por medio de las branquias. En los peces se ha comprobado repetidamente el efecto que sobre el cuadro hemático y el crecimiento ejerce el aporte elevado de cobalto. Los contenidos de cobalto en tejidos de 10 especies de peces de agua dulce han sido cuantificados, observándose que la distribución de este en el pez es desigual y es más alto en branquias e hígado (2,17).

El cadmio participa en reacciones de oxidación asociado con la generación de alguna especie de oxígeno reactivo el cual interactúa con la membrana de lípidos de las células hepáticas, para producir peróxidos. En cuanto al cadmio la disponibilidad fué similar tanto en agua dura como en agua acidificada. La contaminación del pescado con cadmio puede ser elevada en ocasiones; hay registrados valores máximos de 0.1 a 5 e incluso 100 ppm. Este va acompañado frecuentemente de compuestos de zinc, plomo-zinc, y zinc-cobre-plomo. Estas combinaciones aumentan el grado de toxicidad del cadmio (6,7,19).

En peces expuestos a aguas contaminadas por cadmio y aluminio, estos elementos se acumulan principalmente en branquias. También apareció el cadmio en hígado, riñón y oocitos (4).

Los metales no deseables como: cadmio, cobre, zinc, arsénico, mercurio, plomo y aluminio incrementan la incidencia de albinismo en el bagre de canal, cuando los huevos y el pez son expuestos a una concentración alta pero subletal (20).

Esta información denota la importancia de los elementos tóxicos y esenciales en los diferentes órganos de ciertas especies de peces. Este trabajo de investigación se realizó debido a que en México no se conocen los niveles de elementos minerales en diferentes especies de peces de consumo humano.

HIPÓTESIS

El contenido de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de la presa Alvaro Obregón, Sonora.

El contenido de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Pb, Cr, Co y Cd, es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

La concentración de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de la Presa Alvaro Obregón, Sonora y de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

La concentración de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Pb, Cr, Co y Cd, es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de la Presa Alvaro Obregón, Sonora y de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

HIPÓTESIS

El contenido de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de la presa Alvaro Obregón, Sonora.

El contenido de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Pb, Cr, Co y Cd, es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

La concentración de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de la Presa Alvaro Obregón, Sonora y de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

La concentración de Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Pb, Cr, Co y Cd, es diferente en músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de la Presa Alvaro Obregón, Sonora y de la Laguna de Yuriria, Guanajuato.

OBJETIVOS

- 1.-Analizar los contenidos de elementos minerales en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre provenientes de Sonora (Presa Alvaro Obregón).
- 2.-Analizar los contenidos de elementos minerales en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre provenientes de Guanajuato (Laguna de Yuriria).
- 3.-Comparar el contenido de elementos minerales en tilapia de Sonora y tilapia de Guanajuato.
- 4.-Comparar el contenido de elementos minerales en bagre de Sonora y bagre de Guanajuato.
- 5.-Determinar la concentración de los metales pesados (Cd, Pb, Cr y Co), para valorar el riesgo de exposición de los consumidores, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana.

MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Toxicología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para determinar elementos minerales en tilapia (*Oreochromis aureus*) y bagre (*Ictalurus punctatus*), utilizándose 15 tilapias y 15 bagres provenientes de la Presa Alvaro Obregón, Sonora, así como 15 tilapias y 15 bagres provenientes de la Laguna de Yuriria, Guanajuato. Se obtuvieron los siguientes órganos: músculo, branquias y hepatopáncreas, los cuales se deshidrataron en forma individual en una estufa a una temperatura de 60 - 80°C de 20-24 hrs. después, se pesaron (1-2 g) de cada muestra en una balanza analítica. Posteriormente fueron quemadas y luego incineradas en una mufla a una temperatura de 400 - 450°C, durante 24 hrs. Las cenizas de cada muestra se disolvieron con HCl al 3N y se aforaron a 50 ml con agua desmineralizada. Una vez aforadas se realizó la determinación de elementos minerales por medio de la técnica de espectrofotometría de absorción atómica, bajo las condiciones dadas por el fabricante del equipo para cada elemento (14). La concentración de minerales obtenida de cada órgano se tabuló y graficó para conocer las diferencias numéricas entre : especie (bagre y tilapia), origen (Sonora y Guanajuato) y de órganos en el mismo pez. Agrupados de esta forma se realizó la comparación de medias entre muestras de dos poblaciones (t de Student) para bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato. Así como también se realizó un análisis de varianza y posteriormente la prueba de Tuckey para establecer la significancia estadística entre órganos del mismo pez.

RESULTADOS

Las concentraciones promedio de los minerales analizados (Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd) en músculo, branquias y hepatopáncreas, de bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato fueron las siguientes:

CALCIO

La cantidad promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué de 5820.92, 48592.21 y 26470.10 respectivamente. En bagre de Sonora la concentración promedio en ppm de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas fué de 1105.25 ppm, 50767.87 ppm y 63644.36 ppm respectivamente. De acuerdo al análisis estadístico, hubo diferencia significativa ($p < 0.05$ - 1) entre las muestras de músculo y hepatopáncreas de bagre y tilapia de Sonora (Cuadro 1).

La concentración promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 13054.31 ppm; 50997.71 ppm y 3783.37 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato los valores correspondientes fueron: 5960.25 ppm; 21629.63 ppm y 30886.13 ppm respectivamente. Se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para las muestras de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 2).

Para las concentraciones de calcio en músculo y hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato, se observó diferencia estadística significativa $p < 0.05$ (Cuadro 3).

En músculo y branquias de bagre de Sonora y Guanajuato, el contenido de calcio fué diferente ($p < 0.05$) (Cuadro 4).

Del cuadro 1 al 4 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 1, muestra la concentración promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

RESULTADOS

Las concentraciones promedio de los minerales analizados (Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mn, Mg, Pb, Cr, Co y Cd) en músculo, branquias y hepatopáncreas, de bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato fueron las siguientes:

CALCIO

La cantidad promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué de 5820.92, 48592.21 y 26470.10 respectivamente. En bagre de Sonora la concentración promedio en ppm de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas fué de 1105.25 ppm, 50767.87 ppm y 63644.36 ppm respectivamente. De acuerdo al análisis estadístico, hubo diferencia significativa ($p < 0.05 - 1$) entre las muestras de músculo y hepatopáncreas de bagre y tilapia de Sonora (Cuadro 1).

La concentración promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 13054.31 ppm; 50997.71 ppm y 3783.37 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato los valores correspondientes fueron: 5960.25 ppm; 21629.63 ppm y 30886.13 ppm respectivamente. Se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) para las muestras de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 2).

Para las concentraciones de calcio en músculo y hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato, se observó diferencia estadística significativa $p < 0.05$ (Cuadro 3).

En músculo y branquias de bagre de Sonora y Guanajuato, el contenido de calcio fué diferente ($p < 0.05$) (Cuadro 4).

Del cuadro 1 al 4 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 1, muestra la concentración promedio de calcio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

SODIO

La concentración promedio de sodio detectado en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué : 244.53 ppm, 375.99 ppm y 0.64 ppm respectivamente.

En bagre de Sonora la concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas fué de: 349.81 ppm, 496.32 ppm y 630.89 ppm respectivamente. En el análisis estadístico se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), para las muestras de órganos de bagre y tilapia de Sonora (Cuadro 5). La concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué de 461.00 ppm, 817.31 ppm y 1208.16 ppm respectivamente. En músculo, branquias y hepatopáncreas en bagre de Guanajuato las cantidades fueron: 0.68 ppm, 0.70 ppm y 0.55 ppm; se observó diferencia significativa ($p < 0.05$), en todas las muestras (Cuadro 6). Comparando tilapia de Sonora con tilapia de Guanajuato se tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las muestras (Cuadro 7). En las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora y Guanajuato se observó diferencia estadística con respecto a ($p < 0.05$) (Cuadro 8). Del cuadro 5 al 8 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 2, muestra la concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

POTASIO

La concentración promedio de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué de :1244.65 ppm; 760.18 ppm y 0.42 ppm respectivamente. En músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora fueron: 1064.58 ppm, 837.77 ppm y 1619.97 ppm respectivamente; de acuerdo al análisis estadístico se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de hepatopáncreas, pero no para las muestras de músculo y branquias de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 9). La concentración promedio de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué : 1644.56 ppm; 1107 ppm y 2706.03 ppm respectivamente. En bagre de Guanajuato las cantidades de

SODIO

La concentración promedio de sodio detectado en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué : 244.53 ppm, 375.99 ppm y 0.64 ppm respectivamente.

En bagre de Sonora la concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas fué de: 349.81 ppm, 496.32 ppm y 630.89 ppm respectivamente. En el análisis estadístico se observó diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), para las muestras de órganos de bagre y tilapia de Sonora (Cuadro 5). La concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué de 461.00 ppm, 817.31 ppm y 1208.16 ppm respectivamente. En músculo, branquias y hepatopáncreas en bagre de Guanajuato las cantidades fueron: 0.68 ppm, 0.70 ppm y 0.55 ppm; se observó diferencia significativa ($p < 0.05$), en todas las muestras (Cuadro 6). Comparando tilapia de Sonora con tilapia de Guanajuato se tuvo diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las muestras (Cuadro 7). En las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora y Guanajuato se observó diferencia estadística con respecto a ($p < 0.05$) (Cuadro 8). Del cuadro 5 al 8 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 2, muestra la concentración promedio de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

POTASIO

La concentración promedio de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué de :1244.65 ppm; 760.18 ppm y 0.42 ppm respectivamente. En músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora fueron: 1064.58 ppm, 837.77 ppm y 1619.97 ppm respectivamente; de acuerdo al análisis estadístico se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de hepatopáncreas, pero no para las muestras de músculo y branquias de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 9). La concentración promedio de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué : 1644.56 ppm; 1107 ppm y 2706.03 ppm respectivamente. En bagre de Guanajuato las cantidades de

este elemento en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 1.42 ppm; 0.61 ppm y 0.64 ppm respectivamente. Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) para las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 10). El contenido de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato, fué significativamente ($p < 0.05$) diferente (Cuadro 11 y 12). Del cuadro 9 al 12 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 3, muestra la concentración promedio de potasio en músculo, branquias y hepatopáncreas en bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato.

HIERRO

El contenido de hierro en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué: 58.01 ppm; 324.21 ppm y 1759.31 ppm respectivamente. En bagre de la misma localidad las concentraciones promedio de hierro en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 98.40 ppm, 216.88 ppm y 1001.23 ppm respectivamente. De acuerdo al análisis estadístico se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 13).

Los promedios de hierro en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fueron: 20.99 ppm; 239.17 ppm y 415.47 ppm respectivamente. En bagre las cantidades en músculo branquias y hepatopáncreas fueron: 49.57 ppm; 63.70 ppm y 310.75 ppm respectivamente. Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre bagre y tilapia de Guanajuato (Cuadro 14); lo mismo se presentó entre tilapia de Sonora y Guanajuato (Cuadro 15); y entre bagre de Sonora y bagre de Guanajuato (Cuadro 16). Del cuadro 13 al 16 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 4, muestra la concentración promedio de hierro en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

COBRE

Las concentraciones promedio de cobre en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué: 3.99 ppm; 5.33 ppm y 629.36 ppm respectivamente y para bagre de Sonora, las concentraciones en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 2.13 ppm , 7.52 ppm y 9.20 ppm respectivamente. En donde si se observó diferencia estadística solo para las muestras de hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 17).

Las concentraciones promedio de cobre en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fueron: 3.19 ppm; 5.55 ppm y 82.56 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato las concentraciones de cobre en músculo, branquias y hepatopáncreas fué: 4.99 ppm 11.07 ppm y 10.97 ppm respectivamente. En donde existe diferencia estadística para branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 18). Para tilapia de Sonora y tilapia de Guanajuato existe diferencia estadística ($p < 0.05$), sólo para hepatopáncreas (Cuadro 19). Para las muestras de bagre de Sonora y Guanajuato, existe diferencia estadística ($p < 0.05$) para músculo y branquias (Cuadro 20). Del cuadro 17 al 20 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 5, muestra la concentración promedio de cobre en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

ZINC

Las concentraciones promedio de zinc en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fué de 35.38 ppm; 71.49 ppm y 101.76 ppm respectivamente y para las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora fué: 216.65 ppm; 167731.12 ppm y 9598.06 ppm respectivamente. Apreciándose diferencia estadística significativa para músculo y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 21). Las concentraciones de zinc en tilapia de Guanajuato para músculo, branquias y hepatopáncreas fué : 327.15 ppm; 713.33 ppm y 3202.35 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato las concentraciones de zinc en músculo, branquias y

hepatopáncreas fueron 29.08 ppm, 35.60 ppm y 120.85 ppm. La diferencia fué significativa ($p < 0.05$) (Cuadro 22).

En las concentraciones de zinc en tilapia de Sonora y Guanajuato la diferencia fué significativa ($p < 0.05$) en todos los órganos (Cuadro 23).

Para las concentraciones de zinc en bagre de Sonora y Guanajuato se obtuvo diferencia estadística significativa para todas las muestras analizadas (músculo, branquias y hepatopáncreas) (Cuadro 24). Del cuadro 21 al 24 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 6, muestra la concentración promedio de zinc de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

MANGANESO

Las concentraciones de manganeso determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron: 0.98 ppm; 27.57 ppm y 15.12 ppm respectivamente. En bagre los valores de manganeso obtenidos en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 1.33 ppm; 6.47 ppm y 3.43 ppm respectivamente. En todas las muestras (músculo, branquias y hepatopáncreas) la diferencia fué significativa ($p < 0.05$) (Cuadro 25). En músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato el contenido de manganeso fué: 1.29 ppm; 17.35 ppm y 19.50 ppm respectivamente. En bagre los valores correspondientes fueron: 0.88 ppm; 3.67 ppm y 2.58 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) para branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 26).

En las concentraciones de manganeso de tilapia de Sonora y Guanajuato se tuvo diferencia estadística significativa para las muestras de músculo y branquias (Cuadro 27). Las concentraciones de manganeso obtenidas en bagre de Sonora y Guanajuato se observa diferencia significativa ($p < 0.05$) para músculo y branquias (Cuadro 28). Del cuadro 25 al 28 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 7, muestra las concentraciones promedio de manganeso en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

MAGNESIO

Las concentraciones de magnesio en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron: 549.34 ppm; 754.32 ppm y 318.92 ppm. En bagre las cantidades correspondientes fueron: 589.44 ppm; 806.98 ppm y 1830.52 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 29). Las concentraciones promedio de magnesio en ppm, determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 672.89 ppm; 1399.12 ppm y 553.29 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato fué: 264.84 ppm; 10.41 ppm y 118.32 ppm respectivamente. Sólo se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las muestras de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 30). En tilapia de Sonora y Guanajuato hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en branquias y hepatopáncreas (Cuadro 31).

En bagre hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) según la localidad (Cuadro 32). Del cuadro 29 al 32 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez. La Figura 8, muestra las concentraciones promedio de magnesio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

PLOMO

Las concentraciones de plomo obtenidas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron : 0.80 ppm; 5.40 ppm y 3.88 ppm respectivamente y para bagre de Sonora las concentraciones de plomo obtenidas en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 0.44 ppm; 2.29 ppm y 1.13 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de branquias y hepatopáncreas (Cuadro 33).

El contenido promedio de plomo, determinado en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 1.42 ppm, 3.42 ppm y 6.02 ppm respectivamente. En bagre de

La Figura 7, muestra las concentraciones promedio de manganeso en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

MAGNESIO

Las concentraciones de magnesio en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron: 549.34 ppm; 754.32 ppm y 318.92 ppm. En bagre las cantidades correspondientes fueron: 589.44 ppm; 806.98 ppm y 1830.52 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora (Cuadro 29). Las concentraciones promedio de magnesio en ppm, determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 672.89 ppm; 1399.12 ppm y 553.29 ppm respectivamente y para bagre de Guanajuato fué: 264.84 ppm; 10.41 ppm y 118.32 ppm respectivamente. Sólo se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las muestras de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 30). En tilapia de Sonora y Guanajuato hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en branquias y hepatopáncreas (Cuadro 31).

En bagre hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) según la localidad (Cuadro 32). Del cuadro 29 al 32 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez. La Figura 8, muestra las concentraciones promedio de magnesio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

PLOMO

Las concentraciones de plomo obtenidas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron : 0.80 ppm; 5.40 ppm y 3.88 ppm respectivamente y para bagre de Sonora las concentraciones de plomo obtenidas en músculo, branquias y hepatopáncreas fueron: 0.44 ppm; 2.29 ppm y 1.13 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en las muestras de branquias y hepatopáncreas (Cuadro 33).

El contenido promedio de plomo, determinado en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fué: 1.42 ppm, 3.42 ppm y 6.02 ppm respectivamente. En bagre de

Guanajuato los valores fueron: 1.23 ppm, 2.72 ppm y 1.80 ppm. En donde sólo se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) para hepatopáncreas (Cuadro 34). En las concentraciones de plomo obtenidas en Tilapia de Sonora y Guanajuato se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en branquias y hepatopáncreas (Cuadro 35).

Para bagre de Sonora y Guanajuato las concentraciones de plomo mostraron diferencias sólo para las muestras de músculo (Cuadro 36). Del cuadro 33 al 36 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 9, muestra las concentraciones promedio de plomo en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

CROMO

Las concentraciones promedio de cromo determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora fueron: 0.18 ppm; 1.20 ppm y 2.18 ppm respectivamente. En bagre los valores correspondientes fueron: 0.67 ppm; 1.69 ppm y 1.60 ppm respectivamente. De acuerdo al análisis estadístico hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en todas las muestras (Cuadro 37). Las cantidades de cromo determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato fueron: 0.25 ppm; 1.55 ppm y 1.53 ppm respectivamente. Para bagre las concentraciones fueron: 0.49 ppm; 1.06 ppm y 0.90 ppm, respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) sólo para las muestras de branquias y hepatopáncreas (Cuadro 38).

Las concentraciones obtenidas en tilapia de Sonora y Guanajuato correspondientes a hepatopáncreas fueron diferentes ($p < 0.05$) (Cuadro 39).

En relación al bagre de Sonora y Guanajuato se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) en branquias y hepatopáncreas (Cuadro 40). Del cuadro 37 al 40 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 10, muestra las concentraciones promedio de cromo en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

COBALTO

Las concentraciones de cobalto determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora, fueron: 2.20 ppm, 5.96 ppm y 20.60 ppm respectivamente. Para bagre las concentraciones de este mineral fueron: 4.11 ppm, 9.44 ppm y 15.14 ppm respectivamente. Se observó diferencia significativa ($p < 0.05$) para músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre y tilapia de Sonora (Cuadro 41).

Las concentraciones de cobalto determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato, fueron: 6.04 ppm, 17.90 ppm y 37.22 ppm respectivamente. En bagre los valores de este mineral fueron: 0.73 ppm, 2.42 ppm y en hepatopáncreas no se detectó cobalto. De acuerdo al análisis estadístico hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Guanajuato (Cuadro 42). En tilapia de Sonora y Guanajuato, todos los tejidos mostraron diferencias significativas en las cantidades (Cuadro 43). Las concentraciones de cobalto determinadas en bagre de Sonora y Guanajuato presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en todos los órganos (Cuadro 44). Del cuadro 41 al 44 se muestra la diferencia estadística que existe entre órganos del mismo pez.

La Figura 11, muestra las concentraciones promedio de cobalto en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

CADMIO

En las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora no se detectó cadmio (Cuadro 45).

Tampoco se detectó en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato, pero sí se determinó este mineral en músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Guanajuato. Las concentraciones fueron: 0.23 ppm, 0.28 ppm y 0.36 ppm respectivamente (Cuadro 46).

En el cuadro 47 no hay datos de concentración ya que estos no se detectaron en las muestras de tilapia de Sonora y Guanajuato.

En el cuadro 48 no se realizó el análisis estadístico ya que no tenemos valores en tilapia de Guanajuato para poder observar diferencia estadística significativa para músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora y Guanajuato.

La Figura 12, muestra las concentraciones promedio en ppm de cadmio en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato.

DISCUSIÓN

De acuerdo con las concentraciones determinadas de minerales en las muestras (músculo, branquias y hepatopáncreas) de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato las concentraciones de calcio en las muestras de músculo, fueron mayores en tilapia y bagre de Guanajuato con respecto a tilapia y bagre de Sonora. Esto puede sugerir que hay una mayor movilización de calcio en la Laguna de Yuriria, Guanajuato tal vez por las características fisicoquímicas del agua. Las concentraciones de calcio en las muestras de branquias, fueron homogéneas para ambos grupos según su origen (Sonora y Guanajuato) y una concentración elevada de calcio en hepatopáncreas de bagre de Sonora con respecto a las demás especies. Las concentraciones elevadas de calcio en branquias confirman que estos órganos asimilan este mineral disuelto en agua para cubrir las necesidades del pez. Algunas especies pueden adquirir del 65 al 80% de sus necesidades metabólicas en el agua (4). Las concentraciones halladas de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas en bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato se observaron concentraciones mayores con respecto a las concentraciones de sodio en músculo, branquias y hepatopáncreas en tilapia de Sonora y bagre de Guanajuato. Las concentraciones de sodio en órganos de la misma especie fueron concentraciones diferentes entre sí. Observándose que el hepatopáncreas y las branquias tienen una mayor concentración de sodio.

Las concentraciones de potasio en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato, se observan nuevamente con mayor concentración de potasio con respecto a tilapia de Sonora y bagre de Guanajuato, observándose una concentración de potasio mayor en músculo y hepatopáncreas de bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato. Además de diferencias muy significativas en la concentración de potasio en órganos del mismo pez.

Al comparar las muestras de músculo de tilapia y bagre de Guanajuato y Sonora las concentraciones de hierro son mayores en bagre de Sonora y Guanajuato, con respecto a las muestras de músculo en tilapia de Sonora y Guanajuato. En otra investigación la concentración mineral de hierro en músculo de tilapia y bagre es de 17.6 ppm y 16.6 ppm

respectivamente (3). Estas concentraciones son menores en comparación con las obtenidas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. También se observó que las concentraciones de hierro en branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato, fueron mayores a las obtenidas en bagre de Sonora y Guanajuato. Las diferencias estadísticas de concentración de hierro fueron diferentes entre órganos del mismo pez.

Las concentraciones de cobre determinadas en músculo, branquias y hepatopáncreas en bagre de Guanajuato fueron mayores con respecto a las muestras de tilapia y bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato. Bican menciona una concentración de cobre para la tilapia (*Oreochromis niloticus*) de 0.9 ppm y para bagre (*Ictalurus punctatus*) de 0.4 ppm y que son menores a las observadas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. En peces del Rhin, la tasa media de cobre fué de 1-3 ppm en músculo de Bremas y Anguilas. En peces 2.9 ppm (Danubio), 0.2- 0.84 ppm (Weser) y 0.6-3 ppm (Rhin). Observándose también que estas concentraciones están por debajo de las concentraciones obtenidas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato (6). Se mencionan concentraciones de cobre en músculo de tilapia de 0.9 ppm y en bagre de 0.4 ppm respectivamente, observándose que los resultados de las concentraciones obtenidas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato son mayores a las concentraciones mencionadas anteriormente (2). Las concentraciones de cobre en branquias de bagre de Sonora y Guanajuato fueron mayores en comparación con tilapia de Sonora y Guanajuato, esto puede deberse a los hábitos biológicos del bagre. En cuanto a las concentraciones obtenidas de cobre en hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato se observan concentraciones mayores en tilapia de Sonora y Guanajuato con respecto a bagre de Sonora y Guanajuato. Se mencionan concentraciones de cobre en hepatopáncreas de peces de 3.2 ppm (Danubio), 2.8 ppm (Lago superior) y 10 ppm (Rhin). Estas concentraciones de cobre son menores a las obtenidas en bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato (6). En tilapia de Sonora y Guanajuato se observó diferencia estadística en la concentración de cobre en músculo, branquias y hepatopáncreas del mismo pez, y en bagre de Sonora y Guanajuato también se tuvo diferencia estadística significativa para músculo, branquias y hepatopáncreas en el mismo pez.

El zinc se observa en mayor concentración en las muestras de músculo de bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato, esto nos hace pensar que este elemento se encuentra en concentraciones tales que el bagre y tilapia llegaron a almacenar en el músculo.

Se mencionan valores medidos en músculo de peces de 84 ppm (Danubio) y 21 ppm (Rhin). Estas concentraciones de zinc en músculo son similares a las obtenidas en el estudio realizado en tilapia de Sonora y bagre de Guanajuato (6). Las concentraciones de zinc en músculo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) de 7.0 ppm y en bagre (*Ictalurus punctatus*) 7.8 ppm, fueron obtenidas de tilapia y bagre de un estudio realizado en la Unidad de Investigación de Pesquerías de la Universidad de Auburn, Estados Unidos, estas concentraciones están por debajo de las concentraciones de zinc obtenidas de músculo de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato (2). En branquias se obtuvieron concentraciones de zinc mayores en bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato y lo mismo sucedió para las concentraciones de zinc en hepatopáncreas de ambas especies. Estos valores obtenidos nos pueden indicar que tanto el bagre de Sonora como la tilapia de Guanajuato probablemente hayan permanecido mas tiempo en el lugar donde se obtuvieron, pues son especies diferentes y de lugar de procedencia no similares, no descartando la posibilidad de que la concentración de zinc en ambos lugares pudiera estar elevada. Se mencionan concentraciones de zinc en branquias de carpa y lucio de 810-9150 ppm (promedio) y en hígado de 750-2880 ppm de zinc tanto bagre de Sonora como tilapia de Guanajuato, las concentraciones de zinc son mas altas a las mencionadas por Bican J. esto puede sugerir que hay una mayor acumulación de zinc en el medio acuático (2). El zinc en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y tilapia de Guanajuato las concentraciones fueron diferentes entre órganos del mismo pez. Y en bagre de Guanajuato se observó diferencia estadística entre músculo, branquias y hepatopáncreas.

Se menciona 0.5 ppm de manganeso en músculo de peces del Rhin considerando esta concentración normal para los peces estudiados. El manganeso de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato fué mayor al mencionado anteriormente. Se mencionan concentraciones de manganeso en músculo de tilapia y bagre de 0.1 ppm y 0.7 ppm respectivamente, en donde

estas concentraciones son menores a las obtenidas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato (3,6).

En branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato se obtuvieron concentraciones de manganeso mayores con respecto a las concentraciones obtenidas en branquias y hepatopáncreas en bagre de Sonora y Guanajuato. La tilapia tiene mayor capacidad de concentrar este mineral con respecto al bagre.

Se mencionan concentraciones de manganeso en hepatopáncreas de peces (Lago Superior) de 23 ppm y (Danubio) 101 ppm: Estas concentraciones de manganeso fueron mayores a las que se obtuvieron en el estudio realizado en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. Esto probablemente sea a que los medios acuíferos varían mucho en cuanto a contenidos de minerales debido a diversos factores como geográficos, agentes contaminantes, flora y fauna acuática. El manganeso no parece tener mucha significancia como contaminante en el medio acuífero, debido a que su tolerancia en la vida acuática varía de 1.5 a 1000 mg/l, no se considera un problema en aguas dulces (Hellowell et al 1989). (6,12). El manganeso en tilapia y bagre de Sonora se observó diferencia estadística entre órganos de la misma especie, y en tilapia y bagre de Guanajuato también tuvo diferencia estadística con respecto a los demás órganos de la misma especie.

Las concentraciones de magnesio determinadas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato fueron similares, no se observa variación alguna, en cuanto a la concentración de magnesio en las muestras de músculo. Se mencionan concentraciones de magnesio en tilapia y bagre de 262.6 ppm y 259.6 ppm respectivamente (3). Estas concentraciones son menores a las obtenidas en el estudio realizado en las muestras de músculo de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. Las concentraciones observadas de magnesio en branquias de tilapia de Guanajuato fue mayor a la obtenida tanto en bagre de Guanajuato, como en tilapia y bagre de Sonora. Esto probablemente se deba a que la tilapia tenga mayor tiempo de permanecer en la laguna, pues las concentraciones obtenidas en tilapia y bagre de Sonora tienen una concentración similar entre ellas. Se observó mayor concentración de magnesio en branquias de tilapia de Guanajuato. El magnesio determinado en hepatopáncreas de tilapia y

bagre de Sonora y Guanajuato, se detectaron concentraciones variables entre cada una de las especies y su origen; se registró mayor cantidad en bagre de Sonora con respecto a las demás concentraciones obtenidas. Aquí las concentraciones entre órganos del mismo pez fueron muy diferentes.

El plomo determinado en músculo de tilapia y bagre de Guanajuato fué mayor al obtenido en músculo de tilapia y bagre de Sonora, se observa entonces que existe probablemente una concentración mayor de plomo en el medio acuífero de Guanajuato. El plomo es un metal que tiene una especial afinidad hacia el tejido óseo y conjuntivo, por lo que el músculo solo se ve afectado cuando las dosis son muy altas, junto con el tejido óseo, resultan así mismo afectados con preferencia las branquias, piel, bazo, riñón y corazón. En el músculo de lucio (pez) se registra una concentración máxima de plomo 6 ppm. Esta concentración registrada es la más alta a las obtenidas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato (6).

El músculo se mostró como uno de los órganos menos contaminados de plomo, por lo que el consumo de éste no ocasiona trastornos al consumidor por peces de agua dulce que pudieran contener plomo. Pese a ello deben establecerse valores máximos que no deben excederse en el pez completo más allá de 0.5 ppm. La Norma Oficial Mexicana establece el límite máximo en contenido de plomo de 1.0 ppm lo cual nos indica que las concentraciones de plomo obtenidas en tilapia y bagre de Guanajuato están por encima de este límite máximo, por lo tanto el medio acuífero de Guanajuato sugiere una concentración de plomo elevada. Los datos publicados sobre el efecto del plomo en invertebrados marinos indican que la concentración de exposición debe ser mayor a 1 ppm, para que pueda ser observada cualquier respuesta tóxica aguda. (8, 12, 13).

Se menciona 1 ppm de plomo en músculo de tilapia y bagre. Esta concentración de plomo es menor a la obtenida en tilapia y bagre de Guanajuato pero no para tilapia y bagre de Sonora. (3).

Las concentraciones de plomo en branquias y hepatopáncreas de tilapia de Sonora y Guanajuato fueron mayores a las encontradas en el bagre en las mismas localidades. Se

observó que sin importar su origen la tilapia acumula mayor cantidad de plomo que el bagre.

Las concentraciones de cromo obtenidas de músculo, branquias y hepatopáncreas de bagre y tilapia de Sonora y Guanajuato fueron bajas en todas las muestras.

Se menciona en músculo de peces del Rhin de 1-8 ppm de cromo, esta concentración es mayor a las concentraciones obtenidas en músculo de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato. Las concentraciones de cromo en músculo de bagre de Sonora y Guanajuato fueron mayores a las obtenidas en tilapia (6).

Se mencionan concentraciones de cromo en músculo de tilapia y bagre de 0.4 ppm y 0.1 ppm respectivamente. Estas concentraciones son similares a las obtenidas en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato, en este estudio por lo que puede indicar que en México todavía el cromo no es un contaminante, aparentemente tóxico (2). Se observó diferencia estadística significativa en órganos de tilapia y bagre de Sonora y bagre de Guanajuato.

La concentración de cobalto en músculo de tilapia de Guanajuato fué mayor con respecto al bagre de Guanajuato.

Existe un límite máximo de cobalto en músculo que no deberá exceder de 10-15 ppm debido a que puede ser letal para el pez. En peces del Rhin fueron detectadas concentraciones de cobalto de 5.5 - 8 ppm (6). Estas concentraciones de cobalto son mayores a las obtenidas en tilapia y bagre de Sonora y bagre de Guanajuato, pero no así para tilapia de Guanajuato.

Se menciona 0.4 ppm de cobalto en músculo de tilapia y bagre. Estos valores están por debajo de los obtenidos en el estudio realizado en la determinación de cobalto en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato pero no se consideran de alto riesgo para los peces (3).

En tilapia de Guanajuato se observa una mayor concentración de cobalto para branquias y hepatopáncreas con respecto a las demás especies estudiadas sugiriendo entonces que el hábitat de la tilapia tiene una mayor concentración de cobalto, el cual es captado en mayor cantidad que en bagre del mismo lugar. Y por otro lado, en las truchas de Fontana se

reporta una concentración de cobalto de 0.28 ppm en branquias. Esta concentración esta por debajo de los valores obtenidos en tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato (18).

En cuanto a la concentración de cobalto en hepatopáncreas de bagre de Guanajuato no se detectó este mineral.

Se detectó en hepatopáncreas de carpas rojas valores máximos de 20 ppm de cobalto. Esta concentración es similar a la obtenida en tilapia de Sonora (6). Si hubo diferencia estadística entre órganos de la misma especie de peces.

No se detectaron concentraciones de cadmio en las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora, indicando que no existen niveles contaminantes de cadmio en el medio acuifero de estas especies. Tampoco se detectaron concentraciones para las muestras de músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia de Guanajuato. En este caso puede inferir que el bagre tiene una mayor capacidad en cuanto a la acumulación de cadmio en sus tejidos. La Norma Oficial Mexicana menciona concentraciones de cadmio límite máximo permitido de 0.5 ppm en músculo. Observándose entonces que la concentración de este mineral determinado en músculo de bagre de Guanajuato es mucho menor a la mencionada anteriormente. En cuanto a las concentraciones de cadmio en branquias y hepatopáncreas no se encontraron valores en la literatura con la cual poder discutir las concentraciones encontradas en los mismos órganos de peces de Guanajuato. (7,13).

Es importante señalar que los cambios en la concentración de ppm en músculo, branquias y hepatopáncreas de tilapia y bagre de Sonora y Guanajuato en relación a Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Mg, Mn, Pb, Cr, Co y Cd, se deben a las condiciones ecológicas de la zona y biología de las especies en estudio. De los valores obtenidos en el presente trabajo es relevante los metales pesados como Cd, Pb, Cr y Co, teniendo valores de riesgo de exposición a los consumidores, considerándose el fenómeno de magnificación biológica.

LITERATURA CITADA

- 1.- Belitz, H. D. : Grosch, W: Química de los Alimentos. Acribia, S.A. Zaragoza, España 1985.
- 2.- Bican, J.: Contents of cobalt in some species of freshwater fish and their tissues. Zivocisna Virova 21: 917-923 (1980).
- 3.- Clement, S.; Lowell T. R.: Comparison Of Processing Yield and Nutrient Composition Of Culture Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) and Channel Catfish (Ictalurus punctatus) Aquaculture, 119: 299-310 (1994).
- 4.- Dimitrova, M.; Tishinova, V.: Effect of sublethal concentration of cadmium on some biochemical processes in carp (Cyprinus carpio) 6th Int. Trace Elem. Symp. 3:1461-1464 (1989).
- 5.- González, J. S.; Martínez, D. L. B. y Valle, P.: Cuantificación de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en pescados y mariscos por espectrofotometría de absorción atómica. Tesis de licenciatura. Fac. de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., 1992.
- 6.- Heinz, H. : Klinke, R.: Enfermedades de los Peces Acribia, Zaragoza España, 1982.
- 7.- Karlsson Norrgren, L.: Cadmium and aluminium in fish: body distribution and morphological effects. Thesis, Fac. of Vet.Med. Univ. of Agric. Sci. Uppsala, Sweden, 1985.
- 8.- Kralj, K. N.; Spasojevic, S.: Lead accumulations in some tissues of the carp (Cyprinus carpio L) Vet. Archiv. 59: 93-99 (1989).
9. Lovell, Tom.: Nutrition and Feeding of Fish. Auburn University. Van Nostrand Reinhold. U.S.A., N.Y. 1988.
- 10.- Nutrient Requirements of trout, Salmon and catfish. Subcommittee on Fish Nutrition. Committee on Animal nutrition. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1973.
- 11.- Nutrients Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press. Washington, D.C. 1990.

- 12.- Paez, Osuna F.: Efectos de los Metales LC.M. y L. Universidad Nacional Autónoma de México, Estación de Mazatlán, 1990.
- 13.- Pérez, S. L. A.: Productos de Pesca Crustáceos Frescos Refrigerados y Congelados. Dirección General de Control Sanitario de Bienes y Servicios, Secretaría de Salud. SECOFI Norma Oficial Mexicana. Julio, 1993.
- 14.- Perkin-E.: Analytical Methods for Atomic Absorption Espectrophotometric, USA Perkin-Elmer Co. 1982.
- 15.- Reilly, C.: Metal contamination of foods II the individual metals. Appl.Sci.Pub. LTD London, 1980.
- 16.- Romanenco, V. D. and Malyzheva, T.D. and Evtushenko, N. Yu.: Role of different organs in mechanisms regulating zinc metabolism in fish. Gidrobiologicheskii-Zhurnal 21 57-62. (1985).
- 17.- Sprenger, M.D., McIntosh, A.W., Hoenig, S.: Concentrations of trace elements in yellow perch (Perca flavescens) from six acidic lakes. On Nut. Abst. and Reviews Series B 37: 375-388 (1989).
- 18.- Steffens, W.: Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Acribia, S. A. Zaragoza, España, 1987.
- 19.- Ullrey, D. E.: Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy Press. Washington, D. C., 1990.
- 20.- Wiener, J.G., Giesy, J.P. Jr.: Concentrations of Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn in fishes in highly organic softwater pond. Journal of the Fisheries Research Board of Canada: 36 270-279 (1979).

CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

1. CONCENTRACION DE CALCIO EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 5820.92	a 1105.25 •
branquias	c 48592.21	b 50767.87
hepatopáncreas	b 26420.10	c 63644.36 •

2. CONCENTRACION DE CALCIO EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	b 13054.31	a 5960.25 ••
branquias	c 50997.71	b 21629.63 •
hepatopáncreas	a 3783.37	c 30886.13 ••

3. CONCENTRACION DE CALCIO EN
(p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y
GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 5820.92	b 13054.31 •
branquias	c 48592.21	c 50997.71
hepatopáncreas	b 26420.10	a 3783.37 •

4. CONCENTRACION DE CALCIO EN
(p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 11050.25	a 5960.25 •
branquias	b 50767.87	b 21629.63 ••
hepatopáncreas	c 63644.36	c 30886.13

til-s = tilapia de Sonora
bag-s = bagre de Sonora
til-g = tilapia de Guanajuato
bag-g = bagre de Guanajuato
*p ≤ 0.05
**p ≥ 0.10

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA
ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS
ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

5. CONCENTRACION DE SODIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	til-s	bag-s
músculo	b 244.53	a 349.81
branquias	c 375.99	b 496.32
hepatopáncreas	a 0.64	c 630.89

6. CONCENTRACION DE SODIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 461.00	a 0.68
branquias	b 817.31	b 0.70
hepatopáncreas	c 1208.16	c 0.55

7. CONCENTRACION DE SODIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	b 244.53	a 461.00
branquias	c 375.99	b 817.31
hepatopáncreas	a 0.64	c 1208.16

8. CONCENTRACION DE SODIO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 349.81	a 0.68
branquias	b 496.32	b 0.70
hepatopáncreas	c 630.89	c 0.55

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

9. CONCENTRACION DE POTASIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	c 1244.65	b 1064.58
branquias	b 760.18	a 837.77
hepatopáncreas	a 0.42	c ** 1619.97

10. CONCENTRACION DE POTASIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	b 1644.56	b 1.42 **
branquias	a 1107.34	a 0.61 **
hepatopáncreas	c 2706.03	a 0.64 **

11. CONCENTRACION DE POTASIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA
Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	c 1244.65	b 1644.56 *
branquias	b 760.18	a 1107.34 **
hepatopáncreas	a 0.42	c ** 2706.03

12. CONCENTRACION DE POTASIO
EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	b 1064.58	c 1.42 **
branquias	a 837.77	a 0.61 **
hepatopáncreas	c ** 1619.97	b 0.64 **

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA
ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS
ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

13. CONCENTRACION DE HIERRO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 58.01	a 98.40
branquias	b 324.21	b 216.88
hepatopáncreas	c 1759.31	c 1001.23

14. CONCENTRACION DE HIERRO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 20.99	a 49.57
branquias	b 239.17	b 63.70
hepatopáncreas	c 415.47	c 310.75

15. CONCENTRACION DE HIERRO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA
Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 58.01	a 20.99
branquias	b 324.21	b 239.17
hepatopáncreas	c 1759.31	c 415.47

16. CONCENTRACION DE HIERRO
EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 98.40	a 49.57
branquias	b 216.88	b 63.70
hepatopáncreas	c 1001.23	c 301.75

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA
ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS
ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

17. CONCENTRACION DE COBRE EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 3.99	a 2.13
branquias	b 5.33	b 7.52
hepatopáncreas	c 629.36	c 9.20 **

18. CONCENTRACION DE COBRE EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 3.19	a 4.99
branquias	b 5.55	b 11.07 •
hepatopáncreas	c 82.56	c 10.97 **

19. CONCENTRACION DE COBRE EN
(p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y
GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 3.99	a 3.19
branquias	b 5.33	b 5.55
hepatopáncreas	c 629.36	c 82.56 •

20. CONCENTRACION DE COBRE EN
(p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 2.13	a 4.99 •
branquias	b 7.52	b 11.07 •
hepatopáncreas	c 9.20	c 10.97

til-s = tilapia de Sonora
bag-s = bagre de Sonora
til-g = tilapia de Guanajuato
bag-g = bagre de Guanajuato
*p ≤ 0.05
**p ≥ 0.10

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA
ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS
ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

21. CONCENTRACION DE ZINC EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 35.38	a 216.65 **
branquias	b 71.49	b 2690.78 **
hepatopáncreas	c 101.76	c 9598.06 **

22. CONCENTRACION DE ZINC EN
(p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 327.15	a 29.08 **
branquias	b 713.33	a 35.60 **
hepatopáncreas	c 3202.35	b 120.85 **

23. CONCENTRACION DE ZINC EN
(p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y
GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 35.38	a 327.15 **
branquias	b 71.49	b 713.33 **
hepatopáncreas	c 101.76	c 3202.35 **

24. CONCENTRACION DE ZINC EN
(p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 216.65	a 29.08 **
branquias	b 2690.78	b 35.60 **
hepatopáncreas	c 9598.06	c 120.85 **

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA
ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS
ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

25. CONCENTRACION DE MANGANESO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 0.98	a 1.33
branquias	c 27.57	c 6.47
hepatopáncreas	b 15.12	b 3.43

26. CONCENTRACION DE MANGANESO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 1.29	a 0.88
branquias	b 17.35	c 3.67
hepatopáncreas	c 19.50	b 2.58

27. CONCENTRACION DE MANGANESO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 0.98	a 1.29
branquias	c 27.57	b 17.35
hepatopáncreas	b 15.12	c 19.50

28. CONCENTRACION DE MANGANESO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 1.33	a 0.88
branquias	c 6.47	c 3.67
hepatopáncreas	b 3.43	b 2.58

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

29. CONCENTRACION DE MAGNESIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	til-s	bag-s
músculo	b 549.34	a 589.44
branquias	c 754.32	b 806.98
hepatopáncreas	a 318.92	c 1830.52 **

30. CONCENTRACION DE MAGNESIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	b 672.89	c 264.84 **
branquias	c 1399.12	a 10.41 **
hepatopáncreas	a 553.29	b 118.32 **

31. CONCENTRACION DE MAGNESIO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	b 549.34	b 672.89
branquias	c 754.32	c 1399.12 **
hepatopáncreas	a 318.92	a 553.29 *

32. CONCENTRACION DE MAGNESIO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 589.44	c 264.84 *
branquias	b 806.98	a 10.41 **
hepatopáncreas	c 1830.52	b 118.32 **

til-s = tilapia de Sonora
 bag-s = bagre de Sonora
 til-g = tilapia de Guanajuato
 bag-g = bagre de Guanajuato
 * $p \leq 0.05$
 ** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

33. CONCENTRACION DE PLOMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	Tilapia	Bagre
músculo	a 0.80	a 0.44
branquias	c 5.40	b 2.29 •
hepatopáncreas	b 3.88	c 1.13 •

34. CONCENTRACION DE PLOMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	Tilapia	Bagre
músculo	a 1.42	a 1.23
branquias	b 3.42	c 2.72
hepatopáncreas	c 6.02	b 1.80 •

35. CONCENTRACION DE PLOMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	Tilapia de Sonora	Tilapia de Guanajuato
músculo	a 0.80	a 1.42
branquias	c 5.40	b 3.42 •
hepatopáncreas	b 3.88	c 6.02 ••

36. CONCENTRACION DE PLOMO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO

	Bagre de Sonora	Bagre de Guanajuato
músculo	a 0.44	a 1.23 •
branquias	c 2.29	c 2.72
hepatopáncreas	b 1.13	b 1.80

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

37. CONCENTRACION DE CROMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 0.18	a 0.67 *
branquias	b 1.20	c 1.69 *
hepatopáncreas	c 2.18	b 1.60 *

38. CONCENTRACION DE CROMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 0.25	a 0.49
branquias	b 1.55	c 1.06 **
hepatopáncreas	b 1.53	b 0.90 *

39. CONCENTRACION DE CROMO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 0.18	a 0.25
branquias	b 1.20	b 1.55
hepatopáncreas	c 2.18	b 1.53 *

40. CONCENTRACION DE CROMO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 0.67	a 0.49
branquias	c 1.69	c 1.06 *
hepatopáncreas	b 1.60	b 0.90 *

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

41. CONCENTRACION DE COBALTO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE SONORA

	til-s	bag-s
músculo	a 2.20 •	a 4.11 •
branquias	b 5.96 •	b 9.44 •
hepatopáncreas	c 20.60 •	c 15.14 •

42. CONCENTRACION DE COBALTO EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	a 6.04 •	b 0.73 •
branquias	b 17.90 •	c 2.42 •
hepatopáncreas	c 37.22 •	a 0.00 •

43. CONCENTRACION DE COBALTO EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	a 2.20 •	a 6.04 •
branquias	b 5.96 •	b 17.90 •
hepatopáncreas	c 20.60 •	c 37.22 •

44. CONCENTRACION DE COBALTO EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	a 4.11 •	b 0.73 •
branquias	b 9.44 •	c 2.42 •
hepatopáncreas	c 15.14 •	a 0.00 •

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

CUADROS

45. CONCENTRACION DE CADMIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
SONORA

	til-s	bag-s
músculo	NSD	NSD
branquias	NSD	NSD
hepatopáncreas	NSD	NSD

46. CONCENTRACION DE CADMIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA Y BAGRE DE
GUANAJUATO

	til-g	bag-g
músculo	NSD	^a 0.23
branquias	NSD	^b 0.28
hepatopáncreas	NSD	^c 0.36

47. CONCENTRACION DE CADMIO
EN (p.p.m.) EN TILAPIA DE SONORA
Y GUANAJUATO

	til-s	til-g
músculo	NSD	NSD
branquias	NSD	NSD
hepatopáncreas	NSD	NSD

48. CONCENTRACION DE CADMIO
EN (p.p.m.) EN BAGRE DE SONORA
Y GUANAJUATO

	bag-s	bag-g
músculo	NSD	^a 0.23
branquias	NSD	^b 0.28
hepatopáncreas	NSD	^c 0.36

til-s = tilapia de Sonora

bag-s = bagre de Sonora

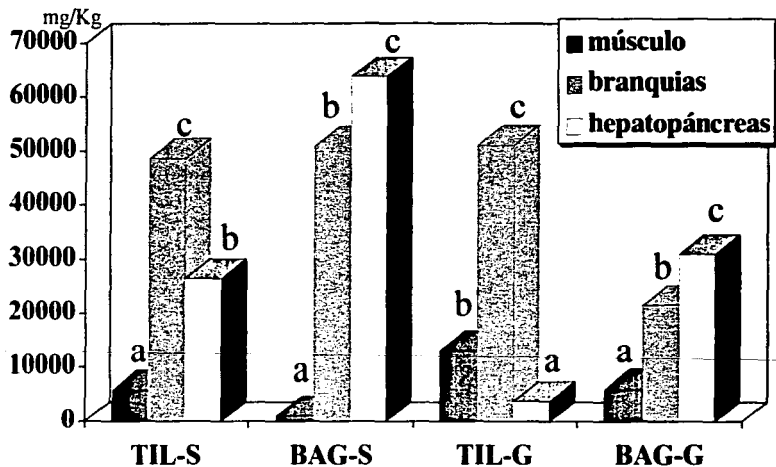
til-g = tilapia de Guanajuato

bag-g = bagre de Guanajuato

* $p \leq 0.05$

** $p \geq 0.10$

NSD = NO SE DETECTA



TIL-S = tilapia de Sonora

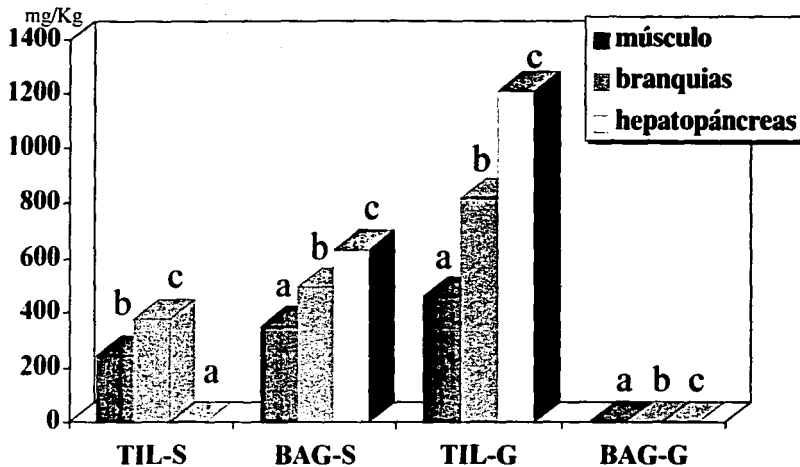
TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-S = bagre de Sonora

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 1 CONCENTRACIÓN DE CALCIO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

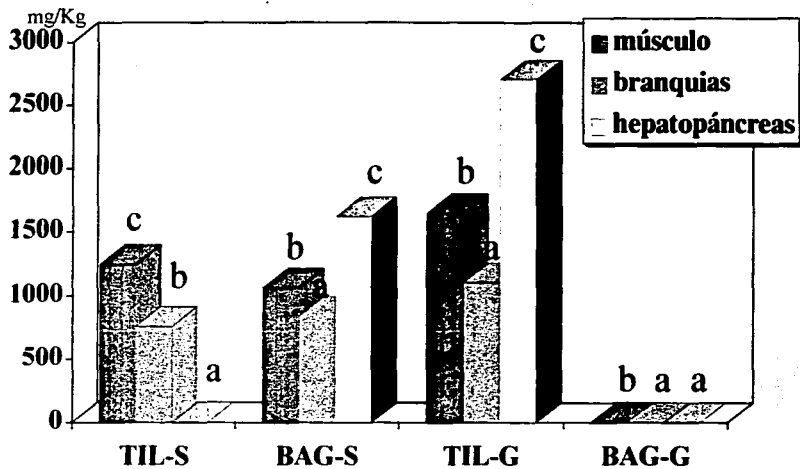
BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 2 CONCENTRACIÓN DE SODIO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

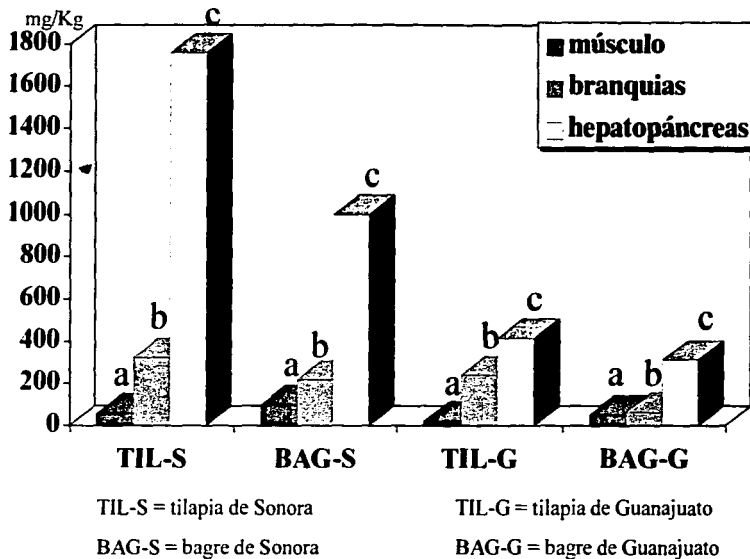
TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-S = bagre de Sonora

BAG-G = bagre de Guanajuato

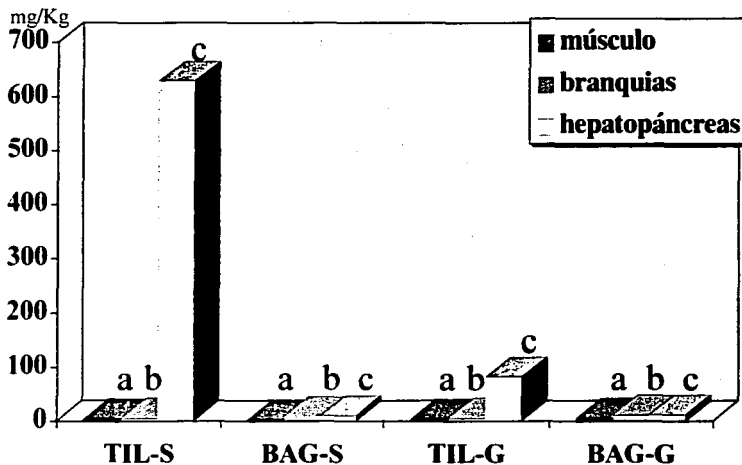
LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 3 CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 4 CONCENTRACIÓN DE HIERRO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

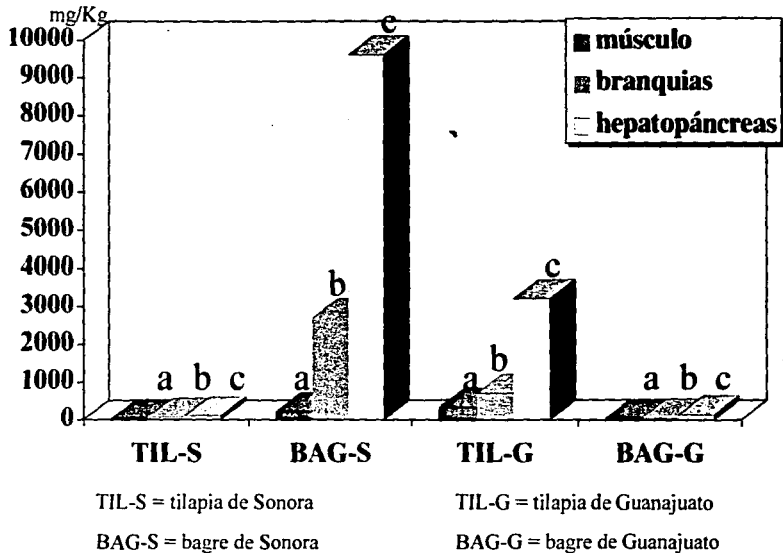
BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-G = bagre de Guanajuato

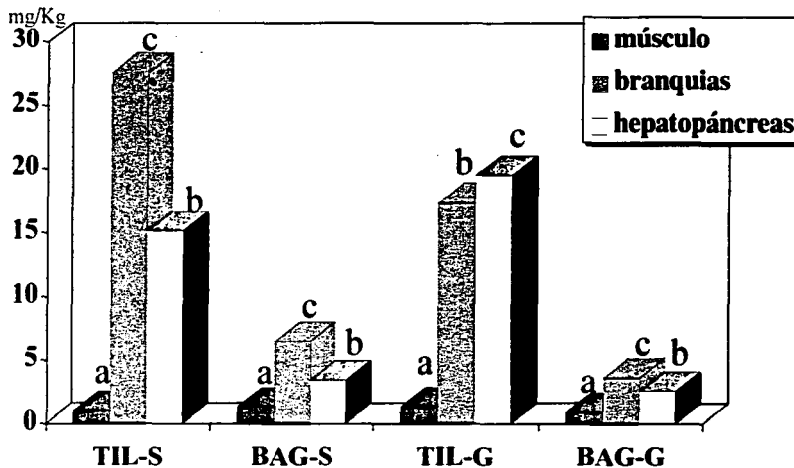
LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 5 CONCENTRACIÓN DE COBRE EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 6 CONCENTRACIÓN DE ZINC EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

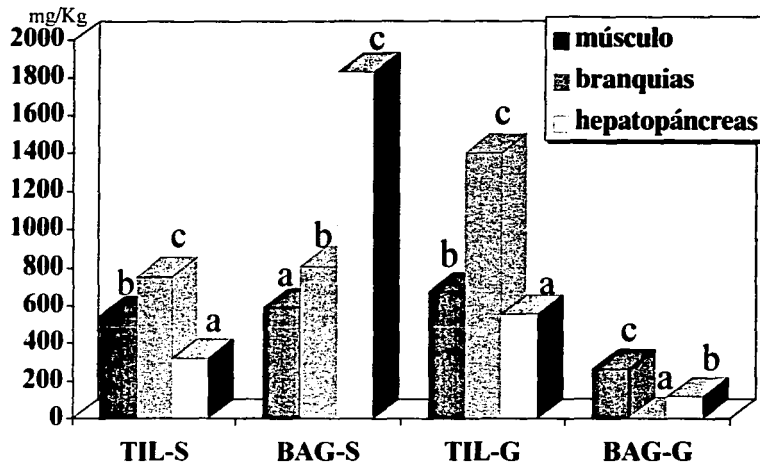
BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 7 CONCENTRACIÓN DE MANGANESO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

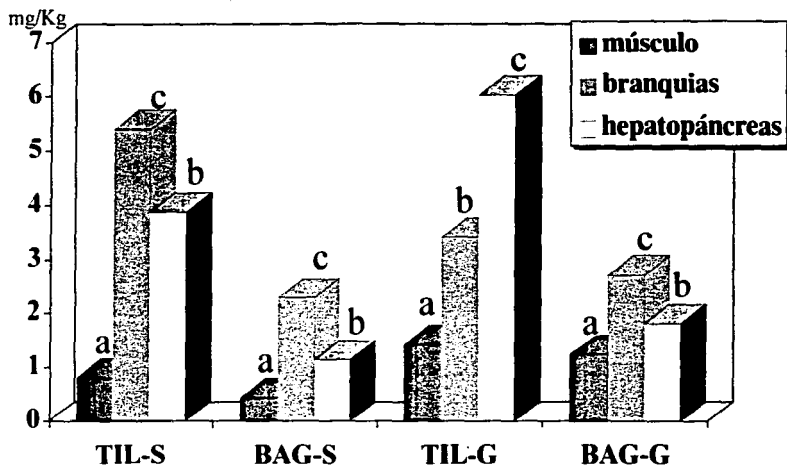
TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-S = bagre de Sonora

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 8 CONCENTRACIÓN DE MAGNESIO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.

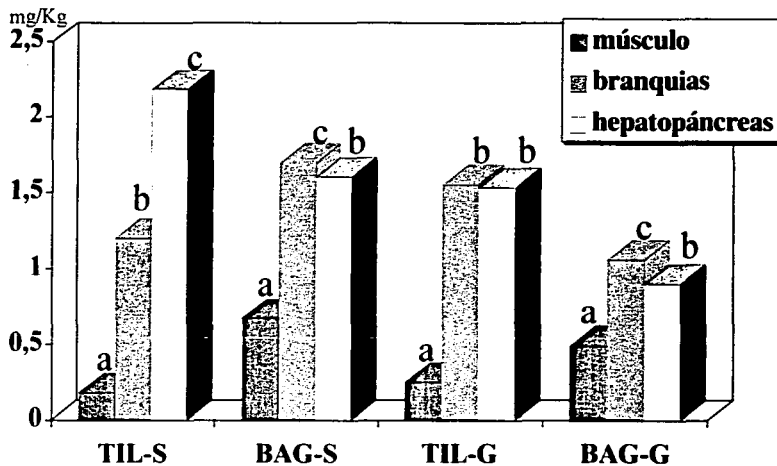


TIL-S = tilapia de Sonora
 BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato
 BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 9 CONCENTRACIÓN DE PLOMO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

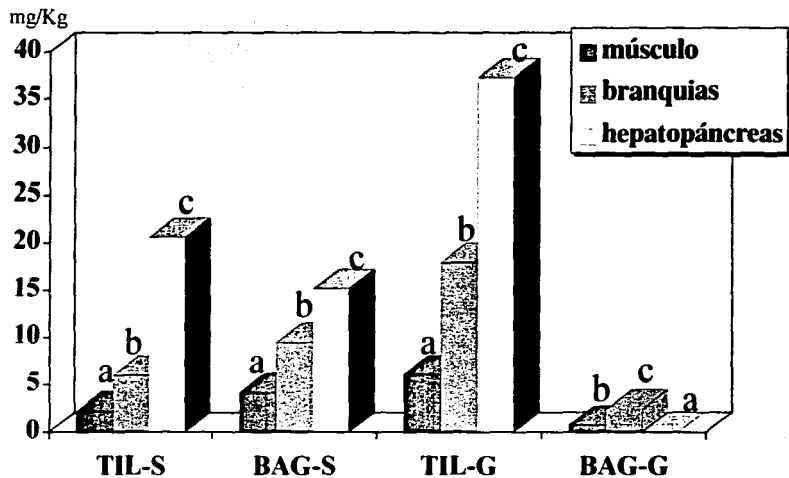
BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 10 CONCENTRACIÓN DE CROMO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

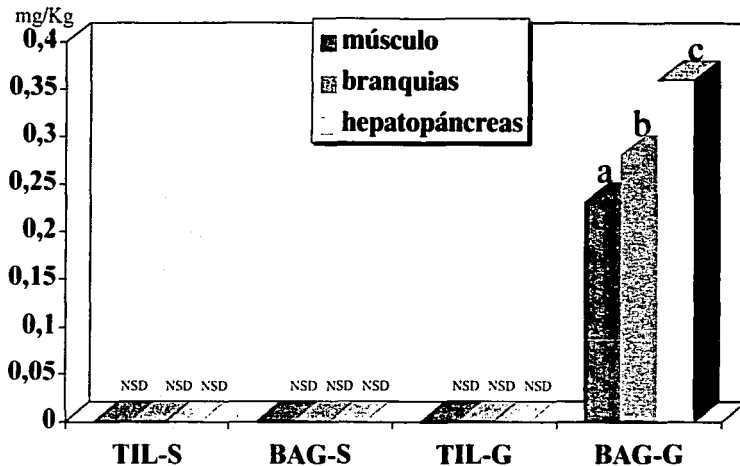
BAG-S = bagre de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-G = bagre de Guanajuato

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 11 CONCENTRACIÓN DE COBALTO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.



TIL-S = tilapia de Sonora

TIL-G = tilapia de Guanajuato

BAG-S = bagre de Sonora

BAG-G = bagre de Guanajuato

NSD = NO SE DETECTA

LITERALES DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA ESTADISTICA SIGNIFICATIVA ENTRE LOS ORGANOS DE LA MISMA ESPECIE

Fig. 12 CONCENTRACIÓN DE CADMIO EN MÚSCULO, BRANQUIAS Y HEPATOPÁNCREAS DE TILAPIA Y BAGRE DE SONORA Y GUANAJUATO.