

35  
2ej.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

USO DE LOS ANESTESICOS MS-222, XILOCAINA Y XILOCAINA POTENCIADA CON BICARBONATO DE SODIO EN EL MANEJO Y TRANSPORTE DE PESCADO BLANCO *Chirostoma humboldtianum*, Valenciennes, 1835 (*Pisces: atherinidae*) DE LA LAGUNA DE ZACAPU. MICHOACAN.

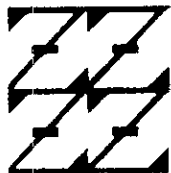
## T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A N :

TARCISIO SAMUEL / RUIZ ARZATE

----- FES ZARAGOZA UNAM -----

U N A M  
FES  
ZARAGOZA



LO HUMANO ES JE  
DE NUESTRA REFLEXION

DIRECTORES: BIOL. JUSTO SALVADOR HERNANDEZ AVILES  
M. EN C. FERNANDO W. BERNAL BROOKS

MEXICO, D. F.

FEBRERO DE 1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

259019



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\*

CARRERA DE BIOLOGIA

DIRECTOR  
PRESENTE

Distinguido señor Director

Con respecto a la Prueba Escrita del Examen Profesional USO DE LOS ANESTESICOS  
MS-222, XILOCAINA, Y XILOCAINA POTENCIADA CON BICARBONATO DE SODIO EN EL  
MANEJO Y TRANSPORTE DE PESCADO BLANCO *Chirostoma humboldtianum*,  
Valenciennes, 1835 (Pisces: atherinidae) DE LA LAGUNA DE ZACAPU  
MICHOACAN.

Presentado por el(la) alumno(a) TARCISIO SAMUEL RUIZ ARZATE

me permito comunicarle que, después de haberla revisado, he decidido otorgarle mi **VOTO DE ACEPTACION**, en virtud de que reúne los requisitos académicos establecidos por el Reglamento Interno de Exámenes Profesionales. Asimismo, me doy por enterado de haber sido incluido en el Jurado del Examen Profesional que sustentará el(la) mencionado(a) alumno(a).

Aprovecho la ocasión para reiterarle a usted las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE

**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

México, D.F., a 15 de ENERO de 1998.

BIOL. JUSTO SALVADOR HERNANDEZ AVILES

c c p Secretaría Técnica de Exámenes Profesionales.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
\*ZARAGOZA\*

CARRERA DE BIOLOGIA

**DIRECTOR  
PRESENTE.**

Distinguido señor Director.


Con respecto a la Prueba Escrita del Examen Profesional USO DE LOS ANESTESICOS MS-222, XILOCAINA, Y XILOCAINA POTENCIADA CON BICARBONATO DE SODIO EN EL MANEJO Y TRANSPORTE DE PESCADO BLANCO *Chirostoma humboldtianum*, Valenciennes, 1835 (Pisces: atherinidae) DE LA LAGUNA DE ZACAPU MICHOACAN.

Presentado por el(la) alumno(a) TARCISIO SAMUEL RUIZ ARZATE

me permito comunicarle que, después de haberla revisado, he decidido otorgarle mi **VOTO DE ACEPTACION**, en virtud de que reúne los requisitos académicos establecidos por el Reglamento Interno de Exámenes Profesionales. Asimismo, me doy por enterado de haber sido incluido en el Jurado del Examen Profesional que sustentará el(la) mencionado(a) alumno(a)

Aprovecho la ocasión para reiterarle a usted las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
México, D F, a 15de ENERO de 1998

M. en C.  FERNANDO W. BERNAL BROOKS

c c p Secretaría Técnica de Exámenes Profesionales

# DEDICATORIA

**A mis padres: Juana Arzate Arzate y J. Jesús Ruiz Aguilar**

**Con profundo agradecimiento a los autores de mis días, gracias por enseñarme las primeras letras, gracias por ser mis mejores maestros.**

**A mi esposa Guadalupe Vaca V., a nuestro hijo Tarcisio S. Ruiz Vaca Jr., quienes son fuente constante de motivación.**

**A mis hermanos: Luis Fernando, Jesús, Juan José, Felipe de Jesús, Ma. Soledad, y Esperanza, con cariño de su hermano mayor.**

## AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo fue posible gracias al apoyo brindado por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), a través de la Delegación Federal en el Estado de Michoacán, así como a la Comisión Nacional del Agua, ya que por conducto de la Gerencia Estatal en el Estado de Guanajuato se brindaron todas las facilidades requeridas para la conclusión del presente estudio.

Agradecemos especialmente al M.C. Justo Salvador Hernández Avilés, Jefe de la carrera de Biología e Investigador de la F.E.S. Zaragoza, U.N.A.M., y al M. C. Fernando Walter Bernal Brooks, Investigador del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Pátzcuaro del Instituto Nacional de Pesca, por la asesoría brindada y la revisión crítica de este trabajo.

De igual manera nuestro agradecimiento, a los Profesores de F.E.S. Zaragoza, Dr. Isaiás H. Salgado Duarte, Biól. María del Carmen Galindo de Santiago, y al Dr. Xavier Chiappa Carrara por la revisión y sugerencias para mejoramiento de este trabajo.

↓ UGARTE

Especial agradecimiento para la Biól. Catalina Rosas Monge, Jefe del Depto. de Acuicultura, a la Biól. Anabel Huipe Ramos, Jefe del Centro Acuícola Zacapu, quienes proporcionaron el material, equipo e instalaciones disponibles en el centro mencionado.

Con reconocimiento también para el personal técnico y de campo del Centro Acuícola Zacapu, quienes colaboraron incondicionalmente en la realización de las principales actividades involucradas en este estudio.

Igualmente reconocemos ampliamente el apoyo brindado por el personal del Servicio Social del Centro Acuícola Zacapu, Bióls. Carmen Palacios, Olivia Chávez M. y Pilar Mendoza H.

Por la aportación de comentarios, sugerencias, bibliografía y material complementario, se agradece al M.C. Roberto Ehrens, Director de la Granja Piscícola La Alberca, Uruapan, Michoacán.

De igual forma se reconoce el apoyo recibido y la revisión crítica del presente trabajo al Dr. Gustavo Ortega Ceseña, Jefe del Depto. de Saneamiento y Calidad del Agua de la Gerencia Estatal en Guanajuato de la Comisión Nacional del Agua.

Al personal académico y administrativo de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Guadalajara, por la cooperación y el apoyo brindado.

Al Dr. J. Mauricio Alcocer Ruthling y a los C.C. Biól. Blanca Corres Z., Ubaldo Zaragoza, Jorge Flores, Manuel García Ulloa G. y José Luis Zavala, se les agradece la revisión crítica de este trabajo.

A la Sra. Leticia Sánchez G. agradecemos el apoyo mecanográfico del documento.

A los amigos y compañeros de trabajo, quienes facilitaron la realización de este estudio.

## RESUMEN

En el presente trabajo se evalúa el uso de los anestésicos MS-222, xilocaína y xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio para el manejo y transporte del pescado blanco de la Laguna de Zacapu, Michoacán, *Chirostoma humboldtianum*.

Se ratifica la presencia de *C. humboldtianum*, como representante exclusivo de la familia atherinidae en la Laguna de Zacapu. Se reporta la presencia de metacercarias del tremátodo digéneo *Neodiplostomun cuticula* que infestan prácticamente al total de la población de peces de tallas mayores.

Se describen los métodos propuestos para el uso de anestesia por inhalación, además del comportamiento de los peces durante el desarrollo de este proceso. Se reportan los siguientes resultados para concentraciones de anestesia quirúrgica (de desoves) y de anestesia ligera (de biometrías):

La concentración de MS-222 mínima efectiva para anestesia quirúrgica (desoves, EIII de Mc Farland) para *C. humboldtianum* es de 175 p.p.m.; para anestesia ligera (biometrías, EIIP1 de Mc Farland) es de 125 p.p.m. y para sedación profunda (EIP2 de Mc Farland) es de 100 p.p.m.

La concentración de Xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio mínima efectiva para anestesia quirúrgica (desoves, EIII de Mc Farland) es de 125 p.p.m.; para anestesia ligera (biometrías, EIIP1 de Mc Farland) es de 100 p.p.m. y para sedación profunda (EIP2) es de 50 p.p.m.

La concentración de Xilocaína como solución única, no es recomendable para la anestesia quirúrgica de *C. humboldtianum*, y su concentración efectiva para anestesia ligera es de 75 p.p.m.

El margen de seguridad para el estadio III ó anestesia quirúrgica usando MS-222 a una concentración de 175 p.p.m., es de 2.35, para 150 p.p.m. es de 2.45 y para 125 p.p.m. es de 2.52.

Se reporta la utilización de dos técnicas de anestesia para uso en transporte de *C. humboldtianum* con MS-222:

Método de transporte con concentración de mantenimiento, la cual resultó ser de 5 p.p.m.

Método de transporte con pre-tratamiento anestésico combinado con concentración de mantenimiento, el cual es de 175 p.p.m. de MS-222 aplicado a un nivel de anestesia quirúrgica y posteriormente a una concentración de mantenimiento de 5 p.p.m. Estos resultados se obtuvieron con una densidad de carga de 60 g/l.

En este estudio se efectúa la relación entre K y KM con los tiempos de inducción y recuperación de anestesia de *C. humboldtianum* encontrándose que estos factores no tienen correlación con los tiempos de inducción y recuperación para las concentraciones de anestésicos utilizados.

Finalmente, de acuerdo a las experiencias de captura, muestreo, transporte y confinamiento de *C. humboldtianum*, se sugiere que la capacidad de adaptación de esta especie al manejo, es mayor que la de sus congéneres de talla grande del grupo jordaní.

## INDICE

RESUMEN.....	i
I. INTRODUCCION.....	1
III. OBJETIVOS.....	3
III. ANTECEDENTES.....	4
3.1. LA ACUACULTURA Y EL CULTIVO DEL PESCADO BLANCO.....	4
3.2. LA ANESTESIA EN PECES.....	7
3.2.1. Factores que afectan la anestesia en peces.....	9
3.2.2. Anestesia por inhalación.....	12
3.2.2.1. Técnicas de anestesia por inhalación en peces.....	12
3.2.2.2. Niveles de anestesia en peces.....	16
3.2.2.3. Sustancias comúnmente utilizadas en la anestesia por inhalación.....	20
3.2.2.4. Criterios utilizados para evaluar la anestesia por inhalación en peces.....	22
3.2.2.5. El empleo de MS-222 como anestésico de peces.....	24
3.2.2.6. El empleo de la xilocaína y xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio en la anestesia de peces.....	34
3.3. EL MANEJO Y TRANSPORTE DEL PESCADO BLANCO.....	35
3.4. EL FACTOR DE CONDICION (K) Y EL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM).....	37
IV. ESPECIE EN ESTUDIO.	
4.1. UBICACION TAXONOMICA.....	38
4.2. ORIGEN Y EVOLUCION DEL GENERO <i>Chirostoma</i> .....	39
4.2.1. Evolución dentro de los grupos de especies.....	40
4.3. DIAGNOSIS DE <i>Chirostoma humboldtianum</i> .....	40
4.4. DESCRIPCION.....	42
4.5. HABITAT.....	43
4.6. DISTRIBUCION.....	43
4.7. HABITOS ALIMENTICIOS.....	43
4.8. REPRODUCCION Y EMBRIOLOGIA.....	44
4.9. EDAD Y CRECIMIENTO.....	44
4.10. SANIDAD.....	45



<b>V. MATERIAL Y METODOS</b>	
5.1. COLECTA DE ORGANISMOS DEL GENERO <i>Chirostoma</i> DE LA LAGUNA DE ZACAPU, MICHOACAN.....	46
5.2. TRANSPORTE DE ORGANISMOS Y CONFINAMIENTO EN EL CENTRO ACUICOLA DE ZACAPU.....	49
5.3. EVALUACION DEL USO DE ANESTESICOS.....	50
5.3.1. Evaluación del uso de anestésicos en el manejo de pescado blanco.....	50
5.3.2. Evaluación del uso de anestésicos en el transporte de pescado blanco.....	56
5.3.2.1. Transporte con aplicación de concentración de mantenimiento.....	56
5.3.2.2. Aplicación de pretratamiento anestésico.....	58
5.4. DETERMINACION DEL FACTOR DE CONDICION (K) Y DEL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM).....	59
<b>VI. RESULTADOS</b> .....	60
6.1. SANIDAD.....	60
6.2. IDENTIFICACION DE ESPECIES DEL GENERO <i>Chirostoma</i> DE LA LAGUNA DE ZACAPU, MICHOACAN.....	60
6.3. COLECTA, TRANSPORTE Y CONFINAMIENTO DE <i>Chirostoma humboldtianum</i> .....	64
6.4. EVALUACION DEL USO DE ANESTESICOS.....	66
6.4.1. Evaluación del uso de anestésicos en el manejo de pescado blanco.....	66
6.4.2. Evaluación del uso de anestésicos en el transporte de pescado blanco.....	101
6.4.2.1. Transporte con aplicación de concentración de mantenimiento.....	101
6.4.2.2. Aplicación de pretratamiento anestésico.....	101
6.5. DETERMINACION DEL FACTOR DE CONDICION (K) Y DEL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM).....	120
6.6. EVALUACION ESTADISTICA DE LOS RESULTADOS.....	121
6.7. OBTENCION DEL INDICE DE SEGURIDAD Y DEL MARGEN DE SEGURIDAD.....	127
<b>VII. DISCUSION</b> .....	129
7.1. SANIDAD.....	130
7.2. IDENTIFICACION DE ESPECIES DEL GENERO <i>Chirostoma</i> DE LA LAGUNA DE ZACAPU, MICHOACAN.....	132
7.3. COLECTA, TRANSPORTE Y CONFINAMIENTO DE <i>Chirostoma humboldtianum</i> .....	134
7.4. EVALUACION DEL USO DE ANESTESICOS.....	136

7.4.1. Evaluación del uso de anestésicos en el manejo de pescado blanco.....	136
7.4.2. Evaluación del uso de anestésicos en el transporte de pescado blanco.....	147
7.4.2.1. Transporte con aplicación de concentración de mantenimiento.....	147
7.4.2.2. Aplicación de pretratamiento anestésico.....	148
7.5. FACTOR DE CONDICION (K) Y EL FACTOR DE CONDICION MULTIPLE (KM).....	149
VIII. CONCLUSIONES.....	150
IX. RECOMENDACIONES.....	152
BIBLIOGRAFIA.....	153

## I. INTRODUCCION.

Los peces del género *Chirostoma* de la familia Atherinidae incluyen a los organismos comúnmente conocidos como "pescados blancos" y "charales". Estos son organismos endémicos y su distribución esta restringida a la Meseta Central en México.

Las especies de pescado blanco poseen un gran valor comercial, biológico y cultural, y son por tanto muy atractivas para la acuicultura, sin embargo hasta el momento su producción se basa en pesquerías, principalmente las de los Lagos de Pátzcuaro, Michoacán y Chapala, Jalisco.

Actualmente es posible la producción controlada en ciclo completo del pescado blanco, pero su biotecnología no se ha desarrollado al grado de garantizar rendimientos económicos. El problema radica básicamente en la gran sensibilidad al manejo presentada por estas especies, lo que origina altas mortalidades en las poblaciones cultivadas, así como en la imposibilidad de obtener peces en talla comercial en tiempos y densidades razonables.

Por otro lado, la mayoría de las limitadas experiencias existentes se han centrado en el manejo del *Chirostoma estor estor*, resultando factible que, por su rusticidad, *Chirostoma humboldtianum* presente mayor adaptabilidad a las condiciones de cultivo, por lo que la experimentación con esta especie debe iniciarse.

Como un primer paso, debe investigarse el uso de métodos de inmovilización que permitan manejar con seguridad las poblaciones sujetas a experimentación. El método de anestesia por inhalación es el más ampliamente utilizado y en su aplicación se destacan algunas substancias por sus ventajas técnicas, biológicas, sanitarias o económicas, encontrándose entre estas el MS-222 y la xilocaína, sola o potenciada con bicarbonato de sodio.

Considerando la problemática de manejo de los organismos del género *Chirostoma* en general y del *C. humboldtianum* en particular, resulta conveniente determinar las concentraciones y métodos de aplicación óptimos en el uso de anestésicos que permitan manipular con seguridad los organismos durante el desarrollo de proyectos de investigación, para el establecimiento del cultivo experimental del pescado blanco y durante las prácticas de manejo acuícola para efectuar morfometrías básicas, desoves controlados naturales o inducidos, así como para efectuar los movimientos de peces requeridos en el funcionamiento normal de una granja, incluyendo su transporte a otras localidades o el aprovechamiento de poblaciones silvestres como fuente de organismos reproductores.

En consecuencia, en el presente trabajo se propone determinar las concentraciones y técnicas de empleo de los anestésicos MS-222, xilocaína y xilocaína potenciada con bicarbonato de sodio requeridas para el manejo y transporte del pescado blanco de la Laguna de Zacapu, Michoacán (*Chirostoma humboldtianum*), a partir de poblaciones silvestres.

Tabla 3. Índices de Seguridad para Trucha Arco-Iris y Bagre de Canal a 12 °C (54 °F)

ESPECIES	EXPOSICIÓN (MINUTOS)	Lo <sub>50</sub> (mg/l)	Ec <sub>50</sub> (mg/l)	INDICE DE SEGURIDAD
TRUCHA ARCO-IRIS	15	65	32	2.0
TRUCHA ARCO-IRIS	30	57	32	1.8
TRUCHA ARCO IRIS	60	56	29	1.9
BAGRE DE CANAL	15	139	47	3.0
BAGRE DE CANAL	30	118	45	2.6
BAGRE DE CANAL	60	110	46	2.4

#### INDICACIONES DE USO EN PECES.

#### CONCENTRACIONES

Finquel es seguro y efectivo para anestésiar peces cuando se usa como se indica. Su uso es dirigido y puede ser diseñado de acuerdo a las necesidades individuales del personal de la piscifactoría. La sedación y las diferentes tasas de anestesia son controladas por la concentración. La versatilidad de Finquel se demuestra por el hecho de que ha sido usado en piscifactorías a niveles que varían desde 10 hasta 1 000 mg/l. La acción del anestésico es más lenta a temperaturas más frías, en agua extremadamente blanda (aproximadamente 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, o menos) y en los peces más grandes. En consecuencia, es imperativo realizar pruebas de soluciones anestésicas contra un pequeño número de peces, para determinar las tasas deseadas de anestesia y los tiempos de exposición para los lotes específicos bajo las condiciones prevalecientes.

Las tablas 4, 5 y 6 pueden utilizarse como una guía para seleccionar las concentraciones de Finquel para la anestesia de diferentes peces.

**Tabla 4. Concentraciones requeridas para anestesia rápida.**

(Tiempo de inducción menor que 2-5 minutos; utilizado para el desove, marcaje, medición y algunas operaciones quirúrgicas)

PECES	TEMPERATURA °C	CONCENTRACION (mg/l)	TIEMPO DE EXPOSICION MAXIMA TOLERADO (MIN)	TIEMPO DE RECUPERACION EN AGUA CORRIENTE (MIN)
Salmonidae (salmón, trucha)	7-17	80-135	4-12	3-19
Esocidae (perca nortea)	8-12	150	8-28	8-31
Cyprinidae (carpa, pez dorado)	16	150-200		
Ictaluridae (bagre de canal)	7-27	140-270	4-11	3-24
Centrarchidae (lobina, mojarra de agallas azules)	10-27	260-330	3-5	7-11
Percidae	10-16	100-120	7-18	5-40
Ornato y tropicales	24-27	85	12 Horas	
ovíparos	24-27	75	12 Horas	

**Tabla 5. Concentraciones requeridas para anestesia moderadamente rápida.**

(Tiempo de inducción menores que 15-20 minutos; utilizado en operaciones quirúrgicas, desove y marcaje cuando las exposiciones largas son más importantes que la inmovilización rápida).

PECES	TEMPERATURA °C	CONCENTRACION (mg/l)	TIEMPO DE EXPOSICION MAXIMA TOLERADO (MIN)	TIEMPO DE RECUPERACION EN AGUA CORRIENTE (MIN)
Salmonidae (salmón del Pacífico y del Atlántico, trucha)	7-17	50-60	30 ó >	2-20
Ictaluridae (bagre de canal)	7-27	70	30 ó >	1-10

**Tabla 6. Concentraciones requeridas para sedación.**  
 (Inducción en 15 minutos, usada en transporte de peces)

PECES	TEMPERATURA (°C)	CONCENTRACION (mg/l)	DURACION DE LA SEDACION (hr)
Salmonidae (salmón del Pacífico y del Atlántico, trucha)	7-17	15-30	6
Esocidae		40	
Ictaluridae (bagre de canal)	7-27	20-40	6
Centrarchidae (mojarra agallas azules)		25	8-13
Ornamento y Tropicales Bettas, pirañas, etc Pez dorado.	24-27 24-27	66 37	48 48

**IMPORTANTE:** Dado que en muchos casos, las tasas de anestesia relativamente rápidas pueden obtenerse solamente excediendo la concentración letal de Finquel, es necesario devolver los peces anestesiados al agua corriente antes de que sean sobreexposados. Las exposiciones excesivas se evitan observando las siguientes respuestas sensitivas y motoras del pez, las cuales caracterizan niveles progresivamente más profundos de anestesia:

**Sedación:**

Reacción disminuída a estímulos visuales y vibratorios, actividad opercular reducida.

**Pérdida total del equilibrio:**

El pez se voltea, la locomoción cesa, el pez nada o extiende las aletas en respuesta a presión de la aleta o pedúnculo caudal.

**Pérdida total del reflejo:**

Sin respuesta a la presión en la aleta o pedúnculo caudal; tasa opercular lenta y errática.

**Colapso Medular:**

Cesa la actividad opercular.

Investigaciones de campo y de laboratorio han demostrado que la acción de Fiquel es revertida rápidamente cuando los peces son transferidos a agua corriente antes de que cese la actividad opercular. La exposición adicional después del colapso medular puede resultar en mortalidad. Una estimación aproximada de la exposición total segura puede hacerse multiplicando el tiempo requerido para anestesia por un factor de 2 o 3.

## AGUA

Dado que Fiquel es muy soluble en agua (1:9), se disuelve con igual rapidez en agua de manantial, agua potable o agua de mar. No use agua destilada o desionizada, ni agua que contenga cloro, metales pesados (cobre, zinc, etc) u otros contaminantes tóxicos.

La solución anestésica debe estar bien oxigenada, y su temperatura debe ser similar a la del agua de donde provengan los peces. En el campo, muchos problemas de calidad del agua se eliminan usando el agua natural a la cual los peces están aclimatados, revisando que el agua no contenga una alta demanda química o biológica de oxígeno.