



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

ESTRES PRODUCIDO POR EL TRATAMIENTO
PROFILACTICO BAJO ANESTESIA EN
Ctenopharyngodon idella
(PISCES, CYPRINIDAE)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

(Biología de Sistemas y Recursos Acuáticos)

P R E S E N T A :

BIOL. RUBEN RAMIREZ ORTEGA

Director de Tesis: Dra. Sonia S. Espina Aguilera

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1992

03474 4
2ej



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

INDICE.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	12
MATERIALES Y METODOS.....	13
RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
Sensibilidad al Cloruro de Benzalconio.....	18
Aclimatación.....	21
Anestesia.....	21
Crecimiento.....	24
CONCLUSIONES.....	29
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	31
TABLAS.....	41
FIGURAS.....	51

RESUMEN

Se investigó el efecto que produce la manipulación en los juveniles de *Ctenopharyngodon idella* (Val.) sometidos a tratamiento profiláctico con cloruro de benzalconio. Con el fin de aminorar dicho estrés los peces se anestesiaron con CO_2 . Se cuantificó el estrés mediante el crecimiento de las carpas aclimatadas a 20, 25 y 29 °C. La sensibilidad de los organismos al antiséptico se evaluó a través del análisis histológico de la piel. Asimismo, se determinó el efecto secundario del anestésico, para lo cual se llevó a cabo un estudio histológico de varios órganos (encéfalo, hígado, riñón y bazo).

Los resultados indican que la concentración del antiséptico más adecuada fue una dilución del cloruro de benzalconio comercial 1:4 en agua destilada y la del anestésico de 380 mg CO_2/L . La anestesia produjo ciertas alteraciones en los órganos estudiados, dentro de las cuales la gliosis encefálica fue significativa y se presentó en todos los grupos donde se utilizó el anestésico, independientemente de la temperatura de aclimatación. Sin embargo, dichas alteraciones no interfieren el crecimiento de las carpas.

El crecimiento se contrastó entre los diferentes grupos experimentales: manipulados anestesiados (M-A), manipulados sin anestesia (M) y manipulados sólo al inicio y al término de los experimentos, (42 días), los cuales se consideraron como grupos testigos (C). La tasa de crecimiento (mg/día) fue: M-A = M > C en 20 y 29 °C; en 25 °C no se observaron diferencias significativas. La temperatura influyó positivamente el crecimiento, independientemente del tratamiento.

Estos resultados son útiles en las prácticas de cultivo de *C. idella* en los referente al mantenimiento de los juveniles.

INTRODUCCION

Los peces de la familia *Cyprinidae* tienen una larga historia en lo que respecta a la piscicultura de agua dulce; así, el nombre del género *Cyprinus* derivado de Chipre, la isla, data de hace más de 800 años aunque sólo hace aproximadamente 132 años que fue introducido en la mayoría de los países del continente europeo; en China ya se conocía desde antes de la era cristiana, en el 475 A.C.

La familia de las carpas agrupa el mayor número de representantes de agua dulce, con 275 géneros y más de 1500 especies, que por lo general presentan forma y talla variables.

En México, la actividad piscícola de agua dulce, depende en un 60% de las carpas. Estos peces presentan múltiples características, las cuales satisfacen los requerimientos básicos del cultivo; esto es, tienen un alto índice de fecundidad, un crecimiento rápido, adaptabilidad al encierro y buen aprovechamiento del alimento natural. Además, no se requiere de instalaciones costosas, ya que se adaptan a la estanquería rústica y algunas se pueden cultivar en jaulas (FONDEPESCA, 1988); en nuestro país, se les encuentra tanto en regiones subtropicales como templadas. De esta manera, el cultivo de la carpa ha alcanzado una importancia social, económica y alimenticia (por ser una fuente de proteína animal)

que ha repercutido benéficamente en la dieta de la población rural.

En 1960 se incorporaron las carpas chinas (herbívora, plateada y cabezona) con las cuales se efectúan policultivo, aprovechando sus hábitos alimenticios a diferentes niveles tróficos; así se incrementó, el rendimiento piscícola en aguas interiores, de 30 a 200 Kg Ha⁻¹año⁻¹. La carpa herbívora se cultiva en México desde 1971 (SEPESCA, 1982).

La presencia de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* beneficia al ecosistema dulceacuícola ya que al controlar las malezas acuáticas flotantes y sumergidas, se movilizan los nutrientes estabilizados en éstas y se incorporan a la dinámica energética del ecosistema. Las carpas destruyen las malezas acuáticas flotantes, lo que contribuye a aumentar el área fótica y en consecuencia se incrementa la producción primaria de las aguas; al desaparecer las malezas aumentan las áreas de captura de los pescadores, mejora la navegación, disminuye la pérdida de aguas por la transpiración de las plantas adventicias y disminuye el asolve por materia orgánica vegetal (Fischer and Lyakhnovich, 1973; Rosas, 1976; Wheaton, 1982; Bardach, 1986).

En las piscifactorías donde se cultivan las carpas los peces están expuestos a diferentes grados de manipulación; lo

mismo ocurre con los estudios de laboratorio. A consecuencia de la captura, del transporte y del traslado al lugar del mantenimiento, los peces experimentan estrés (Houston et al., 1971a; Hattingh, 1975; Fletcher, 1975) y hasta la muerte masiva (Kirk, 1974). También durante el proceso de investigación es necesario medirlos, pesarlos y anestésarlos para posteriormente someterlos a procedimientos quirúrgicos. En el centro piscícola "El Zarco", los reproductores de *Salmo gairdneri* se manipulan sin anestesia cuando se inducen al desove y espermatismo o cuando se someten a tratamientos terapéuticos (Mendoza y Ramírez, 1990).

En investigaciones relacionadas con el deterioro ambiental, los peces se capturan con objeto de extraer muestras de sangre para medir algunos parámetros, los cuales son buenos indicadores del estrés producido por las condiciones provocadas por los contaminantes introducidos en el medio (Pasanen et al., 1979).

La manipulación produce estrés en los animales; como lo señala Bayne (1975), estrés "es una alteración medible del estado estable fisiológico (o de comportamiento, o bioquímico, o citológico) inducido por un cambio ambiental que hace al individuo (o población, o comunidad) más vulnerable ante un nuevo cambio ambiental"; así el estrés tiene una amplia y congruente connotación ecofisiológica ya que involucra los

diferentes niveles de organización biológica. El estrés es consecuencia de alteraciones en la actividad del eje pituitario-adrenal, lo que resulta en hipersecreción de corticosteroides y en última instancia en alteraciones de la química sanguínea y en el metabolismo de los especímenes (Wedemeyer, 1970a; Sylvester, 1975; Mazeud et al., 1977; Rush and Umminger, 1978).

El estrés provocado por la manipulación compromete todos los sistemas especialmente el respiratorio, el cardiovascular y el renal. Las alteraciones producidas por los primeros se hacen evidentes a través de la desviación de la normalidad de ciertos parámetros de la química sanguínea: las presiones parciales internas del oxígeno y del anhídrido carbónico cambian; lo mismo ocurre con el número y el volumen de los glóbulos rojos, con la concentración de la hemoglobina, la concentración de las proteínas plasmáticas y la osmolalidad del plasma. Los cambios producidos a nivel de branquia y de riñón, indican un desbalance hidromineral. El estrés por manipulación se refleja además en alteraciones del metabolismo de los carbohidratos. Cuando los peces son retirados del agua a consecuencia de la captura y del transporte, experimentan hipoxia; esto sucede principalmente cuando se realiza el traslado de un gran número de peces, manifiestamente excitados, lo que aumenta su demanda de oxígeno. La alteración de los parámetros sanguíneos observados en tal

situación es reflejo del aumento en la utilización de oxígeno en los tejidos, lo que conduce a la disminución de la presión parcial del gas en la sangre (Hattingh, 1976; Smit and Hattingh, 1978; Pasanen et al., 1979). Smit and Hattingh (op cit.) suponen que los peces tienen la capacidad para compensar esta situación al aumentar la glucólisis anaerobia ya que se observa un aumento de lactato en la sangre, lo que produce una disminución de los niveles de pH y una elevación de la presión parcial de CO_2 . El aumento de la actividad de los animales estresados por la manipulación e hipoxia, es consecuencia de la estimulación del sistema nervioso simpático. A dicha estimulación se atribuye también el aumento de la glucosa en sangre (Kirk, 1974).

El estrés de los peces reduce las posibilidades que tienen de adecuarse al ambiente, por lo tanto, la detección del estrés es importante tanto para las pesquerías y su manejo, como para las prácticas de cultivo, a la vez que es útil para determinar el impacto que sobre la biota acuática producen los contaminantes (Strange et al., 1977; Espina et al., 1986; Rosas et al., 1988; Alcaraz, 1989; Alcaraz et al., 1990).

Una solución al problema provocado por la manipulación con la concomitante exposición al aire (hipoxia), es el uso de anestésicos, por lo que su empleo es importante en el cultivo de

los peces. El efecto de los anestésicos varía desde sedaciones muy suaves hasta la completa pérdida del equilibrio e insensibilidad del animal (Marking and Meyer, 1985).

Las compuestos utilizados comúnmente como anestésicos en peces teleosteos no están exentos de riesgos; por lo que es necesario conocer con precisión la concentración, dosis y el modo de empleo de dichas sustancias con el fin de reducir el deterioro fisiológico en los peces producido por la manipulación. Entre los más inocuos se encuentra el CO_2 liberado del H_2CO_3 producido por una solución de bicarbonato y ácido sulfúrico diluido, empleado por Fish (1943) en el transporte de peces. Boone et al. (1978) señalan que si el H_2CO_3 se produce a concentraciones mayores de 600 mg/L o el tiempo de exposición de los peces al anestésico es demasiado prolongado, se puede producir un colapso del sistema nervioso central; también, el pH es un factor que se debe tomar en cuenta ya que limita la disociación del bicarbonato. Considerando estos aspectos, el CO_2 es un anestésico que se incluye entre los mejores y más recomendados, por su accesibilidad y bajo costo (Boone et al., op. cit.).

El bicarbonato en el medio bloquea la excreción del bicarbonato interno a nivel branquial y en consecuencia el CO_2 se acumula en los tejidos alterando el equilibrio entre el

oxígeno y el bióxido de carbono; en el cerebro, la anoxia generada produce anestesia. El pez se recupera al desaparecer la situación anóxica (Post, 1979).

Varios autores han empleado anestésicos diferentes con el fin de evaluar los efectos secundarios de la narcosis (Sedhev et al., 1963; Schoettger et al., 1967; Sylvester, 1975; Ferreira et al., 1981). Entre los más ampliamente usados se pueden citar la quinaldina (Muench, 1958); la 2-fenoxi-etanol (Bell, 1964); el propoxato (Thienpoint and Niemegeers, 1965); el sulfato de quinaldina (Blasiola, 1975); la benzocaina (Dawson and Gildherus, 1979); el hidrocloreuro de benzocaina (Ferreira et al., 1979) y el metasulfonato de tricaina (MS 222) (Jeney et al., 1986). Las propiedades de los anestésicos varían en función de la concentración, de la temperatura, del pH y del oxígeno disuelto. Por tal razón, Sylvester (1975) al trabajar con *Mugil cephalus* seleccionó las variables experimentales dentro del intervalo de tolerancia de la especie a la temperatura, oxígeno y pH del agua. El (MS 222) al parecer es inocuo para los animales, sin embargo, varios autores han encontrado que provoca trastornos fisiológicos; Smit and Hattingh (1979), comunicaron que produjo hemoconcentración en *Cyprinus carpio*, *Sarotherodon mossambicus* y *Salmo gairdneri*, con un efecto menor en la trucha, luego en la carpa y por último en la tilapia; indican que esto se debe a diferencias en los mecanismos que regulan el

equilibrio ácido-base de estas especies, así como a una diferente actividad metabólica. Aunque el perfil hemático de los especímenes no experimentó cambios, la hemoconcentración observada puso en evidencia el estrés provocado por el anestésico.

Por otra parte, si el estrés repercute sobre las reacciones inmunitarias de defensa del animal, aumentará, por tanto, la susceptibilidad a las infecciones (Wedemeyer, 1970b).

En las granjas acuícolas los peces se someten a manipulación; cuando el manejo es inadecuado, los peces pueden experimentar traumatismos o heridas, las cuales los hacen susceptibles a infecciones. Mendoza y Ramírez (1990) encontraron que en reproductores de *Salmo gairdneri*, infectados con *Saprolegnia parasítica*, el cloruro de benzalconio fué eficiente para curar o bien, disminuir la incidencia del hongo.

Los estudios realizados sobre los efectos de la temperatura en la curación de las heridas y en la infecciones septicémicas bacterianas, han demostrado que las posibilidades de reacciones defensivas del huésped son muy parecidas para todas las especies de peces a una misma temperatura; sin embargo, a temperaturas más altas, y siempre dentro del intervalo tolerable, estas reacciones son más rápidas (Roberts, 1975).

Cada especie puede tolerar ciertos límites de variación de la temperatura del agua y no puede sobrevivir cuando sobrepasa un mínimo o un máximo absoluto. En el momento en que la temperatura se aproxima a estos límites, la invasión patógena tiene más posibilidades de producirse, especialmente en lo que se refiere a los límites superiores. La temperatura puede ser además un factor desencadenante de enfermedad cuando varía súbitamente, aún dentro de los límites normales, al ser estos cambios bruscos por se motivo de estrés. Estas alteraciones de la temperatura influyen en la velocidad de multiplicación de los microorganismos, en la tasa metabólica y, aún más importante, en la rapidez con la que se desencadenan los mecanismos de defensa del pez y de la producción de anticuerpos (Roberts, 1981).

Se conoce que la temperatura óptima de los juveniles de *Ctenopharyngodon idella* es de 29 °C (Espina et al., 1986). También se conoce que en el ciclido *Oreochromis mossambicus*, los peces medidos y pesados bajo y sin anestesia (CO₂) tuvieron una tasa de crecimiento y una eficiencia de crecimiento mayor que los peces manipulados (Sánchez et al., en preparación). Los autores destacan el hecho que el crecimiento es una actividad englobadora de todos los procesos fisiológicos de un organismo y como tal es una medida de la condición de éste. Por lo tanto, se puede considerar como indicador de estrés de amplio espectro (Bayne, 1975). Como se mencionó anteriormente, los tratamientos

contra infecciones al que se somete a los peces en cautiverio, se aplican sin anestesia (Mendoza y Ramirez, 1990). Así, debido a la importancia económica que tiene *C. idella* en el país, es de interés evaluar el efecto que tendría la aplicación de tratamientos profilácticos bajo anestesia en esta especie. Tales conocimientos serían útiles en las prácticas de cultivo.

Por las razones anteriormente expuestas, en este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

I. Evaluar el crecimiento de los juveniles de *Ctenopharyngodon idella* expuestos al tratamiento con cloruro de benzalconio con y sin anestesia en diferentes temperaturas.

II. Determinar la sensibilidad de los peces al antiséptico.

III. Realizar un análisis histológico de diferentes órganos con el fin de conocer los efectos colaterales que pudieran ocasionar tanto el antiséptico como el anestésico.

MATERIALES Y METODOS

Los juveniles de *C. idella* se recolectaron en los estanques del centro piscícola de "Tezontepec de Aldama", Hidalgo, durante febrero y noviembre de 1991. En ambas ocasiones se registró la temperatura y el pH del agua de los estanques, con un termómetro de -10 a 120 °C (± 0.01 °C) y con un potenciómetro de campo Whatman (1-14; ± 0.1 unidades). El traslado de los organismos al laboratorio se realizó en bolsas de polietileno, con agua de los estanques y atmósfera de oxígeno.

En el laboratorio los organismos se distribuyeron en acuarios de 60 L de capacidad; con agua desclorada, aireación constante y a la temperatura registrada en los estanques. El agua se recambió en un 50% de su volumen cada cinco días. A los peces se les proporcionó alimento balanceado y lechuga picada (75% : 25%) una vez al día, en raciones equivalentes al 3% de su peso corporal.

En los organismos recolectados en febrero, se realizó una prueba de sensibilidad al cloruro de benzalconio, para lo cual los peces se distribuyeron en tres grupos (A, B y C) con 20 organismos cada uno. En los organismos del grupo A, la dilución comercial del antiséptico fué de 1 X 400 (R. Ph. Sc., 1975; Herwig, 1979; M.Sh. and D.I., 1986); en los grupos B y C se empleó una dilución 1:1 y 1:4 con agua destilada,

respectivamente. En los peces de los tres grupos, la aplicación del antiséptico se hizo tópicamente en la parte posterior del cuerpo de los animales.

Para el grupo A, se realizó una sola aplicación del antiséptico, mientras que para los grupos B y C, se realizaron cinco aplicaciones con las respectivas soluciones cada 48 horas; se registraron en todos los grupos, tanto las reacciones observadas como la mortalidad (%). Posteriormente, a los organismos de estos grupos no se les aplicó ninguna de sus soluciones durante siete días. En seguida, en los peces de cada grupo, se hizo un estudio histológico de la piel; en los individuos de los grupos B y C se incluyeron además, riñón, encéfalo e hígado. Los tejidos se fijaron en formol al 10%, se aclararon con tolueno-alcohol (1:1), se deshidrataron con alcohol gradualmente y se incluyeron en parafina. Los cortes se tiñeron con hematoxilina-eosina (M.H.S.M., 1968).

Del estudio histológico, se determinó la solución antiséptica más efectiva para los posteriores tratamientos.

En un segundo grupo de peces, recolectados en noviembre, se realizaron los experimentos con los cuales se determinó el efecto producido por la manipulación y la anestesia sobre el crecimiento de *C. idella* a diferentes temperaturas.

De los acuarios de mantenimiento se tomó una muestra de organismos al azar y se distribuyeron en nueve acuarios de 35 L, con 15 peces cada uno. En seguida se elevó la temperatura de tres acuarios, 1 °C/día, hasta alcanzar 29 °C; a otros tres acuarios se les elevó la temperatura hasta 25 °C y los tres últimos acuarios se mantuvieron a 20 °C. En cada acuario se colocó un calentador de inmersión con el fin de mantener constante la temperatura (± 1.0 °C). Durante la fase de aclimatación a las temperaturas experimentales, los organismos se pesaron regularmente (cada 15 días) y se registró tanto el pH como la temperatura.

Con el fin de evaluar el estrés producido por el efecto de la manipulación (M-A = manipulados bajo anestesia, M = manipulados sin anestesia y C = grupo testigo, organismos no manipulados) y la temperatura (20 °C, 25 °C y 29 °C) sobre el crecimiento de los peces, se asignaron los diferentes tratamientos al azar, acorde al diseño experimental descrito en la Tabla 1.

Con respecto a la manipulación, los peces de los grupos testigos (C) se retiraron de sus acuarios con una red y se envolvieron en gasa húmeda, se pesaron en una balanza de plato (OHAUSS; ± 0.01 g) y se devolvieron a sus respectivos acuarios. Este procedimiento se llevó a cabo solamente al inicio y al

final del periodo experimental, el cual fue de seis semanas, para todos los grupos aclimatados a diferentes temperaturas.

Los peces de los grupos sometidos a manipulación sin anestesia (M), se pesaron al inicio y luego cada semana después de aplicarles tópicamente la solución de cloruro de benzalconio-agua destilada (1:4); los peces de los grupos manipulados bajo anestesia (M-A), una vez anestesiados se les aplicó tópicamente el antiséptico y se pesaron posteriormente, esta operación también se llevó a cabo al inicio del experimento y cada semana durante el mismo lapso (6 semanas). En todos estos grupos se registró la mortalidad (%).

En referencia al anestésico, se utilizó una solución de bicarbonato de sodio (0.3%), a la cual se le agregó ácido sulfúrico (10%) hasta obtener un pH de 6.5. Esta solución anestésica se estimó adecuada después de realizar varios ensayos preliminares. Los organismos se consideraron anestesiados cuando cesó su actividad locomotora y disminuyó el batido opercular, pero retuvo el reflejo caudal; la solución anestésica actuó en cuatro minutos y los organismos se recuperaron después de permanecer 15 minutos en sus respectivos acuarios de aclimatación (Booke et al., 1978).

Al finalizar los experimentos, se sacrificaron cinco organismos de cada condición experimental y se disectó el

encéfalo (E), el riñón (R), el hígado (H) y el bazo (B) y se realizó un estudio histológico con el fin de observar y evaluar el efecto combinado del antiséptico y del anestésico en las diferentes temperaturas experimentales.

Se registró la mortalidad (‡) y se describió el efecto de las soluciones de cloruro de benzalconio sobre los diferentes tejidos. Con las imágenes histológicas de los peces provenientes de las nuevas condiciones experimentales, se elaboró una tabla donde se registraron los cocientes de frecuencia de prevalencia e incidencia de las principales lesiones observadas en cada condición (Zschiescher, 1980). Estos valores se analizaron mediante la prueba de la probabilidad exacta de Fisher (Siegel, 1978; Márques, 1988).

El efecto de la temperatura sobre el crecimiento de los peces de los grupos sometidos a los diferentes tratamientos, es decir, manipulados con y sin anestesia y testigos, se evaluó utilizando las pruebas de análisis de varianza (ANVA) de una y dos vías, así como las pruebas de hipótesis de los efectos por separado mediante las pruebas de "F" y de "t" con 95% de confianza (Steel y Torrie, 1990).

RESULTADOS Y DISCUSION

Sensibilidad al cloruro de benzalconio

De las observaciones y del estudio histológico realizado en los grupos A, B y C de peces tratados con las diferentes concentraciones de cloruro de benzalconio, se obtuvo lo siguiente:

Grupo A. Después de 10 a 15 minutos de la aplicación del antiséptico a los organismos, se observó una pérdida de mucus, posteriormente, (30-60 minutos) descamación en algunos peces. A las 24 horas, el 25% del grupo tratado había muerto; a las 48 horas se elevó este porcentaje hasta el 45% y los organismos sobrevivientes mostraron severos daños en la zona donde se aplicó el cloruro de benzalconio (C.B.). Transcurridas 120 horas, el 60% de los peces murieron. La intolerancia y el alto porcentaje de mortalidad observados se podrían atribuir a que el cloruro de benzalconio 1 X 400 es irritante y penetra profusamente en los tejidos de los juveniles de *C. idella*; asimismo, se podría suponer que los peces juveniles, de pequeño tamaño como los utilizados en este trabajo (4-12 cm) tendrían una susceptibilidad mayor que los de tallas grandes. Al respecto, se conoce que los reproductores de trucha arcoiris toleran la formulación comercial de éste antiséptico (Mendoza y Ramirez, 1990). Por otra parte, se conoce también que *C. idella*

en estadio juvenil es mas susceptible a los cambios ambientales que las carpas de mayor tamaño (Vinogradov and Erokhina, 1967; Fischer 1970; Fischer and Lyakhnovich, 1973).

El cloruro de benzalconio es un compuesto catiónico de rápida acción antiséptica, de buena penetración tisular y poca toxicidad sistémica (Rucker and Whipple, 1951; Snieszko, 1959; The Merck Index, 1976; Herwig, 1979). Estas propiedades, lo hacen adecuado para el uso en los centros acuícolas, sin embargo, como esta diluido en alcohol, es probable que ocasione la severa irritación observada en los peces. Esto se hizo evidente en el estudio histológico, donde se contrastó la piel con la de los peces testigo, ya que se observó la presencia de células globosas e hiperplasia en el estrato basal y la pérdida de células caliciformes (productoras de mucus) en la capa epidérmica de los organismos. Por tal razón el antiséptico se diluyó: probablemente esto ocasionó que en los organismos tratados con cloruro de benzalconio-agua destilada (1:1) y (1:4), no se observara mortalidad y que el antiséptico resultara menos irritante para los organismos.

Grupo B. En estos peces no hubo mortalidad durante las cinco aplicaciones de la solución antiséptica (1:1). Durante la aplicación tópica, no se observó pérdida de mucus ni de escamas; tampoco los organismos mostraron síntomas de excitación o la

pérdida del equilibrio. Después de los siete días de reposo, posteriores a las aplicaciones, los animales no presentaron efectos colaterales, ni mortalidad. No obstante, el estudio histológico de la piel reveló elongación de las células basales, aunque esta condición no condujo a la degeneración globosa, hiperplasia, o a la pérdida de células caliciformes.

En el hígado se observó una degeneración glucogénica, la que no se puede atribuir al efecto del antiséptico, ya que ésta es una condición que se presenta generalmente tanto en animales mantenidos en acuarios como en organismos juveniles.

La degeneración turbia observada en el epitelio excretor, se atribuye a la eliminación de las sustancias de desecho, principalmente las de origen proteínico. Por lo tanto, aunque esta solución antiséptica aplicada a los juveniles de *C. idella* no ocasiona mortalidad, provoca algunas alteraciones a nivel citológico, principalmente en tejido epitelial.

Grupo C. En este grupo no se registró mortalidad; durante las aplicaciones de la solución antiséptica (1:4) tampoco se observaron alteraciones en el comportamiento ni en la morfología de los organismos; tampoco se observaron efectos secundarios durante la semana de reposo posterior a las aplicaciones. En las imágenes histológicas, no se observaron cambios en la citología de los tejidos analizados (piel, hígado, riñón y encéfalo).

Tales observaciones permitieron determinar que la concentración de cloruro de benzalconio utilizada (1:4) fue la más adecuada.

Aclimatación

La aclimatación se refiere al cambio fisiológico que experimenta un animal, en situaciones controladas de laboratorio, en respuesta a la variación de un único factor ambiental, como la temperatura (Ecker et al., 1990).

Varios autores consideran que el crecimiento es un buen indicador de la aclimatación completa. Generalmente, al trasladar los peces de su ambiente natural o de los estanques de cultivo a los acuarios del laboratorio, los animales pierden peso, luego se estabilizan y en seguida se reanuda el crecimiento (Fischer, 1970; Fischer and Lyakhnovich, 1973). Los autores indican que en algunas especies de peces la aclimatación puede durar dos o tres meses.

En este estudio, las carpas se recolectaron en noviembre; la temperatura del agua de los estanques era de 23 °C y pH 8.0. La fase de aclimatación se fijó en 42 días ya que durante ese lapso los especímenes crecieron, en promedio, 0.024 mg día⁻¹ y la sobrevivencia fue del 100% en el mismo período. Por lo tanto, se puede considerar que los peces alcanzaron una aclimatación completa a las diferentes temperaturas experimentales.

Anestesia

El pH de la solución anestésica fué de 6.5; a este valor se produce una cantidad de ácido carbónico de 380 mg/L. Tal cantidad queda comprendida en el intervalo óptimo de 150-600 mg/L de CO₂ utilizado para anestesiarse peces (Fish, 1943; Booke et al., 1978; Post, 1979), es decir, se cumple con el requisito que los organismos se anestesien en cuatro minutos y que el periodo de recuperación sea de 15 minutos (Post, op. cit.).

El estrés producido por el empleo del anestésico y del antiséptico se evidenció en el estudio histológico realizado en los tejidos analizados (encéfalo, hígado, riñón y bazo) de los juveniles de *Ctenopharyngodon idella*, aclimatados a las diferentes temperaturas (Tabla 2). Mediante la prueba de la probabilidad exacta de Fisher, se encontró que la gliosis encefálica fué la lesión más significativa ($p < 0.005$), la cual estuvo presente en los grupos donde se realizó manipulación bajo anestesia a 20 °C, 25 °C y 29 °C. Esta lesión se caracteriza por ser un proceso inflamatorio como reacción a un agente irritante; en este caso, el anestésico empleado (Figs. 1 y 7), lo cual coincide con lo indicado por Fish (1943); Snieszko (1959); Amlacher (1970); Booke et al., (1978); Herwig (1979) y Post (1979), en el sentido de que este anestésico puede producir daños en el sistema nervioso central.

También se registraron cambios citológicos importantes en los demás grupos bajo experimentación; entre dichas alteraciones se observó una degeneración glucogénica del parénquima hepático (Fig. 2). Esta es una condición que se presenta frecuentemente en el hígado ya que es el órgano de almacenamiento del glucógeno; además aparece constantemente en los juveniles y en los animales mantenidos en acuarios. También se presentaron pigmentos hemáticos (Figs. 3, 5 y 6) tanto en riñón como en el bazo. Asimismo, se considera que tales pigmentos aparecen comúnmente en organismos de esta edad (juveniles). Otras alteraciones observadas fueron la congestión aguda pasiva (Figs. 4 y 7) que se presentó en los tejidos de los organismos debido principalmente al método de sacrificio (asfixia); la hemorragia subdural en encéfalo, que fue ocasionada por el propio manejo (un posible traumatismo); la melanosis o deposición de melanina se presentó en encéfalo y en el riñón. Todas las alteraciones observadas corresponden a algunos de los cambios que se presentan cuando los peces son mantenidos en acuarios (Wedemeyer, 1970b; Auro com. pers.). La presencia de inclusiones eosinofílicas en riñón (Fig. 5), podría ser ocasionada por el secuestro de metales pesados o por la presencia de detergentes, los cuales serían captados posiblemente de la vertiente que suministra el agua al centro piscícola de "Tezontepec de Aldama" (Auro com. pers.; Rosas com. pers.).

Crecimiento

En los peces en cautiverio los principales estresores son las condiciones hipóxicas, la presencia de contaminantes del medio como el amonio (NH_3), el ión amonio (NH_4^+) y el nitrito y los cambios bruscos de los factores ambientales. Los organismos pueden tolerar estas condiciones adversas, sin embargo, se debilitan. En tales condiciones, es probable que se manifiesten las enfermedades latentes o que se produzcan infecciones (U.N.E.P., 1987). En referencia a estas últimas, se puede citar a la saprolegniasis (Mendoza y Ramírez, 1990).

La saprolegniasis se trata tópicamente con cloruro de benzalconio, por lo cual los animales se manipulan al aplicarles el antiséptico. Con el fin de aminorar el estrés producido por la manipulación, los peces se pueden anestésiar; sin embargo, como se señaló anteriormente, la anestesia también puede producir estrés.

Así, con el fin de cuantificar el estrés producido por el tratamiento y el anestésico utilizado, se evaluó el crecimiento de los juveniles de *C. idella*, aclimatados a diferentes temperaturas. El crecimiento es una medida englobadora de todos los procesos fisiológicos que ocurren en el pez (Fry, 1978) y, por lo tanto, se consideró como un indicador de la condición fisiológica del mismo.

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos a los

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos a los que se sometió a los peces, es decir, la manipulación de organismos anestesiados y sin anestesia y en los testigos (la manipulación por pesaje sólo al inicio y al final del experimento), influyeron sobre el crecimiento en forma independiente de la temperatura ($p < 0.05$; Tabla 4). Por esta razón fue necesario separar ambas variables.

Con respecto a la temperatura (Tablas 3, 5, 6 y 7), se encontró que en la mayor y en la menor temperatura los peces crecieron significativamente ($p < 0.05$). En 20°C el crecimiento diario, en promedio, de los peces manipulados bajo anestesia fue un 13% y 39% más que los manipulados sin anestesia y que los del grupo testigo, respectivamente; asimismo, los peces manipulados sin anestesia crecieron 26% más que los del grupo testigo. De la misma manera, a 29°C , el crecimiento de los peces manipulados bajo anestesia fue 1% y 26% mayor que el de los manipulados sin anestesia y los del grupo testigo, respectivamente y, los organismos manipulados sin anestesia crecieron 25% más que los del grupo testigo. Mediante la prueba de "t" se comprobó que tanto los organismos manipulados bajo anestesia (M-A) como los manipulados sin anestesia (M), presentaron tasas de crecimiento similares en estas dos temperaturas. Esto es debido a que probablemente en ambos grupos, los organismos se condicionaron a la manipulación a la que fueron sometidos y por tanto, el estrés

producido no se reflejó en el crecimiento de los especímenes, lo cual concuerda con lo citado en la literatura (Rush and Umminger, 1978; Sánchez et al., en prep.); esto se refiere a que los peces se pueden condicionar a tal o cual procedimiento con el fin de aminorar el estrés ocasionado por la manipulación; también, es posible que el estrés producido en éstos grupos haya incrementado el apetito de los organismos, con lo cual tuvieron, en promedio, mayores incrementos en peso que sus respectivos grupos testigo. Por el contrario, en los grupos testigos se obtuvieron tasas de crecimiento menores que sus respectivos grupos manipulados con y sin anestesia a 20 y 29 °C.

En el grupo de carpas aclimatadas a 25 °C (Tabla 6), la tasa de crecimiento de los peces manipulados bajo anestesia fue, en promedio, ligeramente mayor (5%) que la de los peces manipulados sin anestesia y 13% más alta que la del grupo testigo. Los peces manipulados sin anestesia crecieron 8% más que los del grupo testigo. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$). Por lo tanto, el estrés producido por la manipulación no se reflejó en el crecimiento de los especímenes, lo que se podría atribuir a que 25 °C se encuentra cerca del preferendum final de temperatura de los juveniles de *Ctenopharyngodon idella* y en consecuencia la temperatura favorable habría aminorado el estrés. Por otra parte, se ha discutido ampliamente en la literatura que la

aclimatación a una determinada temperatura es mejor o más completa si es cercana a la del lugar del que provienen los peces (Houston et al., 1971a, 1971b; Hattingh et al., 1975, 1976; Fletcher, 1975; Wedemeyer, 1976b; Ferrier et al. 1978; Huet, 1978; Pasanen et al. 1979; Sánchez et al., en prep.). Cabe destacar que en el momento de la recolecta, la temperatura de los estanques de cultivo de las carpas era de 23 °C, es decir, sólo 2 °C menor que la temperatura de aclimatación, por lo cual los peces podrían haber estado en condiciones de tolerar el estrés producido por la manipulación.

Con respecto a un mismo tratamiento aplicado a los organismos a diferentes temperaturas se observó que la tasa de crecimiento de los organismos manipulados con anestesia aumentó a medida que se incrementó la temperatura; así a 29 °C fue 12% mayor que a 25 °C y 25% más alta que a 20 °C. Los peces manipulados sin anestesia crecieron 15% más a 29 °C que en 25 °C y 37% más que en 20 °C. Estas diferencias fueron significativas ($p < 0.05$); Tablas 3, 8, 9 y 10). En el grupo testigo, las carpas aclimatadas a 25 °C crecieron 40% más que a 20 °C ($p < 0.05$) y entre 25 y 29 °C se observó una ligera disminución (4%) que no fue significativa ($p > 0.05$).

Por lo tanto, el incremento en peso (mg) de los organismos aclimatados a una misma temperatura, durante los 42 días que

duró la fase experimental, muestra que los peces manipulados bajo anestesia (M-A), presentaron los mayores valores, seguido de los manipulados sin anestesia (M); los organismos no manipulados (C = grupo testigo), tuvieron tasas de crecimiento menores que los grupos sometidos a manipulación (Tabla 3). Es importante señalar, que durante toda esta fase experimental no se observó mortalidad en ninguno de los nueve grupos.

Los datos obtenidos en este trabajo indican que si los juveniles de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* son infectados con *Saprolegia* sp., pueden ser tratados con una dilución de cloruro de benzalconio y agua destilada (1:4) y, que el tratamiento aplicado bajo anestesia con CO₂ no altera el crecimiento de los peces; de este modo es posible recomendar este procedimiento con el fin de aminorar el estrés producido por la manipulación en las prácticas de cultivo de la especie. Las alteraciones que produce el anestésico no afectan el crecimiento de los especímenes, el cual aumenta al incrementarse la temperatura.

CONCLUSIONES

- El tiempo de aclimatación de seis semanas a las temperaturas experimentales fué el suficiente ya que en ese lapso, los organismos reiniciaron su crecimiento.
- Tanto la manipulación como la temperatura fueron factores que actúan independientemente entre sí.
- Una solución de cloruro benzalconio-agua destilada (1:4) resultó adecuada, ya que no causó mortalidad, ni alteró el comportamiento ni la morfología de los juveniles de *Ctenopharyngodon idella*; en cambio, estos especímenes fueron sensibles al cloruro de benzalconio (1 X 400) y a una solución de cloruro de benzalconio-agua destilada (1:1) cuando se aplicó tópicamente.
- El bicarbonato de sodio en medio ácido resultó adecuado como anestésico, ya que no alteró el crecimiento de los juveniles de *C. idella* ni produjo mortalidad aunque, la gliosis encefálica se presentó como una posible lesión ocasionada por el anestésico.
- Independientemente del tratamiento al que se sometieron las carpas, la temperatura influyó positivamente la tasa de crecimiento. Tanto en 20 como en 29 °C, los grupos de organismos manipulados anestesiados y sin anestesia crecieron

significativamente más que sus respectivos grupos testigos. Al comparar estos grupos entre sí, no se detectó el efecto del estrés por manipulación ya que la tasa de crecimiento fue similar, al igual que todos los grupos aclimatados a 25 °C.

- Los resultados de este estudio son útiles para mejorar las prácticas de cultivo de *Ctenopharyngodon idella* en lo que se refiere al mantenimiento de la fase juvenil.

LITERATURA CITADA

- Alcaraz, Z.G., 1989. Alteraciones producidas por el detergente en las respuestas fisiologicas y de comportamiento de la carpa herbivora *Ctenopharyngodon idella* en relación con la temperatura. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M.. 40 pp.
- Alcaraz, G., Espina, S. y Rosas, C., 1990. Effect of detergent on thermal preferendum and heat tolerance of *Ctenopharyngodon idella* (Valencienne). *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*
- Amlacher, E., 1970. *Textbook of Fish Diseases*. T.F.H. Publications, U.S.A.. 302 pp.
- Bayne, B.L., 1975. Aspects of physiological condition in *Mytilus edulis* L., with special reference to the effects of oxigen tension and salinity. *Prog. 9th. Europ. mar. Biol. Symp.*, pp. 213-239. H. Barnes (Ed.) Aberdeen University Press, London.
- Bardach, J.E., J.H. Ryther and W.O. McLarncy, 1972. *Acuaculture*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 868 p.

- Bell, G.R., 1964. A guide to the proprieties, characteristics and uses of some general anaesthetics for fish. *Bull. Fish. Res. Board Can.*, 148: 1-4.
- Blasiola, G.C., 1975. Quinaldine Sulphate, a new anaesthetic formulation for tropical marine fishes. *J. Fish Biol.*, 10 : 113-119.
- Booke, H.E., Hollender, B. and Lutterbie G., 1978. Sodium bicarbonate, an inexpensive fish anaesthetic for field use. *Prog. Fish Cult.*, 40 (1) : 11-13.
- Dawson, V.K. and Gilderhus, P.A., 1979. Ethyl-p-aminobenzoate (Benzocaine): efficacy as an anaesthetic for five species of freshwater fish. *Fish Control*, 87 : 1-5.
- Eckert, R., Randall, D. y Augustine, G., 1990. *Fisiología Animal: Mecanismos y Adaptaciones*. Ed. Interamericana McGraw Hill, España. 683 pp.
- Espina, S., Díaz, F., Rosas, C. y Rosas, I., 1986. Influencia del detergente sobre el balance energético de *C. idella* a través de un bioensayo crónico. *Contam. Ambient.*, 2: 25-37.
- Ferreira, J.T., Smit, G.L. and Schoonbee, H.J., 1979. Comparison of anaesthetic potency of Benzocaine

Hydrochloride and MS 222 in two freshwater fish species.
Prog. Fish Cult., 41 : 161-163.

Ferreira, J.T., Smit, G.L. and Schoonbee, H.J., 1981.
Haematological evaluation of the anaesthetic Benzocaine
Hydrochloride in the freshwater *Cyprinus carpio* L.
J. Fish. Biol., 18 : 291-297.

Fischer, Z., 1970. The energy and matter budget of grass carp
(*Ctenopharyngodon idella* Val.) fed on animal or plant food.
Thesis. Inst. Biol. Dosw. im. M. Nenckiego PAN, Warszawa.

Fischer, Z. and Lyakhnovich, P., 1973. Biology and bioenergetics
of grass carp (*Ctenopharyngodon idella* Val.). *Pol. Arch.*
Hydrobiol., 20 (4) : 521-557.

Fish, F.F., 1943. The anaesthesia of fish by high
carbon-dioxide concentration. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 12 :
25-29.

Fletcher, G.L., 1975. The effect of capture stress and storage
of hole blood on the red blood cells, plasma protein,
glucose and electrolytes of the winter flounder
(*Pseudopleuronectes americanus*). *Can. J. Zool.*, 53 :
197-206.

FONDEPESCA, 1988. *La carpa y su cultivo*. Secretaria de Pesca. México. 46 pp.

Fry, F.E.J., 1978. The effect of environmental factors on the physiology of fish. Vol 7, p. 1-98. In: W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds.), *Fish Physiology*. Academic Press., New York.

Hattingh, J., Le Roux Fourie, F. and Van Vuren, J.H.J., 1975. The transport of freshwater fish. *J. Fish. Biol.*, 7 (4): 447-449.

Hattingh, J., 1976. The influence of carbon dioxide on the blood sugar concentration in the freshwater fish *Labeo capensis* (Smith). *Comp. Biochem. Physiol.*, 53 A : 235-236.

Herwig, N., 1979. *Handbook of Drugs and Chemicals Used in the Treatment of Fish Diseases*. Ed. Charles C. Thomas Pub. Illinois, U.S.A..

Houston, H.A., Madden, J.A., Woods, R.J. and Miles, H.M., 1971a. Some physiological effects of handling and tricaine methane sulphonate anaesthetization upon the brook trout (*Salvelinus fontinalis*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 28 : 625-633.

- Houston, H.A., Madden, J.A., Woods, R.J. and Miles, H.M., 1971b. Variations in the blood and tissue chemistry of brook trout (*S. fontinalis*), subsequent to handling, anaesthesia and surgery. *J. Fish. Res. Board Can.*, 29 : 635-642.
- Huet, M., 1978. *Tratado de Piscicultura*. 2^aed., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 692 pp.
- Jeney, Z., Jeney, G., Oláh, J., Siwicki, A. and Dnak, I., 1986. Propanidid, a new anaesthetic for use in fish propagation. *Aquaculture*, 54 : 149-156.
- Kirk, W.L., 1974. The effects of hypoxia on certain blood and tissue electrolytes of channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103 : 593-600.
- M.H.S.M., 1968. *Manual of Histopatologic Staining Methods*. 3^ded., Mc Graw Hill, U.S.A.. 253 pp.
- Marking, L.L. and Meyer, F.P., 1985. Are better anaesthetics needed in fisheries ?. *Fisheries*, 10 (6) : 2-5.
- Márques, M.J., 1988. *Probabilidad y Estadística para Ciencias Químico Biológicas*. U.N.A.M., México. 657 pp.
- Mazeud, M.M., Mazeud, F. and Donalson, E.M., 1977. Primary and secondary effects of stress of fish: Some new data with a

- general review. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106 (3) : 201-211.
- Mendoza, F.B.L. y Ramirez, O.R., 1990. Evaluación comparativa de dos tratamientos contra la saprolegniasis en reproductores de *Salmo gairdneri*, Richardson (1836) (trucha arcoiris), en el centro piscícola "El Zarco", D.F. Tesis de Licenciatura., E.N.E.P. Zaragoza, U.N.A.M.. 82 pp.
- M.Sh. and D.I., 1986. *El Manual Merck*. Merck Sharp and Dohme International (Eds.), Rahway, N.J., U.S.A.. 2310 pp.
- Muench, B., 1958. Quinaldine, a new anaesthetic for fish. *Prog. Fish Cult.*, 20 : 42-44.
- Pasanen, S., Viljanen, M. and Pulkkinen, E., 1979. Stress caused by the mark-recapture method to *Coregonus albula* L. *J. Fish Biol.*, 14 : 597-605.
- Perrier, M.Ch., Terrier, M. and Perrier, H., 1978. A time course study of the effect of angling stress on cyclic AMP, lactate and glucose plasma levels in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson) during a 64 hour recovery period. *Comp. Biochem. Physiol.*, 60 A : 217-219.
- Post, G., 1979. Carbonic acid anesthesia for aquatic organisms. *Prog. Fish Cult.*, 41 (3) : 142-144.

- R.Ph.Sc., 1975. *Reminton's Pharmaceutical Sciences*. Marck Publishing Company, Easton, Pennsylvania, U.S.A.. 1957 pp.
- Roberts, R.J., 1975. The effect of temperature on diseases and their histopathological manifestations in fish. p. 477-496 In W.E. Ribelin and G. Migaki (Ed.) *The Pathology of Fishes* University of Wisconsin Press, Madison, Wis.
- Roberts, R.J., 1981. *Patologia de los Peces*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 366 pp.
- Rosas, C., Espina, S., Diaz, F., Curts, J. and Rosas, I., 1988. Effect of sublethal detergent concentrations upon gill permeability of *Ctenopharyngodon idella* (Pisces, Cyprinidae). *Water, Air and Soil Pollution*, 42 : 253-258.
- Rosas, M.M., 1976. *Biología de la Carpa Herbívora*. Instituto de Pesca. México, D.F. 57 pp.
- Rucker, R.R. and Whipple, W.J., 1951. Effects of bactericidas on Stulhead Trout Fry. *Prog. Fish Cult.*, 13 (1) : 43-44.
- Rush, S.B. and Umminger, 1978. Elimination of stress induced of gold fish changes in carbohydrate metabolism of goldfish (*Carassius auratus*) by trainig. *Comp. Biochem. Physiol.*, 60 A : 69-73.

- Sánchez, A., Rosas, C. and Espina, S., 1992. The influence of manipulation and anesthesia on the growth of *Oreochromis mossambicus* (Pisces, Cichlidae). En preparación.
- Schoettger, R.A., Walker, C.R., Marking, L.L. and Julin, A.M., 1967. MS 222 as an anaesthetic for channel catfish: its toxicity efficacy and muscle residues. *Invest. Fish Control*, 17 : 14.
- Sedhev, H.S., Mc Bride, J.R. and Fagerlund, U.H.M., 1963. 2-Phenoxy-ethanol as a general anaesthetic for sockeye salmon. *J. Fish Res. Board Can.*, 20 (6) : 1453-1440.
- SEPESCA, 1982. *Manual Técnico para el Cultivo de Carpa*. México. 103 pp.
- Siegel, S., 1978. *Estadística no Paramétrica Aplicada a las Ciencias de la Conducta*. 2^aed., Trillas, México. 346 pp.
- Smit, G.L. and Hattingh, J., 1978. The effect of respiratory stress on carp hemoglobin. *Comp. Biochem. Physiol.*, 59 A : 369-374.
- Snieszko, S.F., 1959. Antibiotics in fish diseases and fish nutrition. *Antibiotics and Chemotherapy*, 9 (9) : 541-545.

- Steel, R.G.D. y Torrie, J.H., 1990, *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2^aed., Mc Graw Hill, México. 622 pp.
- Strange, R.J., Schreck, C.B. and Golden, J.F., 1977. Corticoid stress responses to handling and temperature in salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106 (3) : 213-218.
- Sylvester, J.R., 1975. Factors influencing the efficacy of MS 222 to striped mullet (*Mugil cephalus*). *Aquaculture*, 6 : 163-169.
- The Merck Index, 1976. 9^a ed., Published by Merck and Co., Inc. Rahway, N.J., U.S.A.. 310-321.
- Thienpoint, D. and Niemegeers, C.J.E., 1965. Propoxate (R 7464) a new potent anaesthetic agent in cold-blooded vertebrates. *Nature*, 205 : 1018-1019.
- Vinogradov, V.K. and Erokhina, L.V., 1967. The effect of temperature on embryonic development of plant feeding fish. *Inst. prud. rybn. Khoz*, 15 : 70-76.
- Wedemeyer, G.A., 1970a. Stress with anaesthesia with MS 222 and Benzocaine in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 27 : 909-914.

Wedemeyer, G.A., 1970b. The role of stress in the disease resistance of fishes. p. 30-35. In *A Symposium on Diseases of fish and Shellfishes*. S.F. Snieszko (Ed.), Special Pub. No. 5, Ame. Fish. Soc., Washington, D.C.

Wheaton, F.W., 1982. *Acuacultura*. A.G.T. Editor, México. 741

Zschiescher, B., 1980. Tabla de frecuencia de prevalencia e incidencia de lesiones histológicas en las diferentes enfermedades de peces. *Zool. Anzeiger*, 36 : 291-300.

TABLA 1. Diseño experimental. Los juveniles de *Ctenopharyngodon idella* aclimatados a diferentes temperaturas ($T^{\circ}\text{C}$); se sometieron a manipulación con anestesia (M-A), sin anestesia (M) y el grupo testigo (C) no se manipuló. En paréntesis, el número de organismos por grupo.

$T^{\circ}\text{C}$	M-A	M	C
20	(15)	(15)	(15)
25	(15)	(15)	(15)
29	(15)	(15)	(15)

Tabla 2. Cocientes de frecuencias de prevalencia e incidencia de lesiones observadas en algunos órganos de juveniles de *C. idella* aclimatados a diferentes temperaturas ($T^{\circ}\text{C}$) y sometidos a diferentes tratamientos: C = grupo testigo; M = manipulados sin anestesia y M-A = manipulados bajo anestesia.

T $^{\circ}\text{C}$	t	LESIONES						
		GE e	DG h	PH b r	CA e r h b	HS e	IE r	M e r
20	C	0/5	5/5	5/5	5/5	1/5	0/5	5/5
	M	0/5	5/5	5/5	5/5	0/5	0/5	4/5
	M-A	5/5	5/5	4/5	5/5	0/5	0/5	5/5
25	C	0/5	5/5	3/5	5/5	0/5	0/5	4/5
	M	0/5	4/5	4/5	5/5	0/5	1/5	4/5
	M-A	5/5	4/5	3/5	5/5	0/5	1/5	5/5
29	C	0/5	4/5	3/5	5/5	0/5	0/5	5/5
	M	0/5	5/5	2/5	5/5	1/5	0/5	5/5
	M-A	5/5	5/5	3/5	5/5	2/5	2/5	4/5

GE: gliosis encefálica; DG: degeneración glucogénica; M: melanosis; PH: pigmento hemático; CA: congestión aguda; HS: hemorragia subdural; IE: inclusiones eosinofílicas; b: bazo; e: encéfalo; h: hígado; r: riñón; e: encéfalo; t: tratamientos.

Tabla 3. Incremento en peso de los juveniles de *C. idella* aclimatados a diferentes temperaturas y sometidos a diferentes tratamientos: C = grupo testigo; M = manipulados sin anestesia; M-A = manipulados bajo anestesia.

T °C	Tratamiento	Peso inicial (mg)	Peso final (mg)	Incremento (mg)
20	C	188	273	56 ± 0.046
	M	206	320	76 ± 0.072
	M-A	216	355	92 ± 0.062
25	C	207	348	94 ± 0.038
	M	198	351	102 ± 0.077
	M-A	199	362	108 ± 0.085
29	C	194	330	90 ± 0.072
	M	191	372	120 ± 0.090
	M-A	212	395	122 ± 0.056

TABLA 4. Resumen del análisis de varianza de dos vías de clasificación; factor A (Tratamientos), factor B (temperatura) y A-B (interacción entre el factor A y B).

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
Trats.	8	5.2072				
A	2	1.7699	0.8849	11.96	3.07	S
B	2	3.1299	1.5649	21.16	3.07	S
A - B	4	0.3074	0.0768	1.04	2.45	NS
Error	126	9.3186	0.0739			
TOTAL	134	14.5259				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

TABLA 5. ANVA de una vía de clasificación para los organismos manipulados con y sin anestesia y los del grupo testigo, a 20 °C.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	0.97374	0.4868	8.25	3.26	S
ERROR GPOS.	42	2.47865	0.0590			
TOTAL	44	3.4524				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

Tabla 6. ANVA de una vía de clasificación para los organismos manipulados con y sin anestesia y los del grupo testigo, a 25 °C.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	0.1617	0.0808	1.06	3.26	NS
ERROR GPOS.	42	3.1973	0.0761			
TOTAL	44	3.3591				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

TABLA 7. ANVA de una via de clasificación para los organismos manipulados con y sin anestesia y los del grupo testigo, a 29 °C.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F(α=0.05)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	0.94177	0.4708	5.42	3.23	S
ERROR GPOS.	42	3.64268	0.0867			
TOTAL	44	4.5844				

S = Significativo, rechazo Ho

NS = No significativo, no rechazo Ho

Ho : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

Ha : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

TABLA 8. ANVA de una via de clasificación para los grupos no manipulados (testigos) a 20, 25 y 29 °C.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	1.28050	0.6402	13.72	3.26	S
ERROR CPOS.	42	1.95970	0.0466			
TOTAL	44	3.23920				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA 9. ANVA de una vía de clasificación para los grupos manipulados sin anestesia (M) a 20, 25 y 29 °C.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	1.50970	0.7548	7.45	3.26	S
ERROR GPOS.	42	4.25023	0.1011			
TOTAL	44	5.75993				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión

TABLA 10. ANVA de una vía de clasificación para los grupos manipulados bajo anestesia (M-A) a 20, 25 y 29 °C.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	F($\alpha=0.05$)	Concl.
ENTRE TRATS.	2	0.6473	0.3236	4.37	3.26	S
ERROR GPOS.	42	3.1106	0.0740			
TOTAL	44	3.758				

S = Significativo, rechazo H_0

NS = No significativo, no rechazo H_0

H_0 : $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = \bar{x}_3$

H_a : al menos una \bar{x} es diferente

Concl. : conclusión



FIG 1 Gliosis y satellitosis encefálica presente en los organismos manipulados bajo anestesia a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 40 X.

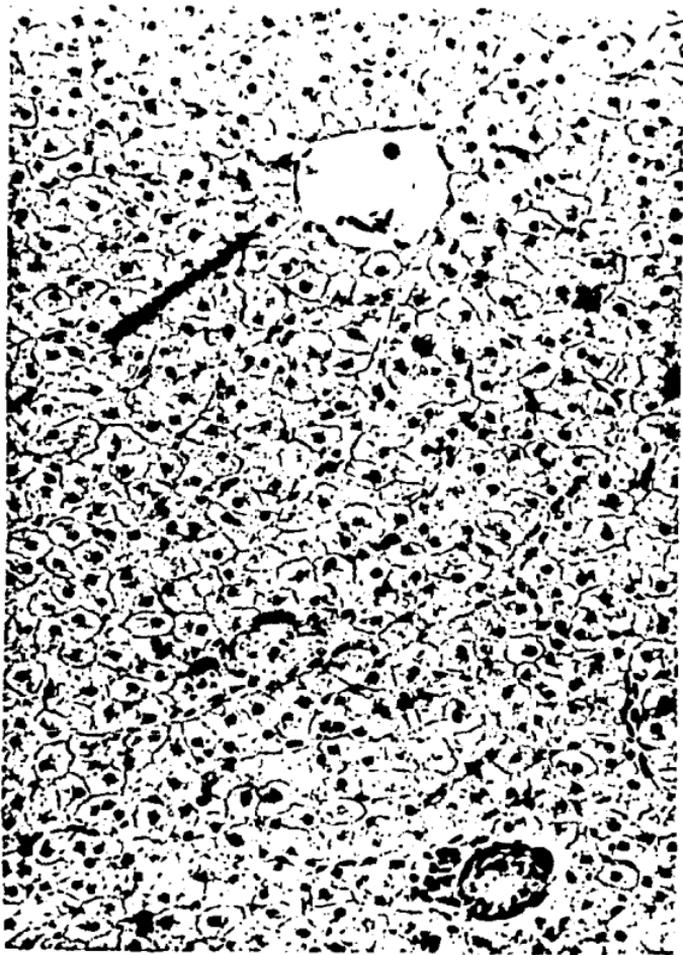


FIG. 2. Degeneración glucogénica del parénquima hepático observada en los organismos manipulados con y sin anestesia y en los grupos testigo a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 40 X.

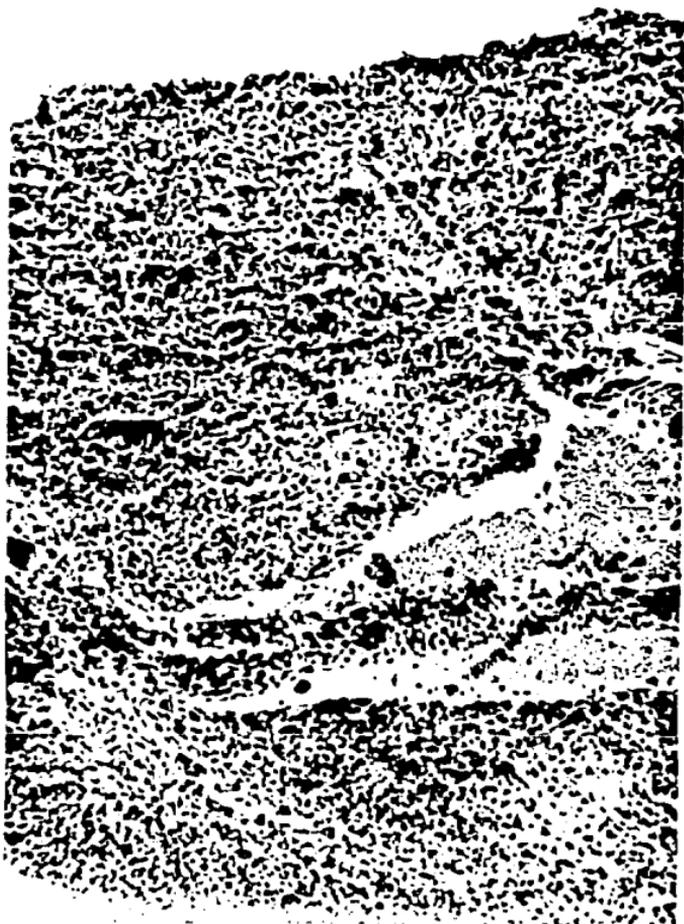


FIG. 3. Pigmento hemático, depleción linfoide y hemorragia del bazo, observada en los organismos manipulados con y sin anestesia y en los grupos testigo a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 40 X.



FIG. 4. Encéfalo con congestión pasiva aguda subdural, observada en los organismos manipulados con y sin anestesia y en los grupos testigo a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 40 X.



FIG. 5. Pigmento hemático, degeneración turbia del epitelio tubular e inclusiones eosinofílicas intracitoplasmáticas en células del epitelio tubular distal del riñón posterior, manifiesta en algunos organismos manipulados con anestesia a 25 y 29 °C y en los manipulados sin anestesia a 25 °C (H.E.) 40 X.

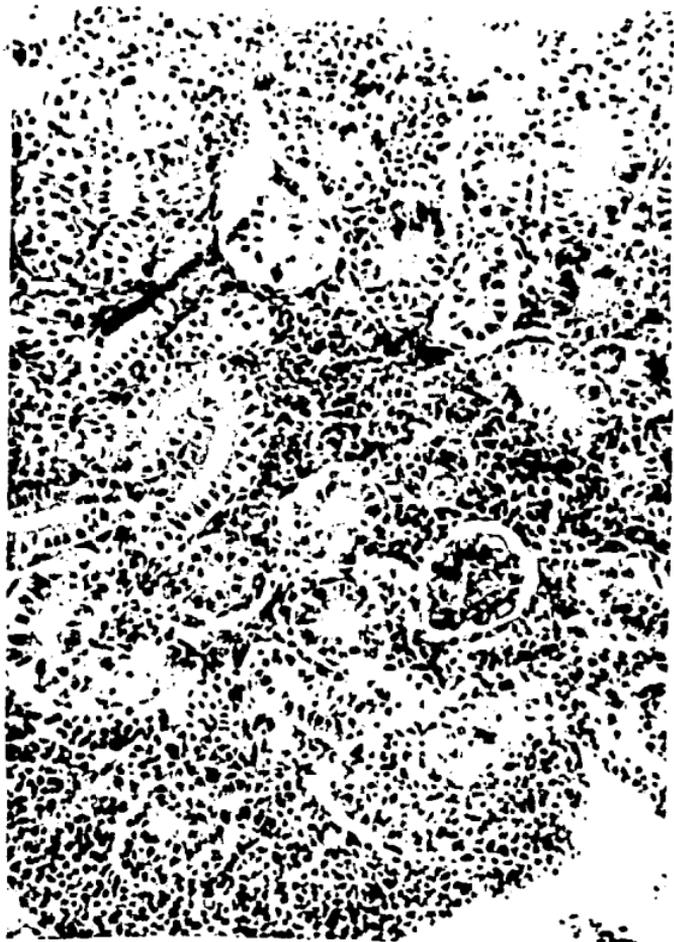


FIG. 6. Pigmento hemático, necrosis licuativa, un centro melanomacrófono y hemorragia en intersticio renal anterior, presente en los organismos manipulados con y sin anestesia y en los grupos testigo a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 40 X.



FIG. 7. Encéfalo con congestión pasiva aguda y gliosis, presente en los organismos manipulados bajo anestesia a 20, 25 y 29 °C (H.E.) 10 X.