

1. es



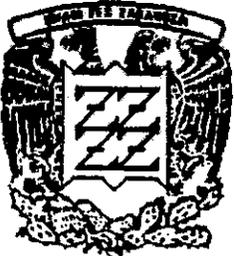
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CRECIMIENTO CORPORAL DE Chirostoma humboldtianum EN LA PRESA VILLA VICTORIA, EDO. DE MEXICO.

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 : CESAR MANUEL VILLAGOMEZ GONZALEZ HILDA ISLAS SOLIS

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ANTONIO VALENCIA HERNANDEZ



MEXICO, D. F.

1999

TESIS CON FALDA DE ORIGEN

27 7075

1



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

A mi perro ALF

por rescatarme de mi soledad

CÉSAR

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES.....	12
<i>Género.....</i>	<i>15</i>
<i>Especie.....</i>	<i>16</i>
<i>Distribución geográfica.....</i>	<i>19</i>
<i>Descripción de la zona.....</i>	<i>21</i>
Ubicación.....	21
Afluentes y efluentes.....	23
Clima.....	23
Edafología.....	23
Uso del suelo.....	24
Via de acceso.....	25
OBJETIVOS.....	26
<i>Objetivo General.....</i>	<i>26</i>
<i>Objetivos Particulares.....</i>	<i>26</i>
MÉTODO.....	27
<i>Obtención de muestras.....</i>	<i>28</i>
<i>Procesamiento de muestras.....</i>	<i>30</i>
Medición De Parámetros Morfométricos (Longitud total, longitud patrón, peso total y peso eviscerado).....	30
Separación y preparación de escamas.....	31
Medición de dimensiones y conteo de marcas de crecimiento en escamas.	31
Estructura poblacional: composición por sexos tallas y edades.....	35
Talla y época reproductiva.....	36
RESULTADOS.....	38
<i>Estructura poblacional.....</i>	<i>38</i>
Composición por sexos.....	38

<i>Epoca reproductiva</i>	41
<i>Talla reproductiva</i>	43
<i>Relación peso-longitud</i>	44
<i>Factor de condición</i>	47
<i>Crecimiento en tiempo</i>	49
<i>Corrimiento de tallas</i>	50
<i>Composición por edades</i>	55
<i>Estructuras duras</i>	56
ANALISIS DE RESULTADOS	60
<i>Composición por sexos</i>	60
<i>Composición por tallas</i>	61
<i>Epoca reproductiva</i>	62
<i>Talla reproductiva</i>	62
<i>Relación peso - longitud</i>	62
<i>Factor de condición</i>	63
<i>Crecimiento en tiempo</i>	64
<i>Composición por edades</i>	64
<i>Estructuras duras</i>	64
CONCLUSIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	68

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura</i>	<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
Figura 1.	Ubicación taxonómica: (Nelson, 1984).....	19
Figura 2	Ubicación geográfica: extensión y forma de la Presa Villa Victoria (página siguiente).....	21
Figura 3.	Organización de actividades: se contemplarán cinco etapas para el desarrollo del proyecto: recopilación bibliográfica, obtención de muestras, procesamiento de muestras, procesamiento de datos obtenidos de las muestras, análisis de resultados y elaboración de conclusiones. La parte bibliográfica se desarrollará a lo largo de todo el proyecto.....	28
Figura 4.	Frecuencias de machos, hembras e indeterminados por mes: los meses de mayor frecuencia fueron: para hembras el mes de julio, para machos los meses de abril, mayo, junio y marzo y para indeterminados fueron agosto, septiembre y octubre.	38
Figura 5.	Composición porcentual por sexos para todo el muestreo: la relación hembra: macho es 2: 3.	39
Figura 6.	Porcentaje mensual de sexos: la proporción no fue constante a lo largo del muestreo. Los mayores porcentajes de indeterminados se localizaron entre agosto y noviembre.....	40
Figura 7.	Tallas por sexo y estadio gonádico: considerando el total de individuos las medianas en cuanto a la longitud total es igual para ambos sexos, sin embargo al considerar las medianas para cada estadio gonádico dicha igualdad sólo se mantiene en los estadios III y IV.	41
Figura 8.	Longitud total por sexos y juveniles (estadio gonádico = 0): la mayoría de tallas para los organismos juveniles se distribuyen entre 1.8 y 6.9 cm aunque existe la presencia de casos extraordinarios entre 7.0 y 10.0 cm.	42
Figura 9.	Porcentajes de organismos juveniles y adultos reproductores (eg = VI): el aumento y disminución en la cantidad de organismos	

reproductores marcan el inicio y final de una época de reproducción masiva.....	43
Figura 10. Diferencia en tallas para hembras (1) y para machos (2) sexualmente maduros: las muescas de ambas cajas no se superponen lo que implica que los machos son mayores que las hembras.....	44
Figura 11. Relación peso-longitud para toda la población muestreada: se percibe una relación de tipo potencial entre ambas variables. Las longitudes máximas registradas en ningún caso alcanzaron los 14 cm; todos los pesos máximos fueron menores a 19 g.....	45
Figura 12. Expresión linealizada de la relación peso-longitud para toda la población muestreada: salvo algunos casos extremos el modelo explica la distribución de los datos.....	46
Figura 13. Datos del análisis de la regresión de la relación peso-longitud para la población de <u>Chirostoma humboldtianum</u> : el tipo de crecimiento estimado es del tipo isométrico con tendencia a alométrico positivo	47
Figura 14. Prueba de t de Student para valores de b de la regresión en la relación peso-longitud para hembras y machos: la "t" calculada es mayor que la "t" teórica por lo que la Ho de esta prueba es rechazada.	47
Figura 15. Factor de condición relativo y de Fulton por mes de toda la muestra: en ambos casos la condición mínima se presento en octubre de 1994, mientras que la mayor cantidad de biomasa ganada por los organismos se presento en el mes de marzo de 1995; Cabe mencionar que no se tienen datos para el mes de septiembre debido a que los organismos muestreados fueron muy pequeños.....	48
Figura 16. Gráfico para los valores del factor de condición relativo por mes: se observa como la condición alcanza un mínimo en el mes de octubre para posteriormente aumentar hasta alcanzar un máximo en marzo; (no se contó con datos para el mes de septiembre).....	49
Figura 17. Corrimientos de tallas y curva de crecimiento estimada (página siguiente).....	50
Figura 18. Estimación de K y L_{∞} por el método de Gulland y Holt: aunque el grado de ajuste de los datos es bajo ($r^2 = 12.064561\%$), el valor de L_{∞} es coherente con la longitud del pez más grande capturado (17.5 cm).....	52

Figura 19. Gráfico de Gulland y Holt: se aprecia bastante variabilidad en la dispersión de los datos.	53
Figura 20. Estimación de K y t_0 por el método de von Bertalanffy: la pendiente y la ordenada son altamente significativas, $t(\beta_i=0) > 0.05$ y el 98.92 % de la variabilidad está explicada por el modelo. El valor de K obtenido es bastante cercano al estimado por el método de Gulland y Holt.	54
Figura 21. Crecimiento de <u>C. humboldtianum</u> de acuerdo al modelo de von Bertalanffy: ya que los muestreos se efectuaron cada 4 semanas, las unidades de t corresponde a 28 días.	55
Figura 22. Estimación de edades para individuos en estadios importantes: reclutamiento, edad reproductiva y longitud máxima según el modelo de von Bertalanffy obtenido y considerando una $L_\infty = 20$ cm (longitud máxima reportada en bibliografía).	56
Figura 23. Amplificación de una escama: en ningún individuo se encontraron anillos de crecimiento anuales ni estacionales.	57
Figura 24. Relación entre el Alto y Ancho de las escamas respecto a la Longitud Total de los peces: se observa una gran variabilidad tanto para el ancho como para el alto.	58
Figura 25. Parámetros de las ecuaciones de regresión lineal, exponencial y potencial entre la Longitud total y el Número de marcas en escamas: se observa que los parámetros son de mala calidad estadística.	59

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia de nuestro país, los lagos han estado asociados al desarrollo de un sinnúmero de culturas, incluyendo las prehispánicas, tal es el caso de la civilización Azteca en la cuenca del Valle de México y de la Tarasca en el Valle de Pátzcuaro, que a semejanza de varias poblaciones actuales basaban su desarrollo en la explotación de este tipo de cuerpos de agua, obteniendo beneficios tales como alimento, medio de transporte y empleo entre otros satisfactores. Arredondo (1987), menciona que pese al importante papel que histórica y actualmente juegan los lagos mexicanos, se presenta el lamentable hecho de que éstos reciben poca atención por parte de los investigadores; se dice que es lamentable puesto que por su naturaleza, estos cuerpos de agua resultan ser una fuente valiosa de información ya que en ellos abundan temas de interés para los investigadores; la fauna presente en estos ecosistemas es rica en especies endémicas, algunas de ellas únicas en el mundo por lo que constituyen una riqueza científica nacional que no está bien estudiada y que es menester conservar.

La gran mayoría de los lagos mexicanos se encuentran sometidos a presiones constantes entre las que se incluyen tanto el aporte de contaminantes originados por el hombre, como una sobreexplotación al emplearse como fuente de satisfactores, por ejemplo energía, alimento y esparcimiento, lo cual en la mayoría de los casos conlleva a un desequilibrio ecológico.

Desde el punto de vista conservacionista, los eventos antes mencionados sumados a la introducción indiscriminada de especies alóctonas, han sido los principales factores que provocan la desaparición de especies endémicas, lo cual se traduce en la disminución de la biodiversidad en nuestro país, ocasionando con ello la pérdida de especies con una importancia ecológica trascendental y un potencial económico que en muchas ocasiones se desconoce.

Ante lo sombrío que pueda parecer este panorama existen diferentes formas de contribuir a la atenuación de este problema; posiblemente la más adecuada es la implementación de medidas científicas para un aprovechamiento racional sostenible de los recursos, a partir de la cual se debe de continuar con el desarrollo de biotecnologías orientadas a optimizar la explotación de los recursos naturales.

Un caso típico en el que un recurso natural representa un factor importante para la economía de los pobladores de las zonas aledañas a un cuerpo de agua se encuentra en la presa de Villa Victoria en el Edo. de México, donde la explotación del charal de la especie *Chirostoma humboldtianum* constituye la columna vertebral de la pesquería local; actividad que evidentemente repercute en una explotación intensa de este recurso, pudiendo en un momento dado llegar a ser un factor importante que ponga en peligro su abundancia y disponibilidad. A consecuencia de esto, surge la necesidad de establecer un mecanismo que permita la explotación del charal, atenuando al mínimo posible las consecuencias negativas tanto para la especie como para el ecosistema. Ante este panorama surgen algunas alternativas: entre las que destacan la implantación de un método eficiente de cultivo, basado en investigaciones de la biología de la especie y del medio en que habita; otra opción es la determinación de la dinámica poblacional de la especie y con base en ella el establecimiento de épocas de captura y veda que permitan a la población recuperarse de los efectos de la pesquería, definiéndose además las características adecuadas para los instrumentos de pesca (como tamaño y tipo de red), así como también las cuotas adecuadas de extracción que ayuden a efectuar una explotación sostenida de este recurso.

Para obtener conocimiento sobre la dinámica poblacional de una especie y facilite un mejor aprovechamiento de la misma, existen varios parámetros a evaluar como son la determinación de época, talla y edad a la que la población se reproduce, además del crecimiento; basándose en el análisis de datos de tallas (en peso y longitud), sexo, madurez gonádica; así como el manejo de los métodos directos para la estimación de la edad, como son el estudio de estructuras duras tales como otolitos, escamas, opérculos, vértebras, espinas y radios de aletas (Everhart y Youngs 1981); existen también métodos indirectos que se basan en la distribución de frecuencias de tallas de la población de peces.

ANTECEDENTES

A las especies de aterínidos de las aguas dulces de México correspondientes al género *Chirostoma*, se les conoce comúnmente con los nombres de "Charales" y *Pescado Blanco*. Este género se distribuye de manera exclusiva en México y se cree evolucionaron de formas marinas que vivían en las costas.

Los aterínidos mexicanos y en especial los charales, han sido estudiados relativamente poco, no obstante ser especies de gran importancia económica y ecológica. Los trabajos que existen se refieren a aspectos taxonómicos y biológicos que datan desde 1895, los cuales fueron realizados por T. Von Bayer y Steindachner. De entre los trabajos realizados a partir de esta fecha, sobresalen por su importancia los realizados por Alvarez del Villar en la década de los cincuenta, quien elaboró claves taxonómicas (Armijo, 1976).

Muchos de los estudios sobre este género se relacionan con estudios limnológicos de cuerpos de agua donde estas especies se encuentran, sobresaliendo los efectuados en los Lagos de Pátzcuaro y Chapala. En el período comprendido entre 1939 y 1944, como asesor de la Estación Limnológica de

Pátzcuaro, De Buen trabajó sobre aspectos Limnológicos e Ictiológicos del lago, haciendo observaciones sobre el mantenimiento de charales en estanques y acuarios. Solórzano en el lapso entre 1961 y 1963 estudió la biología de *Chirostoma bartoni* y *Chirostoma grandocule* del Lago de Pátzcuaro (Armijo, 1976).

Cuesta Terrón (1931) citado en Solorzano (1961) reportó datos sobre la reproducción del género *chirostoma* en base a estudios con *Cb. samani*

Rosas (1970), citado por Armijo, (1976), publicó un trabajo sobre cultivo de *Chirostoma estor* del Lago de Pátzcuaro, en el cual se abordan aspectos tales como alimentación, transporte y comportamiento de las crías del pescado blanco.

Otras investigaciones se han enfocado principalmente al aspecto embriológico de algunos aterínidos como lo son los de De Buen (1939), Solorzano (1961), Rosas (1977) y Morelos (1987) donde realizaron estudios sobre la embriología de *Cb. grandocule*, *Cb. bartoni* y *Cb. attenuatum*. Armijo y Sasso en 1976 realizaron investigaciones sobre las condiciones favorables para el desarrollo embriológico de los aterínidos en el lago de Pátzcuaro. Por su parte Flores Coto (1983) describió el desarrollo larvario de aterínidos dulceacuícolas de la especie *Membras vagrans*. Más adelante en 1988, Rojas y Mares reportaron avances sobre la

incubación de huevos de pescado blanco en laboratorio para tratar de establecer una técnica de cultivo para esta especie.

Otro aspecto en que han sido estudiado los aterínidos es la hibridación aunque casi siempre en especies marinas tal es el caso de Gosline (1948) quien reportó híbridos naturales entre *Menidia menidia* Linnaeus x *Menidia beryllina* Hubbs y Drewry (1959) en Rubinoff (1961) también reportaron hibridación aunque artificial a partir de hembras de *Menidia beryllina* y *Membras martinica*. Para aterinidos de agua dulce Jordan y Hubbs (1919) en Rubinoff (1961) reportan hallazgos de híbridos naturales entre *Chirostoma chapalae* Jordan y Snyder x *Chirostoma consosium* Jordan y Hubbs.

Guerra en 1986, realizó un análisis taxonómico poblacional de peces de la familia aterinidae (*Chirostoma* y *Poblana*) de las cuencas endorreicas del extremo sur del altiplano mexicano.

Rauda (1987) y Sánchez (1992) realizaron estudios biológicos con *Ch. Pátzcuaro* (charal pinto) y *Ch. grandocule* respectivamente, en los que se reportan épocas reproductivas fecundidad y proporción de sexos en cada una de las especies.

De los pocos estudios en la especie *Chirostoma humboldtianum* se tienen los realizados por Moreno (1994) en el embalse de Cointzio y por Aguilar y Navarrete (1994) en donde el primero reporta datos sobre época reproductiva y proporción sexual; el segundo aporta datos sobre actividad reproductiva y fecundidad.

Género

Los charales son peces de tallas pequeñas que varían de acuerdo a la especie y posiblemente al lago en que se encuentran, ubicándose para el charal de la Laguna de Villa Corona, Jalisco en alrededor de los 5 cm y 20 cm para el del Lago de Pátzcuaro en Michoacán. De acuerdo con el Manual Técnico para el Aprovechamiento de Existencia Silvestre (SEPESCA, 1987), las características morfológicas para el género *Chirostoma* son: "Su cuerpo es elongado y más o menos comprimido, cubierto de escamas cicloides de tamaño moderado. Presentan dos aletas dorsales bien separadas, la primera con espinas delgadas y flexibles y la segunda formada por radios; poseen una aleta anal, la cual es muy parecida a la segunda aleta dorsal pero más grande; las aletas pélvicas son pequeñas y en posición abdominal; las aletas pectorales son un poco mayores que

las pélvicas y se localizan inmediatamente atrás del opérculo en posición lateral. La cabeza generalmente es pequeña en relación al cuerpo, con la hendidura de la boca de tamaño moderado, los premaxilares son protractiles y la mandíbula inferior rebasa un poco a la superior. Presenta una coloración generalmente blanquecina con una banda lateral plateada muy visible, la coloración del dorso se presenta con tonalidades verde olivo y a partir de la banda lateral las tonalidades claras van aumentando hasta convertirse en color blanco en el vientre".

Espece

De acuerdo a Alvarez y Navarro, 1957, *Chirostoma humboldtianum* fue descrito primeramente por T. Von Bayer y Steindachner en 1895. Mencionan además que entre los trabajos que incluyen a ésta especie sobresalen los de Jordan y Everman (1896, 1898, 1902 y 1930), Meek (1901, 1902, 1903), De Buen (1913 y 1947), y Alvarez del Villar (1950 y 1953).

Los individuos de *Chirostoma humboldtianum* son peces de talla grande en su etapa adulta, con una longitud máxima al rededor de 200 mm. Poseen un pedúnculo caudal largo y delgado, cabeza triangular, opérculo redondeado,

membrana branquióstega no unida al ísmo, distancia postorbital de 1.9 a 2.2 veces la longitud cefálica, hocico corto puntiagudo y muy protractil, mandíbulas desiguales con la inferior sobresaliendo más que la superior, el extremo posterior de la mandíbula inferior llega al margen anterior del ojo, ambas mandíbulas con numerosos dientes pequeños dispuestos en dos filas, ojos grandes, iris negro, diámetro orbitario de 3.9 a 5.5 veces la longitud cefálica.

Aletas con extremos terminados en punta, presentan una aleta caudal amplia, con escotadura profunda; además posee dos aletas dorsales, la primera con "IV" a "V" espinas, la segunda aleta dorsal posee una base corta ya que cabe de 2 a 2.4 veces en la longitud cefálica; poseen una aleta anal de base muy amplia que puede caber de 3.9 a 8.2 veces en la longitud patrón; distancia preanal cabe 1.5 a 1.8 veces en la longitud patrón, aletas pectorales grandes con longitud mas o menos igual a la de la base de la aleta anal; la base de estas aletas se encuentran muy próximas al borde del opérculo; aletas pélvicas localizadas en posición abdominal, la longitud de estas aletas es mas o menos igual a la distancia interdorsal, que cabe de 7.0 a 9.7 veces en la longitud patrón; la distancia de la base de las aletas pélvicas al origen de la aleta anal cabe de 4.8 a 6.8 veces en la longitud patrón.

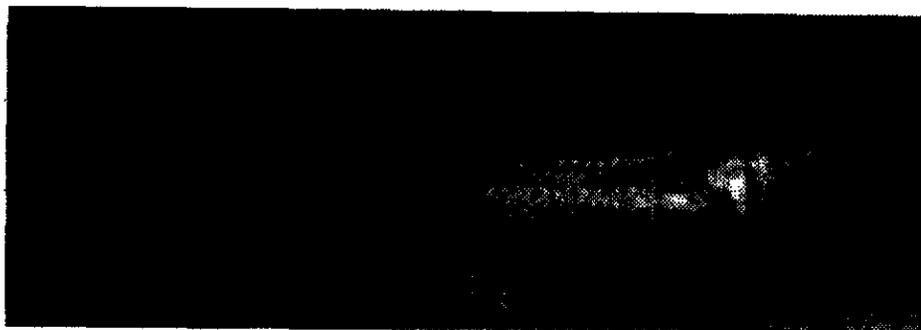
Las escamas pseudoctenoideas, con los bordes libres ondulados; las escamas localizadas en la región cefálica así como en la región ventral son de menor tamaño que en las del resto del cuerpo. Poseen de 15 a 18 branquiespinas en la rama inferior del primer arco branquial.

Son de color blancuzco presentando en el dorso tonos verdosos y puntuaciones negras muy finas en el borde de las escamas; este pigmento cubre parte de los costados, en cuya porción media hay una banda plateada que termina en una mancha café en la base de la aleta caudal, una particularidad de esta especie es que las hembras en su estado adulto poseen en la región ventral una coloración oscura".

Según Nelson, (1984) la ubicación taxonómica de *Chirostoma humboldtianum* es:

Figura 1. Ubicación taxonómica: (Nelson, 1984).

Phylum: Chordata	Subdivisión: Teleostei
Subphylum: Vertebrata	Infradivisión: Euteleostei
Superclase: Gnathostomata	Superorden: Acanthopterygii
Grado: Pisces	Orden: Atheriniformes
Clase: Osteichthyes	Superfamilia: Atherinoidea
Subclase: Actinopterygii	Familia: Atherinidae
Infraclasse: Neopterygii	Género: <i>Chirostoma</i>
División: Halecostomi	Especie: <i>Chirostoma humboldtianum</i>



Distribución geográfica

Como menciona Nelson (1984) la familia atherinidae tiene representantes marinos, tropicales y algunos de aguas dulces, sin embargo muchas de estas especies son dulce acuícolas, de estos, existen 18 especies del género *Chirostoma*

que se distribuyen en la parte sudoeste del valle de México. Por otra parte SEPESCA, 1987, menciona que los charales tienen una distribución geográfica restringida por todos los embalses y corrientes que se relacionan o que tuvieron relación con el sistema Lerma-Santiago, que comprende los estados de Puebla, México, Guanajuato, Durango, Michoacán, Tlaxcala, Hidalgo, Jalisco y Nayarit.

La distribución de estas especies en los lugares antes mencionados puede darse por poblaciones endémicas o bien por poblaciones que con diferentes propósitos han sido introducidas "dentro del primer grupo encontramos los Ríos Lerma-Santiago en los estados de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Nayarit; Mezquital en Durango, Morelia en Michoacán y Río Verde en Aguascalientes. Los lagos de Chapala en Jalisco y Pátzcuaro, Zirahuén y Cuitzeo en Michoacán las Lagunas de Villa Corona o Atotonilco, Cajitillas y Jonocatlán en Jalisco; de Zacapu y Naranja en Michoacán; de Santa María del Oro y San Pedro Lagunillas; del Carmen en Puebla; de Santiago en el Estado de México, Santiaguito en Durango y Yuriria en Guanajuato", (SEPESCA 1987).

Para el caso de poblaciones introducidas se pueden citar ejemplos como: "las presas de El Bosque y Cointzio en Michoacán, Ignacio Allende y Solís en Guanajuato, Centenario, Paso de Tablas y La Ceja en Querétaro; Endho y

Requena en Hidalgo, La Boquilla en Chihuahua, Valsequillo en Puebla, Cajón de Peñas en Jalisco y en embalses del estado de Aguas Calientes" Santo Tomás de los Plátanos, Valle de Bravo y la presa Villa Victoria en el Estado de México (SEPESCA 1987).

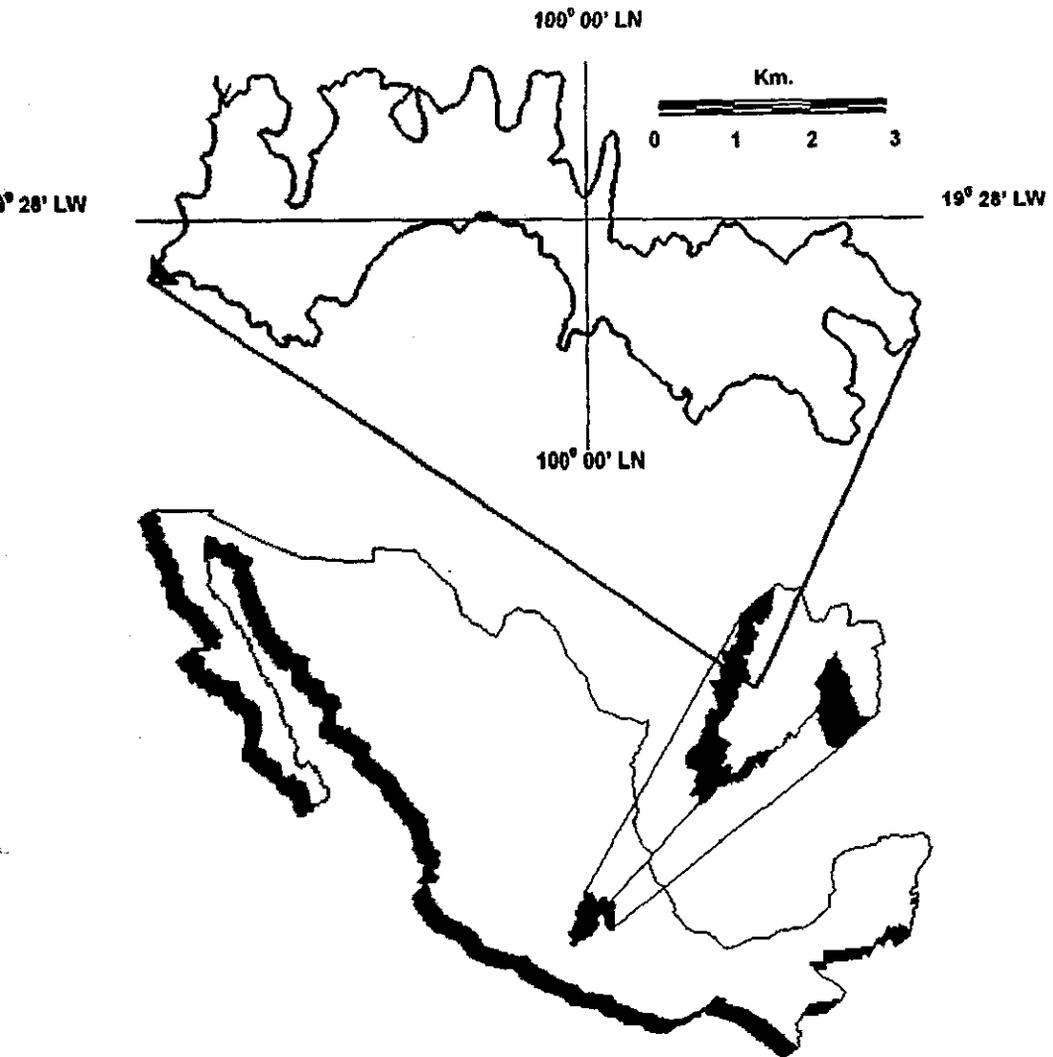
Descripción de la zona

Ubicación

La presa "Villa Victoria" se encuentra ubicada entre los $19^{\circ} 26' 0''$ y $19^{\circ} 30' 0''$ Latitud. Norte y entre los $99^{\circ} 57' 30''$ y $100^{\circ} 03' 30''$ Longitud Oeste. Pertenece al Municipio de Villa Victoria, Edo. de México y comprende una extensión de 442.60 Km.2, encontrándose a una altitud de 2550 msnm. (Figura 2: pág. siguiente). Detenal E14A36 y E14A37.

Figura 2 Ubicación geográfica: extensión y forma de la Presa Villa Victoria (página siguiente).

Figura 2: Ubicación geográfica: extensión y forma de la Presa Villa Victoria.



Afluentes y efluentes

La presa es alimentada por cuatro afluentes principales, de los cuales dos son permanentes: Arroyo Grande y Arroyo Santa Teresa; mientras que los otros dos son temporales: Arroyo San José y Arroyo Dos Ríos. La presa Villa Victoria alimenta al sistema hidráulico Miguel Alemán, Ixtapantongo y Cutzamala. Detenal E14A36 y E14A37.

Clima

El clima que se presenta es templado subhúmedo con lluvias en el verano y una temperatura media anual de 25°C, siendo la máxima de 28°C y la mínima de 7°C. La precipitación media anual es de 887.5 mm. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García, E. (1973), el clima para la zona es: C(w2)(w)b(i').

Edafología

La zona que rodea a la presa comprende diferentes tipos de suelo. En la zona sudoeste se ubican andisoles húmicos secundarios, que son suelos de color

negro utilizados comúnmente en la agricultura aunque con bajos rendimientos. En la parte noroeste se presentan acrisoles medios y acrisoles finos, que son suelos de color rojo o amarillo utilizados para la agricultura. Tanto en las regiones noreste como en la sudeste se presentan vertisoles, los cuales se caracterizan por un alto contenido de arcillas y son de color grisáceo, utilizados en la agricultura por ser muy fértiles aunque muy duros cuando están secos. Finalmente en la parte sur existen suelos clasificados como feozem háplico medio que son muy ricos en materia orgánica y son muy utilizados para pastoreo y ganadería. Detenal E14A36 y E14A37.

Uso del suelo

La presa esta rodeada por pastizales, salvo pequeñas porciones en la parte norte y noreste, donde hay evidencias de reforestación.

En el terreno circundante se observa que la mayor parte de espacio está destinada primordialmente a cultivos de maíz, mientras que la zona aledaña se destina al pastoreo de ganado bovino y vacuno. En la zona sur se presenta la mayor densidad de asentamientos humanos, integrada por el pueblo de Villa

Victoria y el caserío las Peñas. Otros asentamientos sobresalientes se ubican en la parte noroeste (Casas Coloradas), en la parte norte (El Cerillo) y en la zona este (Los Padres). Detenal E14A36 y E14A37.

Vía de acceso

La principal vía de acceso a la presa Villa Victoria es mediante la carretera federal número 15 en dirección a Zitácuaro, con desviación hacia el municipio el Oro a la altura de Villa Victoria.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar las características poblacionales básicas de *Chirotoma humboldtianum* en la presa Villa Victoria, Edo de México que permitan sentar las bases biológicas para su aprovechamiento racional.

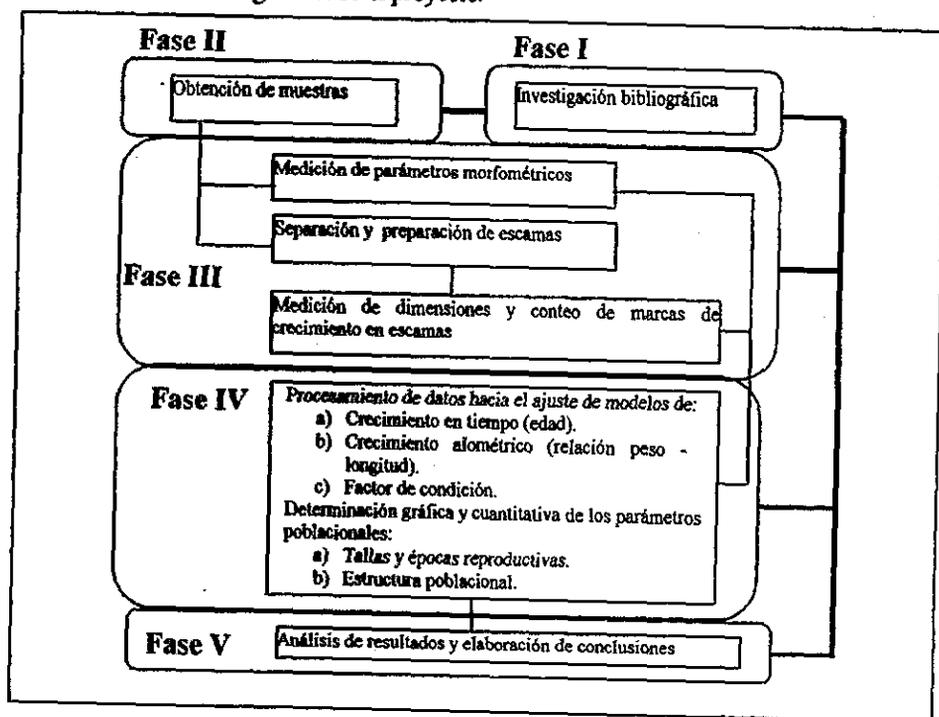
Objetivos Particulares

- 1). Calcular la composición por sexos, tallas y edades (estructura poblacional).
- 2). Encontrar la ubicación cronológica y morfométrica de la época y talla reproductivas.
- 3). Estimar su crecimiento morfométrico y la variación de su condición en el tiempo.
- 4). Estimar su crecimiento en tiempo.

MÉTODO

Para el cumplimiento de los objetivos particulares se planteó desarrollar las actividades necesarias para: a) obtención de información bibliográfica, b) obtención de muestras, c) procesamiento de muestras para la generación de datos, d) el ajuste de datos a modelos conocidos que describan los parámetros poblacionales concernientes a los objetivos y e) análisis de resultados y elaboración de conclusiones (Figura 3).

Figura 3. Organización de actividades: se contemplarán cinco etapas para el desarrollo del proyecto: recopilación bibliográfica, obtención de muestras, procesamiento de muestras, procesamiento de datos obtenidos de las muestras, análisis de resultados y elaboración de conclusiones. La parte bibliográfica se desarrollará a lo largo de todo el proyecto.



Obtención de muestras

Se utilizaron un total de 12 muestras, las cuales fueron tomadas en las siguientes fechas: 8 de abril, 6 de mayo, 3 de junio, 1 de julio, 19 de agosto, 13 de

septiembre, 11 de octubre, 8 de noviembre, 7 de diciembre, de 1994 y 6 de enero, 4 de febrero y 4 de marzo de 1995.

Los organismos de cada muestra se capturaron con una red tipo chinchorro playero de 100 m de longitud, 1.5 m de altura y luz de malla de 0.4 cm, siendo el arte de pesca utilizado el acostumbrado por pescadores de la zona; los lances se hicieron cercanos a la orilla, mediante el despliegue de la red para formar un semicírculo; los dos extremos se jalaban desde la playa para encerrar en círculo a los peces conforme se extraía la red del agua. El sitio de captura se eligió por presentar las condiciones reportadas en la literatura como preferidas por organismos del género (Rosas, 1970 citado en Armijo, 1976); estudios posteriores desarrollados por el asesor (inéditos) señalan que no existen diferencias entre las muestras del lugar elegido con otros sitios dentro del embalse.

Se realizaron dos lances por muestreo, guardándose cada lance por separado en bolsas de plástico y almacenándose en hielo para su posterior procesamiento en fresco.

De cada captura se consideraron alrededor de 300 peces, los cuales fueron seleccionados como sigue: ya obtenida la muestra, ésta se homogeneizaba y dividía en fracciones iguales hasta obtener submuestras de aproximadamente 300 organismos, seleccionando aleatoriamente una de ellas. Cuando en un lance se

obtenían menos peces de los esperados, se recurría a nuevos lances hasta completar una cantidad levemente superior al tamaño de muestra requerido.

Procesamiento de muestras

Seleccionados ya los 300 organismos se obtuvo la biometría de cada uno de ellos (longitud total, longitud patrón, peso total y peso eviscerado), registrándose también el sexo y grado desarrollo gonádico.

Medición de Parámetros Morfométricos (Longitud total, longitud patrón, peso total y peso eviscerado).

Para el registro de las longitudes se utilizó una regla graduada en centímetros con una precisión de hasta milímetros y para el registro de pesos se usó una balanza digital ohaus con precisión de décimas de gramo. La determinación de sexo así como la determinación de estadio gonádico fue mediante inspección visual basándose en las tablas propuestas por Nicolsky, 1963, Rosas, 1981, citados por Rodríguez, 1992.

Separación y preparación de escamas.

Para llevar a cabo este proceso, se seleccionaron organismos de las diferentes tallas (tres organismos por talla a intervalos de 1.0 cm), desde 3 centímetros hasta la longitud máxima encontrada. A cada organismo se le extrajo entre 30 y 40 escamas de la región comprendida entre la aleta pectoral y por debajo de la línea media lateral, estas se colocaron en recipientes pequeños y se sometieron a varios lavados con detergente para la eliminación de tejido y grasa, (Laevastau, 1971; Guzman, 1979).

Ya limpias las escamas se procedió al montaje, que consiste en colocar de 8 a 25 escamas de cada individuo en un portaobjetos, cubriéndolas con otro para su posterior sellado y etiquetado con los datos del individuo (número del pez, número de muestra y fecha), quedando así listas para la medición y conteo de marcas.

Medición de dimensiones y conteo de marcas de crecimiento en escamas.

Con las escamas ya preparadas, se procedió al conteo de sus marcas de crecimiento y la medición de su ancho y alto. El conteo y las mediciones se realizaron con el apoyo de la computadora a partir de las imágenes digitalizadas de las escamas de los peces, mediante el proceso siguiente:

1. Se proyectaron las escamas (montadas en portaobjetos) a la pared con un proyector de transparencias, utilizando como referencia de su longitud real un portaobjetos graduado.
2. Se eligieron las escamas adecuadas (que no presenten daños físicos, que sean de tamaño promedio, que sus marcas de crecimiento sean claras, que no se trate de escamas regeneradas y que estén bien montadas) y se tomaron impresiones fotográficas de al menos 5 escamas por cada pez.
3. Las imágenes impresas se digitalizaron en un barredor ("Scanner") de cama plana y se guardaron en archivos de tipo imagen.
4. Las imágenes digitalizadas se procesaron de la siguiente manera:
5. Cuando fue necesario se corrigieron el contraste y la brillantez para favorecer su visibilidad y se filtro la imagen (matemáticamente) para realzar su definición ("Sharpen").
6. Se contaron las marcas de crecimiento en las imágenes desplegadas en el monitor de la computadora.
7. Se midieron las dimensiones correspondientes a partir de su equivalente en pixeles¹, contrastadas con la graduación de referencia (imagen del portaobjetos graduado).

¹ Pixel: unidad mínima de resolución de la imagen

FALTA PAGINA

No.

33

de las clases de talla en el primer método se aplicó el procedimiento propuesto por Battacharya y como estructuras duras se eligieron las escamas (Kesteven, 1947).

La relación peso - longitud puede asociarse con el crecimiento en cuanto a la simetría corporal (crecimiento isométrico o alométrico de las partes del cuerpo) (Everhart, Youngs, 1981). En el caso particular del peso y la longitud, su relación matemática sigue la forma:

$$P = aL^b$$

Donde:

P = peso.

L = longitud.

a y b son constantes.

Las constantes a y b se calculan a partir de la regresión de la expresión linealizada de la ecuación anterior (Ricker, 1973).

Se dice que el crecimiento es isométrico cuando la constante b es igual a 3.0, alométrico positivo si es mayor que 3.0 y alométrico negativo si es menor a 3.0.

El factor de condición es un parámetro cuantitativo asociado también a la relación peso - longitud (Everhart y Youngs, 1981). Es un índice ideado para medir el contenido de biomasa por medio del peso de los organismos (en grupo o de manera individual) a una determinada longitud; su expresión general es:

$$FC = \frac{\text{Peso observado}}{\text{Peso esperado}}$$

El peso esperado puede derivarse de la relación peso - longitud (factor de condición relativo):

$$FC = \frac{\text{Peso observado}}{aL^b}$$

o del supuesto de que el crecimiento es isométrico ($b= 3$) y el coeficiente a es igual a 1.0 (factor de condición de Fulton):

$$FC = \frac{\text{Peso observado}}{L^3}$$

Estructura poblacional: composición por sexos tallas y edades

El hablar de estructura poblacional es referirse a la descripción de la proporción real entre hembras, machos e indeterminados, así como de la

composición de la población en cuanto a tallas y edades en un momento dado, esto se llevará a cabo mediante el uso de métodos gráficos (Mendenhall, 1982): diagramas de frecuencia (Kreyszig, 1975), diagramas de caja, tallo y hoja (Chambers, 1983; Silva y Curts, 1992), de esta manera se podrá establecer que talla y edad tienen los peces en eventos importantes como los periodos reproductivos. A partir del conocimiento de estos parámetros se puede saber de manera general la condición de la población (Odum, 1985).

Talla y época reproductiva

Cuando en una población de peces comienza una época reproductiva, se presenta una gran cantidad de organismos con alto potencial reproductivo, es decir, sus gónadas contienen una gran cantidad de gametos maduros, ocupando gran parte de la cavidad ventral, por lo que para determinar el o los periodos reproductivos se elaboraron diagramas de frecuencia (Chambers, 1983) de organismos con alto potencial reproductivo y juveniles con relación al tiempo.

El factor de condición es un parámetro que de manera cuantitativa contribuye a indicar los periodos de desove ya que las variaciones de peso en los organismos antes y después de la expulsión de gametos pueden ser significativas.

La talla reproductiva es la longitud a la que los organismos alcanzan su madurez sexual, por lo que este parámetro fue estimado utilizando diagramas de caja y diagramas de frecuencia de estadios gonádicos en relación con la longitud. En este aspecto fue importante considerar las características de la especie ya que hembras y machos pueden alcanzar su madurez sexual a tallas diferentes, por lo que se realizaron análisis de manera separada, verificando posibles diferencias con pruebas estadísticas de significancia, p.e. prueba de "t" de student (Clarck 1980, Kennedy y Neville, 1982).

RESULTADOS

Estructura poblacional

Composición por sexos

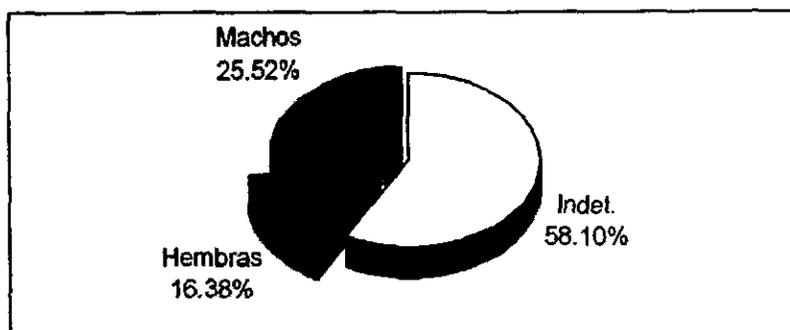
De acuerdo con la tabla de la Figura 4, el número de organismos machos capturados fue mayor que el de hembras, en la mayoría de los muestreos donde solo en los meses de julio, octubre, noviembre y febrero la cantidad de hembras fue mayor con relación a la de machos

Figura 4. Frecuencias de machos, hembras e indeterminados por mes: los meses de mayor frecuencia fueron: para hembras el mes de julio, para machos los meses de abril, mayo, junio y marzo y para indeterminados fueron agosto, septiembre y octubre.

MES	INDETERMINADOS	HEMBRAS	MACHOS
abril	9	6	168
mayo	104	19	172
junio	63	76	133
julio	15	171	87
agosto	449	19	23
septiembre	282	0	0
octubre	312	97	18
noviembre	255	20	18
diciembre	73	51	64
enero	180	32	82
febrero	6	46	34
marzo	30	54	210
Total	1778	591	1009

Al considerar el total de organismos registrados durante todo el estudio como se observa en la Figura 5 se desprende un porcentaje de machos igual a 25.5 % y de hembras igual a 16.4 %

Figura 5. Composición porcentual por sexos para todo el muestreo: la relación hembra: macho es 2: 3.



Entre los factores que podrían influir en la falta de similitud entre la proporción final de machos y hembras y las proporciones mensuales que se observan en la Figura 6, figuran los hábitos reproductivos, competitividad por alimento.

Figura 6. Porcentaje mensual de sexos: la proporción no fue constante a lo largo del muestreo. Los mayores porcentajes de indeterminados se localizaron entre agosto y noviembre.

MES	INDETERMINADOS	HEMBRAS	MACHOS
Abril	4.9	3.3	91.8
Mayo	53.3	9.7	36.9
Junio	23.2	27.9	48.9
Julio	5.5	62.6	31.9
Agosto	91.4	3.9	4.7
Septiembre	100.0	0.0	0.0
Octubre	73.1	22.7	4.2
Noviembre	87.0	6.8	6.1
Diciembre	38.8	27.1	34.0
Enero	61.2	10.9	27.9
Febrero	7.0	53.5	39.5
Marzo	10.2	18.4	71.4
TOTAL	58.11	16.38	25.52

Composición por tallas

Con la finalidad de poder determinar si las hembras y los machos se consideran juntos o por separado para el análisis de la composición por tallas, se realizó la comparación de las medianas en longitud total para ambos sexos a los diferentes estadios gonádicos, encontrándose que para el estadio II las hembras son menores, para III y IV son iguales, para el estadio V los machos son menores que las hembras; para el VI las hembras son menores. También se realizó la comparación con toda la muestra y como se observa en la Figura 7, ambos son iguales en longitud teniendo una mediana de 9.5 cm.

Figura 7. Tallas por sexo y estadio gonádico: considerando el total de individuos las medianas en cuanto a la longitud total es igual para ambos sexos, sin embargo al considerar las medianas para cada estadio gonádico dicha igualdad sólo se mantiene en los estadios III y IV.

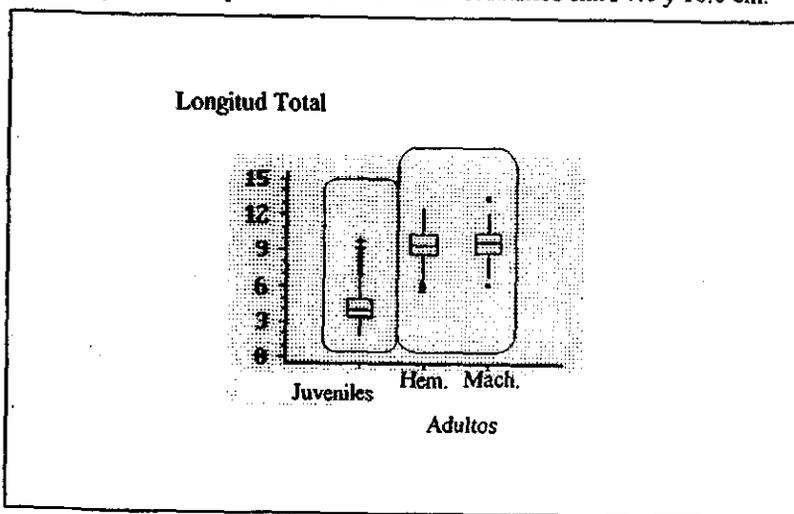
E. Gonádico	Parámetro	Hembras	Machos	Iguales
II	N	17	27	H < M
	M	7.35	8.8	
	M+IC95%	7.96313006	8.96723912	
	M-IC95%	6.73686993	8.63276087	
III	N	94	92	H = M
	M	8.5	8.85	
	M+IC95%	8.76074329	8.99001742	
	M-IC95%	8.23925670	8.70998257	
IV	N	179	163	H = M
	M	9.2	9	
	M+IC95%	9.36533264	9.20419599	
	M-IC95%	9.03466735	8.79580400	
V	N	143	305	H > M
	M	10.1	9.5	
	M+IC95%	10.2849767	9.62665875	
	M-IC95%	9.91502326	9.37334124	
VI	N	69	184	H < M
	M	9.5	10.2	
	M+IC95%	9.70923061	10.3281270	
	M-IC95%	9.29076938	10.0718729	
Todos	N	590	1006	H = M
	M	9.5	9.5	
	M+IC95%	9.59757135	9.56475919	
	M-IC95%	9.40242864	9.43524080	

Epoca reproductiva

Se consideró como juveniles a los organismos sexualmente inmaduros, que presentaron tallas menores a las de machos y hembras, con longitudes entre 1.8 y

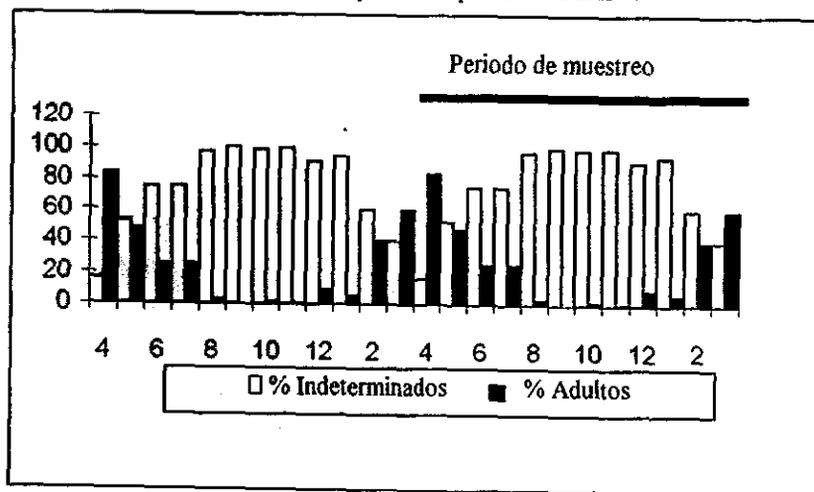
6.9 cm y mediana $M = 3.9$ cm salvo algunos casos extremos que como se aprecia en la Figura 8 alcanzan longitudes entre 7.0 y 9.7 cm.

Figura 8. Longitud total por sexos y juveniles (estadio gonádico = 0): la mayoría de tallas para los organismos juveniles se distribuyen entre 1.8 y 6.9 cm aunque existe la presencia de casos extraordinarios entre 7.0 y 10.0 cm.



La presencia de organismos juveniles en todo el muestreo es un indicador de que la población se reproduce de manera incesante durante todo el año, aunque como se observa en la Figura 9, existe un periodo de reproducción masivo de enero a julio, con la consiguiente aparición de juveniles de mayo a marzo.

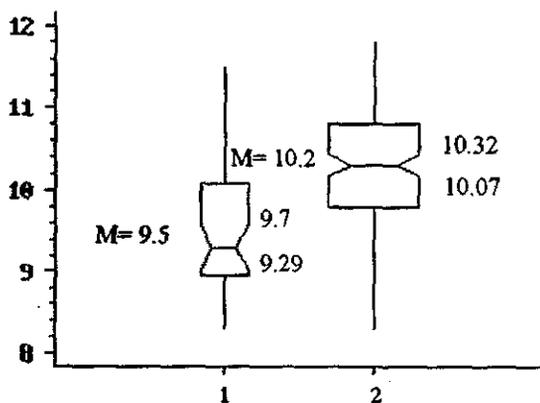
Figura 9. Porcentajes de organismos juveniles y adultos reproductores (eg = VI): el aumento y disminución en la cantidad de organismos reproductores marcan el inicio y final de una época de reproducción masiva



Talla reproductiva

Por razones prácticas se consideró a la talla reproductiva como aquella a la cual se tiene la seguridad de que el organismo se encuentra totalmente desarrollado sexualmente, lo que corresponde al estadio gonádico VI en la escala de Nikolsky. El valor de las medianas para las longitudes para este estadio resultaron ser diferentes entre machos y hembras, dicha diferencia se observa en el diagrama de caja de la Figura 10.

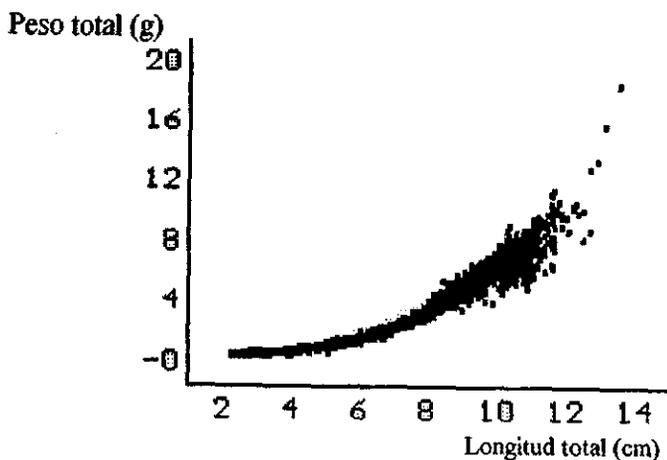
Figura 10. Diferencia en tallas para hembras (1) y para machos (2) sexualmente maduros: las muescas de ambas cajas no se superponen lo que implica que los machos son mayores que las hembras.



Relación peso-longitud

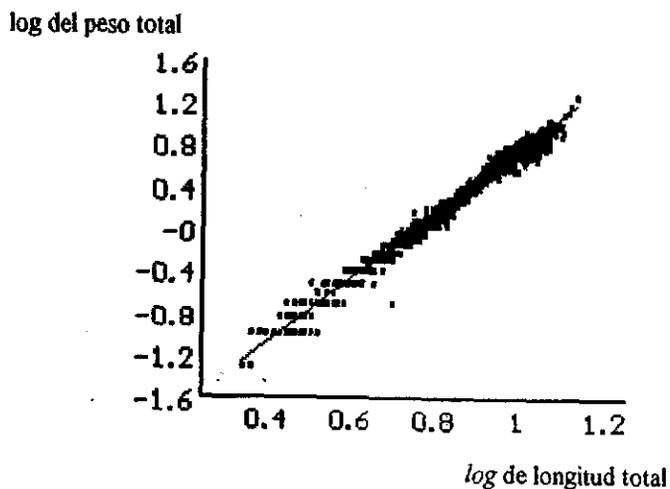
Para determinar el tipo de crecimiento morfométrico (isométrico o alométrico), se aplicó el supuesto de la existencia de una *relación potencial* entre el peso y la longitud. La gráfica de la distribución de los datos conforme a este supuesto (Figura 11), permite apreciar la posibilidad de tal *relación potencial*. El ajuste por mínimos cuadrados de la expresión linealizada refuerza lo anterior (Figura 12).

Figura 11. Relación peso-longitud para toda la población muestreada: se percibe una relación de tipo potencial entre ambas variables. Las longitudes máximas registradas en ningún caso alcanzaron los 14 cm; todos los pesos máximos fueron menores a 19 g.



De acuerdo a la Figura 13, el tipo de crecimiento registrado para hembras y machos presentó diferencia en los valores de b . dicha diferencia fue analizada mediante una prueba de t de Student cuyo resultado (Figura 14) muestra que estadísticamente existe una diferencia en el crecimiento morfométrico entre machos y hembras.

Figura 12. Expresión linealizada de la relación peso-longitud para toda la población muestreada: salvo algunos casos extremos el modelo explica la distribución de los datos.



Cabe mencionar que para dicho análisis tanto en el caso de hembras como en el de machos se analizaron junto con los datos de los organismos indeterminados para considerar así todo el intervalo de pesos y longitudes registrados.

Figura 13. Datos del análisis de la regresión de la relación peso-longitud para la población de *Chirostoma humboldtianum*: el tipo de crecimiento estimado es del tipo isométrico con tendencia a alométrico positivo

Sexo	Hembras	Machos	Todos
Modelo	$W = 0.0051729 * L^{3.052740}$	$W = 0.0046395 * L^{3.130357}$	$W = 0.0047199 * L^{3.108501}$
r	0.994929	0.996071	0.995180
r ²	98.988376	99.215838	99.038348
n	1812	2145	3270

Figura 14. Prueba de t de Student para valores de b de la regresión en la relación peso-longitud para hembras y machos: la "t" calculada es mayor que la "t" teórica por lo que la Ho de esta prueba es rechazada.

	Hembras	Machos
b	3.05274	3.13030
n	1812	2145
"t" calculada	30.0405	
"t" teórica	1.96	
La hipótesis de que ambas poblaciones son iguales se rechaza		

Factor de condición

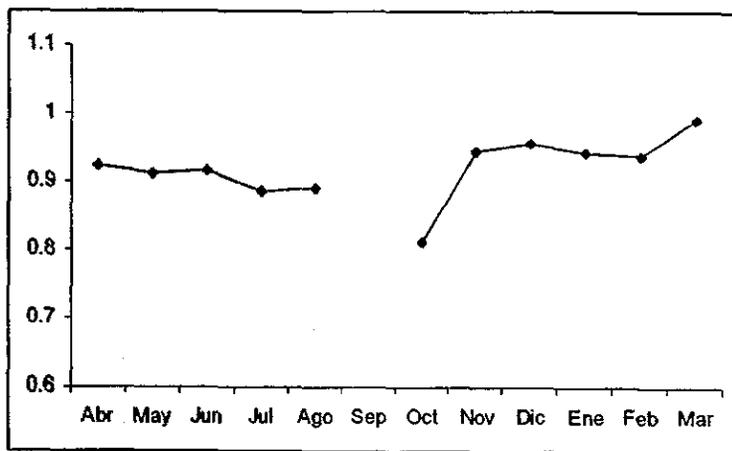
Para determinar la condición de los organismos se utilizaron datos de la longitud total y peso eviscerado para el total de organismos muestreados por mes y por sexo (Figura 15) donde se observan variaciones en las magnitudes tanto en

la condición relativa (donde todos los valores obtenidos fueron menores a la unidad) como en la de Fulton.

Figura 15. Factor de condición relativo y de Fulton por mes de toda la muestra: en ambos casos la condición mínima se presentó en octubre de 1994, mientras que la mayor cantidad de biomasa ganada por los organismos se presentó en el mes de marzo de 1995; Cabe mencionar que no se tienen datos para el mes de septiembre debido a que los organismos muestreados fueron muy pequeños.

mes	factor de condición relativo	factor de condición de Fulton
Abril	0.923970755	0.005630267
Mayo	0.911582369	0.005517503
Junio	0.917179775	0.005486815
Julio	0.885746158	0.005314375
Agosto	0.891363073	0.00529509
Septiembre	-----	-----
Octubre	0.811741837	0.004907628
Noviembre	0.943510772	0.005640852
Diciembre	0.954887016	0.005727645
Enero	0.941423244	0.0056517
Febrero	0.937242796	0.00563955
Marzo	0.990392076	0.005952498

Figura 16. Gráfico para los valores del factor de condición relativo por mes: se observa como la condición alcanza un mínimo en el mes de octubre para posteriormente aumentar hasta alcanzar un máximo en marzo; (no se contó con datos para el mes de septiembre).



Sobresale el hecho de que a partir del mes de abril la tendencia de la condición fue decrecer, alcanzando un mínimo en el mes de octubre de 1994 mientras que para el mes de noviembre la condición aumentó hasta alcanzar un máximo en el mes de marzo de 1995.

Crecimiento en tiempo

En virtud de que no se encontraron diferencias significativas en las tallas por sexo, se consideró a toda la población en su conjunto en la identificación de

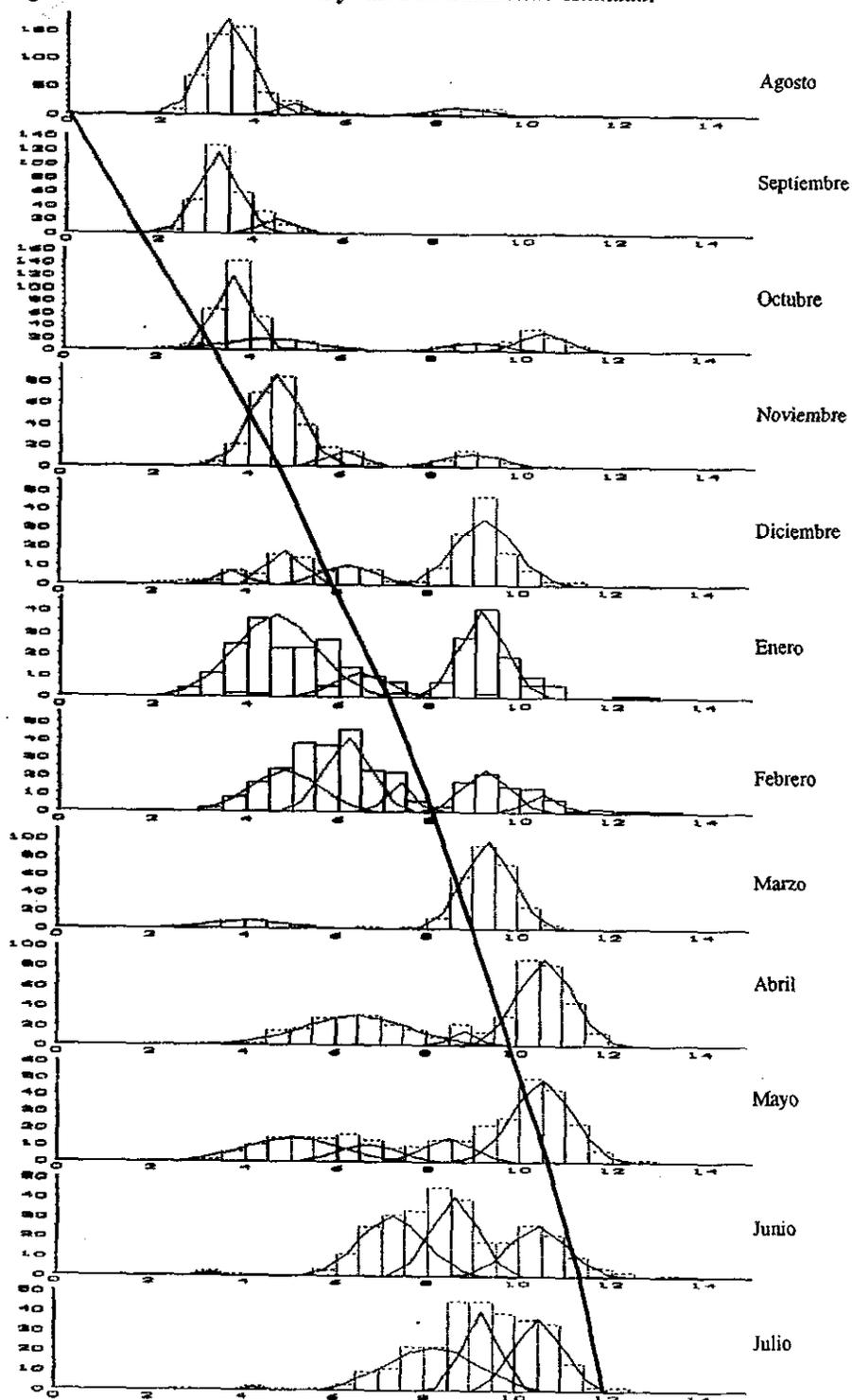
clases de talla para la evaluación del crecimiento en tiempo. Los corrimientos de talla se dan en intervalos de 28 días (periodo entre cada muestreo), por lo cual cada unidad de t corresponde a 4 semanas.

Corrimiento de tallas

Los histogramas de frecuencias de tallas para 3600 individuos de ambos sexos permitieron la identificación de clases de talla por el método de Battacharya (Figura 17).

Figura 17. Corrimientos de tallas y curva de crecimiento estimada (página siguiente).

Figura 17. Corrimientos de tallas y curva de crecimiento estimada.



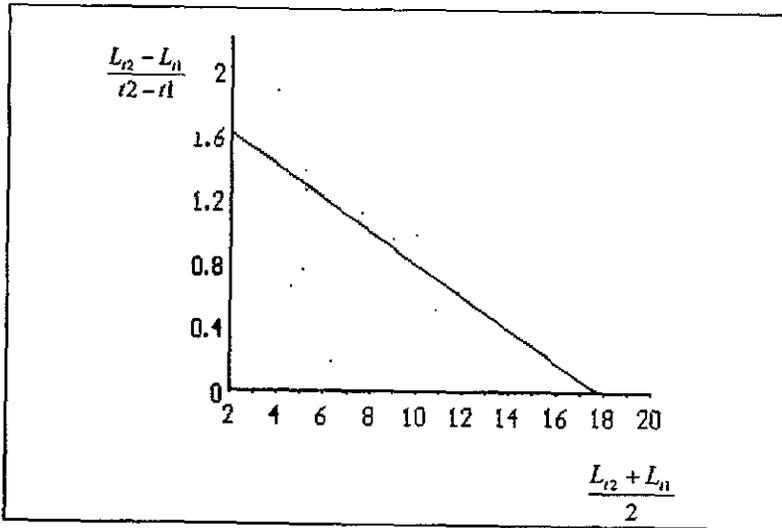
Los corrimientos registrados en el tiempo se consideraron para la estimación de K y L_{∞} por el método de Gulland y Holt; los resultados se muestran en la Figura 18.

Figura 18. Estimación de K y L_{∞} por el método de Gulland y Holt: aunque el grado de ajuste de los datos es bajo ($r^2 = 12.064561\%$), el valor de L_{∞} es coherente con la longitud del pez más grande capturado (17.5 cm).

$\frac{L_{t_2} - L_{t_1}}{t_2 - t_1} = \beta_0 - \beta_1 \left(\frac{L_{t_2} + L_{t_1}}{2} \right)$		$K = -\beta_1$	$L_{\infty} = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$
Parámetro	Estimado	Err. Estándar	p (Est=0)
β_0	1.808629	0.649016	0.0240
β_1	-0.102068	0.091853	0.1616
n = 11		Err. Est Y = 0.681548	
r = -0.347341		$r^2 = 12.064561\%$	
$L_{\infty} = 17.719927$		$K = 0.102068$	

Los valores de r y r^2 son considerablemente bajos, lo cual refleja una notoria dispersión de los incrementos de talla encontrados (Figura 19).

Figura 19. Gráfico de Gulland y Holt: se aprecia bastante variabilidad en la dispersión de los datos



A partir del valor de L_{∞} y las mismas clases de talla, se estimó la tasa de crecimiento K , y el tiempo teórico t_0 al cual la longitud total es igual a 0.0 por el método de von Bertalanffy; los resultados se encuentran en la Figura 20.

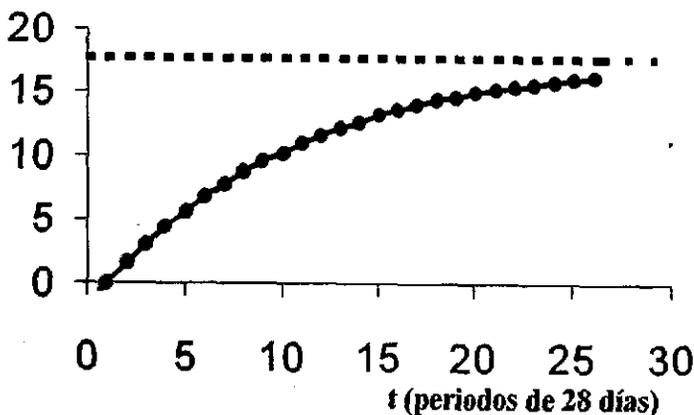
Figura 20. Estimación de K y t_0 por el método de von Bertalanffy: la pendiente y la ordenada son altamente significativas, $t(\beta_i=0) > 0.05$ y el 98.92 % de la variabilidad está explicada por el modelo. El valor de K obtenido es bastante cercano al estimado por el método de Gulland y Holt.

$-Ln \left[1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right] = \beta_0 + \beta_1 t$		$K = -\beta_1$	$L_\infty = -\frac{\beta_0}{\beta_1}$
Parámetro	Estimado	Err. Estándar	$t(\beta_i=0)$
β_0	-0.101211	0.021718	0.0010
β_1	0.097148	0.003209	0.0000
n = 12	Err. Est Y = 0.028201		
r = 0.994588	$r^2 = 98.920508\%$		
$t_0 = 1.041828$		$K = 0.097148$	

Los valores de t son altamente significativos para la ordenada β_0 y la pendiente β_1 , y tanto r como r^2 son muy cercanos a 1.0 y 100 %. El valor de K es muy cercano al estimado con el método de Gulland – Holt (la gráfica respectiva se encuentra en la Figura 21)

Figura 21. Crecimiento de *C. humboldtianum* de acuerdo al modelo de von Bertalanffy: ya que los muestreos se efectuaron cada 4 semanas, las unidades de t corresponde a 28 días.

L_t (cm)



Es importante mencionar que la mayor longitud registrada para un pez capturado en la zona (por el asesor en un muestreo posterior) es de 17.5 cm, 2 mm menor a la L_∞ estimada bajo el método de Gulland - Holt.

Composición por edades

Para evaluar el poder de predicción de la ecuación estimada, se calcularon las edades posibles para tres eventos importantes: edad a la cual los juveniles empiezan a aparecer en las capturas (inician su reclutamiento), edad a la cual

alcanzan la talla reproductiva y edad del pez de mayor longitud colectado. Los resultados se encuentran en la tabla de la Figura 22.

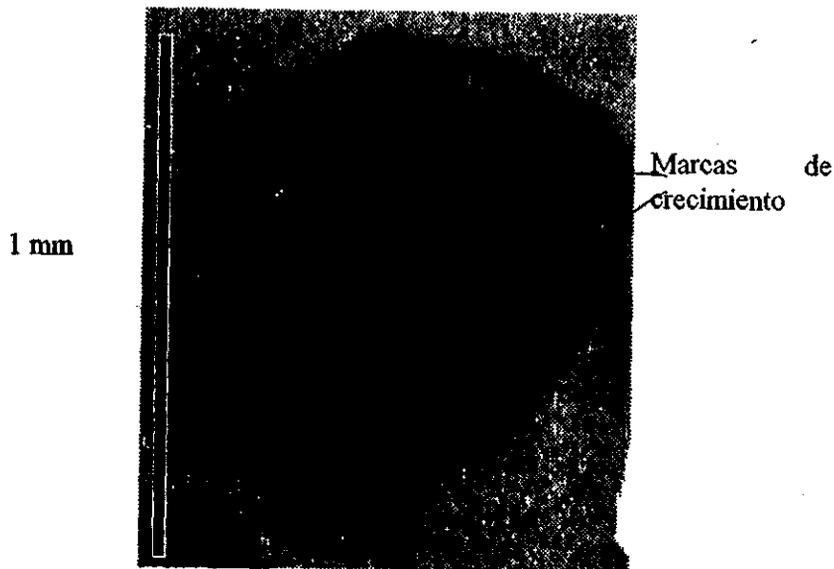
Figura 22. Estimación de edades para individuos en estadios importantes: reclutamiento, edad reproductiva y longitud máxima según el modelo de von Bertalanffy obtenido y considerando una $L_{\infty} = 20$ cm (longitud máxima reportada en bibliografía).

Evento	Longitud total (cm)	Edad calculada (meses)	Edad probable con $L_{\infty} = 20$ (cm)
Reclutamiento	3.9	3.36054758	3.31394522
Madurez gonádica	9.85	8.77007977	8.79545701
Longitud máxima colectada	17.5	43.1403996	25.4437171

Estructuras duras

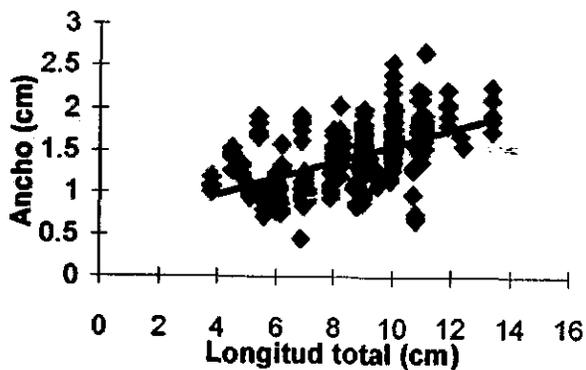
Como estructuras duras se utilizaron escamas de organismos con longitudes de 2 a 13 cm, a intervalos de 1 cm \pm 0.1 cm; de las mismas se midió el alto y ancho de cada una y se contó su número de marcas de crecimiento, ya que no se encontraron verdaderos anillos de crecimiento (Figura 23).

Figura 23. Amplificación de una escama: en ningún individuo se encontraron anillos de crecimiento anuales ni estacionales.

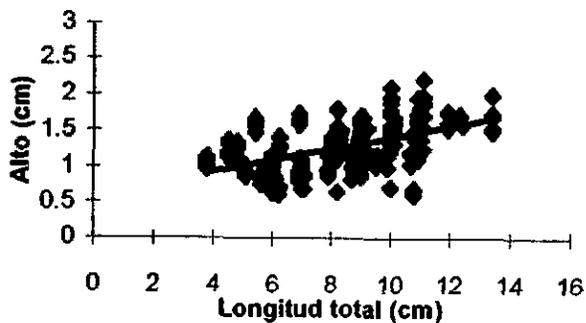


Tanto para el alto como para el ancho (Figura 24), se observó mucha variabilidad respecto a la longitud total; esto es, se encontraron organismos jóvenes cuyas escamas presentaron un tamaño igual o mayor que las de organismos maduros, y de manera contraria, algunos organismos maduros presentaron escamas de dimensiones pequeñas.

Figura 24. Relación entre el Alto y Ancho de las escamas respecto a la Longitud Total de los peces: se observa una gran variabilidad tanto para el ancho como para el alto.



R Cuadrada= 27.58



R Cuadrada= 28.12

Puesto que no se detectaron anillos de crecimiento, se intento relacionar el número de marcas con la longitud del pez (Figura 25), sin embargo, el análisis de regresión para los modelos lineal, exponencial y potencial arrojo resultados no muy positivos debido a la existencia de organismos de talla chica con un buen número de marcas, así como de talla grande con pocas marcas en sus escamas.

Figura 25. Parámetros de las ecuaciones de regresión lineal, exponencial y potencial entre la Longitud total y el Número de marcas en escamas: se observa que los parámetros son de mala calidad estadística.

Modelo	pendiente	ordenada	P _{pendiente} = 0.0	P _{ordenada} = 0.0	R cuadrada (%)
Lineal	0.4192	3.9351	0.0000	0.0000	30.31
Exponencial	0.0494	1.5662	0.0000	0.0000	25.26
Potencial	0.5635	0.7769	0.0000	0.0000	25.46

Dada la mala calidad de los datos obtenidos de las lecturas de escamas no fue posible realizar alguna estimación correcta de los parámetros de la ecuación de crecimiento para el modelo de von Bertalanffy.

ANALISIS DE RESULTADOS

Composición por sexos

La diferencia en la proporción de sexos indica patrones de distribución diferencial a lo largo del tiempo. Existe una discordancia entre la proporción final y las mensuales, lo cual reveló que los organismos presentan ciertas tendencias de agrupamiento por sexos, por lo que la cantidad de organismos de uno u otro depende del grupo que sea capturado en el muestreo, los que a su vez se distribuyen de acuerdo a la disponibilidad de alimento u otros factores físicos y químicos como luz, temperatura, oxígeno, etc., mientras que las variaciones en las cantidades de organismos indeterminados son producidas por la coincidencia en la colecta con las épocas reproductivas.

Durante la época reproductiva en la que las hembras y machos sexualmente maduros se juntan, el mayor número de machos con relación a las hembras hace suponer que la cantidad de machos supera a la de hembras; probablemente con una relación mayor al 3:2 detectado.

En la búsqueda bibliográfica no se encontró información acerca de este fenómeno por lo cual es recomendable corroborar estos resultados a la luz de nuevos muestreos o mediante el cultivo en cautiverio de huevecillos colectados aleatoriamente.

Para especies que se encuentran dispersas en su medio y que el contacto entre individuos de sexo diferente se supone al azar, lo más favorable para su reproducción es que por cada hembra haya un macho (Margalef, 1974), por lo que en la población estudiada el mayor número de machos implica que existe un excedente en biomasa dentro de la misma. Su extracción por pesca aun en época reproductiva, puede tener poca repercusión en la perdurabilidad del recurso.

Composición por tallas

El análisis a intervalos mensuales de las tallas no resulta confiable, ya que no existe la seguridad de que machos y hembras pertenezcan a la misma cohorte, por lo que resulto preferible tomar como parámetro de comparación al estadio gonádico por sexo a partir del estadio II (Figura 7). Debido a que tanto hembras como machos, en promedio poseen tallas similares, todos los resultados posteriores consideran toda la población en su conjunto.

Epoca reproductiva

Las variaciones en las cantidades de organismos reproductores así como la presencia de juveniles en todo el periodo de muestreo indican que la población se reproduce durante todo el año, presentando un periodo masivo que abarca los meses de enero a julio.

Talla reproductiva

Aparentemente las hembras son sexualmente maduras a tallas menores (9.5 cm) que los machos (10.2 cm), sin embargo, como se observó anteriormente, al no existir en toda la población diferencias significativas en cuanto a tallas, se hace patente que las hembras presentan signos de precocidad en su madurez gonádica.

Relación peso - longitud

La relación peso – longitud muestra un tipo de crecimiento alométrico, ligeramente positivo, tanto para hembras como para machos ($b_h = 3.0527$ y $b_m = 3.1303$). Estadísticamente, ambos parámetros son significativamente diferentes entre sí y de 3.0 (indicador de isometría), aunque la diferencia es tan pequeña que

para fines prácticos, podría considerarse que en ambos casos es isométrico con tendencia a la alometría positiva.

Factor de condición

Debido a que para la estimación del factor de condición se consideraron los pesos eviscerados, la influencia del grado de llenado estomacal y del desarrollo gonádico queda eliminada (de otra manera se podría sobreestimar la condición de los organismos ya que el alimento recientemente consumido así como el desarrollo gonadico no son considerados como biomasa ganada por el organismo). La disminución en la condición durante la época reproductiva revela que el metabolismo de los peces da preferencia al llenado y maduración de gónadas que a la acumulación de biomasa en el organismo. Entre las épocas reproductivas, la tendencia de la condición es de aumento, hasta alcanzar un máximo en marzo, previo al siguiente periodo de reproducción.

Crecimiento en tiempo

Composición por edades

La estimación de las edades correspondientes a las tallas de reclutamiento, talla reproductiva y longitud del pez más grande capturado, por medio de las ecuaciones resultantes, arroja una L_{∞} excesiva, mientras que bajo el supuesto de que la longitud asintótica es similar a la longitud más grande reportada para la especie (20 cm), la L_{∞} resultante es más coherente y la edad estimada de aproximadamente dos años.

Dadas las estimaciones de edad realizadas se puede suponer que el tiempo transcurrido desde la época reproductiva hasta el reclutamiento es de entre cinco y seis meses, esto es, considerando el tiempo requerido para la maduración de los huevecillos hasta el momento de la eclosión, y es aproximadamente ocho meses después de la eclosión que alcanzan su madurez sexual.

Estructuras duras

El muestreo estratificado de organismos para la obtención de escamas resultó ser un factor determinante para la obtención de datos coherentes para la estimación de la edad, ya que los grupos de clase en función de las marcas de

crecimiento contenían tan pocos individuos que fue imposible identificar grupos de frecuencia definidos.

CONCLUSIONES

- Hembras y machos presentan tallas iguales aunque de manera general son menores a las reportadas en la bibliografía.
- El estadio gonádico es un buen parámetro de referencia para la comparación de tallas, excepto en estadios reproductivos, esto debido a que las hembras presentan precocidad en su madurez gonádica.
- En la población existe mayor cantidad de machos que hembras.
- La población presenta un excedente de biomasa que puede ser aprovechada por los pescadores.
- Existe un periodo masivo de reproducción de enero a julio, además de reproducción continua en menor escala durante todo el año.
- La población presenta un crecimiento corporal alométrico ligeramente positivo.
- La asimilación de biomasa se ve afectada durante los periodos reproductivos ya que la energía se ve dirigida a la maduración de gónadas.

- A pesar de que los parámetros de regresión para la estimación de L_{∞} y k no son muy satisfactorios la L_{∞} obtenida es coherente con las dimensiones del pez mas grande capturado.
- No existen datos de crecimiento para esta especie en esta zona por lo que la exactitud y precisión de los parámetros de los modelos de crecimiento estimados no pueden ser confrontada, por lo cual se toma como elemento para evaluar la confiabilidad de los resultados al grado de ajuste respecto al modelo de Bertalanffy y el grado de concordancia entre lo estimado con este modelo y la información obtenida en campo.
- Con base en los resultados se obtiene que los parámetros del modelo de Bertalanffy son altamente significativos.
- Los resultados obtenidos mediante el método lectura de escamas no se utilizarón por no concordar con los valores reales.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-NAVARRETE** (1994) Reproducción del charal *Ch. humboldtianum* del embalse San Felipe Tlacaque, Edo. de México. Memorias del Cuarto Congreso Nacional de Ictiología, Morelia. 1994 UMSNH. 54-56
- ALVAREZ J. y NAVARRO, G. L.** (1957). Los Peces Del Valle De México. Secretaría De Marina. Dirección General De Pesca E Industrias Conexas. p. 40-43.
- ARMIJO, O. A. y SASSO, Y.** (1976). Observaciones preliminares en acuario sobre incubación y alevinaje de aterínidos (*Chirostoma spp*) del lago de Pátzcuaro Michoacán. Serie Técnica No 3, México, p. 2-12.
- ARREDONDO-FIGUEROA, J. L. y AGUILAR DÍAZ, C.** (1987). Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas, realizadas en los lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna, Contribuciones en hidrobiología. Ed. UNAM, México, p. 90-133.
- CLARCK G.M.** (1980). *Statistics and Experimental Design*. 2a ed. Edward Arnold, Gran Bretaña. pp 187.
- CSIRKE B. J. C.** (1989). *Introducción a la Dinámica Poblacional de Peces*. Instituto del Mar del Perú; FAO Perú, p 30-54.
- CHAMBERS, J. M., CLEVELAND, W. S., KLEINER, B., and TUKEY, P. A.;** (1983). *Graphical Methods for Data Analysis*. Wadsworth & Brooks / Cole. Pacific Grove, Ca., USA.
- De BUEN, F.** (1939) Huevos, Crías, Larvas y Jovenes de *Chirostoma* en el Lago de Pátzcuaro. *Trabajos Estación Limnológica de Pátzcuaro*. México. (1).24 pp.

- DETENAL** Descripción De La Leyenda De La Carta Edafológica, Dirección General De Estudios De Territorio Nacional. Secretaria De Programación Y Presupuesto. México. 1979.
- EVERHART, W. H. YOUNGS W. D.** (1981). Principles of Fishery Science. 2a. ed. Comstock Publishing Associates, USA. p 61-83.
- FLORES COTO, C. y F. ZAVALA, C.** (1983). Descripción del Huevo y Desarrollo Larvario de *Membras vagrans* (Goode y Bean) con Notas Sobre su Epoca de Desove en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. (Pisces: Atherinidae). An. Ins. Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.10(1):237-248.
- GARCIA, E.** (1973). Modificación al Sistema de Clasificación de Köppen. 2o. ed. UNAM. México. p 40, 48, 51, 77, 138.
- GOSLINE, W. A.** (1948) Speciation on the Fishes of the Genus Menidina. Dto. Zool. and Entomology, University of Hawaii, Honolulu. Evolution (2): 306-313
- GUERRA, M. C.** (1986) Análisis Taxonómico Poblacional de Peces Aterínidos (*Chiostoma* y *Poblana*), de las Cuencas Endorreicas del Extremo Sur del Altiplano Mexicano. An. Esc. Nal. Ciencias Biológicas, México. 30:81-113.
- GUZMAN, A. M. ROJAS, G. J.L. VERA, H. F.** (1979). Crecimiento y Aspectos Poblacionales de Lobina Negra *Micropterus salmoides* Lacépède en el lago de Camécuaro Michoacán. An. Centro Ciencias del Mar y Limnología. Univ. Nal. Auton. México. 6 (1): 53-67.
- INEGI.** Carta Edafológica San Miguel Zinacantepec. E14A37, Secretaria de Programación y Presupuesto.
- INEGI** Carta Edafológica Villa De Allende. E14A36, Secretaria de Programación y Presupuesto.
- KENNEDY, J. B. y NEVILLE, A. M.** (1982). Estadística para Ciencias e Ingeniería. 2o. ed. Harla S.A. México. pp 372-375.

- KESTEVEN, G. L.** (1947). Population Studies in Fisheries Biology. Nature, vol. 159, January 4: 10-12 pp.
- KREYSZIG, E.** (1975). Introducción a la Estadística Matemática: principios y métodos. Limusa. México. pp 505.
- LAEVASTU, T.** (1971). Manual de métodos de biología pesquera. Acribia; Zaragoza España. pp 245.
- MARGALEF RAMON.** (1974). Ecología. Ediciones Omega. Barcelona España
- MENDENHALL, W.** (1982). Introducción a la Probabilidad y la Estadística. Gpo. Editorial Iberoamericano. México. pp 626.
- MORELOS, L. M. G.** (1987) Contribución al Conocimiento de la biología del Charal "Prieto" *Chirostoma attenuatum*, Meek 1902. (Pisces: atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis Profesional Inédita. Esc. Biología UMSNH. pp 110.
- MORENO, L. M.** (1994). Determinación de la edad y crecimiento y ciclo reproductivo de *Cb. humboldtianum* (Valenciennes) del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis Profesional de la Facultad de Biología UMSNH. Morelia, Mich. pp 62.
- MOYLE, B. P., CECH J. J.** (1988). Fishes and Introduction to Ichthyology. 2a. ed. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. p 97-102.
- NELSON, J. S.** (1984). Fishes Of The World. 2a Edic, A. Wiley Intersciencie Publication. USA. pp 523.
- ODUM, P. E.** (1985). Fundamentos de Ecología.. Interamericana, México. pp.422
- PAULY, D.** (1984). Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual For Use With Programmable Calculators. Internacional Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines. p 23-41.

- RAUDA, O. J.** (1987). Contribución al Conocimiento de la Biología Pesquera del Charal Pinto (*Chirostoma patzcuaro*) Meek 1902 (Pisces:Atherinidae) del Lago de Pátzcuaro, Mich., México. Tesis Profesional, Inédita. Esc. de Biología. UMSNH. pp 77.
- RICKER, W. E.** (1973). Linear Regressions in Fishery Research. J. Fish. Res. Board Canadá. p 30: 409-434.
- RODRIGUEZ, G. M.** (1992). Técnicas de Evaluación Cuantitativa de la Madurez Gonádica en Peces. AGT editor S. A. México. 79 pp.
- ROJAS, C. P. y MARES, B.** (1988) Cultivo de Pescado Blanco (*Chirostoma estor*) Centro Regional de Investigación Pesquera. Pátzcuaro, Mich. México. 16 pp
- ROSAS, M. M.** (1977) Peces dulce acuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Instituto Nacional de Pesca S I C/Subsecretaría de Pesca. 135 pp.
- RUBINOFF, I.** (1958) Raisig the Atherinid Fish, *Menidia menidia*, in the Laboratory. Ichthyological Notes. Copeia 2:146-147.
- SÁNCHEZ, P. S. M. O.** (1992). Biología reproductiva del charal blanco *Ch. grandocule* (Steindachner, 1984-Pisces Atherinidae), del Lago de Pátzcuaro, Mich. Méx. Tesis Profesional de la Facultad de Biología. UMSNH. Morelia, Mich. 11 pp
- SEPESCA.** (1987). Manual técnico para el aprovechamiento de existencia silvestre. p 74-93.
- SILVA, R. A. y CURTS, G. J.** (1992). Análisis Exploratorio de Datos. Trillas. 391-347 pp.
- SOLÓRZANO, P. A.** (1961). Contribucion al Conocimiento de la Biologia del Charal Prieto del Lago de Pátzcuaro. (*Chirostoma bartoni*) Jordan y Everman, 1896. Dir. Gral. de Pesca e Ind. y Com., México, 2:10 pp.
- TORRES-OROZCO, B. R. E.** (1991). Los Peces de México. AGT Editor, S.A.; México. 235 pp.

WEATHERLEY, A.H. and Gill H.S. (1987). The biology of fish Growth.
Academic Press. Londres, 443 pp.