



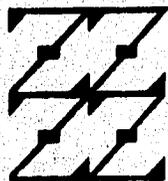
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ZARAGOZA

29  
Zej

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS  
HABITOS ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES DEL  
CHARAL *Chirostoma sp.*, PARA LA FORMULACION  
DE BALANCEADOS EN SU ALIMENTACION  
ARTIFICIAL

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
B I O L O G O  
P R E S E N T A ;  
VIRGINIA SUAREZ NAVARRO



LO HUMANO  
EJE  
DE NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D. F.

1996

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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 MIS PADRES: CLEOTILDE Y JOSE DE JESUS**

Por haberme dado lo mas valioso que tengo, la vida  
Por que gracias a su amor y apoyo incondicional he  
llegado a realizar una de mis metas, la cual consti-  
tuye la herencia mas valiosa que pudiera recibir para  
continuar con mi superacion.

**A MI ESPOSO. GUILLERMO**

Que en todo momento me hiciste sentir tu  
apoyo incondicional, tanto en los buenos  
como en los malos momentos, en los cuales  
siempre perservero la confianza y la  
amistad. Gracias por ser como eres y  
aceptarme como soy.

**A MIS HIJOS: EDGAR Y EDITH**

Por ser mi razon de ser  
Por su apoyo y comprension en los momentos  
que tuve que darles mi tiempo en calidad  
no en cantidad como hubiera deseado.

**A MIS HERMANOS: MIGUEL JAVIER MARIA DE LA  
LUZ Y ROSA**

Juntos estan siempre en mi  
Por que su amistad es la mas plena y  
sincera. Por que entre nosotros no existen  
barreras.

Nadie se va del todo y menos alguien tan  
especial como tu por ello tu esencia y  
recuerdo seguiran en mi de por vida.

**A LA MEMORIA DE MI HERMANA GEMELA.**

**MARIA DE JESUS**

Con admiracion, gratitud y amor.  
Por todo lo que hicimos juntas.

VICKY

**A G R A D E C I M I E N T O S**

Principalmente al Director de tesis BIOL. GUILLERMO BLANCAS ARROYO  
Por ser un excelente asesor.

A mis Sinodales BIOLOGOS J. SALVADOR HERNANDEZ AVILES

ANTONIO VALENCIA HERNANDEZ

ERNESTO CONSTANZO CASILLAS

ELOISA GUERRA HERNANDEZ

Por sus acertados comentarios y sugerencias.

A los BIOLOGOS ERNESTO MENDOZA VALLEJO de la FES-Z

JULIETA BARRAGAN de Lab. de Ictiología del IPN

Por su ayuda en la Determinación Taxonómica.

A la QFB ROCIO BRECEDA Del Lab. de Bromatología de la FES-Z

Así como al Lab. de Farmacia de la UAM-X

Por su apoyo en la Determinación de los  
Análisis Bromatológicos.

Al DOCTOR ISAIAS SALGADO U. Por su asesoría en el Análisis

Estadístico.

Al BIOLOGO ANTONIO VALENCIA Por facilitar la Foto de la

Especie.

EN GENERAL A TODOS LOS QUE DE ALGUNA FORMA CONTRIBUYERON

A REALIZAR EL PRESENTE TRABAJO DE TESIS.

**G R A C I A S.**

## CONTENIDO

	pag
<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>2</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
a) Distribución del género <i>Chirostoma</i> .....	3
b) Hábitos alimentarios.....	5
c) Cultivo de Aterínidos.....	6
<b>DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO.....</b>	<b>8</b>
Rutas de acceso.....	8
Uso y tipo de suelo.....	8
Clima.....	10
<b>JUSTIFICACIONES DEL TRABAJO.....</b>	<b>10</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>MATERIAL Y METODO.....</b>	<b>14</b>
<b>I) TRABAJO DE CAMPO.....</b>	<b>14</b>
a) Hábitos alimentarios.....	15
b) Hábitos Nutricionales.....	16
<b>II) TRABAJO DE LABORATORIO.....</b>	<b>17</b>
a) Determinación taxonómica.....	17
b) Hábitos alimentarios.....	17
c) Hábitos nutricionales.....	19
<b>III) TRABAJO DE GABINETE.....</b>	<b>20</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>24</b>
<b>I) DETERMINACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE.....</b>	<b>24</b>
<b>II) HABITOS ALIMENTARIOS DE <i>Chirostoma</i></b>	
<b><i>humboldtianum</i>.....</b>	<b>31</b>
a) Análisis exploratorio de los datos.....	35
b) Método de Frecuencia-Ocurrencia.....	41
c) Método Numérico, Gravimétrico e Índice de	
Importancia Relativa.....	43
<b>III) HABITOS NUTRICIONALES DE <i>Chirostoma</i></b>	
<b><i>humboldtianum</i>.....</b>	<b>58</b>

	pag
CONCLUSIONES.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	70

**INDICE DE FIGURAS Y ANEXOS**

MAPA.....	9
FOTO DE LA ESPECIE.....	28
APENDICE 1 (VALORES PROMEDIO DE ALGUNAS MEDIDAS BIONOMETRICAS Y MERISTICAS DEL <i>Chirostoma humboldtianum</i> , CAPTURADO EN LA PRESA VILLA VICTORIA).....	75
APENDICE 2 (PARTICULAS ALIMENTICIAS ENCONTRADAS EN CADA ESTOMAGO Y ORDENADAS POR TALLAS ASCENDENTES DURANTE LAS CUATRO ESTACIO- NES DEL AÑO).....	76
APENDICE 3 (DIAGRAMAS DE CAJAS DE LAS FRECUENCIAS DE LOS GRUPOS TROPICOS -NONES-).....	83
APENDICE 4 (COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE ALI- MENTOS VIVOS).....	86
APENDICE 5 (ALGUNOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE DIETAS DE PECES).....	87
DISEÑO EXPERIMENTAL ESTADISTICO.....	88

## RESUMEN

En la investigación se abordó la problemática de la alimentación y nutrición para especies del género *Chirostoma*, como base para formular los principios de su cultivo en cautiverio.

Se trabajó con organismos de la especie *C. humboldtianum* (Cur, Val.), que habita las aguas de la Presa Villa Victoria, en el Estado de México, a los cuales se efectuó un análisis de sus hábitos alimentarios, obteniéndose que estos peces se agrupan en dos tallas tróficas; los organismos de tallas menores a los 7 cm de longitud, se comportan como zooplanctófagos facultativos, depredando también aceptablemente a larvas de insecto, mientras que los de más de 9 cm capturan eficientemente larvas de insectos y son capaces de alimentarse de otros peces, por lo que se clasifican como carnívoros.

El comportamiento alimentario, depende de a la época del año, abundancia y disponibilidad de alimento, tipo de presa y sobre todo a la talla del charal reflejado en la eficiencia por la captura de su alimento, presentandose una exclusión competitiva.

En cuanto a sus hábitos nutricionales, los peces de la primer talla trófica, consumen en su alimento un promedio de 10.3% de proteína, 12.9% de cenizas, 21.9% de grasa, 7.7% de fibra y 26.9% de carbohidratos; mientras que los charales mayores se nutren en promedio de 15.9% de proteína, 53.7% de cenizas, 6.4% de grasa, 10.3% de fibra y 17.6% de carbohidratos. La anterior riqueza nutricia, se debe al tipo de estructuras consumidas por estos aterínidos. Con base en lo anterior se fijan algunas bases para formular una alimentación en cautiverio de esta especie endémica.

## INTRODUCCION

La República Mexicana cuenta con 1.3 millones de has de aguas continentales, con 14,000 cuerpos de agua lénticos (Athie, 1987). De los cuales existen 69 lagos que abarcan una superficie de 371 000 hectáreas. Los mayores de 10 000 solo son 8 y representan el 65.93% de la disponibilidad total, en un segundo grupo se registran 35 que constituyen el más numeroso y expresan el 31.32% y por último de 11 a 1000 hectáreas, se tienen 26 y tan solo suponen 2.73% del total (Arredondo, 1987).

Las aguas dulces constituyen hoy en día una importante alternativa para las poblaciones humanas que viven en su periferia, por su beneficio económico, importancia turística y de recreación a los visitantes, y sobre todo a una explotación del recurso pesquero con fines de autoconsumo y comercialización.

La explotación de poblaciones de peces se está enfocando prioritariamente a especies exóticas: las Tilápias (mojarras), ciprínidos (carpas), salmónidos (truchas), ictalúridos (bagres) entre otros; lo cual, ha ocasionado un desplazamiento de especies endémicas, como lo representan los godeidos (tiros), algunos ciprínidos (acúmara) y los aterínidos (charal y pescado blanco) entre otros. (Juárez, 1987)

Dentro de la ictiofauna dulceacuícola mexicana, los aterínidos están representados por 18 especies del género *Chirostoma* (Rosas, 1970), no obstante su importancia comercial, han sido poco estudiadas, de tal forma de que aún hay deficiencias en el planteamiento de la biotecnología adecuada para su manejo y explotación racional.

Uno de los aspectos relevantes, lo constituye el conocimiento de sus hábitos alimentarios, que a pesar de haber sido motivo de varios estudios, aún existen algunos cuestionamientos al respecto,

sobre todo en lo referente al contenido nutricional de su alimento natural y la aceptación por el organismo de alimento prefabricado.

Al respecto se planteó el presente proyecto; basado en la captura de charales que habitan en las aguas de la Presa Villa Victoria Estado de México, obtener el espectro trófico de la especie por tallas, y evaluar el nivel nutricional del alimento natural.

#### ANTECEDENTES

La familia Atherinidae es la más representativa de la ictiofauna dulceacuícola mexicana. Dentro de ella, existen algunos géneros y numerosas especies que lo mismo viven en medios lóticos que lénticos, las especies que derivan del género *Chirostoma* comprenden organismos de tallas pequeñas conocidos como charales y los que pasan de 20 cm de longitud, como pescado blanco (Rosas, 1976).

La mayoría de los trabajos que existen, se refieren a aspectos biológicos y taxonómicos del género *Chirostoma* y algunas otras investigaciones abocadas a la Aterinicultura, quedando estas en la fase de cultivos semi-intensivos (Hernández, 1980).

Dentro de las especies nativas de la familia Atherinidae, el género *Chirostoma* engloba a los peces que se han caracterizado por su importancia alimentaria. En México hay una tradición en el consumo de Aterínidos, incluso a tiempos anteriores a la conquista, cuando eran cultivados en estanques naturales (Rosas, 1970).

##### a) Distribución del género *Chirostoma*.

El género *Chirostoma* es característico de la meseta central, contando con 18 especies, una de ellas extinta (Barbour, 1973). Se tiene información incierta de crianza de este tipo de peces, que datan desde tiempos remotos; Jordan y Snyder (1899) describen algunas especies de los lagos de Chapala Jal. y de Pátzcuaro Mich., en las corrientes y en los lagos comprendidos en el sistema del río

Lerma, así como en las cercanías de la zona del Valle de México; Jordan y Hubbs (1919), efectúan varios trabajos en el lago de Pátzcuaro en los que reportan las siguientes especies: *C. bartoni*; *C. pátzcuaro*; *C. grandocule*; *C. estor* y *C. reginis*. Esta última propuesta como nueva especie.

En 1931 Cuesta Terrón, describió como una nueva especie a la que denominó *C. samani*;. En 1935, las observaciones hechas por el profesor Cuesta Terrón en el lago de Chapala, fueron erróneas al publicar la existencia del "pescado blanco" de Chapala (*Chirostoma estor* Jordan), que corresponde más bien, según lo publicado por De Buen (1942), a las especies de *C. ocotlona* Jordan y *C. promelas* Jordan y Snyder.

Berriozabal (1936), señala la conveniencia de racionalizar la explotación de *Chirostoma*, planificar su pesca y asegurar su mercado. Matzui I. y Yamashita (1936), en su informe sobre los problemas que presentaba la pesca en el lago de Pátzcuaro (en el que hicieron algunas consideraciones sobre el problema pesquero de la población ribereña), dieron datos sobre la época de desove del pescado blanco.

De Buen, de 1939 a 1944, como asesor de la Estación Limnológica de Pátzcuaro, trabajó sobre aspectos limnológicos y pesqueros del lago, describiendo una nueva especie, la que reportó como *C. michoacanae*, dos variedades de *C. estor*; *pacanda* y *tecuena*. Dentro de la especie *C. bartoni* considera como variedades al *attenuatum* Meek y *pátzcuaro* Meek, además de una variedad nueva *janitzio*. Este autor acepta por tanto, la existencia de las siguientes formas: *C. estor* Jordan, *C. estor* variedad *pacanda* De Buen, *C. grandocule* Steindachner, *C. bartoni* Jordan y Evermann; *C. bartoni* variedad *janitzio* De Buen y *C. bartoni* variedad *pátzcuaro* Meek.

El mismo De Buen, en 1943, en una serie de notas da a conocer el resultado de las exploraciones en los lagos mexicanos, así como la distribución original de la fauna ictiológica del género *Chirostoma* en la cual reportó lo siguiente:

Lago de Zirahuen: Presencia de *C. estor* y *C. bartoni*.  
Lago Pátzcuaro: Presencia de *C. bartoni*, *C. grandocule*  
*C. michoacanae*, *C. estor* y *C. humboldtianum*.  
Lago Cuitzeo: Presencia: De *C. jordani* y *C. bartoni*  
y *C. grandocule*.  
Río Lerma: La presencia de *C. jordani*, *C. labarcae*, *C.*  
*chapalae*, *C. consorsium*, *C. esphinaena*, *C. ocotlonae*  
y *C. promelas*.

Para esta última especie, De Buen (1940), menciona su distribución en la región de Ocotlán, La Palma y el lago de Chapala.

Por otro lado, debido a las siembras y repoblaciones que distintas instituciones, y organismos estatales y federales han efectuado en varios cuerpos de agua lénticos de pescado blanco acompañado de algunas especies de charales, teniendo presente que estas últimas sirven de especies forrajeras al pescado blanco y a otros carnívoros introducidos; tales como: la lobina negra y la trucha arco-iris, Rosas (1976). Se ha complicado aún mas la tarea de dar una descripción fidedigna y actualizada de la distribución del género *Chirostoma*.

#### b) Hábitos Alimentarios.

El hecho de que el género *Chirostoma* representa una de las especies con buena aceptación en el país (sobre todo la carne del pescado blanco). Ha originado una serie de investigaciones para conocer aún más sobre la biología de estos organismos, de tal forma que se tienen registros de trabajos que datan desde 1961 iniciados por Solórzano y por Rosas (1970), que trabajaron sobre el cultivo semintensivo de *C. estor* en el lago de Pátzcuaro, abordando entre otros aspectos, el tema de los hábitos alimentarios tanto del pescado blanco como de algunas especies de charales; en los cuales reportan que estos peces son carnívoros, dado que los alevines de charales por ejemplo, después de haber reabsorbido el saco vitelino se alimentan de protozoarios y rotíferos, cuando estos miden aproximadamente 55 mm se alimentan de microcrustáceos, tales como

copépodos y cladóceros.

Blancas (inérito), encontró que el charal de la especie *C. promelas* de la Presa Huapango, Estado de México, se alimenta en forma natural principalmente de rotíferos, materia orgánica y detritica en estado juvenil; mientras que en estado adulto depreda preferentemente cladóceros y copépodos. Este autor enmarca a este charal como un organismo planctófago no obligatorio, calificándolo como un consumidor secundario. Sin embargo, el autor no establece, cuál es la riqueza nutricional del alimento consumido por dicha especie, en términos de contenido proteico, de lípidos, fibra, etc. que la especie demanda para lograr un pleno desarrollo.

Se tiene información acerca de la alimentación artificial (probada en la Estación Limnológica de Pátzcuaro), sobre todo en pescado blanco y en muy pocas especies de charal, a los cuales se les suministra alimento preparado a base de leche en polvo, huevo duro, charal fresco en caso del pescado blanco y algunas verduras como el chícharo; encontrando que: El alevín del *Chirostoma estor* lo come bien. Por otra parte, se ha mencionado, que los peces del género *Chirostoma* presentan una buena aceptabilidad al balanceo en harinas de pescado, fibra cruda adicionada con vitaminas en organismos hasta de 3 a 4 meses de edad (Rosas, 1970).

#### c) Cultivo de aterínidos.

Dentro de los trabajos realizados, se han abordado aspectos de desarrollo e incubación de huevecillos en cautiverio, dentro de los cuales destaca el efectuado por Armejo y Sasso(1976), reportado como "Una serie de observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de Aterínidos del lago de Pátzcuaro Mich."

Resulta importante recalcar las investigaciones que se han encaminado a resaltar la importancia nutricional que representa el consumo de estos Aterínidos, tales como la de Espinoza (1941), donde habla de un gran contenido protéico de estas especies e intenta obtener un conocimiento más amplio de la biología del género

*Chirostoma*, este último aspecto estudiado también por Solorzano (1961).

La Aterinicultura, esta representada en México por el cultivo de *Chirostoma*, lo cual lamentablemente ha quedado hasta la fase de semicultivo, Hernandez (1980), se basa en la obtención de reproductores sexualmente maduros de las poblaciones silvestres existentes en Chapala y Pátzcuaro principalmente, el desove manual, y fecundación artificial inmediatamente después de ser capturados.

Los trabajos encaminados al cultivo de Aterínidos, se han realizado en su mayoría en la Estación Limnológica ubicada en Pátzcuaro Michoacán adscrita anteriormente al Departamento de Piscicultura, de la Secretaría de Pesca (hoy la SEMARNAP), aquí es donde se han sentado, las bases biológicas para el cultivo del pescado blanco y de alguna forma se continúa evadiendo el cultivo de las especies de charal.

Se han venido desarrollando actualmente varias investigaciones, sobre el género, aspectos biológicos y taxonómicos (Principalmente en la Universidad de San Nicolas de Hidalgo, Morelia Mich.), sin embargo, se presenta la dificultad de la poca divulgación de los avances logrados

Los objetivos finales para los cuales se plantean los estudios limnológicos, se encaminan a obtener un conocimiento científico del tema, los cuales fijan las bases para ayudar a establecer la BIOTECNOLOGIA piscícola específica, que permita explotar el recurso natural, y en este caso lograr cultivar INTENSIVAMENTE a los aterínidos, y de esta forma reducir los costos de producción y aumentar el beneficio obtenido.

## DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Villa Victoria se encuentra en el Valle de Toluca, en una zona lacustre y boscosa entre los 19° 21' 22" de latitud Norte y 99° 58' 57" de longitud Oeste. (Mapa 1)

El municipio cuenta con importantes fuentes hidrológicas entre las que destaca la Presa Villa Victoria, la cual alimenta al sistema hidráulico Miguel Alemán e Ixtapantongo, así como el sistema Cutzamala.

La Presa Villa Victoria se encuentra ubicada sobre la parte alta del río San José Melancatepec a 2590 m.s.n.m. aproximadamente, y forma parte de la gran cuenca Lerma-Santiago que comprende los alrededores de la Cd. de México. La Presa, cuenta con una superficie de 462.15 km<sup>2</sup>, con una longitud de 10 km y una ancho máximo de 2.75 km aproximadamente; recibe las aportaciones de varios arroyos entre los que destacan El Molino y Sn. Diego, que juntos proporcionan a la presa un volumen de 189.3 Hm<sup>3</sup> (INEGI, 1988).

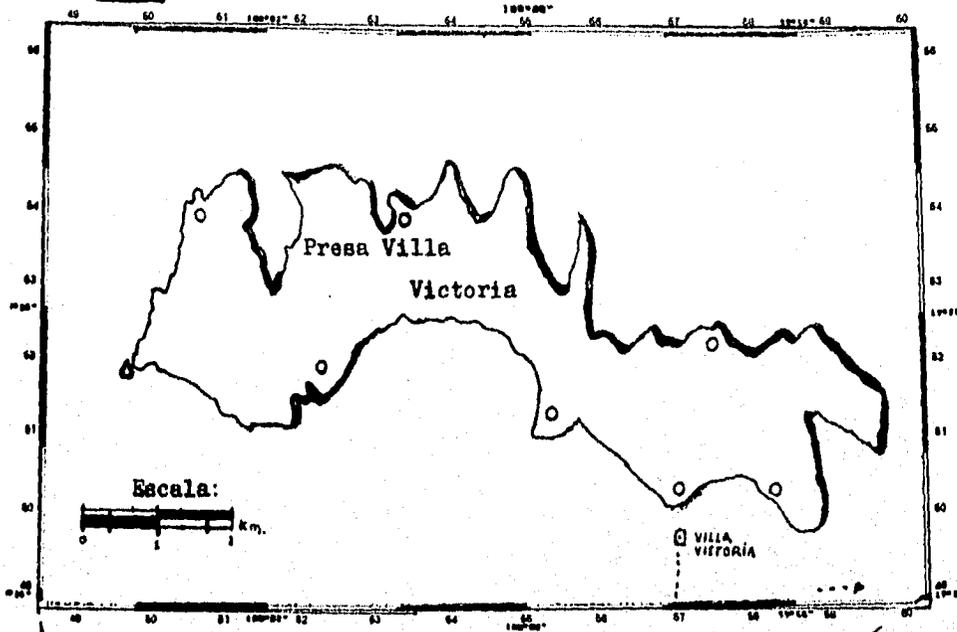
### Rutas de acceso.

Desde la ciudad de México, se puede llegar a Villa Victoria siguiendo la carretera federal número 15 México-Zitácuaro y a 40 kilómetros aproximadamente después de la ciudad de Toluca, la localidad se comunica en este punto con el municipio de Villa Victoria.

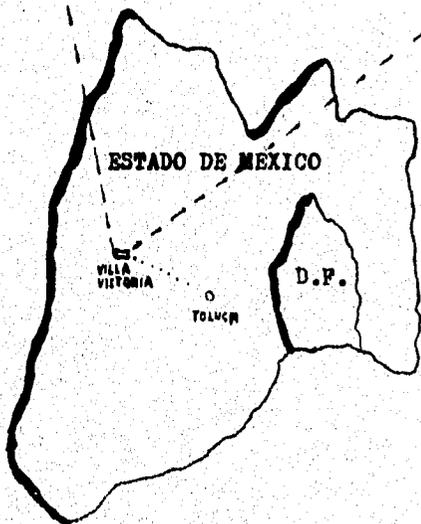
### Uso y tipo de suelo.

Esta zona está dedicada principalmente a la agricultura de temporal (AT), salvo pequeñas zonas de pastizal inducido (PI); al suroeste de la Presa se encuentran terrenos aptos para el uso forestal (INEGI, 1988). Forma parte del Eje Neovolcánico de México, la Subprovincia de lagos y volcanes de Anáhuac ; dominan sobre ella

**MAPA: UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO**



○ Sitios de captura



rocas ígneas extrusivas y sedimentarias del Cenozóico (INEGI, 1988).

Los suelos que rodean a la Presa son principalmente Luvisoles en la parte N, NE y SE, y Feosem y Andosoles en la parte Sur y Oeste. La mayor parte de la presa está rodeada por valles de laderas tendidas y lomeríos de colina redonda.

#### Clima.

La zona presenta una temperatura media anual de 12° a 14°C, la máxima es de 28° C y la mínima de 7° C; la precipitación media anual de 800 a 1000 mm y en la región oeste de 1000 a 1200 mm. El periodo de granizadas se presenta con frecuencia de 2 a 4 días al año, mientras que el de heladas lo hace con una frecuencia de 100 a 120 días por año. principalmente de octubre a abril toda la zona se caracteriza por un clima Templado-Subhúmedo C (W2) (W), según la clasificación de Köppen modificada por García (1973), con un porcentaje de lluvias menor al 5% (INEGI, 1988).

Las actividades que se realizan en esta zona son principalmente la agricultura, la ganadería, la industria, la explotación forestal, el turismo y más recientemente la pesca intensiva, sobre todo la de especies nativas (INEGI, 1988).

#### **JUSTIFICACION DEL TRABAJO**

En nuestro país, el desarrollo de la piscicultura se ha encausado prioritariamente al manejo de especies comerciales y altamente rentables en el mercado nacional como son: Salmónidos (truchas, lobinas), Tilapias (mojarras), Ciprínidos (carpas), Ictalúridos (bagres) entre otras y en forma raquitica: Algunos Ciprínidos (acúmara y brema) y Aterínidos (pescado blanco y charales) (Juárez, 1987).

Lo anterior se ha reflejado en el desarrollo de una gran variedad de investigaciones y trabajos acuícolas encaminados a la explotación, cultivo y comercialización del primer grupo de peces, obteniendo como resultado conocimientos científicos y tecnológicos adecuados para establecer la biotecnología necesarias para su explotación intensiva; mermando de forma significativa las posibilidades de explotación de muchas especies nativas, entre ellas los aterínidos , lo que repercute en el interés del pescador y acuicultor en trabajar con estos peces.

Lo anterior también ocasiona la introducción y o repoblación de embalses naturales con especies comerciales, desplazando así en su gran mayoría a las especies endémicas reduciendo el espacio de su hábitat natural. Lo antes mencionado, destaca la necesidad de realizar estudios encaminados a lograr un manejo de éste recurso piscícola.

Una de las áreas de mayor importancia para el óptimo desarrollo de la acuicultura, es la nutrición adecuada de los organismos sujetos a cultivo, ya que tanto en la acuicultura intensiva como semi-intensiva, la mayor parte de los costos de producción es absorbida por los recursos destinados al consumo de alimento artificial.

Es por esto, que la presente investigación estuvo dirigida a efectuar estudios de hábitos alimentarios y nutricionales del charal (*Chirostoma humboldtianum*), que fijen las bases necesarias para establecer una alimentación artificial en el cultivo de este recurso íctico nacional.

## HIPOTESIS

Los hábitos alimentarios del Aterínido que habita en la Presa Villa Victoria, estarán dentro del patrón alimenticio de otras especies de charal ya estudiadas, esperando que se alimenten por lo tanto, en su fase juvenil (tallas menores de 5 cms de longitud) preferentemente de micropartículas planctónicas como algunas algas unicelulares (clorofíceas y diatomeas), protozoarios, rotíferos, y algunos cladóceros y copépodos; mientras que los organismos de tallas superiores, se inclinarán primordialmente a depredar microcrustáceos planctónicos como son copépodos, cladóceros y decápodos, complementando su dieta con algunas larvas de dípteros (donde destaca dentro del alimento la frecuente presencia de la "pulga de agua"- *Daphnia* sp.-).

Con base al patrón alimenticio descrito para la especie, donde destaca una dieta omnívora para juveniles y una zooplanctófaga para los adultos, se espera que el pez demande una dieta nutricional que fluctue entre 35% y 55% de proteína, del 8% al 12% de lípidos, 20% al 25% de carbohidratos y promedios del 5% de fibras para el estado juvenil; intervalos acordes a los reportados por Martínez (1988) para otros peces omnívoros (mojarras tilápias y algunos ciprínidos) de tallas juveniles. Mientras que los charales adultos presentarán los siguientes valores: de entre 40% y 45% de proteína cruda, 5% al 7% de grasas, alrededor del 33% de carbohidratos y entre 14% y 19% en cenizas; proporciones nutricias reportadas por Halver (1972) para el análisis bromatológico de las sp. de *Daphnia pulex* y *D. magna*.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Proponer una composición nutricional base, que deba contener un alimento prefabricado en el cultivo de charales *Chirostoma* sp. a lo largo de su desarrollo, con base en el estudio de sus hábitos alimentarios y al análisis proximal del alimento ingerido por atherínidos que habitan las aguas de la Presa Villa Victoria, Estado de México.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar taxónicamente, hasta el nivel de especie al charal que vive en las aguas de la Presa Villa Victoria, Estado de México.

2. Conocer el Espectro Trófico de la especie, por medio del análisis del contenido estomacal, tanto de peces juveniles, como de adultos.<sup>1</sup>

3. Determinar la riqueza nutricional del alimento que conforma la dieta del charal de la Presa Villa Victoria.<sup>2</sup>

4. Proponer una composición nutricional base, para la fabricación de alimento para estos atherínidos.

<sup>1</sup> Utilizando los métodos de Frecuencia Ocurrencia, Gravimétrico y de Índice de Importancia relativa.

<sup>2</sup> Mediante un análisis proximal (Bromatológico).

## MATERIAL Y METODOS

Previo al trabajo biológico, se efectuó una visita de inspección y reconocimiento a la Presa Villa Victoria, la visita al embalse tuvo como fin escudriñar algunos aspectos socioeconómicos y pesqueros implicados en la explotación de las poblaciones icticas por parte de pescadores aledaños al cuerpo de agua.

Como resultado de las pláticas con varios grupos de pescadores, principalmente del municipio Villa Victoria; se obtuvo importante información acerca de las poblaciones de peces que habitan las aguas de la Presa, y dentro de éstos destaca la presencia de aterínidos, que son consumidos por la población.

Otro de los principales aspectos comentados con los pescadores, se enfocó en conocer sus artes de pesca, ubicación de sitios de captura y periodicidad entre cada actividad pesquera.

El análisis de la información recabada, llevó a plantear un proceso metodológico, que constó de tres fases: El trabajo en campo, donde se llevarón a cabo las capturas y colecta de organismos; trabajo en el laboratorio, donde se efectuaron los análisis de las muestras y trabajo de gabinete, donde se ordenan, procesan y analizan los resultados:

### I) TRABAJO EN CAMPO.

Esta fase consistió en efectuar colectas y toma de muestras en un lapso de once meses, de noviembre de 1992 a septiembre de 1993<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Agrupandose estas en las 4 estaciones del año, 2 por cada una exceptuando invierno, período en el cual únicamente se efectuó un monitoreo, sumando por tanto un total de 7.

actividades que se subdividen en : Hábitos alimentarios y nutricionales.

a) Hábitos alimentarios.

Conjuntamente con los pescadores y tomando en cuenta su experiencia, se ubicaron y eligieron los sitios de captura de peces; los criterios que se adoptaron para la elección fueron: 1) La buena accesibilidad que ofrezca el terreno para la actividad pesquera. 2) La pendiente poco pronunciada. 3) La escasa o nula presencia de vegetación acuática sumergida. 4) La poca circulación de las masas de agua que deberán tener los sitios de pesca, así como la buena protección a vientos fuertes y constantes. 5) La presencia de cardúmenes de peces en algunos sitios. 6) La hora en que se efectuaron los lances pesqueros (preferentemente en tardes y noches). 7) Y sobre todo las artes de pesca utilizadas por los pescadores del lugar, los cuales consistieron principalmente en chinchorros playeros, con una abertura de luz de malla de 1 cm, con una longitud de 200 mts y una altura de 2.5 mts aproximadamente.

La captura de organismos se llevó a cabo, con las redes utilizadas por los pescadores en sus incursiones habituales; utilizando por tanto los mismos sitios de pesca (ubicados en el mapa).

No fué necesario establecer un número específico de sitios de captura, esto estuvo en función de los objetivos planteados en la presente investigación, al número de organismos capturados por lance<sup>4</sup> y a obtener el tamaño de muestra (30 organismos por mes o 90 por estación del año) para el análisis de hábitos alimentarios, y al número necesario de charales (mínimo 50) para la ubicación taxonómica de la especie en el primer monitoreo exclusivamente.

El método de muestreo utilizado, fué el denominado muestreo aleatorio simple sin reemplazo (Azorin/Ponch, 1972), donde todas

<sup>4</sup> El número de organismos varío fuertemente sobre todo en invierno, donde se redujo drásticamente.

las unidades de la población tienen la misma probabilidad de ser extraídas y donde esta es finita.

Los criterios de inclusión y exclusión a que estuvieron sometidos los charales de la muestra fueron: Se incluyeron como población en estudio a los ejemplares de buen estado aparente, completos, de apariencia fresca y olor no desagradable, ambos sexos; excluyendo a los charales incompletos o con algún daño en su anatomía, a los que presenten su parte ventral blanda y sobre todo con estómagos rotos, y a los organismos con tallas menores a los 2 cm. de longitud patrón (por la dificultad de analizar sus pequeños estómagos).

La fijación y conservación de los organismos colectados y previamente separados por tallas, se realizó utilizando formalina al 4%, (Bagenal, 1978), así como para su posterior análisis de los tractos digestivos y determinación taxonómica en el laboratorio. Para éste último punto se determinarán 50 organismos adultos (tallas superiores a los 7 cm.), poniendo especial énfasis en los criterios de inclusión antes mencionados.

#### b) Hábitos nutricionales.

El trabajo en campo, que cubrió con los objetivos de conocer la riqueza nutricional que tiene el alimento ingerido por el charal; consistió en efectuar colectas exhaustivas de plancton y algunas muestras concentradas de neúston existentes en las aguas de la presa Villa Victoria.

Las capturas se efectuarán con ayuda de redes de plánton, para el zooplánton y del neúston se utilizó la red de arrastre cónica Wisconsin la cual cuenta con una longitud de 1 mt, diámetro de la boca de 30 cm. y luz de malla de 180  $\mu$ . La elección del equipo hidrobiológico empleado fue conforme a lo recomendado por (Welch, 1948).

Los arrastres se efectuarán por el tiempo y distancia recorrida (variable), necesaria para obtener muestras con la mayor concentración posible, fúe necesario efectuar los arrastres en

varias ocasiones, en vista de que, "las redes de arrastre utilizadas sufren una progresiva obstrucción que depende a su vez de la relación entre la abertura de la red en la superficie de filtración, finura del filtró y densidad del plánton en el agua" (Schwoerbel, 1975).

Una vez obtenido aproximadamente 25 grs en peso húmedo, para todas las muestras, se interrumpieron las colectas de zooplancton y neúston. Cabe mencionar que los arrastres se efectuaron con la ayuda de una lancha que contó con motor fuera de borda (25 caballos de fuerza). El proceso anterior, se realizó en siete visitas a la presa, distribuidas en las cuatro estaciones del año con el fin de observar las posibles fluctuaciones del alimento disponible pudieran suscitarse en este período de tiempo.

Las actividades en campo finalizaron cuando las muestras colectadas del alimento del charal, se concentraron a través de la misma red, y se sometieron a congelación para su debido traslado al laboratorio.

## **II TRABAJO EN LABORATORIO.**

Una vez en el laboratorio, se procedió a procesar las muestras de plánton, analizar tractos digestivos y determinar taxonómicamente al charal conforme a la siguiente secuencia:

### **a) Determinación taxonómica.**

La ubicación taxonómica del aterínido se efectuó conforme a las indicaciones que especifica Bagenal (1978), que se basó en características merísticas y morfométricas como: Número de escamas en la línea media, tipo de escama, forma de la mandíbula, entre otras; y utilizando las claves descritas por Barbour (1973), que son las más completas que se encargan de esta familia taxonómica de peces.

El número de ejemplares que se utilizó para la determinación taxonómica, fué de 50, todos ellos fueron organismos adultos de ambos sexos, tallas superiores a los 7 cms de longitud total, completos y sin ningún daño aparente. Para efectuar las observaciones, fue necesario emplear equipo de disección y microscopio estereoscópico.<sup>5</sup>

#### b) Hábitos alimentarios.

Los organismos destinados para el estudio de los hábitos alimentarios, se lavaron con agua corriente para prepararlos para su disección; como se mencionó, la cantidad fué de 30 por mes o 90 por estación del año. (según trabajos anteriores: Blancas (1986) y Hernández (1980), entre otros).

Se procedió a efectuar la disección y obtención de los tractos digestivos colocándolos posteriormente en frascos entomológicos los que contenían 2 ml de formaldehído al 10% para proceder a su análisis donde se utilizaron los siguientes métodos:

1.- Método de frecuencias Ocurrencia. (Yañez-Arancibia, 1975). Este método permitió conocer la periodicidad y/o la preferencia con que son ingeridos ciertos alimentos, lo que ayudó a la interpretación final del patrón alimenticio de la especie. Puesto que este método, no señala la cantidad de organismos encontrados en relación al tamaño y peso del estómago, se procedió a utilizar conjuntamente los métodos a continuación mencionados.

2.- Método gravimétrico (Yañez, 1975). El cual proporcionó el porcentaje de llenado del estómago en relación al peso del tracto digestivo. A este método se le hicieron algunas modificaciones con el fin de adaptarlo al análisis de contenidos estomacales de especies tan pequeñas como son los aterinidos. En primer lugar para pesar tanto los estómagos como los grupos tróficos encontrados, se

<sup>5</sup> Cabe mencionar que para tal tarea se solicitó la orientación y asesoría de especialistas tanto de la Fes-Z como del IPN.

utilizó una balanza analítica con 0.0001 gr. de precisión. Por otro lado el problema de pesar los integrantes de los grupos tróficos por separado, se solucionó con la separación de una cantidad conocida de cada grupo de alimento (con ayuda de micropipetas), al que se le tomo su peso previamente deshidratado a peso constante; así se interpoló el peso que ocuparía un cierto número de partículas de cada grupo trófico (copépodos, cladóceros, células de fitoplancton, insectos, etc.) encontrados en los tractos digestivos de cada organismo.

Para interpretar con una mayor claridad la importancia de algún alimento se recurrió al:

3.- Método de índice de importancia relativa (IIR). Que se aplicó con el conocimiento previo, de que la combinación de los diferentes métodos ayudan a una mejor interpretación de la importancia relativa de cada grupo trófico (Yañez, 1975).

#### c) Hábitos Nutricionales.

Una vez obtenida la información del análisis de los contenidos estomacales, se procedió a elaborar la mezcla proporcional en peso del alimento del charal, conforme a lo encontrado en los tractos digestivos (considerando datos promedio); para someterlo posteriormente a un análisis bromatológico proximal, conforme a la siguiente secuencia:

Se deshidratan por separado las muestras de los diferentes grupos tróficos (zooplancton, neúston y necton), con ayuda de una estufa a 105 °C hasta peso constante.

Conforme a la información arrojada por el método Gravimétrico en el análisis de los estómagos, se elaboró la mezcla, del alimento colectado en el agua de la presa (alimento deshidratado), combinando así cantidades proporcionales para cada talla trófica a lo encontrado en los tractos digestivos. Se procedió a efectuar el análisis proximal a cada mezcla de alimento.

Los análisis bromatológicos, a los que fúe sometido el alimento fueron en la modalidad conocida como base seca, que consta de las siguientes determinaciones: lípidos, fibra cruda, cenizas (minerales), y proteínas; con fundamento a lo que menciona Harold (1987), el análisis proximal, es la determinación conjunta de un grupo de sustancias estrechamente emparentadas entre si en un alimento y comprende de ordinario, la determinación de contenido de agua, proteína, grasa (extracto etéreo) cenizas y fibra, las sustancias extraíbles no nitrogenadas se determinaron restando la suma de estos cinco componentes de 100.

Se realizó por duplicado cada análisis, obteniendo un total de 10 muestras para cada determinación (3 para la talla trófica 1 y 2 para la talla 2 respectivamente)

### **III TRABAJO DE GABINETE.**

Esta fase comprendió tres partes: la obtención, ordenamiento e inspección de datos; la interpretación de los resultados, y la elaboración de conclusiones y reporte.

La primer parte, consistió en efectuar los cálculos necesarios y así contar con los resultados de las técnicas utilizadas en los análisis de los estómagos, obteniendo por lo consiguiente, los pesos, el número y las frecuencias con que aparece cada grupo trófico por cada estómago analizado.

Lo anterior permitió ordenar los datos para someterlos a un análisis exploratorio, visualizar casos extraordinarios y la forma en que se agrupan los resultados, con el fin de facilitar un análisis y confirmarlo posteriormente, bajo el siguiente razonamiento:

Como lo menciona Salgado (1990), "Los métodos resistentes centran su atención sobre el cuerpo principal de los datos y ponen poca en los casos extraordinarios"; basandose en la aseveración

de que: "La revelación a través de diagramas o desplegados, satisface la necesidad del analista de observación del comportamiento". Los valores de letras, como otra opción, pueden utilizarse para definir medidas de localización resistente (mediana), y la cantidad de dispersión del lote. Resultan útiles también en la búsqueda de casos extremos. Así mismo representan de manera económica a un lote de datos, de tal forma que la mayor parte de las observaciones pueden ser recuperadas aproximadamente.

Por otro lado, y en vista que, Los diagramas de caja proporcionan una impresión visual de varios aspectos importantes de la distribución empírica de un lote de datos, y están basados en el resumen de letras y en la F/dispersión de dichos datos; se optó por utilizarlos en el análisis inicial de los contenidos estomacales.

Como también señala Salgado (1990). "Estos desplegados compactos son especialmente útiles en la comparación de varios lotes de datos, siendo posible comparar dichos lotes respecto a su localización, distribución, dispersión, asimetría, entre otros aspectos". En este orden de ideas, un diagrama de cajas nos orientó para visualizar el tipo de hábitos alimentarios del charal conforme a su talla (lotes); en otras palabras, ver si los organismos de tallas similares prefieren algún alimento, en que cantidad (mediana), y cual es su rango de preferencia (cuartiles).

Se integraron los resultados de número, peso y frecuencia para la obtención del Índice de Importancia Relativa según Yañez-Arancibia (1975), y de ésta forma se elaboró el diagrama trófico combinado respectivo y de la especie a lo largo de su desarrollo. Las fórmulas empleadas fueron:

## FRECUENCIA.

$$\text{Ecuación de Yasuda} \quad F = N/NE$$

DONDE:  $F$  = Frecuencia de aparición de algún alimento  
 $N$  = Número de estómagos con dicho alimento  
 $NE$  = Número total de estómagos analizados

Decisión: si  $F < 0.10$  alimento ocasional  
si  $F > 0.10 < 0.50$  alimento secundario.  
si  $F > 0.50$  alimento preferente.

## GRAVIMETRICO

$$Pce = pte - Ppe$$

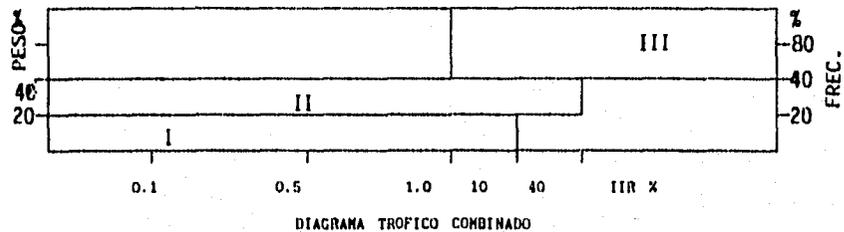
DONDE:  $Pce$  = Peso total del contenido estomacal  
 $Pte$  = Peso total del estómago  
 $Ppe$  = Peso de la pared estomacal

## INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR)

$$IIR = F \cdot P / 100$$

DONDE:  $IIR$  = Índice de Importancia Relativa  $X$   
 $F$  = Frecuencia  $X$   
 $P$  = Peso  $X$

Decisión: Si el valor de IIR cae en el cuadrante I se considera alimento ocasional; en el II secundario y en el III es un grupo trófico preferente.



En esta misma fase a los valores obtenidos del análisis proximal realizados a las muestras de alimento natural del pez (mezclas), se le estableció un grado de confiabilidad de un 90%, suponiendo que las variables de interés estén distribuidas en forma aproximadamente normal y de esta forma obtener el intervalo de confianza para la media (Chou, 1977).

$$P(x - z_{1-\alpha/2} \sigma/n < \mu < x + z_{1-\alpha/2} \sigma/n)$$

Lo que ayudó a establecer cual es el intervalo de riqueza nutricional del alimento que ingieren los charales por talla. (ver diseño experimental estadístico)

En la segunda parte se realizaron los análisis y la interpretación de resultados, apoyandose para esto en referencias bibliográficas, con el fin de cubrir satisfactoriamente los objetivos planteados.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Como resultado de las pláticas con varios grupos de pescadores y población aledaña a la presa "Villa Victoria", se destaca la presencia del "Charal blanco" (nombrado así por los pobladores), que habitan las aguas de ésta presa; así mismo relatan que en años anteriores, capturaban "charales" de tallas mayores (20 cm), y que en la actualidad estos han disminuido su tamaño.

Lo anterior destacó la necesidad de efectuar un análisis minucioso con respecto al charal y determinar si se trataba de una o varias especies, procediendo por lo tanto, ha realizar un estudio taxonómico del charal que se encuentra en la presa Villa Victoria ubicada en el Estado de México.

### I. DETERMINACION TAXONOMICA DE LA ESPECIE:

Los organismos utilizados para cubrir este objetivo, se obtuvieron a partir de pescas comerciales efectuadas por los pescadores de la región. En este sentido para preveer que nuestra muestra ictica incluyera todas las posibles especies del charal, está se integró con peces de tres distintas capturas efectuadas con chinchoros playeros en el primer monitoreo (ver mapa).

El número de organismos estudiados en el laboratorio para el presente objetivo, ascendió a 46 charales, adultos, de ambos sexos y sin ningún daño aparente.

El trabajo se basó en un exhaustivo análisis de variables biométricas y merísticas, por consiguiente a cada uno de los organismos se le realizó una serie de medidas en el cuerpo

(apéndice 1) con una precisión de 1 mm lo cual arrojó lo siguiente:

Los peces capturados pertenecen a la Familia Atherinidae quedando incluidos en el género *Chirostoma*, tratándose al parecer y según las pruebas de una sola especie taxonómica *Chirostoma humboldtianum* (Cur.Val). (cabe señalar que, dos organismos del total de la muestra, presentaron características distintas a las de la mayoría; y por consiguiente la posibilidad remota de que exista alguna otra especie).

Para la determinación de la familia y el género se utilizaron las claves de identificación taxonómica de Alvarez Del Villar (1970), y de Barbour (1966), mientras que la determinación a nivel especie fue realizada con base en la clave de identificación taxonómica elaborada por éste último (1973a).

Las características que definen a los organismos de la familia Atherinidae son las siguientes:

La familia de los aterínidos comprende todos los llamados comúnmente, **pescado blanco y charales**. Esta formada por numerosos géneros marinos y continentales; de estos últimos viven algunos en los lagos y ríos mexicanos.

**Descripción.**- Peces por lo general pequeños, de 5 a 40 cms de longitud, de 5 a 120 gr. de peso, cuerpo comprimido lateralmente y fusiforme, plateados, algunas veces transparente con una banda lateral pronunciada.

La cabeza cubierta de escamas, la boca es terminal y dirigida hacia arriba, los ojos son grandes, dientes presentes en las mandíbulas, a menudo en los palatinos y el vómer. Los huesos faríngeos superiores están reunidos.

Hay 2 aletas dorsales separadas, la primera es pequeña, poco visible, desnuda, con 3 a 8 espinas. Las aletas pectorales están insertadas, altas sobre el cuerpo; las aletas pelvicas tienen una espina y 5 radios, son abdominales. La aleta anal posee una débil espina, es corta o larga, cuadrada; la aleta caudal homocerca.

La línea lateral está ausente o limitada, las escamas son cicloides, no hay ciegos pilóricos, la vejiga natatoria está presente y es fisoclista.

La familia comprendía cuatro géneros, todos ellos representados en las aguas de la sub-región del Lerma, *Chirostoma*, *Menidia*, *Melaninis* y *Thyrinas*. (Rosas, 1976). Díaz-Pardo en 1972, describe un nuevo aterínido encontrado en Villa Hermosa Tabasco, que corresponde a la especie *Thrynops alvarezii*; Posteriormente Cecilia Guerra Magaña en 1986, da a conocer un estudio donde destacó la presencia del género *poblana* como parte de la familia *Atherinidae*, este último descrito en los lagos Cráter de Puebla.

Alvarez Del Villar (1970), describe el género *Chirostoma* dando como características principales las que a continuación se mencionan:

Presenta ano en posición normal siempre más cerca de la aleta anal que de la inserción de las pélvicas.

El origen de la primera aleta dorsal se halla notablemente por delante de la vertical que pasa por el origen de la anal.

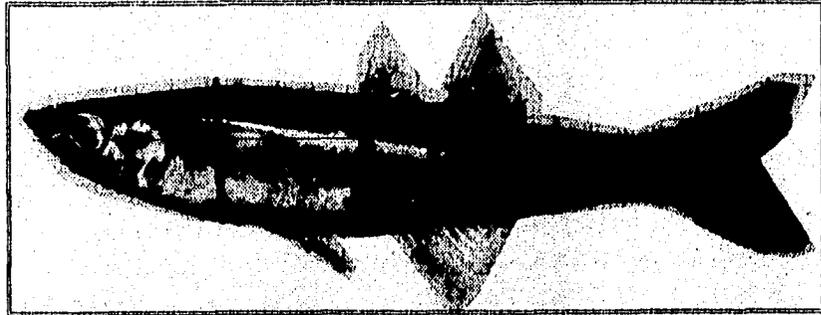
Mandíbula inferior notablemente mayor a la superior generalmente angulosa en el ápice. Cavidad abdominal extendida notablemente por detrás del origen de la aleta anal; por lo menos hasta el tercer radio ramificado. Sin vaina escamosa en la base de la aleta anal. Las escamas de la región anterior del cuerpo sobre la cabeza pueden ser de menor tamaño pero no faltar.

El trabajo de determinación hasta especie, resultó una tarea exhaustiva, por lo cuál, se procedió a solicitar la colaboración del laboratorio de ictiología de la FES Zaragoza.<sup>1</sup>

Como resultado del análisis de los 46 organismos se obtuvieron una serie de valores cuyos rangos se encuentran dentro de los descritos para la especie *C. humboldtianun* y reportados por las claves de Barbour, (1973) las cuales se enlistan a continuación:

- 1.-Escamas de la línea lateral con poros solamente.
- 2.-Longitud de la base de la aleta anal 14.9-24.4%; longitud de la aleta pectoral 12.9-18.8%; longitud del pedúnculo caudal 21.4-30.2%.
- Dientes grandes o pequeños; los dientes en el premaxilar no afuera de la boca.
- 4.-Premaxilares no fuertemente proyectados anteriormente, no drásticamente de curvados.
- 5.-Branquiespinas, 12-18.
- 6.-Longitud ocular mayor de 6%
- 7.-Escamas medias laterales 42-70; branquiespinas 20-26; distancia de la punta del hocico a la primera aleta dorsal 47.4-50.3%.
- 8.-Hocico negro, no incluye la mandíbula inferior.
- 9.-Dientes pequeños; la mandíbula inferior puede proyectarse fuertemente mas allá del hocico.
- 10.-Escamas medias laterales lacineadas.
- 11.-Branquiespinas 19-28.
- 12.-Longitud del hocico, 7.2-9.5%.
- 13.-Escamas medias laterales, 44-55.
- 14.-Longitud cefálica, 25.6-34.2 % ; longitud cefálica postorbital, 12.2-16.3%; longitud del hocico, 8.4-13.4%; longitud de la mandíbula, 9.5-15% .
- 15.-Branquiespinas, 19-28 (x= 23), punta del hocico al origen de la aleta pélvica, 40.9-51.2% ( x=44); longitud de la base de la aleta anal, 17.1-22.2% (x=19.4).
- 16.-Escamas medias laterales 44-73 (x=60)

<sup>1</sup> En particular al Biólogo Ernesto Mendoza de la FES-Z y a Julieta Barraón del Lab. Ictiología del I.P.N.



*Chirostoma humboldtianum* de la Presa

Villa Victoria, Estado de Mexico.

Lo anterior ubica a los organismos estudiados en las siguientes características taxonómicas:

Reino - Animalia  
Subreino - Metazoa  
Phylum - Chordata  
Subphylum - Vertebrata  
Superclase - Pisces  
Clase - Teleostei  
Subclase - Teleostomi  
Orden - Mujiliformes  
Suborden - Atherinoidei  
Familia - Atherinidae  
Género - *Chirostoma*  
Especie - *C. humboldtianum*

(Cuvier y Valenciennes, 1866)

Actualmente, la tarea de dar un reporte completo de la distribución y origen de las especies icticas dulceacuicolas, se complica cada día debido a la gran actividad de siembra que con una orientación de beneficio social, se ha venido efectuando en cuerpos de agua nacionales. Al respecto, Rosas (1970), menciona que se efectuaron constantes "introducciones", sobre todo con *C. estor estor* (en forma de huevo) en diversos embalses de Michoacán, Querétaro, Guanajuato, Puebla, Hidalgo, Aguascalientes y hasta Chihuahua. Por otro lado, se tiene que considerar que por el gran impulso que se está dando a la formación de embalses artificiales, utilizando los flujos de los ríos y colectores de las escorrentías pluviales para distintos fines.

Aunado a lo anterior, la Sistemática de las especies del Género *Chirostoma* es muy confusa y no existen características únicas que permitan una separación clara, rápida y acertada de estos organismos.

Lo anterior obliga frecuentemente al investigador a apoyarse en evidencias ictiofaunísticas, indicios y pruebas aisladas para explicar la presencia de alguna especie, sobre todo en embalses artificiales.

Es el caso de la presencia de *Chirostoma humboldtianum* en aguas de la presa Villa Victoria ubicada en el estado de México, y cuya explicación se basa en lo siguiente:

La presa Villa Victoria, se encuentra ubicada sobre la parte alta del río San José Melancantepec, pertenece a la meseta central, utilizando el criterio geográfico de García y Falcón (1974), y se formó aprovechando las corrientes tributarias de la cuenca del Lerma-Santiago.

Esta zona está definida de acuerdo con Barbour (1973), como la

Altiplanicie Subtropical de mayor extensión en el mundo. Desde un punto de vista Limnológico, es muy interesante, ya que en ella se ubican las cuencas lacustres más importantes y mejor conocidas del país, las que de alguna manera, drenaban y son drenadas hacia el Sistema del río Lerma-Santiago (Arredondo, 1987) Las relaciones que presenta la ictiofauna de esta subregiones y el mismo río Lerma (De Buen 1943, y Alvarez 1963, entre otros). Han sido confirmados por diversos estudios que muestran una rica fauna autóctona muy diversificada y que, como ya señalaba Merk desde 1903, contiene 49 especies, de las que 33 pertenecen a dos familias; Paecillidae con 17 y Atherinidae con 16; sumandose a ésta última una especie más y dos variedades a los registros, gracias a los trabajos de Cuesta Terrón (1931), De Buen (1940) y Solorzano (1965).

Alvarez (1963), sugiere que este valle servía como un gran afluente de los que conocemos actualmente como "Lagos Michoacanos" y el Lago de Chapala, que posteriormente, los movimientos volcánicos, las fallas y los levantamientos asociados al Terciario Medio y al Plio - Pleistoceno, modificaron bruscamente el modelo básico de drenaje de ésta meseta.

Estos lagos según parece, pertenecían a un tributario que vertía sus aguas al río Lerma, y representa una explicación muy acertada, en la diseminación de ésta ictiofauna en los embalses pertenecientes a dicho valle. Considerando que las corrientes del Sistema Lerma-Santiago, fueron y son aprovechados para la construcción de grandes presas y reservorios de agua, que a causa de una época de estío e inclusive a varios años de sequía se convierten en cuencas endorréicas.

En tales circunstancias, la zona de Villa Victoria también fue alimentada en su origen, gracias a las corrientes del Sistema Lerma-Santiago, provenientes de tributarios de la hidrología Michoacana; lo cuál apoya la tesis de la presencia de esta especie en dicho embalse. Atribuyendo por consecuencia a estas corrientes fluviales, la llegada de esta sp. a la presa (con algunas especies

acompañantes). Es importante aclarar, que al detectarse algunos organismos con caracteres distintos a la especie *C. humboldtianum* en la presa, se tenga la presencia de alguna otra especie del mismo género, pero en menor abundancia, como respuesta a un proceso de "especiación" por presiones ambientales y sobre todo a la Presión Selectiva de depredación que ejerce la sp. *C. humboldtianum* para con otros charales (discutido más adelante).

Es importante señalar, que la posibilidad de que la sp. *C. humboldtianum* se encuentre en la presa Villa Victoria, se deba a una actividad de siembra, resulta mínima, pero probable, en vista de la dificultad que ofrecen estos aterínidos para su manipulación en todas las fases de su vida, sobre todo por que se carece de los registros oficiales correspondientes.

Finalmente en cuanto a su distribución, se tiene que desde sus primeros indicios, la especie *C. humboldtianum* se reporta en el lago de Pátzcuaro Michoacán, desde cuando Cuesta Terrón describe algunas especies del género *Chirostoma* en 1931; ampliando y confirmandose en las proximidades de la ciudad de México, y que luego Everman encuentra en la laguna de Juanacatlán Jalisco. Jordan y Snyder en el lago de Chalco. Everman y Goldsborough en la laguna Chapala Jalisco y finalmente, Meek en Chalco, Xochimilco y Pátzcuzro Michoacán. De Buen, 12 años después (1943), confirma la existencia de esta especie únicamente en éste último lago Michoacano.

Se desconoce hasta el momento la distribución completa de ésta especie, sin embargo, se pretende que el presente estudio contribuya mínimamente a actualizar el conocimiento que se tiene sobre la distribución de ésta especie endémica.

## II, HABITOS ALIMENTARIOS DE *Chirostoma Humboldtianum*.

El conocimiento de los hábitos alimentarios y conductas tróficas de los peces en su medio natural, representa el punto de partida para

cimentar toda formulación a base de balanceados en la alimentación artificial en todo cultivo piscícola.

Atendiendo al criterio anterior, el objetivo central del presente estudio, el cuál consistió en configurar una dieta nutricional para la alimentación artificial en cautiverio del género *Chirostoma*. para lo cuál, se procedió a estudiar los hábitos alimentarios del charal que habita la presa Villa Victoria, obteniéndose los siguientes resultados.

Se analizarón un total de 347 tractos digestivos a lo largo de las cuatro estaciones del año, los cuales se agrupan de la siguiente manera. En primavera se trabajó con un total de 92, para verano con 82, otoño 91 y finalmente en invierno con 82 tubos digestivos.

No obstante, las observaciones iniciales, mostraban una heterogeneidad en cuanto a los contenidos estomacales, además de que en primavera y verano no se capturaron organismos de tallas menores a 5 cm. Lo anterior indujo a trabajar con todos los estómagos y hacer un análisis global y por tallas (cada 2 cm).

Como se mencionó, los organismos estudiados fueron capturados, mediante pescas comerciales en distintos sitios del litoral de la presa (ver mapa), posteriormente se tomó el tamaño de muestra, consistiendo en 30 orgs. por mes o 90 por estación del año, teniendo cuidado de que la muestra fuese representativa de la población y por tanto considera a organismos de todas las tallas capturadas, del total de la muestra se eliminaron a los pescados que presentaban tubos digestivos vacíos.

Como trabajo inicial, se realizaron algunas observaciones generales en campo y en el laboratorio, de los tractos digestivos, las cuales se detallan a continuación:

Siguiendo a Ringuélet (1943), reportado en Rosas (1961), se hizo una apreciación objetiva del estado de repleción del tracto

digestivo, considerándolo vacío, lleno, a la mitad, a un cuarto o con algún alimento (casi vacío). Se reporta que, de las muestras trabajadas, aproximadamente un 10% presentaban estómagos vacíos, considerandolo como criterio de exclusión de dichos organismos, se destacó por otro lado, que los peces en su gran mayoría, presentaban estómagos por lo menos con algún alimento.

Una observación importante, resultó del hecho de que a principios de la temporada otoñal, se observó un marcado reclutamiento de organismos (época de reproducción); coincidiendo con algunos tractos digestivos, que presentaban un estado de repleción bajo. Muchos investigadores (Solorzano, 1961; De Buen, 1942; Rosas, 1976; Bagenal, 1978; Lagler, 1984, entre otros), mencionan el hecho que durante la temporada de reproducción y en el momento en que los órganos sexuales se encuentran presionando a las demás vísceras, las necesidades alimenticias de los peces se atenúan aparentemente, encontrándose el tracto digestivo apenas con vestigios de alimento o completamente vacío; al parecer dejan de alimentarse por que así lo exige su maduración sexual, en algunos casos el intestino se digiere así mismo (autólisis) hasta desaparecer, especialmente en las hembras. Actualmente se sabe, que no existe tal disminución en su alimentación, lo que ocurre en realidad es que el alimento es aprovechado inmediatamente a la formación de productos sexuales.

Por otro lado, se menciona que más que la importancia parcial, de acuerdo con el predominio de tal o cual clase de organismos, interesa el conjunto, es decir, la incidencia de éstos organismos considerando el total de contenidos digestivos examinados. Sin embargo, debe destacarse el hecho de la presencia del zooplancton como grupo alimenticio significativo en nuestro caso, los cladóceros, se encuentran mejor representados y dentro de éste grupo dominan las *Daphnias* y en segundo termino la *Bosmina*. La presencia de los copépodos resulta significativa de igual forma en los estómagos de ésta especie.

De igual manera, se observa en algunos estómagos la presencia de rotíferos representados mayormente por *Keratella*. No se aprecian vegetales en forma significativa (menos de 10 muestras), siempre asociados a la presencia de larvas de insectos (alimento abundante) y microcrustáceos, es posible que la ingestión de algunas fracciones sea meramente accidental. Solamente apareció un acocíl como alimento en el estómago de un charal de 12 cm de longitud.

Los peces también intervienen en la dieta del charal, se encuentran en los estómagos y como fragmentos de escamas, vertebras, combinados siempre con microcrustáceos. La presencia de especies ícticas como alimento del charal se da esporádicamente pero en charales de mayor tamaño.

De lo expuesto, se desprende que la especie depreda microcrustáceos zooplanctónicos en forma activa: los insectos se encuentran en segundo término y los peces solo se presenta en forma incierta. Las observaciones realizadas hasta el momento, resultan incompletas para designar un espectro trófico definido y específico de la especie.

Conjuntamente con las observaciones preliminares ya mencionadas, se inició el primer análisis de los contenidos estomacales con el método numérico (Yañez-Arancibia, 1975), el cual sirvió para agrupar e identificar los distintos grupos tróficos; quedando estos de la siguiente manera:

**Primer grupo - Organismos Zooplanctónicos  
(Cladóceros, Copépodos y Rotíferos)**

**Segundo grupo - Larvas del Díptero *Cylos* y de  
Odonatos y Chironómidos**

**Tercer grupo - Alevines y crías de otros peces  
(carpas y charales)**

De lo expuesto hasta el momento, se desprende que la especie *Chirostoma humboldtianum*, busca alimentarse de crustáceos menores.

como cladóceros y copépodos. Posteriormente se aficianan por larvas de insectos de Cyles, odonatos y Chironómidos. Se alimentan de peces (carpas y charales), y ocasionalmente ingieren otros organismos (Cambarinos). No hay indicios que el fitoplancton intervenga en su dieta. El patrón alimenticio descrito anteriormente coincide en su mayoría con lo reportado para otros charales y presenta alguna similitud con la alimentación del pescado blanco. (De Buen, 1940, 1942, 1943; Solorzano, 1961; Rosas, 1976, 1976a; Armejo, 1976; Blancas, 1986, y otros ).

Sin embargo los resultados analizados de ésta forma general, hasta el momento, muestran una disparidad tangible en cuanto al número de partículas alimenticias encontradas en cada uno de los estómagos, lo cual dificulta la tarea de encontrar o designar al grupo de organismos por sus preferencias alimentarias, similares o distintas, por la complejidad de los datos; lo que obligó a iniciar un análisis estadístico global de los resultados.

El criterio central de aplicar dicho análisis estadístico de los datos, se fundamentó, en observar cuales son las preferencias alimentarias de los charales y si esta agrupación se puede asignar por talla del pez, y si así fuera, encontrar éstas "Tallas tróficas" de este aterínido.

Salgado (1990), menciona que "las técnicas de Análisis Exploratorio de datos, son auxiliares en el tratamiento preliminar de un conjunto de datos y permiten una rápida y sencilla comprensión de su estructura".

#### a) Análisis exploratorio de los datos.

Los resultados de las cantidades de partículas alimenticias encontradas en cada estómago, ordenadas por tallas en forma ascendente, que se reportan en el apéndice 2, a simple vista, no muestran un patrón definido y que presentan cierta dispersión y datos extremos dentro de las mismas tallas, los cuales pueden ser

relevantes, pero desvían la atención del comportamiento alimenticio presentado por la mayoría de los peces y expresado en los datos.

Se utilizó un desplegado de Diagramas de cajas paralelas para facilitar la comparación de los hábitos alimentarios por tallas y así distinguir semejanzas y diferencias entre ellas y de esta forma poder identificar las Tallas tróficas de la especie, lo que daría la pauta para continuar con nuestro estudio. De igual forma, se dibujan "muescas laterales", para facilitar nuestra evaluación de significancia al 5% según Chambers (et. al. (1983), citado en Salgado 1990).

La construcción de los diagramas de cajas, se realizó utilizando todos los datos de contenidos estomacales y trabajando por grupos alimenticios, y agrupando a los charales por su talla, cada dos centímetros como frecuencia de tallas; como primera instancia se ubicaron conforme a números pares (4 a 5.9; 6 a 7.9; etc.), obteniéndose los diagramas reportados en el apéndice 3.

Como resultado del análisis de los diagramas se aprecia que, para el caso del zooplancton, enmarcado en el inciso a: Los charales de tallas pequeñas y como máximo hasta los 6 cm de longitud total, se alimentan en mayor proporción de organismos del zooplancton, mientras los de tallas superiores a esta medida y hasta los 12 cm, depredan el zooplancton con menor frecuencia que los primeros y su comportamiento no es significativamente distinto a juzgar por la superposición de sus muescas; teniendo finalmente a los charales de más de 12 cm como organismos que depredan a el zooplancton en pequeñas cantidades.

Lo anterior sugiere la existencia de estos tres distintos lotes de datos en cuanto a la preferencia alimenticia de los charales por el zooplancton. Sin embargo se observa cierta superposición entre los límites de estos lotes en cuanto a sus muescas, poniendo en entre dicho la diferencia significativa entre lotes, mientras que por otro lado, la F dispersión sí muestra esta separación de lotes.

En cuanto al diagrama de cajas del inciso b, que muestra la frecuencia con que depredan estos aterínidos a las larvas de Dípteros, agrupados en tallas de números pares; se aprecia de igual forma el mismo comportamiento en cuanto al agrupamiento de los datos, con excepción de los peces más pequeños (hasta 4 cm), que solo algunos consumen insectos como casos aislados. En este diagrama se destaca que la separación de los lotes se fundamenta principalmente en la dispersión que muestran los datos, en vista de que al igual que en el caso anterior, la superposición de muescas no indica una marcada diferencia entre lotes. Se destaca en este caso, el comportamiento similar de los charales que miden de más de 6 a 12 cm, identificándose como un aparente mismo lote de datos.

Con respecto al diagrama de cajas de los frecuencias presentadas por peces como alimento de los charales (inciso c), se pueden agrupar los datos en dos grandes lotes; El primero nos habla de que los charales pequeños (tallas menores a los 6 cm), no incluye a otros peces en su alimentación, mientras que algunos de los charales de tallas mayores a los 6 cm, son capaces de alimentarse de otros peces.

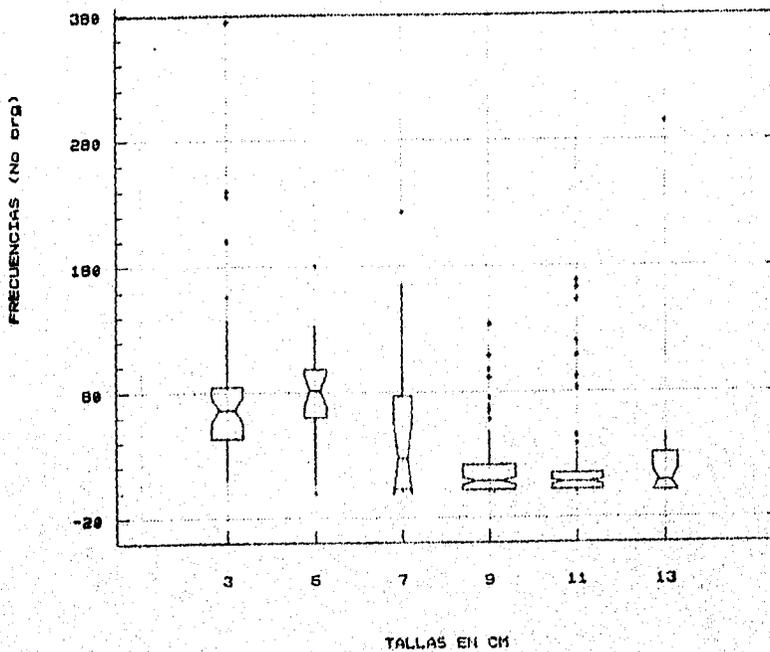
Como se observó, en estos diagramas de cajas, se destacó que conforme a los grupos tróficos: Zooplancton y Larvas de Dípteros, se pueden subdividir los datos en tres distintos lotes: El primero conformado por los peces menores a los 5.9 cm, el segundo integrado por los que miden de 6 y hasta los 11.9 cm, y el último de 12 cm de talla en adelante. En lo que respecta al último grupo alimenticio, solo se identifican algunos charales que depredan a otros peces en solo dos lotes: los de menores a 6 cm y los que sobrepasan dicha talla.

La subdivisión anterior, no resultó clara, sobre todo porque los supuestos distintos lotes presentan cierta superposición de muescas en sus cajas, sugiriendo que las tallas tróficas identificadas sufren traslape significativo. Lo cual induce a agrupar a los peces

en estudio, ahora en tallas nones (Diagrama 1), y verificar el comportamiento de los datos con esta agrupación.

Un análisis inicial de este segundo desplegado de cajas en paralelo, donde se trabajan las frecuencias de grupos tróficos encontrados en los estómagos, agrupándolos ahora en números nones cada dos centímetros de longitud total (3 a 4.9; 5 a 6.9; etc.), muestra que, para el caso del Zooplancton como alimento (Diagrama 2a), los datos se agrupan en forma clara en dos lotes.

DIAGRAMA 2a. DIAGRAMA DE CAJAS CON HUESCA DE LAS FRECUENCIAS DEL ZOOPLANCTON (NONES)

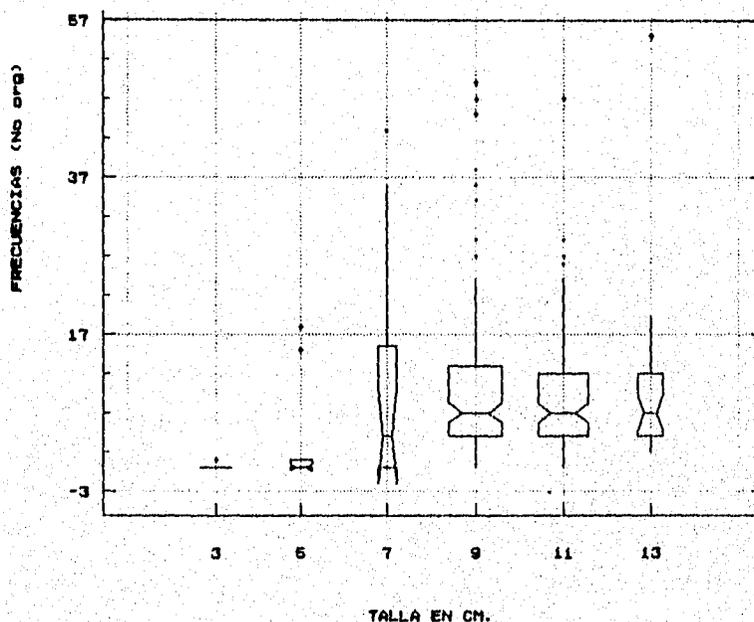


El primero nos habla de los peces pequeños y que pueden alcanzar hasta los 6.9 cm de longitud como un lote de datos. Este grupo de peces depredan en forma frecuente al zooplancton; la dispersión de

los datos no va más allá de 40 organismos. Por otro lado se distingue en forma precisa el lote de datos constituida por los peces que miden de 9 a 12.9 cm de longitud; para este caso las muescas nos hablan de la no existencia de diferencia significativa entre datos de este lote, su F-dispersión es aún más reducida a razón de 20 organismos. Lo anterior significa, que los charales de tallas mayores consumen zooplancton solo en cantidades pequeñas (valor de la mediana de 10 organismos). Sin embargo, resulta interesante observar, que se presenta algunos casos extremos en este lote, donde charales de este grupo se alimentan en mayor frecuencia de zooplancton como forma alternativa de alimentación.

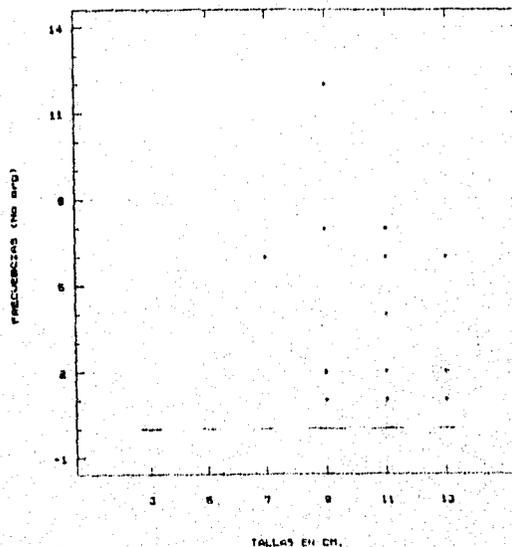
De igual manera se puede observar que existe un marcado traslape con los dos grupos antes descritos correspondió a los charales que miden entre 7.0 y 8.9 cm de longitud, este lote se caracteriza por tener una alta dispersión (alrededor de 60 organismos).

DIAGRAMA 2b. DIAGRAMA DE CAJAS CON MUESCA DE LAS FRECUENCIAS DE INSECTOS



Para el caso del diagrama 2b, se puede observar un comportamiento de los datos muy similar al caso anterior; localizándose por tanto los mismos dos lotes de datos bien diferenciados y uno más que se aleja de ambas agrupaciones; por tanto podemos hablar del primer lote, los charales menores de 7 cm de longitud, que no se alimentan de insectos y solo algunos lo hacen esporádicamente. También se analiza a un grupo de datos correspondiente a los peces de 7.0 a los 8.9 cm de longitud total, que depredan a los insectos acuáticos pero en forma muy heterogénea, encontrando a peces que pueden tener en sus estómagos hasta 15 insectos y otros solo 2 organismos (cuartos). El tercer lote de datos, nos induce a agrupar a los peces que miden más de 9 cm y que habitualmente consumen alrededor de 10 organismos de este grupo trófico.

DIAGRAMA 2c. DIAGRAMA DE CAJAS CON MUESCA DE LAS FRECUENCIAS DE PECES NONES



Por último, para el caso de los charales que llegan a consumir otros peces e incluirlos en su dieta (Diagrama 2c), se puede ver que solo se presentan en tallas mayores a los 9 cm pero solo como

casos aislados (por ello la dificultad de agruparlos en diagramas de cajas), y conforman por tanto el tercer lote de datos.

Por todo lo anterior, y como resultado del análisis exploratorio de datos (diagrama de cajas con muescas en paralelo) aplicado a los datos de los contenidos estomacales del charal *Chirostoma humboldtianum* de este cuerpo de agua. Se puede resumir que, los datos se agrupan en 2 lotes distintos; el primero por peces menores a los 7 cm de longitud total, y el segundo de los que sobrepasan los 9 cm de talla. Teniendo un grupo que bien pudiera caer en cualquier categoría, (los que midieron de 7.0 a 8.9 cm de longitud), que podríamos identificar como grupo de transición. Pudiendo por tanto identificar las "TALLAS TROFICAS" con base al análisis anterior y que separa a los dos lotes de datos ya citados.

Finalmente el análisis de los hábitos alimentarios, se efectuó con estas dos submuestras, correspondiendo a un muestreo aleatorio estratificado de los charales capturados para mejorar las estimaciones, mediante previa separación de los elementos más parecidos entre sí (Las 2 tallas tróficas).

#### b) Método Frecuencia Ocurrencia.

Como resultado de los análisis de los tractos digestivos, se encontró que la especie en estudio, presentó un patrón alimenticio que varía a lo largo de su desarrollo principalmente y a su vez reflejó un patrón alimenticio estratégico relacionado con el tamaño del alimento, abundancia, disponibilidad de las presas y estación del año. (lo cual se discute ampliamente más adelante).

Primeramente se aplicó el método de Frecuencia-Ocurrencia a los datos de contenidos estomacales utilizando la ecuación de Yasuda (1960), donde únicamente se considera el número de apariciones que tuvo cada grupo trófico, con respecto al número de estómagos en que se encontró dicho alimento, obteniéndose el siguiente tabulador:

**TABLA 1.** Clasificación del alimento encontrado en estómagos de la especie *Chirostoma Humboldtianum* de los organismos por talla trófica. Utilizando la ecuación Yasuda. (1960)

ESTACION DEL AÑO	TALLA TRÓFICA	ZOOPLANCTON	LARVAS MOSCO	PEQUEÑOS PECES
PRIMAVERA	2	0.84 P	0.96 P	0.33 A
VERANO	2	0.83 P	0.97 P	0.13 S
OTOÑO	1	1.00 P	0.09 A	0
	2	0.84 P	1.00 P	0.09 A
INVIERNO	1	1.00 P	0.20 S	0
	2	0.69 P	0.93 P	0.23 S

P-Alimento preferencial

S-Alimento secundario

A-Alimento accidental

Como se muestra en esta tabla. El grupo trófico constituido por el Zooplancton (caracterizado principalmente por microcrustáceos: Cladóceros y Copépodos). Representó el alimento preferente y primordial para este pez a lo largo de todo el año para ambas tallas tróficas. En su caso, las larvas de insecto sustentan preferencialmente a los organismos mayores que pertenecen a la talla 2, de igual forma durante todo un año y solo fungen como alimento secundario en los organismos de la talla 1 en el periodo invernal mientras que alimentan ocasionalmente a los charales pequeños solo en la época de otoño. Para el caso del grupo trófico constituido por pequeños peces (principalmente aterínidos), solo participan en la alimentación de charales de tallas mayores y lo hacen en forma secundaria para los períodos de verano e invierno y en forma accidental para primavera y otoño.

Como se aprecia hasta el momento, la sola aplicación del método de Frecuencia-Ocurrencia en el análisis con la consiguiente aplicación de la ecuación de YASUDA, solo permitió conocer la periodicidad o la frecuencia con que son ingeridos ciertos alimentos; arrojando

una clasificación alimentaria muy general. Aunado a lo anterior, este método no señala la cantidad de alimento encontrado en cada estómago, ni mucho menos la relación de éste con el tamaño y el peso del propio pez.

Por todo lo anterior, según los resultados hasta el momento, se podría aseverar que los charales pertenecientes a ésta especie, en sus primeras etapas de desarrollo (talla trófica 1), se comportan como zooplánctófagas incluyendo en su dieta principalmente a organismos del meroplancton solo en forma secundaria y accidental, mientras que los organismos de tallas mayores, también caen dentro de esta clasificación presentando tendencias carnívoras solo en forma secundaria y ocasional; lo cual resulta una conclusión ambigua y generalizada.

Para un análisis detallado y específico de los hábitos alimentarios, se procedió a evaluar la importancia de cada grupo alimentario utilizando conjuntamente los métodos NUMERICOS, GRAVIMETRICO E INDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA.

c) Métodos Numérico, gravimétrico e Índice de Importancia relativa.

Dentro de este parámetro global, el método Numérico para el análisis de los contenidos estomacales, contribuyó con información interesante en la reclasificación de los grupos tróficos de estos atherínidos; sin embargo, es importante señalar que al combinar estos resultados con los obtenidos por el método Gravimétrico, se llegaron a conclusiones concretas en la ubicación trófica de la especie. Como se observa por ejemplo en la tabla 4; En la época de primavera, la sola presencia en estómagos de los charales de 1,021 organismos del zooplancton y solo 894 larvas de insectos implicaría una elevada participación alimentaria del primer grupo (figura 3a). En este orden de ideas, las larvas de insectos según el método

numérico representaría una mediana implicación en la alimentación del pez. En el método Gravimétrico (Tabla 4, figura 3a), se destacó contrariamente a lo anterior, que el charal se alimenta preferentemente en ésta época de larvas de insecto y no del zooplancton, en vista que su participación en peso representó un 88.9%, mientras que para el zooplancton solamente un 4.44%.

Estos conceptos han sido abordados ampliamente por (Dumont, 1975), donde resaltó la importancia a nivel de biomasa de distintos grupos zooplanctónicos en el soporte alimentario de las comunidades neotónicas de agua dulce.

Lo anterior, podría crear cierta confusión en la conclusión final en cuanto a la participación de los distintos grupos tróficos que se relacionan con la alimentación de la especie en estudio.

Por tal motivo, se procedió al empleo de diagramas tróficos combinados (métodos de frecuencia y gravimétrico), y el consiguiente cálculo del Índice de Importancia relativa.

TABLA 2. Composición trófica según métodos empleados, valor y porcentaje, para la talla trófica I. otoño.

Grupo trófico	NUMÉRICO	GRAVIMÉTRICO	FRECUENCIA	I. I. R.
	No %	gr %	f %	
Zooplancton	4360-99.9	1.3-97.97	43-100(p)	97.97
Insectos	4- 0.1	0.02- 2.03	4-9.3(a)	0.188
Peces	0- 0	0- 0	0- 0	0.0

FIGURA 1. ESPECTRO TROFICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROFICO COMBINADO (c), TALLA I OTOÑO

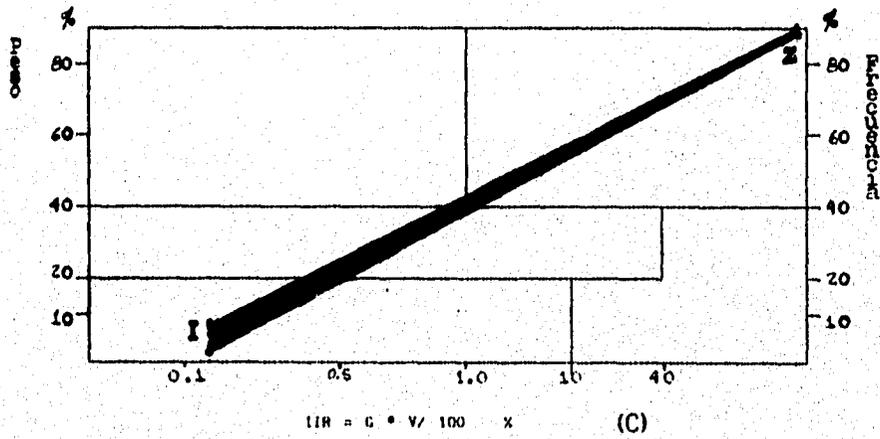
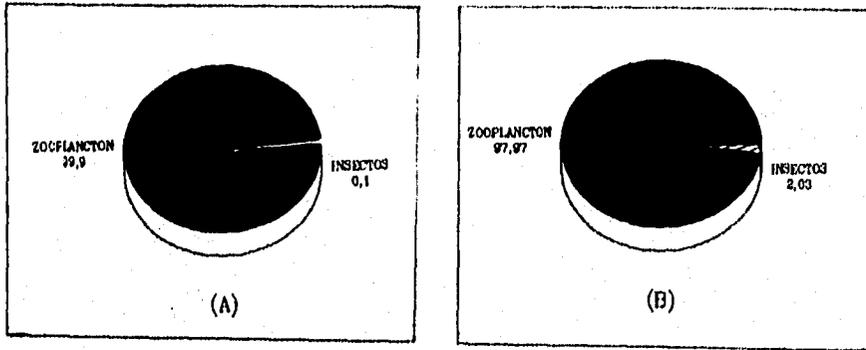
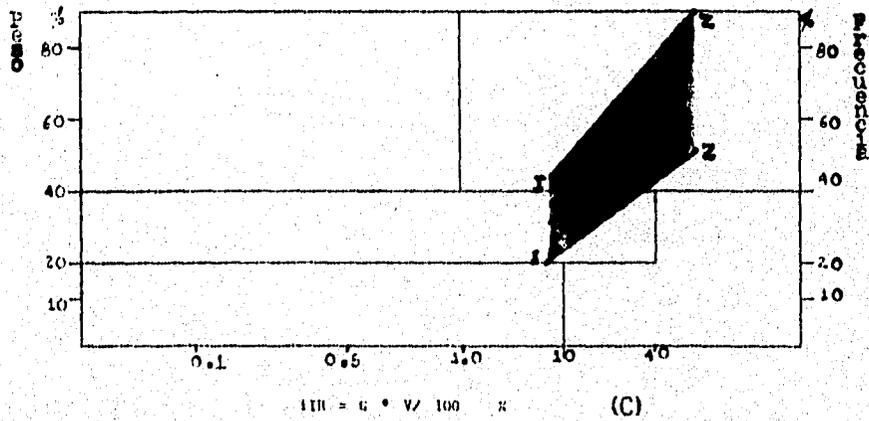
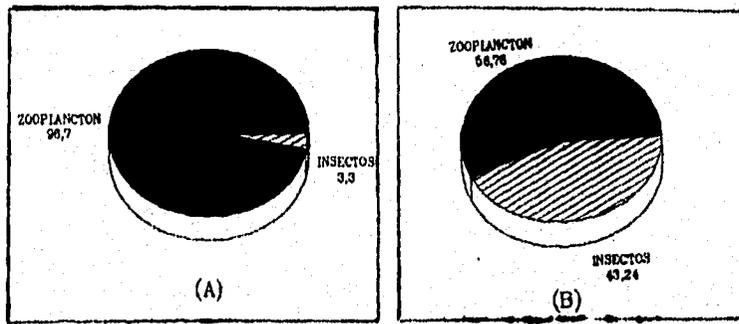


TABLA 3. Composición trófica según métodos empleados, valor y porcentaje, talla trófica I. Invierno.

Grupo Trófico	NUMERICO No %	GRAVIMETRICO gr %	FRECUENCIA f %	I.I.R.
Zooplankton	1079-96.7	0.32-56.76	24-100(p)	56.76
Insectos	36-3.3	0.24-43.24	5-20(s)	8.72
Peces	0-0	0-0	0-0	0.0

FIGURA 2. ESPECTRO TROPICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROPICO COMBINADO (c). TALLA I INVIERNO



Según lo reportado, los charales pertenecientes a la primer talla trófica, que no pasan los 7 cm de longitud total y que únicamente tuvieron representantes en las muestras de otoño e invierno; demuestran que estos pequeños peces depredan preferencialmente a los microcrustáceos pertenecientes al zooplancton y secundariamente atrapan algunas larvas de insectos.

Lo anterior se expone según el método numérico (tabla 2 y 3, figuras 1. y 2.). La depredación continua de estos organismos por los charales juveniles fué posible gracias a que, como lo menciona Margalef (1993), los cladóceros al poseer un reducido número de organos sensitivos superficiales mecánicos o químicos se vuelven suceptibles a una depredación continua por peces pequeños.

Si bien Wetzel (1981), asegura que las presas como los cladóceros relativamente transparentes consiguen pasar desapercibidos y así reducir considerablemente la depredación sobre ellos; también menciona que los movimientos lentos y regulares de los cladóceros los hacen más vulnerables a la depredación sobre todo comparado con los movimientos pulsados que poseen muchas larvas de insectos (que figuraron en este caso como un alimento secundario y ocasional).

Lo anterior explica los lugares que ocupan los crustáceos zooplanctónicos en la alimentación de estos charales juveniles, según la incidencia del depredador (método numérico). Por otro lado, el análisis del espectro trófico obtenido por el método gravimétrico (tabla 2 y 3, figuras 1. y 2.), las larvas de insecto incrementan su participación en los llenados de los estómagos de los charales, sobre todo para la temporada invernal (43.24%), donde ocupan un lugar relevante; restando por tanto, importancia significativa a los grupos del zooplancton, no así para la temporada de otoño, donde continúa ocupando el lugar preferencial como alimento de los charales pequeños.

Para categorizar definitivamente el tipo de espectro trófico de la especie; se procedió a calcular la **Importancia Relativa** de los grupos tróficos representados en las figuras 1c y 2c). Lo que significó por tanto, que como alimento preferencial para los charales de la primera talla trófica en la temporada de otoño (figura 1c) ,lo constituye definitivamente los microcrustáceos zooplanctónicos en vista de que representan para esta temporada un alimento disponible relegando al meroplancton (larvas de insectos) a la posición de alimento ocasional.

No así en la temporada invernal (figura 2), donde la disponibilidad de zooplancton disminuye. Sin embargo sigue ocupando un lugar preferente en los estómagos de los peces encontrando por tanto a las larvas de insecto como alimento secundario.

Los charales juveniles al no disponer en la misma cantidad de microcrustáceos en los meses de invierno, y obedeciendo al principio de la presión alimenticia dada por la competencia del escaso alimenticio, se ven en la necesidad de depredar más eficazmente a los organismos mayores como lo son las larvas de insecto.

Lagler (1984), mencionó que "la abundancia de una especie potencialmente buena como alimento, determinará a menudo que sea o no devorada por los peces por su disponibilidad es un factor clave para determinar lo que un pez debe comer. La mayoría de los peces se adaptan muy bien a sus hábitos alimetaryos y aprovechan los alimentos que tienen más a la mano".

Los organismos adultos ubicados en la talla trófica II, que presentan longitudes totales arriba de los 9 cm reflejan espectros tróficos distintos a los ya citados anteriormente para el primer grupo; de acuerdo a las tablas 4, 5, 6 y 7; y a las figuras 3, 4, 5 y 6,; la especie *Chirostoma humboldtianum* consume primordialmente a los largo de todo el año a las larvas de insecto.

Lo anterior se destaca en virtud de que los espectros tróficos obtenidos por el método numérico (figuras 3a, 4a, 5a y 6a), reflejan una participación significativa, que fluctua desde un 28.13% en verano a un valor máximo de 46.4% para primavera; lo anterior implica que los charales de mayor talla de esta especie, gustan de depredar insistentemente a organismos que ofrecen una fácil captura y representa un alimento sustancial en cuanto a biomasa.

Es de destacarse que la fase de primavera y otoño donde regularmente abunda el zooplancton (productividad secundaria), esto se refleja en los tractos digestivos.

TABLA 4. Composición trófica según métodos empleados, valor porcentaje. Talla trófica II. Primavera.

Grupo Trófico	NUMERICO No X	GRAVIMETRICO gr X	FRECUENCIA f X	I.I.R.
Zooplancton	1021-53	0.30-4.44	76-84.4(p)	3.68
Insectos	894-46.4	6.11-88.9	87-96.6(p)	85.97
Peces	11-0.6	0.45-6.66	3-3.3 (s)	0.22

FIGURA 3. ESPECTRO TROFICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROFICO COMBINADO (c). TALLA I: PRIMAVERA

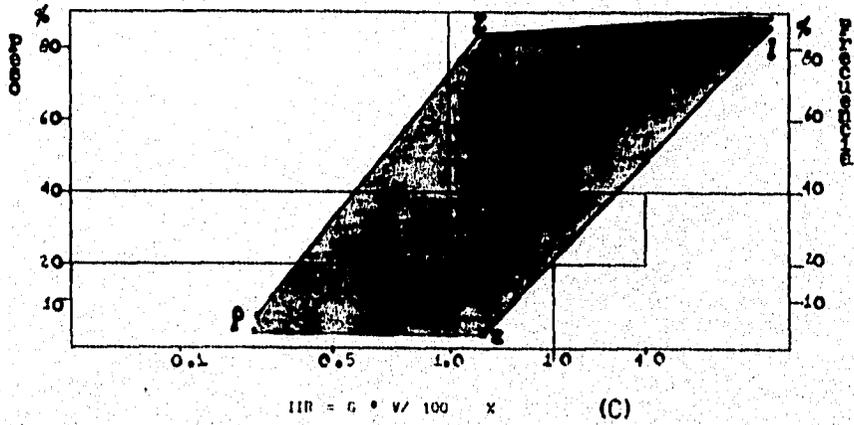
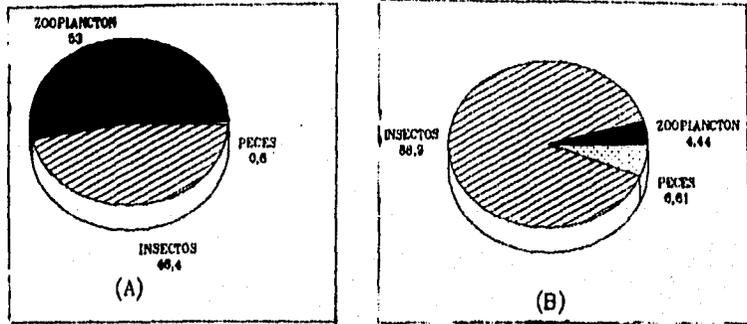


TABLA 5. Composición trófica según métodos empleados, valor y porcentaje. Talla trófica II. Verano.

Grupo Trófico	NUMERICO No X	GRAVIMETRICO gr X	FRECUENCIA f X	I.I.R.
Zooplankton	1926-70.83	0.55-8.27	67-83.7(pl)	6.93
Insectos	765-28.3	5.23-75.01	78-97.5(p)	73.13
Peces	28-1.04	1.16-16.72	11-13.7(s)	2.29

FIGURA 4. ESPECTRO TROFICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROFICO COMBINADO (c). TALLA (II) VERANO

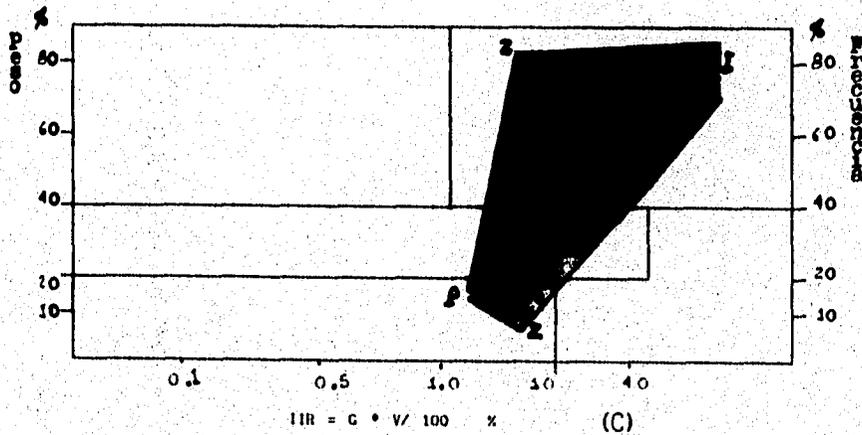
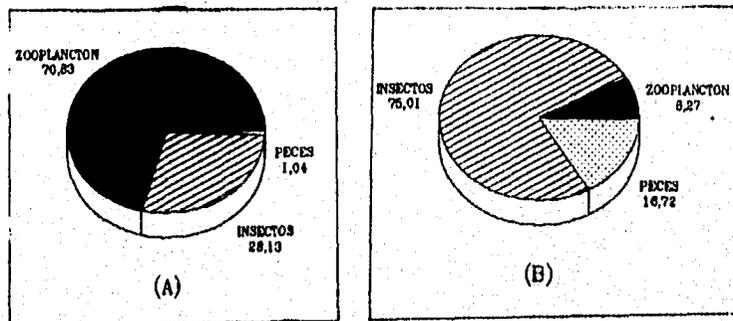


TABLA 6. Composición trófica según métodos empleados, valor y porcentaje. Talla trófica II. Otoño.

Grupos Tróficos	NUMERICO No X	GRAVIMETRICO gr X	FRECUENCIA f X	I. I. R.
Zooplancton	749-60.3	0.22-5.7	37-84(p)	4.78
Insectos	483-38.8	3.30-83.7	44-100(p)	83.7
Peces	10-0.9	0.41-10.6	4-9(a)	0.95

FIGURA 5. ESPECTRO TROFICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROFICO COMBINADO (c). TALLA II OTOÑO

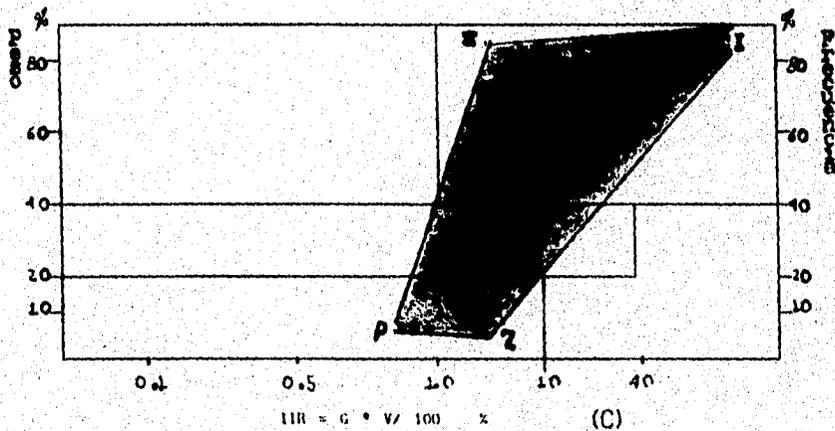
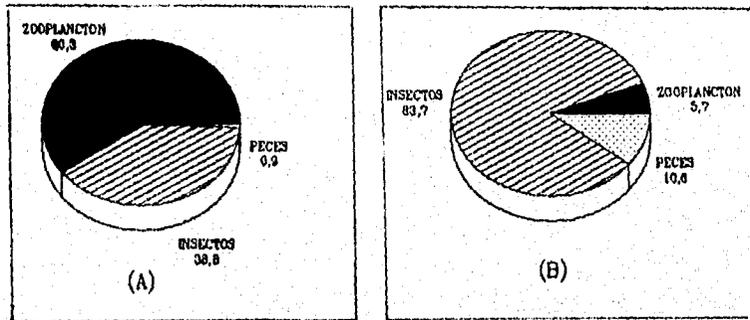
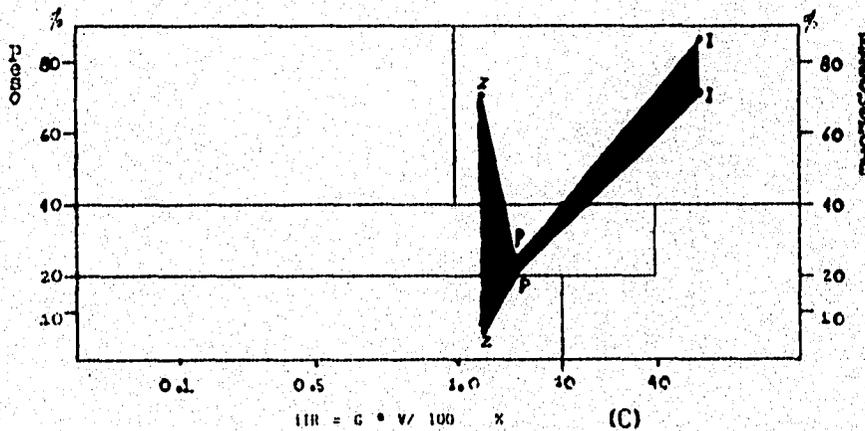
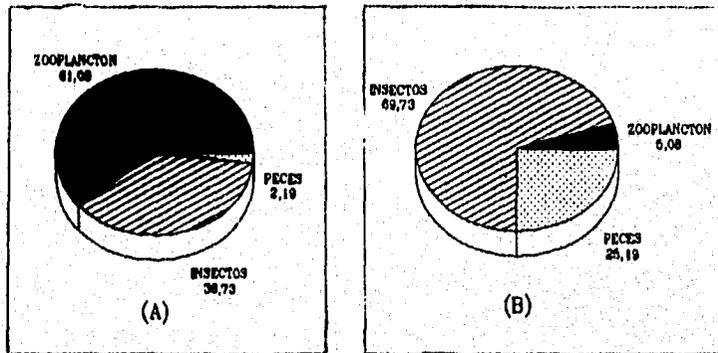


TABLA 7. Composición trófica según métodos empleados, valor y porcentaje. talla trófica II. Invierno.

GRUPO TROFICO	NUMERICO No X	GRAVIMETRICO gr X	FRECUENCIA f X	I. I. R.
Zooplanton	700-61.0	0.21-5.08	32-69.5(p)	3.53
Insectos	421-36.7	2.88-69.7	43-93.4(p)	65.0
Peces	25-2.19	1.04-25.19	11-24.0(s)	6.0

FIGURA 6. ESPECTRO TROFICO, METODO NUMERICO (a), GRAVIMETRICO (b) Y DIAGRAMA TROFICO COMBINADO (c). TALLA II INVIERNO



Debe subrayarse que todos los peces planctófagos facultativos de agua dulce, buscan activamente su alimento y seleccionan visualmente cada organismo que ingieren, los organismos pertenecientes al meroplancton regularmente representan presas grandes y abundantes como alimento para los aterínidos (Solorzano, 1961). Por otro lado Lagler (1984), destaca el hecho que en las fases primaverales, que es cuando se presentó una etapa importante de crecimiento de los peces, éstos devoran avidamente a muchos insectos, recalcando que, cuando estos sufren su fase de metamorfosis abundan en el agua y se concentran, lo que los hace particularmente vulnerables para la depredación.

Lo expuesto anteriormente explica el lugar preferente que ocupan estos organismos en la dieta de los charales de mayor talla.

Como se puede observar en los espectros tróficos (método gravimétrico), la importancia que adquiere este grupo del meroplancton, se incrementa considerablemente con respecto al grado de llenado de estómagos; encontrándose por tanto, dentro del rango de 75 % a 89%. Esto se refleja en el valor que adquiere el I.I.R., clasificándolo como alimento preferencial (figuras 3c, 4c, 5c y 6c).

Los microcrustáceos pertenecientes al grupo trófico del zooplancton, ocupan un lugar secundario en la dieta de los charales de estas dimensiones, comportamiento común para todo el año. La ingestión de estos microorganismos como alimento secundario, resulta sobre todo a su alta disponibilidad para los peces, en tanto que para la temporada invernal estos microcrustáceos, si bien se clasifican como alimento secundario, se ubican detrás del grupo de peces en la Importancia Relativa; lo cual se explica para ésta temporada, donde decrece la disponibilidad de estas presas.

Margalef (1983), menciona que las poblaciones de peces son soportadas especialmente por los elementos del zooplancton de más rápida tasa de renovación, como los cladóceros, comparándolos con los copépodos. Según los resultados, el zooplancton incide fuertemente (método numérico) en los estómagos del charal, gracias a que es un alimento disponible, fácilmente capturable y de textura agradable para los aterínidos; no obstante su importancia relativa se ve disminuida en los espectros tróficos gravimétricos, en vista de su menor dimensión, peso y bajo Índice de Reflexión en los estómagos de estos charales, relegando a este grupo como alimento secundario.

Los charales adultos complementan su alimentación con algunas larvas y crías de peces. Al respecto Lagler (1984), menciona que, los estímulos visuales, de audición y olfato impulsan a los peces a la acción de alimentarse y lo hacen a través del movimiento, color y la forma de los objetivos percibidos, que juegan un papel importante en el acto de la depredación

De lo anterior se desprende que la especie *C. humboldtianum* selecciona a otros peces como alimento de forma eficaz, no obstante, el tamaño de estas presas pudiera representar algunas dificultades, considerando las dimensiones del hocico del aterínido y la movilidad de sus presas. Wetzel (1981), recalca el proceso de selección por tamaño de las presas mediante la vista principalmente, lo cual determina que una presa sea desechada por un depredador.

Como lo señalan los resultados obtenidos, el número de peces encontrados en los tractos digestivos, no rebasan el 2%, lo cual habla de una escasa depredación por los charales de otros organismos nectónicos. La discriminación trófica señalada, puede ser resultado de la habilidad, tamaño de solo algunos depredadores, y abundancia de alimento disponible.

Con respecto al lugar que ocupa este grupo trófico en la alimentación de los charales, se ve acentuada por su participación en cuanto al peso en estómagos de los aterínidos donde aparecen; dando como resultado que si bien, se considera como alimento ocasional, constituye hasta un 25% del llenado de los estómagos, lo anterior ocurre sobre todo en la fase invernal (tabla 7, figura 6b), temporada caracterizada por la poca abundancia de alimento propio de los charales (zooplancton e insectos), teniendo que adaptar su alimentación hacia tendencias carnívoras, sobre todo para los charales mejor dotados en cuanto a su capacidad de depredación.

Un aspecto importante reside en que probablemente la selectividad de los alimentos, tenga poca relación con la edad de los peces y se vincule más con la habilidad depredadora de los mismos. Diversas investigaciones las cuales han sido reportadas por algunos autores como: Barbour(1973), De Buen (1940), Solorzano (1961), Bagenal (1978), Lagler (1984) entre otros; mencionan que los peces en general aparentemente cesan de alimentarse por necesidades propias de la reproducción, como ya se mencionó. Este último aspecto, se observó en algunos organismos de ésta especie, sobre todo en individuos hembra.

Después de haber analizado los espectros tróficos de la especie *Chirostoma humboldtianum*, que vive en las aguas de la presa Villa Victoria; se destaca que estos peces, condicionan su alimento al tamaño de las presas principalmente, alimentándose los más pequeños de microcrustáceos representados por orden de abundancia por los Cladóceros y Copépodos, los cuales adaptan sus hábitos alimentarios en base a la abundancia y a la disponibilidad de alimento, ingiriendo por tanto algunas larvas de insectos. En tanto que los organismos de tallas superiores a los 9 cm. de longitud total, gustan de capturar presas más grandes y abundantes como los insectos acuáticos, sin dejar de consumir habidamente a los microcrustáceos y dirigiendo su comportamiento trófico hacia

tendencias carnívoras, capturando a crías de peces y algún crustáceo camarino ocasionalmente. Clasificando por tanto a la especie zooplanctófaga facultativa en sus primeros estadios y con tendencias carnívoras a las tallas mayores; dividiéndose así el recurso alimentario, como principio de exclusión competitiva y así llegar a una organización trófica intraespecífica.

Barbour (1973), menciona que los organismos pertenecientes al género *Chirostoma*, desarrollan una "especiación trófica" en función al tamaño del alimento, de ésta forma minimizan la competencia por el recurso "repartíendose" así las diferentes presas por tamaño dentro de la misma comunidad y para la misma especie.

Con resultado de la presente investigación y de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre los hábitos alimentarios del género *Chirostoma* (De Buen 1940, 1940a, 1940b, 1941, 1942, 1944; Solorzano 1955, 1961, 1963; Rosas 1970, 1976, 1976a; Barbour 1973; Lara 1974; Lizárraga 1980; Blancas inédito, entre otras); se puede concluir categóricamente que; El género *Chirostoma*, se clasifica tróficamente de la siguiente manera: Las especies de charales caracterizadas por su talla pequeña, se clasifican como zooplanctófagas facultativas, mientras que algunos charales de tallas mayores como el: *Chirostoma bartoni*, *Chirostoma samani* y la especie en estudio *Chirostoma humboldtianum* conjuntamente con el pescado blanco *Chirostoma estor*, se comportan específicamente como zooplanctófagas en estadios juveniles y definitivamente como carnívoras en estadios maduros.

### III. HABITOS NUTRICIONALES DE *Chirostoma humboldtianum*.

La mayor parte de nuestro conocimiento relacionado con requerimientos nutricionales de los peces, se basa en el propósito de criarlos en sistemas controlados con fines alimenticios y de reserva. La información detallada está restringida a sólo unas cuantas familias principalmente las truchas y los salmones; apareciendo ocasionalmente estudios sobre especies dulceacuícolas y marinas que complementan datos nutricionales básicos que existen sobre estos temas.

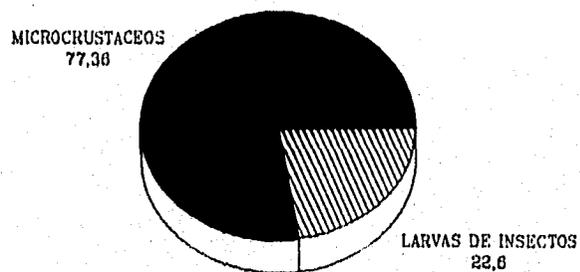
Un aspecto relevante en toda nutrición de especies nativas, radica en el conocimiento de las necesidades nutricias elementales en especies poco estudiadas, como las representan las de los aterínidos de aguas dulces mexicanas.

TABLA 8. Mezcla proporcional en peso del alimento del cheral, conforme a los resultados (método gravimétrico), por

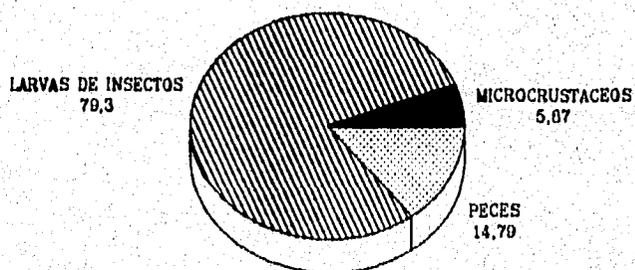
tallas (datos promedio)

ITEM ALIMENTICIO	TALLA I (X)	TALLA II (X)
MICROCRUSTACEOS ZOOPLANCTON	77.36	5.87
LARVAS DE INSECTOS	22.6	79.3
PECES	0.0	14.79

FIGURA 7. ESPECTRO TROFICO GRAL.  
POR TALLAS TROFICAS. METODO  
GRAVIMETRICO



Talla I



Talla II

Al respecto, en la presente investigación se describe y analizan resultados obtenidos en las pruebas bromatológicas del alimento natural, que conforme al espectro trófico del charal *C. humboldtianum*. Como se observa en la tabla No.8 y figura 7, las proporciones que guardan los distintos grupos alimenticios de la especie conforme a su talla trófica, sirvieron como base para formular la muestra a analizar bromatológicamente; diferenciándose claramente las necesidades alimenticias entre tallas (analizado anteriormente).

Con base a éstos resultados y al análisis bromatológico proximal, se reportan los siguientes necesidades nutricias de la especie en promedio.

Se efectuaron un total de 5 análisis bromatológicos en el laboratorio con dos repeticiones cada <sup>2</sup> uno, (3 para la talla trófica I y 2 para la talla trófica II respectivamente). Los resultados encontrados se reportan en la tabla No.9 y figura 8, destacando los datos promedio de cada componente nutricio, por talla; proteínas, grasa cruda, cenizas (minerales), fibra cruda y carbohidratos.

<sup>2</sup> Contandose con el apoyo del Lab. de Bromatología de la FES-2, así como el Lab. de Farmacia de la UAH-X.

TABLA 9. Análisis bromatológico proximal, del alimento natural que ingiere el charal *C. humboldtianum*, por tallas tróficas (base seca)

DETERMINACION	DATOS PROMEDIO(X)		INTERVALOS CONFIANZA	
	talla I	talla II	talla I LIMITE	Talla II LIMITE
PROTEINA CRUDA	30.36	15.96	25.05-35.68	15.12-16.8
GRASA CRUDA	21.99	6.4	9.27 -34.71	3.91-8.89
CEMIZAS	12.95	53.7	10.94-14.95	49.62-57.78
FIBRA CRUDA	7.71	10.34	2.39 -13.03	4.88-15.80
CARBONHIDRATOS	26.9	13.56	17.75-36.05	12.29-14.03

Como se puede apreciar, los charales pertenecientes a la talla 1, gustan de nutrirse de organismos, donde las proteínas imperan en un 30.3%, seguidos de carbohidratos un 26.9%, complementando su alimentación con grasa en un 21.9%, cenizas en 12.9% y fibra con 7.7%.

La composición nutricia reportada para este grupo de peces, obedece primordialmente a sus requerimientos para un crecimiento óptimo en cuanto a las cantidades necesarias de proteínas en sus dietas, en vista de tratarse de organismos jóvenes que tienden a incrementar su peso y talla. Lo anterior es abordado por Ventura (1987) y Palacios (1988), entre otros, donde destacan altos rangos de proteínas, que oscilan entre los 56 y 35% para organismos jóvenes en la nutrición de peces, delegando cantidades menores para organismos adultos.

La proporción de carbohidratos encontrada para los charales pequeños, resulta significativa en cuanto a su porcentaje total, atendiendo a que representan la principal fuente de energía para

los peces. Considerando que estos charales se deben mantener en constante movimiento, para evitar la depredación principalmente. Los datos reportados por Ventura (op. cit.) varían entre los 19 y 48%, dependiendo de la especie, sobre todo para truchas, carpas y tilapias en estado juvenil.

Los Lípidos tienen una función importante en la fisiología de los peces pues son transportadores de vitaminas liposolubles, Lagler (1984) reporta por ejemplo, para cíclidos valores de 25%, proporción similar a la encontrada para este aterínido. Es importante reflexionar que para peces pequeños, donde la actividad reproductora resulta nula, la necesidad nutricional en cuanto a grasa, varía conforme a las demandas ambientales (incrementándose en invierno como factor de reserva).

La proporción de minerales requerida para este charal, se sugiere relativamente alta 12.9%, en vista de que se reportan proporciones mínimas de 5% suficientes para obtener un buen crecimiento en otras especies; sin embargo, la presencia de cenizas encontradas, aseguran la participación de minerales básicos para el crecimiento óptimo de este charal, recordando que las funciones fisiológicas de los minerales, son importantes pues son cofactores enzimáticos que forman parte de la estructura ósea y formación de escamas, importante en esta etapa de desarrollo.

Los organismos juveniles del *C. Humboldtianum*, complementan su dieta con fibra cruda, elemento indispensable para el aprovechamiento de componentes nutricios y funcionamiento adecuado del sistema digestivo.

Considerando lo anterior, el contenido nutricional del alimento natural que ingieren los charales pequeños obedece primordialmente a sus hábitos alimentarios, donde resalta su preferencia por microcrustáceos zooplanctónicos y algunas larvas de insectos. Diferentes autores han reportado que el zooplancton, particularmente los crustáceos, contienen altos contenidos de amino

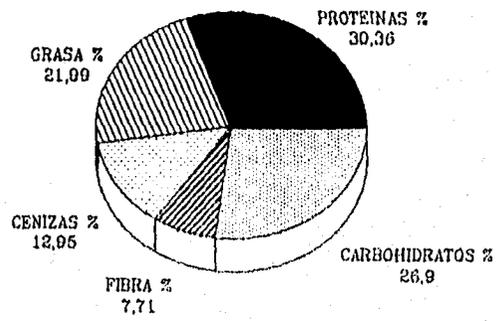
ácidos esenciales sobre la base de peso seco, confiriéndoles porcentajes de 30-50% de proteína cruda a especies como *Daphnia pulex* y *magna* (apéndice No.4 ); el contenido de grasa del zooplancton puede variar del 5 al 10%, mientras que reportan para hidratos de carbono datos que oscilan entre los 20 y 40%, atribuyéndole a los cladóceros principalmente un 10% de cenizas (el zooplancton hasta cierto punto, contiene todos los minerales necesarios representado una presencia significativa de cenizas. (Halver, 1972; Wikstend 1979).

En contraste con lo discutido para la talla trófica I, el contenido nutricional del alimento natural que ingieren los charales mayores difiere claramente según lo reportado en la tabla No. 9 y figura 8 ; una de las diferencias marcadas consta en la cantidad de proteínas registrada para este grupo, lo cual significa una disminución en este componente nutricional (50% aproximadamente); registrándose valores de 15.9%. Esto es abordado por Lagler (1984), donde asegura que "los requerimientos de proteína varían con los cambios que aparecen en el ciclo de vida del pez, siendo grande cuando este es pequeño, crece rápidamente y cuando se prepara para realizar la formación de óvulos y esperma".

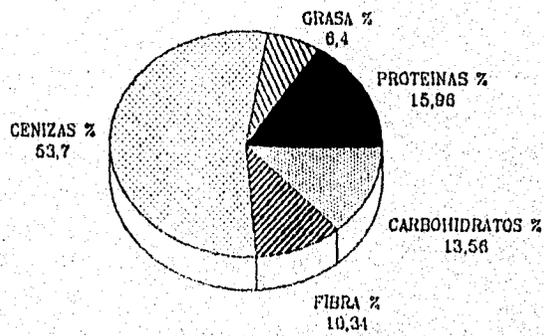
Una disminución similar sucede con los carbohidratos que consumen los charales de la talla trófica II, alcanzando valores de tan solo 13.5% en promedio; si bien es cierto que estos peces requieren energía disponible para capturar sus presas eficazmente, los requerimientos de esta se ven reducidos al decrecer el metabolismo propio de estos organismos, comparándolos con los peces juveniles.

Por otro lado, existen evidencias (Galviz, 1987); de que algunos peces de agua dulce como los bagres adultos, no requieren más de 20% de carbohidratos, en vista de que son considerados como "diabéticos" por algunos investigadores por su deficiente metabolismo de los carbohidratos y en consiguiente por la baja utilización de los mismos.

FIGURA 8. CONTENIDO NUTRICIONAL DEL ALIMENTO NATURAL INGERIDO, POR TALLAS TROFICAS



Talla I



Talla II

Los peces de agua dulce, muestran diferencias de grupo en su contenido relativo de grasa, acentuándose generalmente con el cambio de hábitos alimentarios (Lagler, 1984), recordando que los peces de zonas templadas acumulan grasa como reserva para el invierno, y para su gasto energético en la ovoposición. Esta diferencia en cuanto a la grasa que consumen los peces, se observa también para los atherinidos, donde los adultos consumen cantidades menores (6.4%), que los peces jóvenes. Resultaría interesante efectuar un análisis nutricional del alimento consumido por charales en estadio reproductor, lo cual despejaría la duda de una creciente demanda de lípidos con fines de acumulación reproductiva exclusivamente.

En cuanto a la fibra cruda que consumen los charales mayores, no presenta cambios importantes en comparación a los organismos juveniles, registrándose siempre valores cercanos al 10%; necesarios para su óptimo desarrollo en cualquier fase de crecimiento.

Un aspecto relevante en la calidad de alimento ingerido por los charales mayores, resulta de las altas proporciones de cenizas encontradas que superan ligeramente el 50%, tal diferencia se debe principalmente al tipo de presas capturadas por estos organismos, los cuales (como ya se analizó), al depredar avidamente gran cantidad de insectos así como algunos peces constantemente; ingiriendo por ello cantidades elevadas de minerales; recordemos que estos desempeñan en el cuerpo funciones de: **Estructura** - Calcio, Fósforo, Flúor y Magnesio - (para la formación de dientes y huesos); **Respiratoria** - Hierro, Cobre, Cobalto - (para la formación de la hemoglobina) y de **Metabolismo en general**, Enzimas digestivas, cofactores, maduración de gónadas y hormonas.

Al igual que en la talla trófica anterior, los charales de tallas mayores al variar sus hábitos alimentarios, modifican también su contenido nutricional; observándose una inclinación especial en

reducir sus necesidades protéicas y de carbohidratos, al ser requeridos en menor cantidad, por su tipo de metabolismo; tal como sucede con los demás animales, los peces pueden fácilmente sintetizar ciertos aminoácidos muy rápidamente, acentuando este proceso en organismos adultos, con una alta eficiencia de conversión protéica (Lagler, 1984); explicándose así su aparente poca necesidad de proteínas. De igual manera, se presenta una ingestión alta en minerales, dada primordialmente por estructuras "duras" de presas consumidas.

Por todo lo anterior, se sugiere que los aterínidos del género *Chirostoma*, presentan necesidades nutricias distintas a muchos peces de agua dulce; donde no demandan un alto contenido protéico ni de carbohidratos, sobre todo los organismos adultos, presentandose una mayor similitud con las demandas nutricionales de otras especies carnívoras como la trucha "arco iris" entre otras.

Por último se sugiere, diseñar un alimento artificial para aterínidos, en cautiverio, que se basan en los resultados aquí reportados; donde se practique un ensayo de dietas, aplicando los límites para cada componente nutricio. En el presente trabajo se obtienen ambos límites, para diseñar este tipo de alimentación, con un 90% de confiabilidad, tomando como base el proceso metodológico en la obtención de los datos bromatológicos proximal (tabla No. 9)

## CONCLUSIONES

Los organismos capturados en las aguas de la Presa Villa Victoria, pertenecientes a la familia *ATHERINIDAE*, al género *Chirostoma* y a la especie *humboldtianun*.

La especie aquí descrita, que pertenece a uno de los géneros característicos de la Cuenca del Lerma, tomándose como indicio de la probable existencia de antiguas corrientes fluviales tributarias de aquella cuenca, que alimentaban el Valle de Villa Victoria, dentro del cual se construye la Presa del mismo nombre.

Con base al Análisis Exploratorio de Datos realizado a los contenidos estomacales, se identifican dos Tallas tróficas distintas y un grupo de transición. La primer talla, agrupa a los charales que miden menos de 7 cm. y la segunda, los que sobrepasan los 9 cm de longitud total. Por tanto se inicia con la conclusión, que estos dos grupos se alimentan en forma distinta; observándose que los peces que miden de 7 a 9 cm, representan un traslape entre ambas tallas tróficas.

La especie *C. humboldtianum* presenta dos distintos comportamientos tróficos a lo largo de su desarrollo (tallas tróficas), obteniendo que los organismos de tallas menores de 7 cm., se comportan como zooplanctófagos facultativos ingiriendo preferentemente a los cladóceros, posteriormente a los copépodos y complementan su dieta con larvas de insectos; comportandose por tanto, como la mayoría de los charales adultos pertenecientes a otras especies..

Los organismos pertenecientes a la segunda talla trófica, se comportan como carnívoros no obligatorios, practicando algunos el "canibalismo", donde capturan preferentemente presas grandes y disponibles como lo son las larvas de dípteros , *Chironómidos* y *Odonatos*.

La ubicación trófica de la especie revela unos hábitos alimentarios sujetos a la disponibilidad de alimento, temporada del año y la selección de sus presas por el tamaño principalmente; presenta por tanto la Especiación trófica descrita por Barbour (1973).

Los charales pertenecientes a la primer talla trófica, consumen dentro de su dieta natural un promedio de: 30% de proteína cruda, 26.9% de carbohidratos, alrededor de 22% de grasa cruda y complementan su nutrición con 7.7% de fibra cruda y un 12,9% de minerales diversos.

La composición nutricia del alimento natural de los charales de tallas menores de 7 cm. de longitud total, se debe particularmente a la naturaleza química proximal de los microcrustáceos zooplanctónicos (cladóceros principalmente), alimento principal de estos peces.

Los peces agrupados en la talla trófica II, ingieren proporciones distintas, a los de la primer talla, registrándose datos menores de proteínas, carbohidratos y grasa cruda a razón de 15.9%, 13.5% y 6.4% respectivamente, consumen un 10.3% de fibra en sus alimentos y 53.7% de cenizas.

Al variar el charal conforme a su desarrollo sus hábitos alimentarios, modifica significativamente su nutrición, observando una alta participación de estructuras "duras" procedente de sus presas (caparazones de insectos, escamas , espinas y huesos de otros peces), y por tanto un incremento significativo en la cantidad de minerales que componen su dieta, reduciendo así la

participación de proteínas y carbohidratos consumidos.

Los charales juveniles, requieren altas cantidades de proteína para lograr su crecimiento, mientras que sus necesidades de carbohidratos tambien son elevadas en la obtención de la energía necesaria para escapar de sus depredadores y sustentar su elevado metabolismo

Los organismos adultos requieren consumir menos proteína, excepto en su fase reproductiva, en vista de que su fase de crecimiento disminuye gradualmente.

La elaboración de una dieta, para la aimentación artificial de aterínidos, debe contener como base nutricional: de 25 a 35% de proteína, de 9 a 30% de grasa, 10 a 15% de minerales, 2 a 13% en fibras y 17 a 36% de carbohidratos esto para los organismos menores de 7 cm. de longitud total.

Para los organismos adultos mayores de 9 cm. de longitud, se sugiere una dieta compuesta de proteína entre un rango de 15 a 17%, grasa de 4 a 9%, minerales 50 a 58% (aconsejando reducirlo) fibras de 5 a 18% y de 12 a 15% de carbohidratos. Para éste grupo de peces, se sugiere reducir la proporción de minerales e incrementar las proteínas y grasas, sobre todo en la fase reproductiva.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, DEL VILLAR, J. 1963. Ictiología Michoacana III. Los peces de San Juanico y de Tocumbo, Mich. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. México 12:111-138 p.
- 1970. Peces Mexicanos (Claves ) Instituto Nacional de Investigación Biológica Pesquera. Comisión Nacional Consultivas de Pesca, México. 42-47 p.
- ATHIE, L.M. 1987. Calidad y cantidad de agua en México. Universo Veintiuno. México, 152 p.
- ARMIJO, O. A. y SASSO, Y. 1976. Observaciones preliminares en acuarios sobre incubación y alevinaje de aterínidos. Chirostoma spp. del lago de Pátzcuaro Mich. Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática. México: 1-12 p.
- ARREDONDO, F. J. L., BORREGO E. 1983. Batimetría y morfometría de los lagos "maars" de la cuenca oriental, Puebla México, Biótica 8(1): 37-47 p.
- ARREDONDO, F. J. L. Y AGUILAR D. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas, realizadas en lagos Mexicanos con especial énfasis en su ictiología. Contribuciones en hidrobiología. en Memoria de la reunión "Alejandro Villalobos" UNAM. México 37-91 p.
- AZORIN, POCH, F. 1972. Curso de muestreo y aplicaciones. Ed. Aguilar. España.
- BAGENAL, T. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh water. 3a edition. IBP. No 3. BLACKWELL Scientific Publications L.T.D. Britain. 219 p.
- BARBOUR, C. D. 1966. The Systematic and Evolution of The Genus Chirostoma, (Pisces; Atherinidae). Tulane University, Ph. Zoology 132 p.
- BARBOUR, C. D. 1973. A biogeographical history of Chirostoma (Pisces: Atherinidae): Special Flock from the Mexican Plateau, Copeia, 3: 533-556 p.

- BERRIOZABAL, F.B. 1936. Informe del comisionado F.B. Berriozábal sobre observaciones hechas en los lagos de Pátzcuaro y Zirahúen y en el río Cupatitzio. Bol .Depto. Forest. de caza y pesca.1(3): 173-189 p.
- BLANCAS, A. G. 1986.(inédito) Estudio de los hábitos alimenticios de la especie Chirostoma promelas Jordan y Snyder familia Atherinidae y su relación con la disponibilidad de alimento, durante el período Abril 1982 a Febrero 1983, en la presa Huapango Edo. de México. Tesis de Licenciatura ENEP-Zaragoza, U.N.A.M.:116p.
- CADENA, R. I. y MARTINEZ, H.J. 1979. (inédito). Avance del inventario nacional de los cuerpos de agua epicontinentales, rendimiento potencial e importancia para la acuicultura. parte III. Manuscrito. Depto. de pesca: 600 p.
- CALVO, C. C. 1985. Manual de técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos. Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos, división de nutrición experimental y ciencia de alimentos. Inst. Nal. Nutr., Publicación L-23:5-7 p.
- CHOU Y. L. 1977. Análisis estadístico. 2a edición, Ed. Interamericana; México.
- CUESTA, T. C. 1931. Chirostoma samani. Nov. An. Inst. Biol. U.N.A.M. México. 2(3): 235-241 p.
- DE BUEN, F. 1940. Lista de peces de agua dulce de México. En preparación a su catálogo. Est. Limn. Pátzcuaro. Trab. Sec. Mar. Nal. 2:1-66 p.
- 1940a. Sobre una colección de peces en los lagos de Pátzcuaro y Cuitzeo. Ciencia, México (7); 306-308 p.
- 1940b. Pescado Blanco Chacuami y Charari del lago de Pátzcuaro, Invest. Est. Limn. Pátzcuaro (10); 1-26 p.
- 1941. Temas de limnología. La Piscicultura en el Lago de Pátzcuaro. Rev. Gral. de Marina. 2a, (5); 46-49 p.
- 1942, Nota sobre la ictiología de aguas dulces de México IV. Los peces del lago de Chapala en una nota del profesor Cuesta T. 1935. Invest. Nat. 4(3,4):211-232 p.
- 1943. Los lagos Michoacanos I. Caracteres generales. El lago de Zirahúen. Rev. Soc. Mex. de Hist. Nat. IV (3-4):211-232 p.

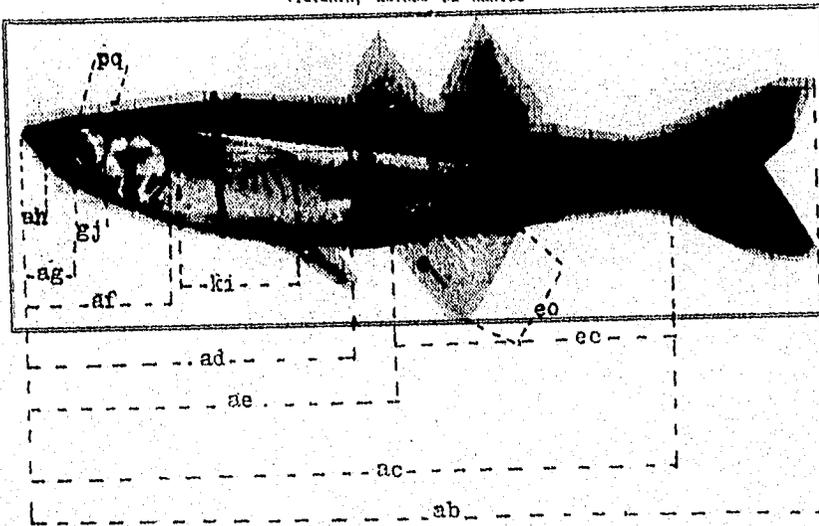
- 1944. Limnología de Pátzcuaro. An. Del Inst. Biol. UNAM. IV (1); 261-312 p.
- DIAS- PARDO E. 1972. Descripción de un nuevo Aterínido de Villa Hermosa Tabasco. México. (Pisces Atherinidae). An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México. 19:145-153 p.
- ESPINOZA, N. M. 1941. Estudios bromatológicos del pescado blanco (Ch. estor Jordan). Inv. Est. Limn. Pátzcuaro Mich. 8:1-8 p.
- GALAVIZ, L. 1987. Enfermedades nutricionales del bagre. México. Rev. Lat. Acua. 2(11):17-18 p.
- GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2. edición. Inst. Geogr.U.N.A.M. México 246 p.
- GARCIA, M. E. Y FALCONZ. 1974. Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana, 2a, edición, Porrúa México: 179 p.
- GARCIA DE L. F. 1985. Relaciones alimenticias y reproductivas entre Chirostoma estor Jordan y Microterus salmonidos. Lacepede, en el lago de Pátzcuaro Mich. México. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo: 41-59 p.
- GUERRA M. C. 1986. Análisis taxonómico poblacional de peces aterínidos (Chirostoma y Poblana), de las cuencas endorréicas del altiplano mexicano. An. Esc. Nat. Cienc. Biol. México. 30:81-113 p.
- HALVER, J. E. 1972. Fish nutrition, Academic Press. En: Explotación del gusano de fango en Hidalgo. México. Rev. Lat. Acua.3(14): 19-24 p.
- HAROLD, E. K. 1987. Análisis químico de alimentos de pearson. 2. edición, Ed. CECSA; México: 585 p.
- HERNANDEZ, S. 1980. Cultivo del charal. primera memoria del V simposio de biología de campo. ENEP-Iztacala. U.N.A.M. México.
- INEGI. 1988. Síntesis geográfica del edo. de México. editado por DETENAL. México.
- JORDAN, D. S. y HUBBS, C.L. 1919. A monographi review of the family of Atherinidae on Siliversides. Loland Stanford Junior. Univ. Series: 87 p.
- JORDAN, D. S. y SNYDER, J. O. 1899. Notes on a collection of fishes from the Rivers of México, with description of twenty new Species. Bull. U. S. Fish. Comm. 19: 115-145 p.

- JUAREZ, P. PALOMO, G. 1987. La acuicultura en México, antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982. Contribuciones en Hidrobiología. En memoria de la reunión "Alejandro Villalobos" UNAM. México. 37-87 p.
- MARTINEZ, P. C. 1988. Algunos aspectos de nutrición de las tilápias. México. Rev. Lat. Acua. 3(14):4-5 p.
- LAGLER, B. M. 1984. Ictiología. AGT Editor S. A. la edición en español, México D. F. 125-166 P.
- LARA, B. A. 1974. Aspectos de cultivo extensivo e intensivo del Pescado Blanco de Pátzcuaro, (Chirostoma estor Jordan 1879). Simposium FAO- Carpas Sobre acuicultura en America Latina, Montevideo Uruguay 5 p.
- LIZARRAGA DE T. E. 1980. Composición de tallas, pesos, sexos y Relaciones Biométricas del Pescado Blanco (Chirostoma estor, Jordan 1978) en el Lago de Pátzcuaro Michoacán. Tesis Profesional, Inédito C.I.C.M. I.P.N. 31 P.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Ed. Omega España 951 p.
- MARTINEZ, P. C. 1988. Algunos aspectos de nutrición de las tilápias, México. Rev. Lat. Acua. 3(14); 4-5 p.
- MATSUI, Y. y YAMASHITA, I. 1936. Informe de los doctores Matsui y Yamashita acerca del establecimiento del laboratorio limnológico de Pátzcuaro. Biol. Depto. Forest. de Casa y Pesca. 1(3): 166-172 p.
- MENDEZ, I. 1976. Conceptos muy elementales de muestreo con énfasis en la determinación práctica del tamaño de muestra. Monografía 25, Serie azul. Inst. de Invest. Mat. Aplicadas y en Sist. (I.I.M.A.S.) U.N.A.M. México.
- MERK, S. 1903. Distribution of the Fishes of Mexico. The Am. Nat. 37:771-784 p.
- MORALES, V. J. 1987. Necesidades nutricionales de la carpa común. México. Rev. Lat. Acua. 3(19):14-16 p.
- PALACIOS 1988. Algunos aspectos de la nutrición de las tilápias. Acuavisión. Rev. Mex. de Acua. FONDEPESCA México 4-6 p.
- ROSAS, M. M. 1970. Pescado blanco (Chirostoma estor) su fomento y su cultivo en México. Sect. Ind. Com. Inst. Nal. Biol. Pesc. Instructivo. México 2:79 .

- ROSAS, M. M. 1976. Peces dulce acuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Inst. Nal. de Pesca. México:79 p.
- 1976a. Datos biológicos de la Ictiofauna del Lago de Pátzcuaro con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Memorias del Simposium sobre Pesquerías en aguas Continentales, Tuxtla Gutiérrez Chiapas, tomo II: 299-366 p.
- SALGADO, U. I. 1991. El análisis exploratorio de datos en la dinámica de poblaciones de peces. parte II aplicaciones. Apuntes del curso. ENEP-ZARAGOZA. U.N.A.M. 2(1):52-57 p.
- SCHWOERBEL, J. 1975. Métodos de hidrobiología. Ed. Hermann Blumen. Madrid:262 p.
- SOLORZANO, P. A. 1955. La pesca en el lago de Pátzcuaro, Michoacán y su importancia económica regional, Dir. Gral. de Pesca, Sria. de Marina. México 70 p.
- , 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro. Mich. (*Chirostoma bartoni* Jordan y Evermann 1986). Sect. Ind. Com. Dir. Gral. de Pesca e Ind. Conex. México:70 p.
- 1963. Algunos aspectos biológicos del Pescado Blanco del lago de Pátzcuaro Michoacán (*Chirostoma estor* Jordan 1979) Inst. Nal. de Inv. Biol. Pes. (4);7-12 p.
- VELAZQUEZ, E. M. A. 1988. Las truchas. Sinopsis del cultivo de las especies. Dir. Gral. de Acuac: Sec. Pes. México.
- VENTURA, M. J. 1987. Necesidades Nutricionales de la Carpa Común. Nutrición Acuícola. Acuavisión. Rev. Mex. Acua FONDEPESCA. México. 14-16 p.
- WICKSTEAD, J. H. 1979. Zooplancton Marino. Omega, España. 7:65-71 p.
- WETZEL, G. R. 1981. Limnología. Saunders. Collega Publishing Philadelphia 793 p.
- WELCH, P. S. 1948. Limnological methods. Mc Craw-Hill Book company inc. New York:380 pp.
- YASUDA, F. 1960. The Types of Food habits of fishes assured and stomach contents, examination Bull. Japanese. Soc. Sci. Fish, 26(7);653-662 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, L. A. 1975. Sobre los estudios de peces sobre lagunas costeras; Nota científica y métodos. Anales de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. 2(1):52-57 p.

A P E N D I C E I

VALORES PROMEDIO DE ALGUNAS VARIABLES BIOMETRICAS  
Y MERISTICAS, DE 46 EJEMPLARES ADULTO DE LA ESPECIE *C.*  
*humboldtianum* (Cur. Val), CAPTURADOS EN LA PRESA VILLA  
VICTORIA, ESTADO DE MEXICO



VARIABLE	DATO PROMEDIO
Longitud total (ab).....	110.66 mm
Longitud estandar (ac).....	94.85 mm
Longitud predorsal (ad).....	70.85 mm
Longitud preanal (ae).....	55.49 mm
Longitud cefálica (af).....	22.33 mm
Longitud preocular (ag).....	7.28 mm
Longitud mandíbula inferior (ah).....	7.71 mm
Longitud postanal (ec).....	32.52 mm
Longitud base de la aleta anal (eo).....	17.95 mm
Longitud aleta pectoral (gj).....	15.76 mm
Diametro de la órbita ocular (gj).....	7.80 mm
Diametro interorbital (pq).....	4.00 mm
Altura máxima del cuerpo.....	19.42 mm
Branquiespinas.....	17
Escamas Lin. med. lat.....	50

A P E N D I C E 2

PARTICULAS ALIMENTICIAS ENCONTRADAS EN CADA ESTOMAGO  
Y ORDENADAS POR TALLAS ASCENDENTES DURANTE LAS  
CUATRO ESTACIONES DEL AÑO

PRIMAVERA				
LONG. (cm)	PESO (gr)	ZOOPLANKTON	LARVAS I	PECES
8.0	3.45	166	0	0
8.6	3.55	50	3	0
9.0	4.0	40	0	0
9.6	5.57	32	34	0
9.6	5.2	42	0	0
9.9	5.7	47	3	0
10.1	6.8	2	4	0
10.1	6.3	11	9	0
10.2	8.9	13	6	0
10.3	7.3	0	5	0
10.4	6.84	11	3	0
10.5	9.7	14	14	0
10.6	8.0	11	24	0
10.7	7.3	8	4	0
10.7	7.3	1	29	0
10.8	8	11	4	0
10.8	2.7	26	0	0
10.8	8.2	0	20	0
10.8	7.5	6	15	0
10.9	8	2	16	0
10.9	8.3	75	27	0
10.9	7.5	29	9	0
11.0	7.2	8	2	0
11.0	11.6	29	19	0
11.1	8.3	0	5	0
11.2	12.5	2	8	0
11.2	8.9	1	11	0
11.2	9	3	7	0
11.2	9	4	6	0
11.2	9.3	14	16	0
11.2	8.4	20	5	0
11.3	8.9	19	23	0
11.3	9.1	9	3	0
11.4	9.6	1	6	0
11.4	9.6	14	4	0
11.4	9	29	14	0
11.4	10.3	12	14	0
11.5	10	18	3	0
11.6	10.6	21	7	0
11.6	10.6	0	19	0
11.6	10	30	4	0
11.6	10	29	3	0
11.7	10.7	19	14	0
11.8	11.3	0	12	0

11.9	10.2	6	7	0
11.9	10.7	10	13	0
11.9	10.8	0	7	0
11.9	11.33	0	22	0
12	11.9	3	8	0
12.0	12.2	2	8	0
12.1	10.6	26	9	0
12.1	11.6	3	2	0
12.2	12.2	1	29	0
12.2	9.3	6	5	0
12.2	12.3	8	13	0
12.3	10.6	13	1	0
12.4	10.3	0	6	0
12.4	11.8	0	4	4
12.4	11.3	12	11	0
12.4	12.2	12	2	0
12.4	11.0	92	9	0
12.5	11.3	6	15	0
12.5	12.8	3	19	0
12.5	12.7	12	8	0
12.6	11.4	31	7	0
12.7	12.4	5	7	0
12.7	12.4	0	3	0
12.8	12.8	15	9	0
12.8	11.5	22	13	0
12.9	11.5	3	7	0
12.9	12.6	0	18	0
13.0	11.6	19	4	0
13.0	10.4	1	14	0
13.0	10.5	5	16	0
13.0	13.0	12	6	0
13.1	13.0	0	6	0
13.1	13.1	0	3	0
13.1	14.4	1	12	0
13.2	14.1	14	2	0
13.2	14.5	33	8	0
13.3	16	0	12	0
13.4	14.6	3	2	0
13.5	13.8	31	4	0
13.7	15.2	33	6	0
13.7	13.0	11	55	6
13.8	15.4	0	8	0
13.8	18	37	7	0
14.0	16.1	1	19	0
14.2	14.7	4	3	0
14.5	14.5	1	6	0
14.6	19.2	38	18	0
15.6	24.1	4	3	1

TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS 92

VERANO				
LONG (cm)	PESO (gr)	ZOOPLANCTON	LARVAS I	PECES
9.6	6.7	68	8	0
9.7	5.9	22	9	0
10	7.1	0	7	0

10	7.1	67	3	0
10.1	6.7	36	11	0
10.1	12.6	1	2	0
10.1	15.8	1	4	0
10.1	9	7	49	0
10.2	12.9	0	8	0
10.2	12.2	4	2	0
10.3	7	22	23	0
10.3	6.8	9	3	0
10.4	9.7	11	4	0
10.5	7.3	109	0	0
10.6	7.6	29	1	0
10.6	12.8	7	1	0
10.6	6.7	4	3	0
10.6	9.9	11	4	0
10.7	7	24	14	0
10.7	8.8	16	8	0
10.7	9.3	14	34	0
10.7	9.3	15	32	0
10.8	10.3	23	16	0
10.8	7.6	134	1	0
10.9	12.3	9	13	0
11	8.6	109	26	0
11.0	8.0	163	6	0
11.0	7.5	153	2	0
11.0	11.2	12	18	0
11.0	10.4	0	7	0
11.0	12.0	7	14	0
11.0	10.9	11	6	0
11.0	15.8	1	4	0
11.1	8.1	0	5	0
11.1	12.0	7	2	0
11.2	8.8	120	2	0
11.2	9.2	168	7	0
11.4	16.3	0	17	0
11.5	10	9	16	0
11.5	15.4	19	8	0
11.5	13.0	0	47	0
11.5	14.2	10	6	0
11.5	9.4	1	5	0
11.5	9.5	15	9	0
11.5	14.2	0	3	0
11.6	12.0	1	6	0
11.7	15.7	7	12	0
11.7	11.5	4	11	0
11.8	8.6	25	6	7
11.8	9.5	14	4	0
11.8	11.7	12	10	0
11.9	9.8	13	1	0
11.9	17	0	24	0
12.0	10.6	16	6	0
12.0	11.5	1	5	0
12.0	14.3	3	3	0
12.0	14.6	4	2	0
12.1	10.3	6	7	0
12.2	11.3	7	9	0
12.2	17.0	6	0	6

12.2	17.0	0	3	1
12.3	9.3	39	7	1
12.3	12.1	14	2	0
12.3	16.0	0	26	0
12.4	13.0	34	19	0
12.5	10.7	13	1	4
12.5	10.1	7	3	0
12.5	13.8	0	14	0
12.7	11.8	46	7	2
12.8	11.6	13	6	0
12.8	12.2	0	6	0
12.8	12.8	0	6	0
12.8	12.0	10	19	0
12.8	13.0	13	7	0
12.9	12.1	2	9	0
13.2	15.6	40	12	2
13.5	13.3	9	5	1
13.6	15.3	10	14	0
13.7	15.5	47	9	1
13.8	14.3	295	7	2
14.8	14.7	0	4	0

TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS 81

OTOÑO				
LONG (cm)	PESO (gr)	ZOOPLANCTON	IARVAS I.	PECES
3.6	0.31	8	0	0
4	0.43	61	0	0
4	0.33	78	0	0
4	0.45	80	0	0
4.0	0.5	81	0	0
4.2	0.7	87	0	0
4.2	0.5	38	1	0
4.3	0.7	156	0	0
4.3	0.7	71	0	0
4.3	0.6	80	0	0
4.4	0.6	26	0	0
4.4	0.75	64	0	0
4.4	0.37	52	0	0
4.4	0.52	69	0	0
4.5	0.7	58	0	0
4.6	0.6	108	0	0
4.6	0.65	55	0	0
4.7	0.7	200	0	0
4.7	0.43	202	0	0
4.7	0.65	240	0	0
4.8	0.9	72	0	0
4.9	0.9	130	0	0
4.9	1.0	216	0	0
4.9	0.9	58	0	0
4.9	0.91	66	0	0
4.9	0.6	84	0	0
4.9	0.9	1.38	0	0
4.9	0.9	174	0	0
4.9	0.9	70	0	0

5.0	0.8	113	0	0
5.0	0.9	125	0	0
5.0	0.97	50	0	0
5.2	1.1	81	0	0
5.2	0.83	89	0	0
5.2	0.97	98	0	0
5.2	1.1	85	0	0
5.3	0.86	180	0	0
5.3	1.0	89	0	0
5.3	1.0	133	0	0
5.4	1.02	89	1	0
5.4	1	44	0	0
5.4	1.1	68	0	0
5.6	1.0	74	0	0
8.2	5.5	5	1	0
8.6	5.9	0	38	0
8.9	8.2	0	8	0
8.9	8.7	6	5	0
9.0	7.7	49	3	0
9.0	7.3	16	23	0
9.0	7.3	16	23	0
9.0	6.2	32	8	0
9.0	6.2	3	9	0
9.1	7.4	27	5	0
9.1	7.0	6	7	0
9.2	6.7	0	5	0
9.3	6.4	9	11	0
9.3	6.7	66	3	0
9.3	7.3	12	36	0
9.5	9.5	7	7	0
9.5	8.2	4	12	0
9.6	8.3	0	12	0
9.7	9.5	13	12	0
9.9	8.6	8	14	0
9.9	9.5	7	13	0
9.9	7.6	13	13	0
10.1	10.8	64	2	1
10.2	12.2	0	47	0
10.3	12.0	3	20	0
10.5	10.3	0	11	7
10.5	9.0	97	5	0
10.6	12.5	16	9	0
10.6	10.0	0	5	1
10.6	11.1	2	9	0
10.7	12.0	4	10	0
10.9	7.4	18	11	0
11.0	7.5	8	9	0
11.2	8.0	3	19	0
11.2	7.9	9	5	0
11.4	7.9	7	4	0
11.4	7.0	81	9	0
11.5	8.0	11	8	0
11.5	9.3	30	3	1
11.5	7.3	5	3	0
11.5	15.4	18	27	1
11.8	8.9	14	5	0
12.0	7.0	16	3	0

12.0	9.5	12	2	0
12.0	7.8	0	8	0
12.8	11.4	15	11	0
13.5	11.5	0	18	0
13.8	13.0	17	7	1

TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS 91

INVIERNO

LONG (cm)	PESO (gr)	ZOOPLANCTON	LARVAS I	PECES
1.2	0.36	21	0	0
3.8	0.33	17	0	0
4.1	0.35	62	0	0
4.1	0.34	29	0	0
4.2	0.36	21	0	0
4.2	0.4	17	0	0
4.3	0.4	80	0	0
4.3	0.41	75	0	0
4.4	0.5	53	0	0
4.4	0.55	35	0	0
4.5	0.8	123	1	0
4.5	0.5	15	0	0
4.5	0.45	54	0	0
4.6	0.65	45	0	0
4.6	0.44	43	0	0
4.8	0.6	42	0	0
4.9	0.68	11	1	0
5.1	0.58	71	0	0
5.2	0.62	60	0	0
5.2	1.14	130	0	0
5.2	1.24	0	15	0
5.8	0.78	60	0	0
6.8	6.0	9	0	0
6.9	8.9	6	18	0
7.4	3.5	54	8	0
8.0	5.6	100	0	0
8.4	5.8	0	1	6
8.5	5.0	6	13	0
8.6	7.2	0	5	0
8.6	6.0	11	0	0
8.6	7.2	100	0	0
8.6	6.0	43	57	0
8.6	6.5	0	36	0
8.7	6.6	10	43	0
8.9	6.5	42	0	0
8.9	8.9	0	18	0
9.0	7.3	0	7	0
9.0	6.2	20	2	0
9.0	7.0	65	2	0
9.0	7.2	12	29	0
9.0	7.2	2	21	0
9.0	8.2	0	1	0
9.1	7.1	33	0	1
9.1	7.6	22	12	0
9.1	7.6	11	45	0

9.2	8.0	3	6	0
9.3	7.3	6	5	0
9.3	7.0	0	6	0
9.3	7.8	8	21	0
9.3	7.0	91	19	0
9.3	8.6	11	3	0
9.4	9.2	2	4	0
9.4	101	0	14	0
9.4	7.0	26	19	0
9.5	8.2	9	27	1
9.5	8.6	2	4	0
9.5	6.5	58	12	0
9.6	6.6	0	0	1
9.6	9.3	17	2	0
9.7	6.6	7	3	0
9.8	8.5	12	7	0
9.8	9.4	4	10	0
10	9.2	48	5	0
10	9.2	0	4	1
10	11	43	2	2
10	7.8	37	16	0
10	8	19	7	0
10.	11	0	9	0
10	10.3	0	5	2
10	8.8	0	7	0
10	9.5	0	2	1
10.1	9.8	0	4	1
10.1	12.7	1	3	0
10.1	8.3	3	9	0
10.1	9.3	5	7	0
10.1	9.6	13	12	0
10.1	10.7	0	8	10
10.3	11	0	12	1
10.3	10.7	0	7	2
10.3	10.7	7	6	1
10.4	7.0	27	15	1
11.5	9.8	76	0	1

TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS 82

TOTAL DE ESTOMAGOS ANALIZADOS DURANTE  
EL PERÍODO DE ESTUDIO.....347

APENDICE 3

DIAGRAMA 1a. DIAGRAMA DE CAJAS DE LAS  
FRECUENCIAS DE ZOOPLANCTON (PARES)

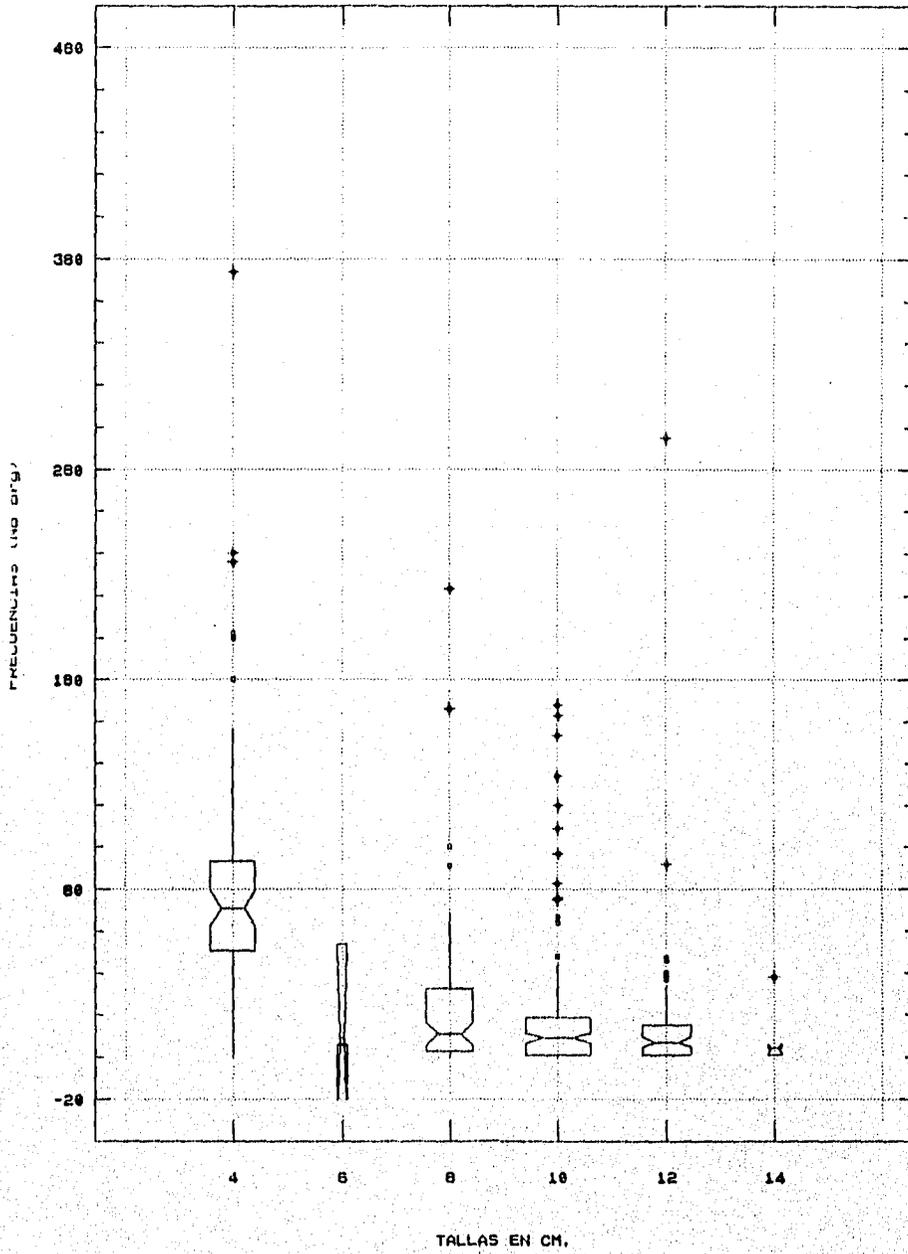


DIAGRAMA 1b. DIAGRAMA DE CAJAS DE LAS  
FRECUENCIAS DE INSECTOS (PARES)

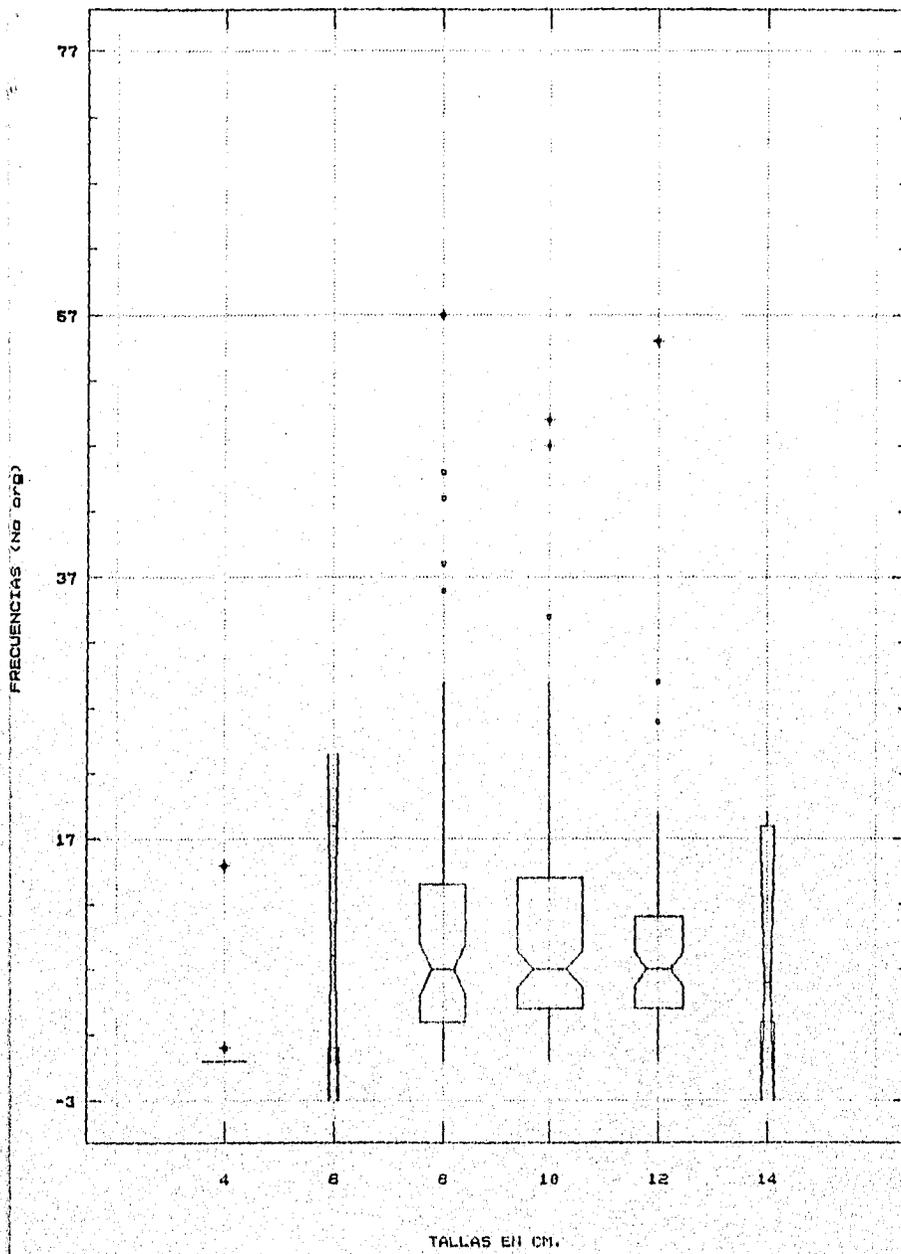
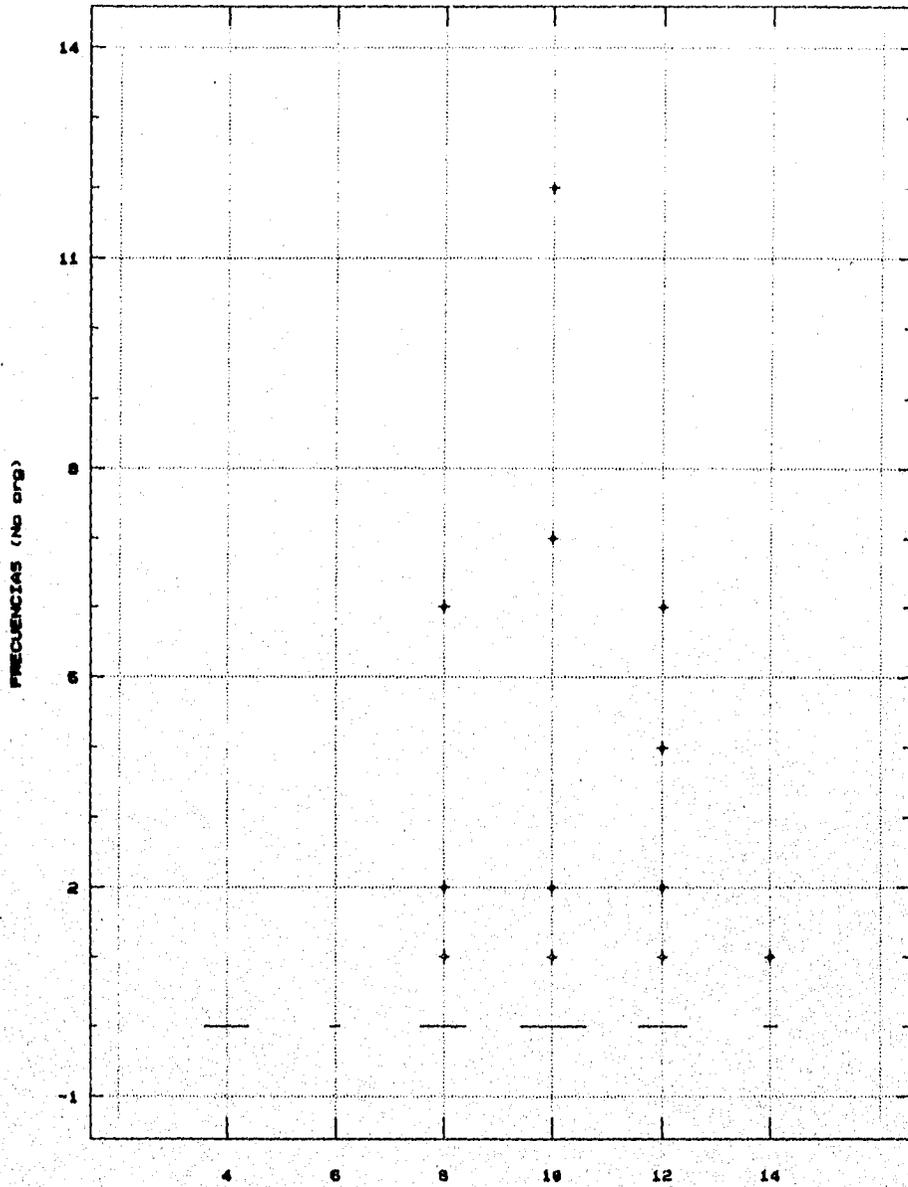


DIAGRAMA 1c. DIAGRAMA DE CAJAS DE LAS  
FRECUENCIAS DE PECES (PARES)



TALLAS EN CM.

A P E N D I C E 4

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE ALIMENTOS VIVOS

ORGANISMOS	PROPORCION PESO HUMEDO				
	AGUA %	PROTEINA %	GRASA %	CARBOHIDRATO %	CENIZAS %
<i>Daphnia pulex</i>	90.67	5.42	0.61	4.07	1.70
<i>Daphnia magna</i>	91.60	3.53	0.61	2.63	1.62
<i>Chironomus gregarias</i>	87.18	8.21	1.40	2.42	1.03
<i>Tubifex sp.</i>	87.15	8.06	2.0	1.88	0.91
<i>Planorbis sp.</i>	73.0	10.58	0.65	8.72	6.95
<i>Anabolia</i>	77.09	11.13	0.95	5.06	2.77

ORGANISMOS	PROPORCION PESO SECO			
	PROTEINA %	GRASA %	CARBOHIDRATOS %	CENIZAS %
<i>Daphnia pulex</i>	45.93	5.16	34.49	14.40
<i>Daphnia magna</i>	42.62	7.38	31.30	19.28
<i>Chironomus gregarias</i>	62.86	10.71	18.52	7.88
<i>Tubifex sp.</i>	62.72	15.56	14.63	7.08
<i>Planorbis sp.</i>	39.33	2.41	32.41	25.83
<i>Anabolia</i>	55.90	1.77	25.41	13.91

Fuente: Modificado de Halver, J. E. (1972),  
Fish Nutrition Academic Press p. 588.  
Acuavision N 14 mayo-junio 1988.

A P E N D I C E 5

**ALGUNOS REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES UTILIZADOS  
EL LA ELABORACION DE DIETAS DE PECES**

ORGANISMOS	PROTEINA %	LIPIDOS %	CARBOHIDRATOS %	FIBRAS %	CENIZAS %	
CARPA	35 - 38	10 - 15	19 - 48			
	43 - 47*					
	37 - 42**					
	28 - 32***					
HOJARRAS	35 - 56*	8 - 12	20 - 25	5 - 8		
TILAPIAS	30 - 35**					
	30 - <i>minus</i>					
BAGRE	28 - 39	50 - 10	10 - 20	10 - 12		
TRUCA	48 - 52*					14
ARCO-IRIS	45 **					11
	38 - 45***					10

Fuentes: Morales, Ventura (1987)  
Martinez (1988)  
Galayz (1987)  
Velazquez, Escobar (1988)

\* cria  
\*\* Juvenil  
\*\*\* adulto

METODO DE MUESTREO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA DE LOS PECES.

METODO ESTRATIFICADO ALEATORIO

(AZORIN, 1972)

(Mejora las estimaciones, previa separación en subpoblaciones)

TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LA POBLACION CON SIGMA CONOCIDA.

$$n = \frac{n N}{n + N - 1}$$

(MENDEZ, 1976)

ANALISIS EXPLORATORIO DE LOS DATOS DE CONT. ESTOMACALES.

(Pruebas de cajas)

(SALGADO, 1991)

CALCULO DEL INTERVALO DE CONFIANZA PARA LA MEDIA  $\mu$   
(DE LA RIQUEZA NUTRICIA DE LAS MUESTRAS, PROT., LIP.  
ETC.) PARA UN 90% DE CONFIABILIDAD.

$$P(x - Z_{1-\alpha/2} \sigma_x < \mu < x + Z_{1-\alpha/2} \sigma_x) = 1 - \alpha$$

(CHOU, 1977)