



00361  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA 27  
DE MEXICO 201

FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SELECCION DEL PLANCTON POR PECES DEL GENERO  
*Chirostoma*.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS (*Biología*)  
P R E S E N T A  
REGINA SANCHEZ MERINO

DIRECTORA DE TESIS: NORMA ANGELICA NAVARRETE SALGADO

FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

EL PRESENTE ESTUDIO FORMA PARTE DEL PROYECTO  
"LIMNOLOGIA DEL NORTE Y NOROESTE DEL ESTADO DE MEXICO"

DESARROLLANDOSE EN LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
CAMPUS IZTACALA.

## **AGRADECIMIENTOS**

**AGRADEZCO LAS VALIOSAS OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS HECHAS POR  
EL JURADO REVISOR FORMADO POR:**

**DR. JOSE LUIS ARREDONDO FIGUEROA**

**DR. SALVADOR CONTRERAS BALDERAS**

**DRA. AMPARO MARTINEZ ARROYO**

**M.EN C. JAVIER ALCOGER DURAND**

**M.EN C. JONATHAN FRANCO LOPEZ**

**M.EN C. PATRICIA FUENTES MATA**

**AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LA DRA. NORMA A. NAVARRETE SALGADO  
POR LA DIRECCION DE LA TESIS, ASI COMO A LOS COLABORADORES  
DEL PROYECTO LIMNEMEX QUE DE ALGUNA FORMA CONTRIBUYERON A LA  
REALIZACION DEL PRESENTE ESTUDIO.**

## SELECCION DEL PLANCTON POR PECES DEL GENERO

### *Chirostoma*

1.- RESUMEN.....	1
2.- INTRODUCCION.....	2
3.- ANTECEDENTES.....	7
4.- OBJETIVOS.....	10
5.- POSICION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES.....	11
6.- DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES.....	12
7.- AREAS DE ESTUDIOS.....	14
8.- METODOLOGIA.....	18
9.- RESULTADOS.....	21
9.1. ZOOPLANCTON.....	21
9.1.1 COMPOSICION TAXONOMICA.....	21
9.1.2 ABUNDANCIA Y VARIACION ESTACIONAL.....	22
9.2. ICTIOFAUNA.....	24
9.2.1. COMPOSICION TAXONOMICA.....	24
9.2.2. ALIMENTACION.....	24
9.2.3. COEFICIENTE DE SELECCION.....	29
10.- DISCUSION.....	33
10.1. ZOOPLANCTON.....	33
10.2. ALIMENTACION.....	37
10.3. COEFICIENTE DE SELECCION.....	44
11.- CONCLUSIONES.....	48
12.- RECOMENDACIONES.....	49
13.- LITERATURA CITADA.....	50
14.- TABLAS .....	59
15.- FIGURAS.....	60

## SELECCION DEL PLANCTON POR PECES DEL GENERO *Chirostoma*.

### 1.- RESUMEN.

Se determinó el grado de selección alimenticia que ejercen las especies del género sobre el zooplancton en tres embalses (Trinidad Fabela, Danxhó y Tiacaque) del Estado de México, comparando la composición del zooplancton en los contenidos estomacales de los aterínidos con la correspondiente en el ambiente, mediante el coeficiente de selección. En el embalse Danxhó se registró el mayor número de especies (20) zooplanctónicas, siendo *Diaptomus* el género más abundante al igual que en el embalse Trinidad Fabela. A diferencia en Tiacaque el género *Bosmina* fue el más abundante en el zooplancton. Las especies del género *Chirostoma* identificadas fueron *Chirostoma jordani* y *Chirostoma humboldtianum*, la primera en Trinidad Fabela y la segunda en los embalses restantes. *Chirostoma jordani* ejerce una fuerte selección alimenticia sobre los cladóceros y en especial sobre los géneros *Bosmina* y *Daphnia*. *Chirostoma humboldtianum* también manifestó una preferencia en la ingestión de cladóceros, seleccionando principalmente a *Bosmina*, *Daphnia* y *Ceriodaphnia* y en menor grado a *Diaptomus* y *Cyclops*. La depredación selectiva que realizan los charales sobre *Daphnia* y *Bosmina* varía en función de la talla de los peces y de la disponibilidad de los grupos alimenticios en el ambiente, así las tallas pequeñas seleccionaron preferentemente a *Bosmina* y las tallas mayores a *Daphnia*, esta selección se puede explicar en base a las características morfológicas de los cladóceros que los hacen más visibles para los aterínidos.

## 2. - INTRODUCCION.

La ictiofauna mexicana es rica en especies, esta riqueza determinada entre otras causas por la gran diversidad de hábitats y por tener dentro de su territorio especies de la zona Neártica y de la zona Neotropical (Miller, 1986).

Dentro de esta ictiofauna se incluye la familia Atherinidae que se encuentra ampliamente distribuida, con especies litorales, siendo buen número de ellas exclusivamente dulceacuícolas (De Buen, 1945). En esta familia se encuentra al género *Chirostoma* en el que se incluyen los comunmente llamados charales y pescados blancos. Este género consiste de 18 especies y 6 subespecies, el género se ha dividido en dos grupos de especies sobre la base de características merísticas y la morfología de las escamas. El grupo Jordani tiende a presentar valores merísticos altos, escamas laciniadas y canales en la línea lateral e incluye a *C. jordani*, *C. patzcuaro*, *C. chapalae*, *C. consocium*, *C. humboldtianum*, *C. estor*, *C. grandocule*, *C. lucius*, *C. sphyraena* y *C. promelas*. El grupo Arge generalmente presenta bajos valores merísticos, bordes de las escamas lisos y poros en la línea lateral, incluye a *C. arge*, *C. melanococcus*, *C. charari*, *C. riojai*, *C. bartoni*, *C. attenuatum*, *C. labarcae* y a *C. aculeatum* (Barbour, 1973).

En general los aterínidos son de gran interés por constituir un importante renglon en las pesquerías epicontinentales. En 1990 contribuyeron con 8955 toneladas a la producción pesquera nacional

(Sepesca, 1990). Además de que los charales y pescados blancos alcanzan elevados volúmenes de producción, gozan de buena aceptación a nivel nacional e internacional por su delicado y exquisito sabor (Díaz-Pardo, 1987).

Es importante mencionar que México cuenta con aproximadamente tres millones de hectáreas de aguas dulces repartidas en lagos, embalses, ríos etc. (Sepesca, 1988a). A pesar de que a primera vista estos recursos se pueden considerar escasos, revisten gran importancia no solo en su aspecto físico, sino por su influencia en la vida de los pueblos, al servir como fuente de agua potable y de riego, fuente de energía eléctrica. En la actualidad se tiende a su aprovechamiento integral con actividades como la pesca doméstica, comercial y deportiva, así como la acuicultura. Un aspecto importante es que a través de la explotación de estos recursos se propicia la generación de empleos relacionados con la actividad pesquera (Armengol, 1982).

En las aguas epicontinentales se han venido realizando introducciones de especies exóticas como: la carpa (*Cyprinus carpio*); la tilapia (*Oreochromis* sp); la trucha (*Oncorhynchus mitchii*) y la lobina (*Micropterus salmoides*); que en la mayoría de los casos se realizan dichas introducciones sin tomar en cuenta el impacto ecológico que éstas ocasionan, propiciando la extinción total o local de especies nativas (Contreras, 1969). Cabe mencionar que a pesar de lo desastroso que pueden verse estas introducciones han favorecido en buen grado la producción nacional

de especies dulceacuícolas y con ello se da un incremento en el nivel de vida de los pueblos que por su ubicación geográfica les es difícil obtener productos del mar. Es así que se ha desarrollado la pesca dulceacuícola formando núcleos de poblaciones típicamente pesqueras (Cordero y Gil, 1986).

Otro aspecto importante de señalar es que en los últimos años se ha dado un auge a la piscicultura, pero enfocada preferentemente a especies exóticas, esto debido fundamentalmente a que se conoce bien su biotecnología y se han dejado un tanto olvidadas las especies nativas, a pesar de que su aprovechamiento corresponde al 50% del total de la producción nacional (Contreras, 1990). Es por esta razón que se ha vuelto la mirada hacia la utilización de especies nativas como: charal, pescado blanco, acúmara y catán, de las cuales se han producido 11.85 millones de crías para repoblar y cultivar (Sepesca, 1988b).

Contreras en 1976 considera fundamental para la planificación pesquera de los sistemas epicontinentales, el conocimiento de las especies nativas, sus costumbres y necesidades ecológicas para sustentar una explotación racional y propiciar su cultivo. Dentro de esto la alimentación es uno de los aspectos más importantes de un organismo, el crecimiento, desarrollo y reproducción son procesos que se dan a expensas de la energía que un organismo obtiene a través de su alimento (Nikolsky, 1963).

El conocimiento de las variaciones alimenticias desde un punto de vista ontogénético y de la selección que puedan ejercer los peces sobre su alimento, serviría para comprender en primera instancia el comportamiento de las poblaciones del zooplancton y fitoplancton en presencia de peces zooplanctófagos. Al respecto Brooks y Dodson (1965) y Wells (1970) mencionan que al existir un gran número de peces zooplanctófagos en sistemas naturales, disminuyen sensiblemente las poblaciones del zooplancton de tallas grandes a la vez que se propicia un aumento en el fitoplancton. A diferencia, si la abundancia de peces zooplanctófagos es baja, aumentarían las poblaciones de zooplancton de tallas grandes disminuyendo con ello el fitoplancton a la vez que se dará una acumulación de nutrientes en estos sistemas. Los resultados demuestran una selectividad de los peces zooplanctófagos por determinada talla de presa. El conocimiento generado por este tipo de estudios ha sido empleado para llevar a cabo la biomanipulación de tramas tróficas en lagos (Shapiro y Wright, 1984). Así mismo, permite entender el comportamiento de los peces nativos en cuerpos de agua en los que se han realizado introducciones de peces exóticos y que en muchos de los casos compiten por el alimento en alguna etapa de su vida (Navarrete y Sánchez, 1991).

Finalmente se podrán plantear estrategias adecuadas para su cultivo, considerando el alimento vivo que se suministrará en las diferentes etapas del desarrollo de los charales.

Una de las formas de estimar la selectividad que pueden ejercer los peces zooplanctófagos sobre un grupo o tipo particular de alimento es mediante el coeficiente de selección, el cual relaciona los porcentajes de los grupos alimenticios en el contenido estomacal con su contraparte en el ambiente, dividiendo el porcentaje de cada tipo de alimento en el intestino del pez entre el porcentaje de ese mismo tipo en el ambiente, por consiguiente si existe un mayor porcentaje en los contenidos estomacales con respecto al ambiente se estará manifestando la selección por ese grupo alimenticio en particular (el valor del coeficiente de selección será mayor que la unidad) Nikolsky, 1963.

### 3. - ANTECEDENTES.

La taxonomía y distribución de *Chirostoma jordani* ha sido estudiada por diversos autores entre los que podemos mencionar a Woolman, 1894; Bean, 1898; Meek, 1902, 1903 y 1904; Regan, 1906; Jordan y Hubbs, 1919; Jordan, Evermann y Clark, 1928; Cuesta Terrón, 1937; Martín del Campo, 1936; De Buen, 1940, 1941 y 1943; Alvarez, 1950, 1952 y 1963; Alvarez y Navarro, 1957 y Alvarez y Cortez, 1962 (Barbour, 1973).

Esta especie fue estudiada por Moncayo y Hernández (1978) en el embalse Requena enfocándose al aspecto pesquero. Navarrete en 1981 estudia algunos aspectos biológicos como: reproducción, crecimiento y alimentación en el embalse Taxhimay; Cházaro (1989) aborda estos mismos aspectos en el embalse Trinidad Fabela.

Rosas (1976) trata la alimentación de *Chirostoma jordani* en el Lago de Pátzcuaro; Duarte en 1981 lo hace en Cuitzeo; Escudera y Gallardo en el embalse Requena en 1988; Hernández (1991) en el embalse Begonia; Hernández en 1993 trabaja alimentación y reproducción en el embalse Macua y finalmente Soto en 1993 aborda los aspectos de depredación selectiva de la misma especie en el embalse Ignacio Allende.

*Chirostoma humboldtianum* también ha sido estudiada en su distribución y taxonomía por: Bayern y Steindachner, 1895; Jordan y Evermann, 1895 y 1896; Evermann, 1893; Jordan y Snyder, 1899; Evermann y Goldborough, 1901; Meek, 1902 y 1904; Regan, 1906; Jordan, Evermann y Clark, 1928; Altini, 1904; Cuesta Terrón, 1931; Martín del Campo, 1940; De Buen, 1904, 1942, 1943, 1945 y 1946; Schultz, 1948; Alvarez, 1950 y 1970; Alvarez y Navarro, 1957; Romero, 1967. (Barbour, 1973).

Para esta especie Téllez en 1979 estudia su alimentación en el Lago de Chapultepec; Gámez, 1984; Navarrete y Cházaro, 1992 también abordan este aspecto en el embalse Huapango y San Felipe Tiacaque respectivamente.

Téllez (1983) y Flores (1985) determinaron la edad y crecimiento en el embalse Huapango.

De la Cruz en 1985 realizó un análisis de variabilidad de la población y Garibay et. al. estudian aspectos histológico en 1988.

Otros trabajos sobre aspectos de alimentación en otras especies del género *Chirostoma* son los realizados por Solórzano (1961) con *Chirostoma bartoni*; Gallardo (1977) con *Chirostoma chapalae*; *Chirostoma grandocule* por Rosas en 1973; Morelos (1987) lo hace con *Chirostoma attenuatum* y finalmente Rauda y García en 1989 estudian a *Chirostoma patzcuaro*.

La selectividad ha sido visualizada desde varios puntos de vista, así podemos encontrar estudios en los que se plantea la relación existente entre la composición específica del zooplancton y los peces zooplanctófagos en: *Alosa pseudoharengus* (Brooks y Dodson 1965), *Salmo gairdneri* y *Perca flavescens* (Galbraith, 1967).

Algunos trabajos demuestran la preferencia de los peces zooplanctófagos por el zooplancton de tallas grandes, atribuyendo esta preferencia a una mayor detectabilidad de la presa conforme aumenta el tamaño (Werner y Hall, 1974; Zaret y Kerfoot, 1975; O'Brien, 1979 y Bence y Murdoch, 1986).

O'Brien (1979) y Li et. al. (1985) consideran las formas de detectabilidad de la presa con *Lepomis macrochirus*. Zaret (1972b), Vinyard (1980) y Mittelbach (1981) mencionan que la selectividad alimenticia depende de la visibilidad diferencial como la pigmentación ocular (Zaret, 1979b).

Finalmente la depredación selectiva que manifiestan los peces zooplanctófagos ha sido utilizada para explicar el polimorfismo que presentan los cladóceros (Zaret, 1972 a y b), las migraciones verticales (Zaret y Suffern, 1976) y el potencial reproductivo de las especies (Brooks y Dodson, 1965 y Zaret, 1972).

#### 4. - OBJETIVOS.

##### OBJETIVO GENERAL.

Determinar el grado de selección alimenticia que ejercen las especies del Género *Chirostoma* sobre el zooplancton en tres embalse del Estado de México.

##### OBJETIVOS PARTICULARES (PARA CADA EMBALSE).

Identificar la especie del Género *Chirostoma* presente en el embalse.

Obtener la dinámica zooplanctónica a nivel genérico en las cuatro épocas del año.

Determinar los grupos alimenticios ingeridos por la especie de *Chirostoma* en las cuatro épocas del año.

Obtener el coeficiente de selección de la especie de *Chirostoma* sobre los grupos zooplanctónicos.

## 5. - POSICION TAXONOMICA DE LAS ESPECIES.

Con base a lo expuesto por Berg (1940), Barbour (1973) y Alvarez del Villar (1970), los charales *Chirostoma jordani* y *Chirostoma humboldtianum* se ubican dentro de la siguiente clasificación:

Phylum: Chordata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

Orden: Mugiliformes

Suborden: Atherinoidei

Familia: Atherinidae

Género: *Chirostoma*

Especie: *Chirostoma jordani* (Woolman)

*Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes)

## 6. - DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES.

*Chirostoma jordani* se distribuye a lo largo de la Meseta Central de México, abarcando casi en su totalidad la Cuenca Lerma-Santiago, el Valle del Mezquital y parte de las lagunas de los Llanos de Puebla (Alvarez, 1970 y Barbour, 1973).

Considerando por Estados de la República (Figura 1), esta especie se encuentra en Aguascalientes (Rio Verde); Durango (Rio Mezquital, Presa Peña del Aguila, Rio Canatlán y Rio Santiago); Guanajuato (Rio Lerma, Canales de Salamanca, Acambaro, Yuriria, Rio Turbio, Rio Solis y Valle de Santiago); Hidalgo (Presa Endó y Rio Tula); Jalisco (Lago Ilapana, Presa de Logada, Lago Atotonilco y Lago Cajititlán); Distrito Federal (Xochimilco y Chapultepec Alcocer et al, 1993); México (Chalco, Texcoco y San Cristobal); Michoacán (Lago Cuitzeo, Lago San Antón, Canal de Terecuato y Presa Wilson); Morelos (Yautepec); en el Lago del Carmen en Puebla (Barbour, 1973). Se han reportado introducciones de esta especie en los Estados de Chihuahua, Coahuila y Tamaulipas (Espinosa et al, 1993).

*Chirostoma humboldtianum* se distribuye en el Sistema Lerma-Santiago, en los Lagos del Valle de México, Rio Lerma hasta Tepuxtepec (Barbour, 1973).

Por Estados de la República Mexicana (Figura 2) tenemos a esta especie en Michoacán (Lago Zacapu); Nayarit (Lago Santa María y Lago San Pedro Lagunillas); y Lago Juanacatlan en Jalisco (Barbour, 1973).

En el Valle de México ha sido localizada en Chimalhuacán, México; Xochimilco, San Gregorio, Tlahuac y Santa Martha en el Distrito Federal (Alvarez y Navarro, 1957).

## 7.- AREAS DE ESTUDIO.

### EMBALSE TRINIDAD FABELA.

El embalse se localiza en el municipio de Atlacomulco de Fabela, en el Estado de México. Esta ubicado geográficamente entre W 99°47'16" y 99°47'35" y N 19°51'21" y 19°48'16", a una altura de 2700 msnm. El embalse ocupa una extensión de 1.5 Km<sup>2</sup> (Figura 3).

Se encuentra enclavado en la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, pertenece a la Provincia del eje Neovolcánico y a la Subprovincia de Lagos y Volcanes de Anáhuac (Cetenal, 1983).

El embalse cuenta con 2 afluentes importantes: al sur el Arroyo Pueblo Nuevo y al norte Arroyo Los Terreros, la cortina se situa al oeste del embalse y se comunica con el arroyo El Salto (Cetenal, 1975).

En la zona de estudio existen dos tipos principales de rocas: las ígneas afloran principalmente en el extremo oeste y básicamente son andesitas, brecha volcánica y basalto; las rocas sedimentarias afloran en una extensión muy pequeña de los alrededores del embalse y practicamente en el extremo oriental se encuentran asociaciones de ambos tipos de rocas, es decir arenisca-toba (Cetenal, 1975).

Rodeando al embalse se encuentran los siguientes tipos de suelo: al norte feozem lúvico con textura media; al sur y oeste vertisol pélico y planosol mólico con textura media. En la zona se practica la agricultura de temporal y permanente, presentando grandes zonas de pastizal inducido (Cetenal, 1975).

El clima de la zona según Koppen, modificado por García (1973), pertenece al C(w<sub>2</sub>) (w) b (i'), que corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente de P/T mayor a 55 (Cetenal, 1975).

#### EMBALSE DANXHO.

El embalse se localiza en el municipio de Jilotepec, en el Estado de México. Lo encontramos entre W 99°32'42" y 99°35'40" y N 19°51'17" y 19°53'46", a una altura de 2580 msnm. Ocupa una extensión de 3.96 Km<sup>2</sup> (Figura 3).

El abastecimiento de agua es proporcionado por dos arroyos de tipo permanente: uno localizado al sur del embalse denominado Arroyo La Ladera y el otro al sureste Arroyo Chiquito., además cuenta con dos arroyos temporales: Ojo de Agua y El Roble ambos localizados en la parte oeste del embalse. (Cetenal, 1975).

Los tipos de rocas que se encuentran en la zona: son ígneas; sobre todo en la parte norte y noroeste de tipo basalto y una combinación de ígneas y sedimentarias del tipo arenisca-toba, esto en el resto de la zona (Cetnal, 1975).

Rodeando al embalse se distinguen los siguientes tipos de suelo: en la parte noroeste y oeste planosol málico y vertisol pélico de textura fina y el resto de la zona de muestreo presenta el mismo tipo de textura media.

Cabe mencionar que en esta zona se practica la agricultura de temporal y permanente con áreas de pastizal inducido (Cetnal, 1975).

Finalmente el clima de la zona según Koppen modificado por García (1973) es C (W<sub>2</sub>) (w) b (i') g, que corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un cociente de P/T mayor a 55 (Cetnal, 1970).

#### EMBALSE TIACAQUE.

El embalse se localiza en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, entre W 99°42'41" y 99°42'15" y N 19°40'16" y 19°40'20", a una altura de 2530 msnm. y reporta una extensión de 0.22 Km<sup>2</sup> (Figura 3).

El embalse pertenece a la Región Hidrológica Lerma-Chapala-Santiago, dentro de la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anahúac (Cetenal, 1983).

Geológicamente la zona esta caracterizada por presentar en la parte oeste rocas ígneas de tipo andesita, además existe roca ígnea asociada a roca sedimentaria del tipo arenisca-toba, esto para la parte norte, sur y este de la zona de estudio (Cetenal, 1975).

Con respecto al tipo de suelo podemos distinguir hacia la parte oeste feozem lúvico de textura media, hacia la parte norte y este planasol eútrico de textura media y vertisol pélico de textura fina y finalmente al sur feozem háplico de textura media.

En la zona se practica la agricultura de temporal además de contar con zonas de pastizal inducido (Cetenal, 1975).

El clima de la zona según Koppen modificado por García (1973), es C (W<sub>2</sub>) (W) b (i') g, que corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano y un cociente de precipitación P/T mayor a 55.

## 8. - METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en tres embalses: Trinidad Fabela, Danxhó y Tiacaque, durante el periodo comprendido entre los años 1984 y 1987. Cada embalse fue muestreado considerando las 4 épocas de año.

El estudio se dividió en dos etapas: una el trabajo de campo y otra el trabajo de laboratorio, la primera de ellas consistió en establecer estaciones de muestreo para lo cuál se consideraron las orillas de cada uno de los embalses: Trinidad Fabela (5 estaciones); Danxhó (6 estaciones) y Tiacaque (3 estaciones). En cada una de ellas se tomó una muestra de zooplancton mediante el filtrado de 10 lts. de agua a través de una red de 125 micras de abertura de malla, una vez obtenida así la muestra, fue fijada con formol al 4% (Steedman, 1981). Así mismo se obtuvo una muestra de peces con ayuda de un chinchorro de 30 mts. de largo, 3 mts. de caída y 8 mm de abertura de malla. Una vez obtenida la captura, los peces fueron fijados con formol al 10% para detener los procesos digestivos (Gaviño, 1980).

En el laboratorio las muestras fueron analizadas de la siguiente manera: el zooplancton fue determinado a nivel específico mediante las claves de Edmonson (1959) y Pennak (1978), así mismo se registró el número de organismos por género en cada estación de muestreo, por época del año y para cada embalse.

Los peces del género *Chirostoma* fueron identificados a nivel específico siguiendo las claves de Barbour (1973).

Para el análisis de contenidos estomacales se agruparon los ejemplares en intervalos de talla por cada época y para cada embalse; la determinación de los organismos presentes en los contenidos estomacales se realizó a nivel genérico basándose en las claves de Edmonson (1959) y Pennak (1978) (éste análisis fue hecho únicamente para los grupos pertenecientes a zooplancton).

El análisis de contenidos estomacales se realizó por medio de los métodos de frecuencias y volumétrico propuesto por Laevastu (1971).

El método de frecuencias consiste en determinar la ocurrencia de los tipos alimenticios en el contenido estomacal. La frecuencia de ocurrencia de cada uno de los tipos alimenticios se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$F_e = n_e/N_e \times 100$$

donde  $F$  = frecuencias (%).

$n_e$  = número de estómagos con un tipo alimenticio.

$N_e$  = número total de estómagos analizados.

Para el método volumétrico fue necesario llevar a cabo la medición del volumen de desplazamiento individual de los ejemplares, que consistió en la utilización de paquetes de ellos registrando el volumen desplazado.

El método volumétrico se basa en el volumen de determinado tipo alimenticio, (Tellez, 1979).

$$V = v/Vt \times 100$$

V = Volumen (%).

v = volumen de un tipo alimenticio.

Vt = volumen total del contenido por talla.

Así mismo se obtuvo el coeficiente de selección (C.S.) de acuerdo a Nikolsky (1963).

C.S. = % tipo alimenticio en el intestino / % tipo alimenticio en el embalse.

Criterio: un valor de C.S. > que 1, indica que hay selección por ese tipo de alimento.

## 9. - RESULTADOS.

### 9.1. ZOOPLANCTON

#### 9.1.1. COMPOSICION TAXONOMICA.

En el embalse Trinidad Fabela la comunidad zooplanctónica estuvo representada por seis géneros y nueve especies: *Daphnia pulex*, *D. laevis*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Diaptomus novamexicanus*, *D. montezumae*, *Cyclops vernalis*, *C. bicolor* y *Brachionus urceolaris* (Tabla I).

En Danxhó se registró el mayor número de especies (20), de las cuales once corresponden a los cladóceros: *Bosmina longirostris*, *Daphnia ambigua*, *D. pulex*, *D. parvula*, *D. laevis*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *C. quadrangula*, *Alonopsis elongata*, *Moina macrocopa* y *Camptocercus rectirostris*; cinco a los copépodos: *Diaptomus novamexicanus*, *D. montezumae*, *D. albuquerqueensis*, *Cyclops vernalis* y *C. bicolor*, y finalmente tres al grupo de los rotíferos: *Asplanchna brightwelli*, *Filinia longiseta* y *Conochillus* sp (Tabla I).

A diferencia el embalse Tiacaque presentó el mayor número de géneros (14) en la comunidad zooplanctónica, agrupando a 18 especies: *Daphnia pulex*, *D. laevis*, *D. parvula*, *D. ambigua*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Alona guttata*, *Simocephalus vetulus*, *Moina macrocopa*, *Macrothrix laticornis*, *Diaptomus saltillinus*, *Cyclops exilis*, *Asplanchna brightwelli*,

*Filinia longiseta*, *Keratella tropica* y *Brachionus urceolaris* (Tabla 1) (Figura 4a, 4b y 4c).

### 9.1.2. ABUNDANCIA Y VARIACIONES ESTACIONALES.

En el embalse Trinidad Fabela *Diaptomus* fue el género más abundante en primavera, verano e invierno, oscilando sus abundancias entre 1381 y 5721 org/10 l, en otoño y primavera respectivamente, seguido de *Daphnia* con una abundancia mínima de 410 org/10 l en primavera y 1545 org/10 l en otoño como máxima (Figura 4), los demás géneros reportaron abundancias totales menores a los 600 organismos: *Diaphanosoma* (500), de los cuales 274 se registraron en primavera; *Bosmina* (489) con su máxima de 469 organismos en el verano; *Cyclops* presentó su máximo en el invierno (158). En general todos los géneros se registraron en las cuatro épocas del año a excepción de *Brachionus* que solo se observó en otoño e invierno con 10 organismos totales. Finalmente las larvas nauplio registraron abundancias entre 193-642 org/10 l. En el embalse Danxhó el género más abundante en las cuatro épocas del año fue *Diaptomus* (Figura 5), fluctuando sus abundancias entre 3774 y 6668 org/10 l, en otoño y primavera respectivamente. *Bosmina* registró su menor abundancia en otoño (69 org/10 l) y la máxima en primavera (2247 org/10 l), *Daphnia* se presentó en las cuatro épocas del año, registrando su máxima abundancia en el verano (610 org/10 l), este mismo comportamiento fue observado con *Diaphanosoma* (877 org/10 l). A diferencia *Ceriodaphnia* registró su máxima abundancia en otoño (476 org/10

1). El rotífero *Asplanchna* presentó su mínima abundancia en invierno (88 org/10 l) y la máxima de 445 org/10 l en el verano. El género *Conochilus* la registró en el otoño (220 org/10 l).

Las máximas abundancias de *Cyclops* se presentaron en primavera y verano (292 y 252 org/10 l respectivamente). Los géneros antes mencionados se registraron durante las cuatro épocas del año, no así los cladóceros: *Moina* solo se registró en verano y otoño con un total de 53 organismos; *Alonopsis* en primavera, verano e invierno (27 organismos) y *Camptocercus* solo en el invierno (8 organismos totales). Finalmente el rotífero *Filinia* se presentó en primavera y otoño con un total de 13 individuos.

En Tiacaque el género *Bosmina* fue el más abundante en primavera, verano e invierno (29625, 7349 y 6777 org/10 l respectivamente). A diferencia el género *Ceriodaphnia* fue el más abundante en otoño (7153 org/10 l). *Cyclops* registró su máxima abundancia en primavera (9496 org/10 l) y la mínima en invierno de 3203 org/10 l (Figura 6). El rotífero *Asplanchna* fluctuó entre 147-9413 org/10 l en verano y primavera respectivamente. El género *Daphnia* se registró en las cuatro épocas del año, sobresaliendo su abundancia en primavera (1490 org/10 l). *Diaptomus* reportó su máxima abundancia en el otoño siendo de 2381 org/10 l. Los géneros que a continuación se mencionan presentaron abundancias totales durante las cuatro épocas del año menores a los 300 organismos: *Alona* (277) cuya máxima abundancia se dio en primavera (164); *Simocephalus* con 195 organismos repartidos en primavera e

invierno; *Diaphanosoma* con 161 individuos de los cuales 99 se obtuvieron en verano; 119 organismos correspondieron a *Filinia* en invierno; *Keratella* (100 organismos); *Brachionus* con 43 y no se registró en otoño; *Moina* (19) y solo se observó en verano e invierno. Finalmente *Macrothrix* con 2 organismos en verano.

## 9.2. ICTIOFAUNA.

### 9.2.1. COMPOSICION TAXONOMICA

las especies del género *Chirostoma* identificadas por primera vez en los sistemas fueron:

*Chirostoma jordani* (Figura 7) en el embalse Trinidad Fabela y *Chirostoma humboldtianum* (Figura 8) en los sistemas Danxhó y Tiacaque.

Las especies fueron reidentificadas por el Dr. Salvador Contreras-Balderas de la Facultad de Ciencias Biológicas de Nuevo León y por la Dra. María Teresa Cortez del Instituto Politécnico Nacional.

### 9.2.2. ALIMENTACION.

#### *Chirostoma jordani*

Los contenidos estomacales para *Chirostoma jordani* de tallas pequeñas (1-2.9 cm) reportan al género *Diaptomus* como el grupo alimenticio más consumido en las cuatro épocas del año, aportando

entre un 55.3-82.0% a la dieta de los charales (Figura 9). *Daphnia* y *Bosmina* también fueron consumidos en las cuatro épocas del año, pero en porcentajes menores (10.7-29.9% y 1.3-9.7% respectivamente).

Los charales de 3-4.9 cm de longitud consumen un alto porcentaje de *Diaptomus* (50.5-76.1%), en orden de importancia le siguen *Daphnia* (4.3-41.3%) y *Bosmina* (1.8-12.4%). Es importante mencionar que estos géneros fueron consumidos durante las cuatro épocas del año (Figura 10). Los géneros *Diaphanosoma*, *Cyclops*, y *Brachionus* no se consumieron todo el tiempo y sus porcentajes fueron bajos (entre un 0.2-3.7%).

Para los peces cuyas tallas oscilaron entre 5-6.9 cm, los géneros que fueron consumidos en las cuatro épocas del año fueron: *Diaptomus* (5.2-85.7%) y *Daphnia* (3.8-94.8%). *Diaphanosoma* y *Bosmina* solo aparecen en los contenidos estomacales en primavera y verano con bajos porcentajes (10.0-7% y 3.3-7.6% respectivamente) y *Cyclops* es consumido en primavera y otoño (3.4-0.8%) (Figura 11).

Para los charales de 7-8.9 cm aparece *Diaptomus* (55.0 y 87.6%) como el grupo alimenticio más importante en primavera y verano respectivamente, en otoño e invierno el género más consumido fue *Daphnia* (87.4 y 65.6%), *Bosmina* también fue consumido durante las cuatro épocas del año (Figura 12), pero con

bajos porcentajes (0.8-6.3%). *Diaphanosoma* es consumido en primavera, verano y otoño, a diferencia de *Moina* que solo se registró en los contenidos estomacales en verano, ambos géneros contribuyeron con bajos porcentajes (7.44, 0.9, 0.8 y 1.9% respectivamente).

Finalmente, los charales más grandes (9-10.9 cm) solo ingieren tres géneros del zooplancton (Figura 13): *Diaptomus*, importante en los contenidos en primavera (50%), *Bosmina* y *Daphnia*, siendo este último el más importante en verano, otoño e invierno (58.6, 57.2 y 88.9% respectivamente). Cabe mencionar que *Bosmina* no fue consumido en invierno.

#### *Chirostoma humboldtianum.*

De todos los géneros del zooplancton encontrados en el embalse Danxhó, solo *Bosmina*, *Diaptomus*, *Daphnia* y *Ceriodaphnia* fueron consumidos por los charales.

Los peces de 3-4.9 cm, consumieron en altos porcentajes a *Bosmina* en primavera e invierno (96.6 y 95.0% respectivamente), *Diaptomus* fue consumido de forma importante en verano (83.7%) y *Daphnia* en otoño (51.0%) (Figura 14).

Los charales de 5-6.9 cm de longitud consumen en primavera (92.8%) y verano (63.5%) a *Bosmina*, en otoño *Diaptomus* es el

género que aporta un mayor porcentaje (76.1%) a la dieta de los peces (Figura 15). *Daphnia* fue consumido solo en invierno (93.6%). Cabe mencionar que en otoño se registró a *Ceriodaphnia* en los contenidos estomacales, pero en bajos porcentajes (5.5%).

Los charales cuya longitud oscilo entre 7-8.9 cm ingieren a *Daphnia* en altos porcentajes en verano e invierno (66.6 y 93.8% respectivamente) (Figura 16). *Bosmina* consumida en las cuatro épocas del año, pero en primavera (95.87%) fue el género más importante. *Diaptomus* en el otoño aportó el 50.0% a la dieta de los charales.

Los charales más grandes (9-10.9 cm) solo consumen a *Diaptomus* y *Daphnia*, siendo el primero de ellos importante en primavera y otoño (100 y 83.66% respectivamente) y el segundo en verano (100%) e invierno (100%) figura 17.

*Chirostoma humboldtianum* en el embalse Tiacaque mostró un comportamiento diferente, así podemos observar que los peces más pequeños (1-2.9 cm) (Figura 18) consumen a: *Bosmina* en primavera, verano e invierno (entre un 14.8-72.8%), *Cyclops* (entre un 9.8-69.8% en verano e invierno respectivamente) y *Ceriodaphnia* (entre un 17.4-48.0%). Cabe mencionar que *Diaptomus* solo se registra en los contenidos estomacales en primavera (1.4%) y otoño (22%).

En los peces de 3-4.9 cm (Figura 19 ) se vio que ingieren de manera importante a *Ceriodaphnia* (72.4%) en verano, a *Cyclops* (47.5% y 65.7%) en primavera e invierno respectivamente y a *Diaptomus* en otoño (49.7%). Los géneros *Daphnia* en primavera y otoño (2.6 y 4.1%), *Moina* presentó el mismo comportamiento que *Daphnia* (3.7 y 5.4%) y *Alona* con bajo porcentaje (0.4%) en primavera.

Para los organismos de 5-6.9 cm de longitud el género *Daphnia* fue importante en los contenidos estomacales en primavera (76.5%) y otoño (47.3%); *Ceriodaphnia* aportó hasta un 73.5% en la dieta de los charales (Figura 20) en verano y finalmente *Bosmina* fue consumida en invierno (47.51%).

En los charales de 7-8.9 cm, *Daphnia* fue más consumido en primavera (39.9%) y otoño (42.5%); *Ceriodaphnia* (95.5%) en verano y *Bosmina* (55.3%) en invierno (Figura 21). Hay que mencionar que *Diaptomus* es consumido en primavera e invierno (0.2-2.5%), *Keratella* solo en invierno (0.8%), y *Moina* en primavera (1.1%).

*Cyclops* fue el género más consumido en primavera (47.87%) e invierno (47.0%) por los charales de 9-10.9 cm (Figura 22) y *Ceriodaphnia* lo fue en verano y otoño (92.6 y 53.2% respectivamente). Para este intervalo de talla también se registraron en los contenidos a *Daphnia* en primavera, otoño e invierno (31,15.6 y 10.2% respectivamente), *Diaptomus* en primavera

(3.0%) e invierno (12.5%), *Keratella* solo en invierno (4.5%) y *Moina* en primavera con bajo porcentaje (1.1%).

Este mismo comportamiento es observado por los charales de 11-14.9 cm (Figuras 23 y 24) en ambos casos *Cyclops* fue más consumido en primavera (64.6 y 77.4%) e invierno (40.5 y 61.5%) y *Ceriodaphnia* en verano (83.0 y 86.3%) y otoño (64.1 y 78.3%).

### 9.2.3. COEFICIENTE DE SELECCION.

#### *Chirostoma jordani*

Con respecto a la selección que ejercen los charales sobre el zooplancton en primavera (Figura 25), el género *Bosmina* presentó el grado de selección más elevado (2.4 a 22.2 unidades) por todos los intervalos de talla, *Daphnia* fue seleccionado con menor grado (2.8-6.1) por todas las tallas; *Diaphanosoma* se vio seleccionado por los charales de 1-2.9 y 5-8.9 cm y *Cyclops* por los organismos de 1-2.9 y 5-6.9 cm, ambos géneros con valores bajos de selección.

Para el verano (Figura 26) en general el grado de selección que presentaron los aterinidos por el zooplancton fue bajo; *Diaptomus* seleccionado por los intervalos de talla de 1-2.9 y 5-6.9 cm, *Daphnia* por los charales pequeños (1-2.9 cm) y los más grandes (9-10.9 cm). Es importante mencionar que para este último intervalo de talla el grado de selección fue mayor (5.9). Finalmente el género *Bosmina* solo fue seleccionado por los charales de 3-4.9 cm de longitud.

En otoño (Figura 27 ) *Bosmina* presentó un mayor grado de selección por los peces de 1-4.9 cm y en menor proporción por los charales de 7-10.9 cm; *Diaptomus* solo por tallas pequeñas (1-4.9 cm); *Daphnia* por tallas de 5-10.9 cm, en ambos casos con valores bajos. Mientras que *Brachionus* se vio fuertemente seleccionado (17.3) por las tallas más pequeñas (1-2.9 cm).

La selección en invierno (Figura 28 ) recae básicamente sobre *Bosmina* (por peces de 1-4.9 y 7-8.9 cm ) y *Daphnia* (por peces de 1-10.9 cm), de los cuales *Bosmina* presentó los valores de selección más elevados.

#### *Chirostoma humboldtianum*

Con respecto a esta especie podemos observar en primera instancia que en el embalse Danxhó la selección se dió sobre tres géneros: *Bosmina*, *Daphnia* y *Diaptomus*, de éstos los dos primeros presentaron un elevado grado de selección por los charales. En primavera (Figura 29) *Bosmina* fue seleccionado por los intervalos de 1-8.9 y 11-12.9 cm (con valores de 4.1-4.5). Mientras que *Diaptomus* por los charales de 9-10.9 cm (1.6).

Para el verano se observó (Figura 30) un aumento en el grado de selección sobre *Bosmina* (valores de 6.9 a 22.3) por los aterínidos de 3 a 8.9 cm de longitud. *Daphnia* solo se vio seleccionado por las tallas grandes de 7 a 10.9 cm (valores de 8.8 a 13.3).

En el otoño los aterínidos (Figura 31) manifestaron el mismo comportamiento sobre *Bosmina* y *Daphnia*. Es importante mencionar que el género *Daphnia* también fue seleccionado por los peces de 3-4.9 cm (Con valores de 9.3). Finalmente *Diaptomus* se vio seleccionado por los intervalos de talla de 5-6.9 y de 9-10.9 cm.

En invierno (Figura 32) el género *Daphnia* registró un alto grado de selección por los peces de 5-10.9 cm (18.5-19.3), mientras que *Bosmina* lo fue por los peces de 3-4.9 cm (16.5).

A diferencia *C. humboldtianum* en el embalse Tiacaque presentó un comportamiento diferente en cuanto al número de géneros seleccionados sobre todo en primavera e invierno. Así podemos ver en primavera (Figura 33) la selección recae sobre cinco géneros de los cuales *Diaptomus* (por peces de 1-6.9 y 9-14.9 cm; los charales de 3-4.9 y 13-14.9 cm presentaron elevados valores de selección siendo de 8.9 y 12.1 respectivamente) y *Cyclops* (por peces de 1-4.9 y 7-12.9 cm con valores bajos de selección). Mientras que los valores de selección sobre *Daphnia* fueron elevados (entre 1.1 y 27.5) por los intervalos de 5-14.9 cm. *Ceriodaphnia* solo fue seleccionada por los peces de 1-4.9 y 7-8.9 cm (con valores altos).

Para el verano (Figura 34) el grado de selección en cuanto al número de géneros y a sus valores disminuye, el género *Ceriodaphnia* fue seleccionado por los charales de 3-14.9 cm, con

valores que van de 2.6 a 3.5. Mientras los peces pequeños (1-2.9 cm) seleccionaron a *Bosmina*. Es importante mencionar que los peces de 5-6.9 cm de longitud seleccionaron fuertemente a *Diaptomus* (23.3 unidades).

En el otoño (Figura 35) el género que presentó un elevado grado de selección fue *Daphnia* (1.7-19.6) por los intervalos de talla de 3-10.9 cm; *Bosmina* (4.5-5.7) por los peces de 5-10.9 cm; *Ceriodaphnia* (valores bajos de selección 1.4 a 2.1) por los intervalos de 9-14.9 cm y *Diaptomus* (2.7-4.9) por los peces más pequeños.

Finalmente en el invierno (Figura 36) se observa una fuerte selección sobre *Diaptomus* (valores de 4.1 a 25.2) por los peces de 5-14.9 cm; *Daphnia* (valores de 5.1 a 12.3) por los intervalos de 5-12.9 cm; *Cyclops* (valores de 1.5-2.6) por los charales de 3-6.9 y de 10-14.9 cm; *Keratella* (valores de 1.2-6.8) por los intervalos de 5-12.9 cm y *Bosmina* se vio seleccionado (1.8) por los peces de 7-8.9 cm de longitud.

## 10. - DISCUSION.

### 10.1. ZOOPLANCTON..

En el embalse Trinidad Fabela la comunidad zooplanctónica estuvo representada por seis géneros; de los cuales dos pertenecen a los copépodos (*Diaptomus* y *Cyclops*), tres a los cladóceros (*Daphnia*, *Bosmina* y *Diaphanosoma*) y uno a los rotíferos (*Brachionus*).

Los copépodos fueron el grupo más abundante en el embalse, esto concuerda con lo reportado por Margalef (1983), quien menciona que en los sistemas lacustres los copépodos constituyen entre un 35 y 50% de la biomasa zooplanctónica. Dentro de estos copépodos el género *Diaptomus* fue el más abundante en invierno, verano y principalmente en la primavera, siendo en ésta última la época de reproducción para las especies (*Diaptomus montezumae* y *Diaptomus novamexicanus*) presentes en el embalse (González, 1991). Así mismo se registraron las condiciones más favorables para su desarrollo (Lynch, 1977), aunado a una mayor disponibilidad de alimento (González, 1991), lo que en conjunto propicio que en primavera se registraran las mayores abundancias de *Diaptomus*.

A diferencia el cladócero *Daphnia* fue muy abundante en el otoño y segundo en abundancia en primavera, verano e invierno. *Bosmina* se registró en las cuatro épocas del año, pero en verano se dió su mayor abundancia, esto se debe a una disminución en el número de organismos del género *Cyclops*,

favoreciendo con ello un aumento en las bosminas que son fuertemente depredadas por el copépodo (Kerfoot y Peterson, 1980), es por ello que *Cyclops* presentó su máxima abundancia en el otoño, por la gran disponibilidad de alimento (Eliás y Sánchez, 1985) al presentarse en verano la mayor abundancia de bosminas, que es un alimento importante para los ciclopoideos (Kerfoot, 1981 y Wetzel, 1983).

*Diaphanosoma* registró su mayor abundancia en primavera y la mínima en invierno, *Asplanchna* solo se encontró en otoño e invierno con bajas abundancias.

En el embalse Danxhó se encontraron doce géneros, de los cuales siete correspondieron a los cladóceros (*Bosmina*, *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Ceriodaphnia*, *Moina*, *Alonopsis* y *Camptocercus*), dos a los copépodos (*Diaptomus* y *Cyclops*) y tres a los rotíferos (*Asplanchna*, *Conochillus* y *Filinia*).

El género más importante por su abundancia durante las cuatro épocas del año, pero sobre todo en la primavera fue *Diaptomus*, Cruz en 1989 reporta que en esta época se presenta la reproducción de *Diaptomus novamexicanus* y *Diaptomus montezumae*. Cabe mencionar que en este embalse se observó una relación inversa de la abundancia de los diaptomidos con la transparencia del agua y una relación directa con la dureza (Cruz, 1989), lo que puede explicar de manera más clara la dinámica de estas especies, este mismo comportamiento ha sido observado por Hazelwood y Parker (1961).

*Bosmina* presentó su máxima abundancia en la primavera, coincidiendo con la época de reproducción de *Bosmina longirostris* (González, 1987). Es importante señalar que en la primavera se dió un aumento en la temperatura del agua en el embalse (González, op.cit.), lo que propició que las bosminas maduraran más rapidamente dando origen a un aumento en la abundancia de la población (Kerfoot, 1974), cabe señalar que cuando hay una elevada abundancia de bosminas disminuyen los demas cladóceros (De Mott, 1982), comportamiento observado en el embalse Danxhó.

Los géneros *Daphnia*, *Diaphanosoma*, *Asplanchna*, *Cyclops*, *Ceriodaphnia* y *Conochillus* se encontraron en las cuatro épocas del año, pero con bajas abundancias (no sobrepasan el 10% de la comunidad zooplanctónica); *Moina* y *Filinia* se registraron en dos épocas; *Alonopsis* en primavera, verano e invierno y finalmente *Camptocercus* solo en el invierno.

De los catorce géneros registrados en el embalse Tiacaque; ocho fueron cladóceros (*Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Alona*, *Simocephalus*, *Diaphanosoma*, *Moina* y *Macrothrix*), dos copépodos (*Diaptomus* y *Cyclops*) y cuatro rotíferos (*Asplanchna*, *Filinia*, *Keratella* y *Brachionus*). De los tres embalses estudiados Tiacaque presentó el mayor número de especies de rotíferos, esto se debe a que es un embalse con aguas eutróficas (Cházaro, 1987) que propician un mayor número de rotíferos y cladóceros (Margalef, 1983).

El género *Bosmina* fue más abundante en primavera, verano e invierno, mientras *Ceriodaphnia* y *Cyclops* lo fueron en el otoño, siendo éste último género el segundo en abundancia en primavera, verano e invierno. La gran dominancia que presentó *Bosmina* puede explicarse al alimento existente en el medio, ya que cuando la condiciones ambientales no son muy variables (en especial la temperatura) comportamiento observado en el embalse (Cházaro, 1987), las condiciones tróficas son las principales causas del incremento en las poblaciones de bosminas, aunado a su tasa de reproducción y al corto tiempo generacional que presentan (De Mott, 1982).

Con respecto al género *Ceriodaphnia* Linch (1978) ha observado que existe una relación inversa con el género *Daphnia*, es por ello que en verano y otoño hay más *Ceriodaphnias* y menos *Daphnias*, mientras que en primavera e invierno se invierte el comportamiento. Este autor encontró que existe una presión de *Ceriodaphnia* sobre *Daphnia* que incluso puede extinguirla, Neill (1975) menciona que *Ceriodaphnia* presenta una especialización en relación a la alimentación, misma que le confiere cierta ventaja sobre *Daphnia*, siendo ambas filtradoras que compiten por el mismo recurso (Linch, 1978).

La dinámica del género *Cyclops* puede explicarse en base a la relación que existe como fuerte depredador de las bosminas (Kerfoot, 1981). Dentro de los rotíferos *Asplanchna* fue el más abundante en primavera e invierno, esto puede deberse a la

cantidad y calidad del alimento disponible, que como lo menciona Wetzel (1983) es un factor dominante en el ciclo reproductor de *Asplanchna* que es un depredador de algas, rotíferos y pequeños crustáceos zooplanctónicos.

Los demás géneros encontrados en el embalse fueron poco abundantes, de ahí que no es conveniente hacer un análisis de los mismos, pero si podemos mencionar que *Brachionus* no se registró en otoño; *Simocephalus* se encontró en primavera e invierno; *Alona*, *Keratella* y *Diaphanosoma* se obtuvieron en las cuatro épocas del año, pero con bajas abundancias; *Moina* se reportó en verano e invierno y finalmente *Macrothrix* solo en verano.

#### 10.2. ALIMENTACION.

*Chirostoma jordani* varia los grupos alimenticios que ingiere en función de su talla y de la época del año, así podemos ver que en las tallas pequeñas de 1-4.9 cm de longitud, el género *Diaptomus* es el principal alimento del charal durante las cuatro épocas del año, esto puede explicarse si consideramos que este género fue el más abundante en el ambiente (41.44-85.43%). Cabe mencionar que el género *Daphnia* fue consumido durante las cuatro épocas, pero en el otoño registró una proporción mayor en los contenidos estomacales coincidiendo con su mayor abundancia en el medio (46.33%).

Los géneros *Diaphanosoma* y *Cyclops* también fueron consumidos por las tallas pequeñas, pero en bajos porcentajes. *Brachionus* solo aparece en los contenidos estomacales de las tallas más pequeñas (1-2.9 cm) en el otoño, a pesar de su baja abundancia en el ambiente (0.1% del zooplancton).

Para las tallas intermedias de 5-8.9 cm de longitud se observa un comportamiento diferente, en el cual *Diaptomus* fue el grupo alimenticio más ingerido en primavera y verano, mientras *Daphnia* lo fue en otoño e invierno; es importante mencionar que a pesar de que el género *Daphnia* no fue muy abundante (12.87%) en el ambiente, si aparece como componente principal en la dieta de los charales. Los géneros *Bosmina*, *Cyclops* y *Diaphanosoma* contribuyeron con bajos porcentajes en los contenidos estomacales.

En las tallas más grandes (9-10.9 cm) el alimento principal fue *Daphnia* en las cuatro épocas del año, a pesar de que en el ambiente no fue el más abundante, esto sugiere una preferencia en la ingestión de este género por parte de los charales más grandes. *Diaptomus* solo se vió como componente alimenticio importante en la primavera, coincidiendo con su máxima abundancia en el ambiente (85.45%). Otro grupo que ingieren estas tallas es *Bosmina* en primavera, verano y otoño, pero con bajos porcentajes. Es importante mencionar que se da una reducción en el número de géneros ingeridos por los charales más grandes.

De manera general podemos mencionar que el charal *Chirostoma*

*Jordani* varia su alimentación en función de la talla y de la disponibilidad del alimento en el ambiente, presentan hábitos alimenticios preferentemente zooplanctófagos sobre todo en las tallas pequeñas y medianas, en las que se registraron más grupos alimenticios procedentes del zooplancton. Así mismo se da una diferenciación en los géneros ingeridos con respecto a la talla, siendo una estrategia para disminuir la competencia intraespecífica entre los organismos de una población (Krebs, 1985) y aprovechar así de una manera más eficiente el ambiente.

Los resultados del presente estudio concuerdan con los reportados por Navarrete (1981), Cházaro (1989), Hernández (1993) y Soto (1993), pero difieren de los reportados por Duarte (1981) y Hernández (1991), ambos autores mencionan que esta especie no presenta variaciones en su alimentación en función de la talla y del tiempo, pero lo que determinó la diferencia fue que los autores realizaron el análisis de los contenidos estomacales a nivel de grandes grupo (cladóceros, copépodos y rotíferos), lo que propicia que no se manifiesten las diferencias en los hábitos alimenticios, mismas que se observan si se trabajan los contenidos estomacales a nivel de género o de especie.

La primera consideración para la especie *Chirostoma humboldtianum* es que existen diferencias entre los hábitos alimenticios en los dos embalses estudiados; en Danxhó, *C. humboldtianum* ingiere en su dieta a cuatro géneros del zooplancton

de los doce existente en el ambiente, a diferencia en Tiacaque los componentes en su dieta suman ocho de los catorce géneros. Esto se puede deber a las abundancias de los organismos en el ambiente, ya que en general en el embalse Tiacaque se registraron las mayores abundancias para todos los géneros, propiciando una mayor variabilidad y disponibilidad de alimento (mayor encuentro entre el depredador y la presa) para los charales. Esto lo podemos corroborar si analizamos los diferentes espectros tróficos de *Chirostoma humboldtianum* en la primavera, en ellos podemos ver que en esta época se consumió el mayor número de géneros por todas las tallas, así mismo se registraron las máximas abundancias para todos los géneros en el embalse Tiacaque. Con respecto al reducido número de géneros ingeridos por los charales en Danxhó, se puede explicarse si se toma en cuenta que la ictiofauna en el embalse estuvo representada por: *Cyprinus carpio*, *Carassius auratus* y *Algansea tinella*, que son especies que consumen organismos zooplanctónicos (Navarrete y Sánchez, 1991), así mismo sus abundancias fueron elevadas en el embalse. Estos aspectos explican la diferencia en el número de géneros ingeridos por *Chirostoma humboldtianum*.

Con respecto a las diferentes tallas podemos observar que los charales pequeños (1-2.9 cm) en el embalse Tiacaque reportan al género *Cyclops* como el componente principal en los contenidos estomacales en primavera e invierno, coincidiendo en la primera época con la mayor abundancia del copépodo. A diferencia el alimento principal en verano fue *Bosmina*. *Ceriodaphnia* fue el

género más consumido en el otoño, para éste último su contraparte en el ambiente registró su mayor abundancia. *Diaptomus* y *Moina* también fueron consumidos por los charales, pero en bajos porcentajes, lo que es de esperarse ya que son géneros poco abundantes.

Los aterínidos de 3-4.9 cm mostraron en su espectro trófico que su alimento principal en primavera e invierno es *Bosmina*, siendo ambas épocas las que registraron sus mayores abundancias, cabe mencionar que en verano y otoño también fueron consumidas en bajos porcentajes. En el verano *Diaptomus* es el alimento principal en la dieta del charal, es importante mencionar que si bien en esta época no se registró la máxima abundancia del copépodo en el ambiente, no debemos olvidar que fue el género más abundante durante las cuatro épocas del año en Danxhó. Para el otoño los principales géneros ingeridos fueron *Daphnia* y *Diaptomus*. A diferencia el charal *C. humboldtianum* en el embalse Tiacaque consume principalmente a *Cyclops* en primavera e invierno, en verano a *Ceriodaphnia* y en otoño a *Diaptomus* y *Ceriodaphnia*, estos últimos géneros coincidieron con sus máximas abundancias en el embalse.

Los espectros tróficos de tallas intermedias (5-6.9 cm) en Danxhó, muestran que *Bosmina* es el componente principal en la dieta de *C. humboldtianum* en primavera y verano, *Diaptomus* en el otoño y *Daphnia* en invierno. A diferencia en el embalse Tiacaque *Daphnia* es el género que más aporta a la dieta de los charales en

primavera y otoño, en esta última época comparte los contenidos estomacales con *Bosmina*, a pesar de que este género registró su menor abundancia durante todo el periodo de estudio. Así mismo en el invierno *Bosmina* fue el componente principal en la dieta de los charales, finalmente en el verano *Ceriodaphnia* fue el género más consumido.

Ya en los charales de 7-8.9 cm de longitud, el género *Daphnia* aparece como grupo alimenticio más consumido en verano, otoño y sobre todo en el invierno. Cabe mencionar que si bien *Daphnia* no registró elevadas abundancias en estas épocas (5.06-7.54% del zooplancton) si contribuye con buenos porcentajes a la dieta de los peces. En la primavera *Bosmina* fue el alimento más importante y esto se debe a que en esta época se dió su mayor abundancia en el ambiente. En el embalse Tiacaque se observa que *Daphnia* es alimento importante en primavera y otoño compartiendo los contenidos estomacales con *Cyclops* y *Bosmina* respectivamente, en el verano lo fue *Ceriodaphnia* y en el invierno principalmente *Bosmina*.

Las tallas más grandes (9-10.9 cm) en el embalse Danxho, consumieron solo dos géneros: *Diaptomus* en primavera y otoño, recordemos que fueron estos copépodos los organismos más abundantes en el embalse y *Daphnia* en verano (registró su máxima abundancia) e invierno. En Tiacaque *Cyclops* y *Daphnia* son los principales componentes en la dieta de los charales en primavera, *Ceriodaphnia* en el verano y *Ceriodaphnia* y *Bosmina* en el otoño.

Es importante señalar que el género *Ceriodaphnia* registró sus mayores abundancia en verano y otoño lo que explica sus altos porcentajes en los contenidos estomacales de los charales en estas épocas. Finalmente *Cyclops* y *Bosmina* constituyeron los principales componentes en la alimentación en invierno, hay que considerar que en esta época *Bosmina* conformo el 54.28% del zooplancton.

En Tiacaque se registraron tallas más grandes (11-14.9 cm) éstas consumieron fundamentalmente a *Cyclops* en primavera, a *Ceriodaphnia* en verano y otoño presentando sus máximas abundancias y a *Cyclops*, *Diaptomus* y *Bosmina* en invierno.

Es importante mencionar que *Chirostoma humboldtianum* en el embalse Tiacaque presentó una variedad más o menos constante en cuanto al número de géneros ingeridos por los charales, pero lo interesante es que las proporciones de éstos en los contenidos estomacales con respecto a las tallas fueron diferentes. Es por ello que el género *Moina* fue consumido por todas las talla, pero se vio más importante en los espectros tróficos de los charales más grandes (11-14.9 cm). A diferencia *Keratella* fue para las tallas de 5-12.9 cm; *Alona* solo por las talla pequeñas (3-4.9 cm); *Cyclops* fue el alimento más importante para las tallas pequeñas y grandes (1-4.9 y 9-14.9 cm respectivamente) y *Daphnia* para los organismos de 5-10.9 cm de longitud. Esta alimentación diferencial que presenta el atherínido es una estrategia que disminuye la competencia intraespecífica que se da entre los organismos de una población (Krebs, 1985).

Esta alimentación diferencial también se observa en *C. humboldtianum* en el embalse Danxho, además de una disminución en el número de géneros zooplanctónicos ingeridos por las tallas más grandes (9-10.9 cm).

Estos resultados concuerdan con los reportados por Navarrete y Cházaro (1992) y difieren de lo reportado por Gámez (1984) el cual realiza un análisis de los contenidos estomacales a nivel de grandes grupos, siendo poco claras las diferencias en los espectros tróficos de los charales.

### 10.3. COEFICIENTE DE SELECCION.

*Chirostoma jordani* presentó una depredación selectiva principalmente por los géneros *Bosmina* y *Daphnia* por todos los intervalos de talla, pero si analizamos los valores de selección veremos que *Bosmina* registró un grado de selección mayor por las tallas pequeñas de 1-4.9 cm (excepto en primavera donde, todas las tallas obtuvieron un alto grado de selección por este género). Se han realizado estudios para explicar la depredación selectiva sobre este género, en ellos se plantean las características que determinan la preferencia sobre los cladóceros, una de ellas es la presencia de un ojo compuesto de color rojo intenso, que hace más visibles a las bosmina para el depredador (Zaret, 1972). Así mismo los movimientos lentos y regulares que presentan en general los cladóceros propician una mayor vulnerabilidad de los mismos (O'Brien, 1979 y Vinyard, 1980).

A diferencia los charales de 5-10.9 cm de longitud llevaron a cabo una depredación selectiva sobre el género *Daphnia*. Brooks y Dodson (1965) y Galbraith (1967) mencionan la preferencia de los peces zooplanctófagos por los cladóceros y específicamente por *Daphnia*, esto se atribuye en primer instancia al tamaño de las propias dafnias, se considera que un organismo de talla grande propiciará una mayor detectabilidad del mismo, ésta será proporcional al tamaño del propio organismo (Werner y Hall, 1974; O'Brien, 1979) operando de esta manera una selectividad por tallas. Es importante mencionar que en el presente estudio muy probablemente el tamaño no esté determinando la selección que se manifiesta sobre el género *Daphnia*, ya que *Diaptomus* alcanza un mayor tamaño que *Daphnia*, lo que propiciaría que fuera más seleccionado situación no observada.

Otra característica que explica la depredación selectiva sobre el género *Daphnia*, es la presencia de un ojo compuesto relativamente grande en relación a su cabeza y al color rojo intenso del mismo (Zaret, 1972), que las hace más visibles ante los charales. Además las dafnias presentan un intestino que contrasta con el resto del medio (Vinyard y O'Brien, 1975). Entonces se puede decir que *Chirostoma jordani* lleva a cabo una selectividad por visión. Cabe mencionar que Soto (1993) reporta que esta especie en el embalse Ignacio Allende, lleva a cabo una selectividad por visión sobre el género *Daphnia*.

*Chirostoma humboldtianum* en Danxhó realizó una depredación selectiva sobre *Bosmina* (por las tallas de 1-8.9 cm en las cuatro épocas del año) y *Daphnia* (por los charales de 3-10.9 cm en verano, otoño e invierno). Se analizó con anterioridad lo que explica el alto grado de selección que realizan los peces zooplanctófagos por estos géneros.

En Tiacaque esta especie seleccionó un mayor número de géneros (*Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Alona*, *Diaptomus*, *Cyclops* y *Keratella*) por todos los intervalos de talla, en primavera, otoño e invierno. A diferencia en el verano solo se vieron seleccionados tres géneros (*Diaptomus*, *Bosmina* y *Ceriodaphnia*).

Al comparar esta especie en ambos embalses nos damos cuenta que en Tiacaque seleccionó más géneros del zooplancton, esto puede deberse en primer instancia a la mayor abundancia de los mismos en el medio ambiente, que propicia un aumento en la tasa de encuentro entre el depredador y su presa (Werner y Hall, 1974). Algunos autores mencionan que un aumento en la selectividad se presenta cuando aumenta la densidad de la presa, lo que propicia una disminución en el número de grupos ingeridos, esto se contrapone con los resultados obtenidos, en los que se manifiesta una selectividad por varios grupos alimenticios, cuando aumenta la densidad de los mismos en el ambiente. Otro aspecto importante a considerar es que la ictiofauna en Tiacaque solo estuvo constituida por *Chirostoma humboldtianum*, no existiendo en el embalse otras especies que utilizarán los mismos recursos que

ella. Es por ello que los aterínidos en Tiacaque mostraron una selectividad por varios géneros, debida a una mayor disponibilidad de los recursos y a la carencia de especies competidoras.

Ahora bien dentro de los organismos seleccionados *Diatomus* y *Daphnia* (por los valores obtenidos) estuvieron sujetos a una fuerte depredación por los charales, esto se corroborará por la gran abundancia de organismos zooplanctónicos de tallas pequeñas, en especial *Bosmina* en el ambiente. Observaciones hechas por Brooks y Dodson (1965) y Wells (1970) , los cuales analizan el comportamiento de las poblaciones zooplanctónicas en presencia de *Alosa pseudoharengus* (pez zooplanctofago), que lleva a cabo una depredación selectiva sobre tallas grandes del zooplancton específicamente sobre *Daphnia*, encontrando que las poblaciones zooplanctónicas de gran tamaño disminuyeron propiciando un incremento en las poblaciones de tallas pequeñas principalmente *Bosmina*. De hecho la depredación sobre *Daphnia* permite la coexistencia de tallas pequeñas del zooplancton con las tallas grandes, que de otra manera los organismos grandes desplazarían a las pequeñas (Brooks y Dodson, 1965). Este comportamiento ha sido observado por Galbraith (1967). De esto podemos decir que *Chirostoma humboldtianum* lleva a cabo una depredación selectiva por talla.

## 11.- CONCLUSIONES.

*Chirostoma jordani* y *Chirostoma humboldtianum* son especies que presentan hábitos alimenticios zooplanctófagos.

Ambas especies varían los componentes de su dieta en función de la talla del pez y de la disponibilidad de los grupos alimenticios en el ambiente, la que depende de la época del año.

El aterínido *Chirostoma jordani* ejerce una fuerte selección alimenticia por los géneros *Bosmina* por las tallas pequeñas y *Daphnia* por las tallas grandes. Lo que nos sugiere una selectividad diferencial para disminuir la competencia intraespecífica. La selección sobre estos géneros se debe básicamente a características de los propios cladóceros que los hacen más visibles ante sus depredadores, como sería el ojo compuesto.

La selección que realizó *Chirostoma humboldtianum* en el embalse Danxhó es sobre los cladóceros en especial *Bosmina* y *Daphnia*, mientras que en el embalse Tiacaque recae sobre *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, *Diaptomus*, *Cyclops*, *Alona* y *Keratella*. Esta diferencia en el número de géneros seleccionados se explica en base a la competencia interespecífica que se da entre la ictiofauna en el embalse Danxhó, misma que no se presenta en el embalse Tiacaque. Aunado a una mayor abundancia de los grupos

alimenticios en general en este último embalse.

El charal *Chirostoma humboldtianum* aunque presentó diferencias en cuanto al número de géneros ingeridos, en ambos casos el mayor grado de selección fue sobre los cladóceros.

## 12. - RECOMENDACIONES.

En base a los resultados se recomienda llevar a cabo este tipo de estudios en más sistemas naturales, para entender con más detalle la selectividad que presentan los peces zooplanctófagos.

Así mismo para conocer con mayor claridad la influencia de la ictiofauna en la selectividad alimenticia se recomiendan trabajos de competencia, amplitud y solapamiento de nicho, mismo que nos darán una idea más integral de la selectividad alimenticia, considerando a toda la ictiofauna existente en el embalse.

### 13.- LITERATURA CITADA.

- Alcocer, D.J., M.L. Flores, E. Kato, A. Lugo y E. Escobar. 1993. La ictiofauna remanente del Lago de México. Actas VI Congr. Español de Limnología. Granada España. 315-321.
- Alvarez, J. 1970. Peces Mexicanos. Secretaría de Industria y Comercio. INP. México. Estudio (1): 52-56, 86-92, 120-128.
- Alvarez, J. y L. Navarro. 1957. Los peces del Valle de México. Secretaría de Marina. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Comisión para el Fomento de la Piscicultura Rural. 1-60.
- Armengol, J. 1982. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico. 2(11): 168-178.
- Barbour, C.D. 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirotostoma*. Swainson. Tulane Studies in Zool. and Botany. 18(3): 97-141.
- Bence, J.R. and M.J. Murdoch, 1986. Prey size selection by the mosquitofish relation to optimal diet theory. Ecology 67(2): 324-336.
- Berg, L.S. 1940. Classification of fishes both recent and fossil. Travaux. Inst. Zool. Acad. Sci. URSS. 5: 87-517 Reimpreso, 1947. EdwardsBrothers, Ann. Arbor. Mich.
- Brooks, J.L. and S.I. Dodson. 1965. Predation body size and competition of plankton. Science 150: 28-35.
- Cetnal, 1970. Carta Climática. México. E-14-Q-V Esc. 1:50000.
- Cetnal, 1975. Carta Climática. México. E-14-A-17 Esc. 1:50000.

- Cetnal, 1975. Carta Topográfica. México. E-14-A-17 y E-14-A-18  
Esc. 1:50000.
- Cetnal, 1975. Carta Geológica. México. E-14-A-17, E-14-A-18 y  
E-14-A-27. Esc. 1:50000.
- Cetnal, 1975. Carta Edafológica. México. E-14-A-17, E-14-A-18 y  
E-14-A-27. Esc. 1:50000.
- Cetnal, 1983. Carta Hidrológica. México. E-14-2 Esc. 1:250000.
- Contreras, B.S. 1969. Perspectivas de la ictiofauna en las zonas  
aridas del Norte de México. Mem. Simp. Inter. sobre el  
aumento de la Prod. Alimentos en Z.A.icasals. Publ. 3:  
293-304.
- Contreras-Balderas, S. et.al. 1976. Peces. Piscicultura. Mem.  
sobre el Simposio de Pesquerías de aguas continentales.  
Secretaría de Industria y Comercio. INP. Tuxtla Gutiérrez  
Chiapas. 3-5 nov: 44-56.
- Contreras, R.G. 1990. Evaluación de algunos atributos  
poblacionales en *Cyprinus carpio* en la Goleta, Estado de  
México. Tesis ENEPI. UNAM. 69 pp
- Cordero, G.A. y R.H. Gill. 1986. Evaluación biológica-pesquera de  
*Cyprinus carpio* (Linneo) y *Carassius auratus* (Linneo) en el  
embalse la Goleta, Estado de México. Tesis. ENEPI. UNAM. 66  
pp.
- Cruz, L.F. 1989. Estudio de algunos aspectos de la biología de los  
calanoideos del embalse Danxho, Estado de México. Tesis.  
ENEPI UNAM. 67 pp.
- Cházaro, O.S. 1987. Caracterización física y química del embalse  
San. Felipe Tiacaque, Estado de México, durante el periodo de

- estudio de enero a septiembre de 1987. Mem. XI. Simp. Biol. de Campo. ENEPI. UNAM.
- Cházaro, D.S. 1989. Estudio sobre algunos aspectos de la biología del charal (*Chirostoma jordani*) en el embalse Trinidad Fabela, Estado de México. Tesis. ENEPI. UNAM. 83 pp.
- De Buen, F. 1945. Investigaciones sobre ictiología Mexicana. I.- Atherinidae de aguas continentales de México An. Inst. Biol. México. XVI (2): 475-532.
- De la Cruz, G. 1985. Análisis de la variabilidad en una población de charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) Pisces; Atherinidae del embalse Huapango, Estado de México. Mem. VIII Congr. Nal. Zool.
- De Mott, W.R. 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates *Daphnia* an *Bosmina*. Limnol. Oceanog. 27(3): 518-527.
- Díaz-Pardo, E. 1987. Peces en: T. Alvarez y G. Gonzales Eds. Atlas Cultural de México. Fauna lar; Ed. SEP. INAH Ed. Planeta México.. 1-24.
- Duarte, S.M.P. 1981. Contribución al conocimiento de los hábitos alimenticios de doce especies de peces en el Lago Cuitzeo, Michoacán. México. Tesis ENCB. IPN. 68 pp.
- Edmonson, T.W. 1959. Freshwater biology. John Wiley & Sons. Inc. New York. 1248 pp.
- Eliás, M. y R. Sánchez. 1985. Zooplancton del embalse Trinidad Fabela. VIII Congr. Nal. de Zoología. Saltillo Coahuila, México. Tomo II: 548-558.
- Escudera-Gallardo, C. 1988. Análisis trófico de *C. jordani* (Woolman) en el embalse Requena, Estado de Hidalgo (resumen)

- I Congr. Nal. Ictiología. La Paz B.C.S. 28.
- Espinosa, P. E., Ma. T. Gaspar y P. Fuentes. 1993. Listado faunístico de México III. Los Peces dulceacuícolas Mexicanos. Instituto de Biología UNAM 98 pp.
- Flores, T.L. 1985. Contribución al conocimiento de la biología de hembras del charal *C. humboldtianum* (Valenciennes) Pisces Atherinidae, del embalse Huapango, Estado de México. Tesis. ENCB. IPN. 50 pp
- Galbraith, M.G. 1967. Size-selective predation on *Daphnia* by rainbow trout and yellow perch. Trans. Am. Fish. Soc. 96: 1-10.
- Gallardo, C.M. 1977. Contribución al estudio del charal de chapala (*Chirostoma chapalae*), Atherinidae-Mugiliformes. Tesis UNAM. 99 pp.
- Gómez C.M.G. 1984. Análisis del contenido gastrointestinal del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) de la zona norte del embalse Huapango, Estado de México. Tesis ENCB. IPN. 52 pp
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. México. 133 pp
- Garibay, R. et. al. 1988. Estudio histológico de las gónadas del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) Pisces Atherinidae del embalse Huapango, Estado de México. I Congr. Nal de Ictiología. La Paz B.C.S. 29-35 pp
- Gaviño, G. 1980. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Ed. Limusa. México 57 pp.

- González, F. M. 1991. Contribución al conocimiento biológico y ecológico de los copépodos: Calanoidea en la presa Trinidad Fabela, Estado de México. Tesis. ENEPI. UNAM. 51 pp
- González, I.M. 1987. Algunos aspectos de la biología de los Bosminidos del embalse Danxhó, Estado de México. Tesis ENEPI UNAM. 65 pp.
- Hazelwood, D. and R. Parker. 1961. Population dynamics of some freshwater zooplankton. *Ecology*, 42(2): 260-274.
- Hernández, J. 1991. Variaciones de la dieta en *Chirostoma jordani* (Pices:Atherinidae) y *Yuriria alta* (Pices:Cyprinidae) en la presa Begonia, Gto. Tesis F.C. UNAM. 63 pp
- Hernández, O. F. 1993. Evaluación de algunos aspectos de alimentación y reproducción del charal *Chirostoma jordani* (Woolman) en el embalse "Macua" Estado de México. Tesis. ENEPI. UNAM. 55 pp
- Kerfoot, W.C. 1974. Egg-size cycle of a cladoceran. *Ecology*, 55: 1259-1270.
- Kerfoot, W.C. 1981. Long-term replacement cycles in cladoceran communities: a history de predation. *Ecology*, 62(1):216-233.
- Kerfoot, W.C. and C. Peterson. 1980. Predatory copepods and *Bosmina*: replacement cycles and further influences of predation upon prey reproduction. *Ecology* 6(12): 417-431.
- Krebs, M.E. 1985. Ecología estudio sobre la distribución y abundancia. Harla. México. 369 pp.
- Laevastu, T. 1971. Manual de métodos de biología pesquera. FAO. Acribia, España. 243 pp

- Li, K. T., J.K. Wetterer and N.G. Hairston. 1985. Fish size visual resolution and prey selectivity. *Ecology* 66(6): 1729-1735.
- Linch, M. 1978. Complex interaction between natural coexploiters *Daphnia* and *Ceriodaphnia*. *Ecology* 59(3): 553-564
- Lynch, M. 1977. Fitness and optimal body size in zooplankton populations. *Ecology* 58:763-774.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*, Omega. Barcelona, España.
- Mittelbach, G.G. 1981. Foraging efficiency and body size: a study of optimal diet and habitat use by bluegill. *Ecology*, 62(5): 1370-1386
- Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of México. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol.* 30: 121-155.
- Moncayo, M.E. y S. Hernández. 1978. Aspectos ecológicos y pesqueros del embalse Requena, Estado de Hidalgo. Mem del II Congr. Nat. Zool.
- Morelos, L.H.G. 1987. Contribución al conocimiento de la biología del "charal prieto" *Chirostoma attenuatum*, Meck 1902 (Pices:Atherinidae), del lago de Patzcuaro, Michoacán. Tesis Univ. Sn. Nicolas de Hidalgo. Michoacán. México. 68 pp
- Navarrete S.N.A. 1981. Contribución a la biología del charal (*Chirostoma jordani*) en la presa Taxhimay. Tesis. ENEPI. UNAM. 86 pp
- Navarrete, S.N. y R. Sánchez M. 1991. Variaciones alimenticias de los peces del embalse Danxhó, en tres épocas del año. (Resumen). II Congr. Nat. de Ictiología. Monterrey Nuevo León. 2-50.

- Navarrete, S.N.A. y S. Cházaro O. 1992. Espectro trófico del charal *Chirostoma humboldtianum* del embalse San Felipe Tiacaque, Estado de México. Rev. Zool. ENEPI UNAM (3):28-34.
- Neill, E. 1975. Experimental studies of microcrustacean competition, community composition and efficiency of resource utilization. Ecology 56:809-826.
- Nikolsky, G.V. 1963. The ecology of fishes. Academic Press. New York. 262-287.
- O'Brien, W.J. 1979. The predator prey interaction of planktivorous fish and zooplankton. Am. Scien. 67(5): 572-581.
- Pennak, W.R. 1978. Fresh-water invertebrates of the united states. Wiley Inter. Publication. New York. USA.
- Rauda, O.J. y F. García. 1989. Análisis trófico de *Chirostoma patzcuaro* Meek 1902 (Pisces:Atherinidae) del lago de Pátzcuaro, Mich., Mex. Bol. Coord. Inv. Cient. Univ. Mich. Sn.Nicolas de Hidalgo (13): 23-29.-29.
- Rosas, M.M. 1973. Peces dulceacuícolas que se explotan en México y datos sobre su cultivo. Ediciones Centro de Estudios Económicos y Sociales del 3er Mundo. México. 26-40 pp
- Rosas, M.M. 1976. Datos biológicos de la ictiofauna del lago de Pátzcuaro, con especial énfasis en la alimentación de sus especies. Mem. del Simposio sobre pesquerías en aguas continentales. Tuxtla Gutierrez Chis. 2: 299-366.
- Shapiro, J. and D.I. Wright 1984. Lake restoration by biomanipulation: Round Lake, Minnesota The first two years. Freshwater Biology. 14:371-378.

- SEPESCA. 1988a. Programa nacional de pesca y recursos del mar (1987-1988) : 192 pp.
- SEPESCA. 1988b. Memoria sexenal 1982-1988. Del. Fed. Pesca en Guanajuato México.
- SEPESCA. 1990. Anuario estadístico de pesca: 125 pp.
- Solórzano, A. 1961. Contribución al conocimiento de la biología del charal prieto del lago de Pátzcuaro (*Chirostoma bartoni*) Sic. Dir. Gral. Pesca Indust. Conex. Mex. 15 pp
- Soto, G.E. 1993. Depredación selectiva de *Chirostoma jordani* sobre el zooplancton en el embalse Ignacio Allende, Gto. Tesis Maestría ENCB. IPN. 101 pp
- Steedman, H.F. 1981. Fijación y preservación del zooplancton marino en: Boltovskoy, D. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Demetrio Boltovskoy Editor. INEDEC. Argentina. 117-126.
- Tellez, R.C. 1979 Ecología trófica acuática como criterio auxiliar en planificación pesquera y algunos métodos para su estudio en aguas interiores salobres y marinas. 1er. Simposio internacional educación y organización pesquera. México 3.1:1-22
- Tellez, P.A. 1983. Contribución al conocimiento de la biología del charal *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) del embalse Huapango del Estado de México. Tesis ENCB. IPN. 36 pp
- Vinyard, G.L. and W. J. O'Brien. 1975. Dorsal light response as a index of prey preference in bluegill (*Lepomis macrochir*). J. Fish Res. Bd. Canada. 32:1860-1863.

- Vinyard, G.L. 1980. Differential prey vulnerability and predator selectivity: effects of evasive prey on bluegill (*Lepomis macrochirus*) and pumpkinseed (*L. gibbosus*) predation. Can. J. Fish Aquat. Sci. 37: 2294-2299.
- Wells, L. 1970. Effects of alewife predation on zooplankton populations in lake Michigan. Limnol. Oceanogr. 15: 556-565.
- Werner, E.E. and D.J. Hall. 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). Ecology 55(5): 1042-1052.
- Wetzel, R.G. 1983. Limnologia. Ed. Omega. España. 679 pp
- Zaret, T.M. 1972. Predators, invisible prey and the nature of polymorphism in the cladoceras (Class Crustacea). Limnol. and Oceanogr. 17:171-184.
- Zaret, T.M. 1972a. Predator invisible prey and the nature of polymorphism in the Cladocera (Class Crustacea) Limnol. Oceanogr. 17:171-178.
- Zaret, T.M. 1972b. Predator-prey interaction in a tropical lacustrine ecosystem. Ecology 53(2): 248-257.
- Zaret, T.M. and W.C. Kerfoot. 1975. Fish predation on *Bosmina longirostris*: body size selection versus visibility selection. Ecology 56: 232-237.
- Zaret, T.M. and J.S. Suffern. 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. Limnol. Oceanogr. 21(6): 804-813.

## 14. - TABLAS.

TABLA I ESPECIES DEL ZOOPLANCTON EN LOS EMBALSES

	TRINIDAD FABELA	DANXHO	TIACAQUE
CLADOCEROS			
<i>Daphnia pulex</i>	X	X	X
<i>Daphnia laevis</i>	X	X	X
<i>Daphnia ambigua</i>		X	X
<i>Daphnia parvula</i>		X	X
<i>Daphnia dubia</i>		X	
<i>Bosmina longirostris</i>	X	X	X
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	X	X	
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>		X	
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		X	X
<i>Moina macrocopa</i>		X	X
<i>Simocephalus vetulus</i>			X
<i>Alonopsis elongata</i>		X	
<i>Alona guttata</i>			X
<i>Camptocercus rectirostris</i>		X	
<i>Macrothrix laticornis</i>			X
COPEPODOS			
<i>Diaptomus novamexicanus</i>	X	X	
<i>Diaptomus albuquerqueensis</i>		X	
<i>Diaptomus montezumae</i>	X	X	
<i>Diaptomus saltillinus</i>			X
<i>Cyclops vernalis</i>	X	X	X
<i>Cyclops bicolor</i>	X	X	
<i>Cyclops exilis</i>			X
ROTIFEROS			
<i>Brachionus urceolaris</i>	X		X
<i>Asplanchna brightwelli</i>		X	X
<i>Filinia longiseta</i>		X	X
<i>Keratella tropica</i>			X
<i>Conochillius sp</i>		X	

**TESIS SIN PAGINACION**

**COMPLETA LA INFORMACION**



FIG. 1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDAE).

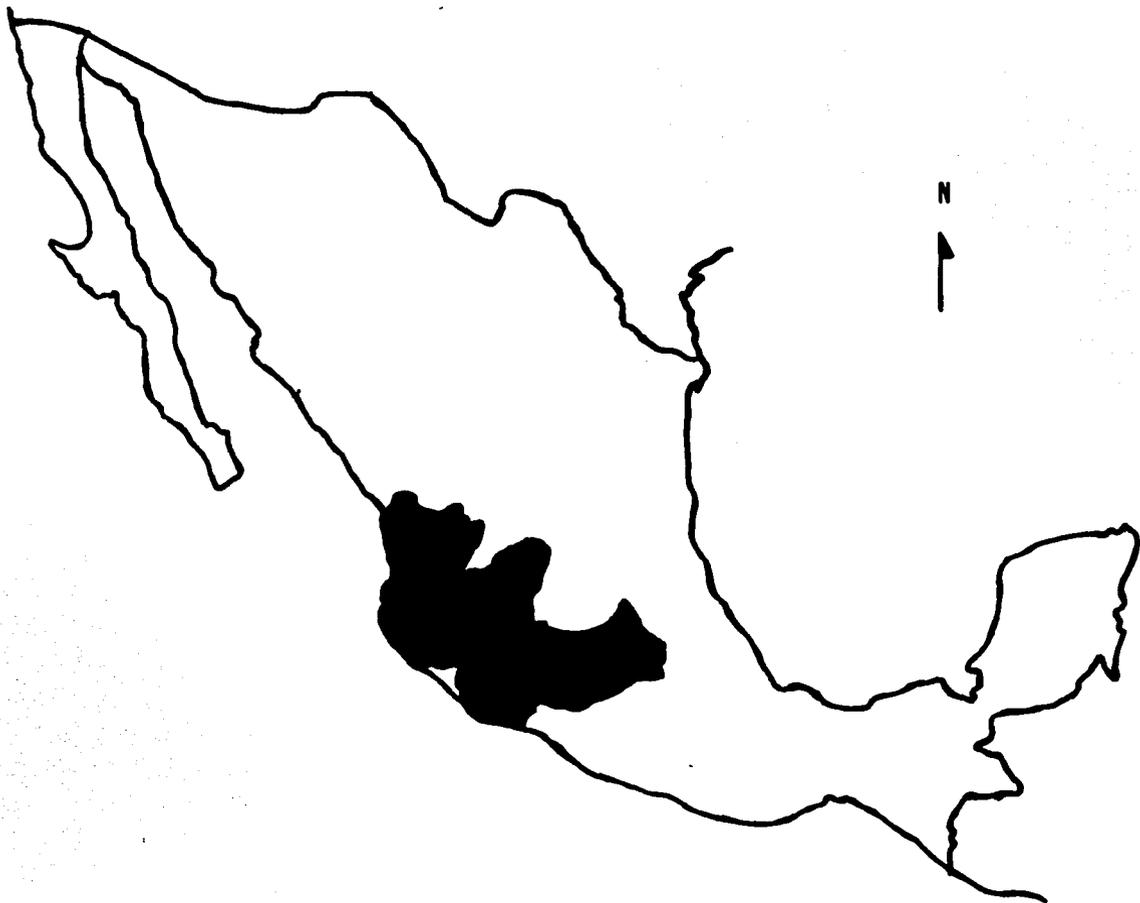


FIG. 2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE)

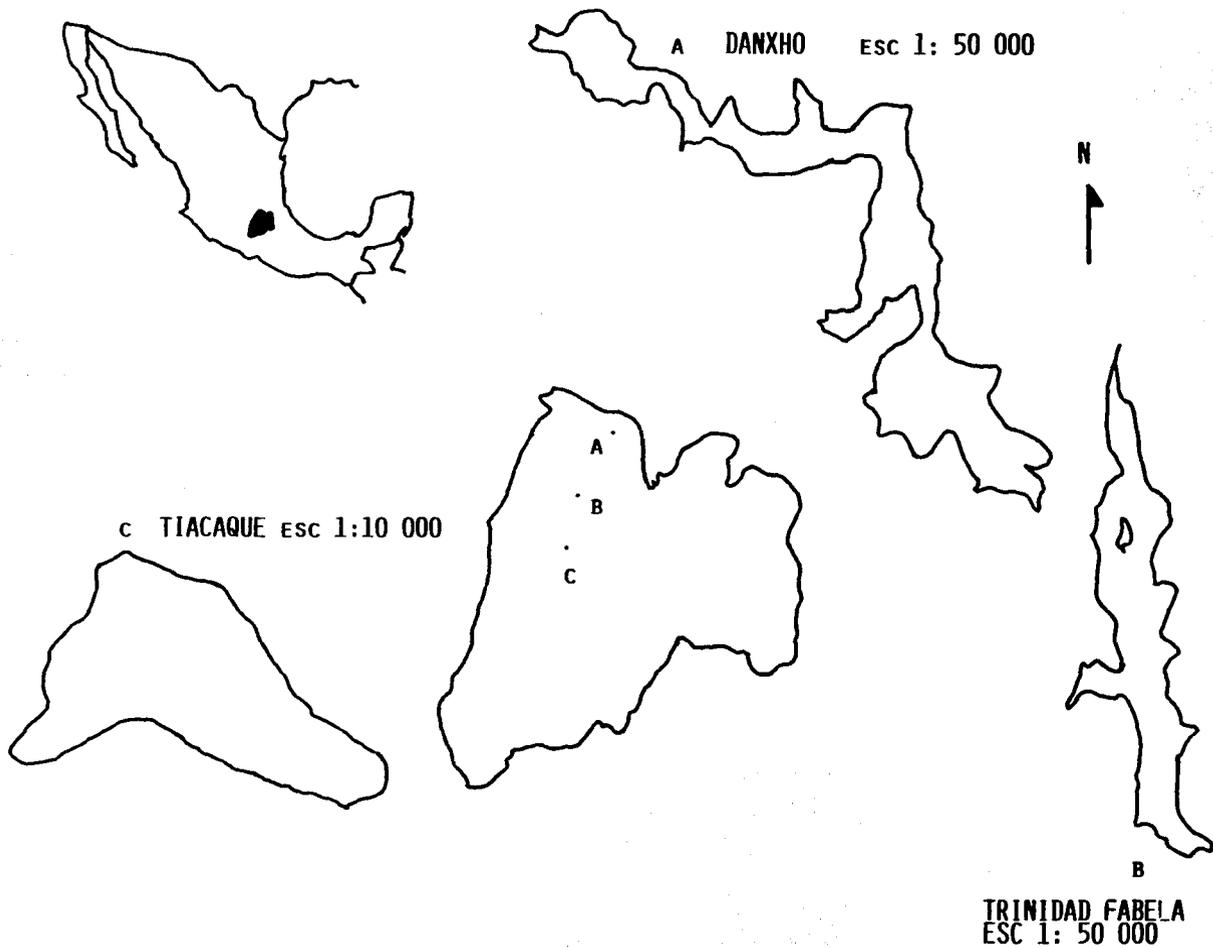


FIG. 3 AREAS DE ESTUDIO.

**CLAVE DE LOS GENEROS.**

CLAVE	GENERO
Di	<i>Diaptomus</i>
Cy	<i>Cyclops</i>
Dp	<i>Diaphanosoma</i>
Da	<i>Daphnia</i>
Bo	<i>Bosmina</i>
Ce	<i>Ceriodaphnia</i>
Mo	<i>Moina</i>
Al	<i>Alonopsis</i>
A	<i>Alona</i>
Ca	<i>Capmtocercus</i>
S	<i>Simocephalus</i>
M	<i>Macrothrix</i>
Br	<i>Brachionus</i>
As	<i>Asplanchna</i>
Co	<i>Conochillus</i>
Fi	<i>Filinia</i>
K	<i>Keratella</i>
Na	<i>Mauplios</i>

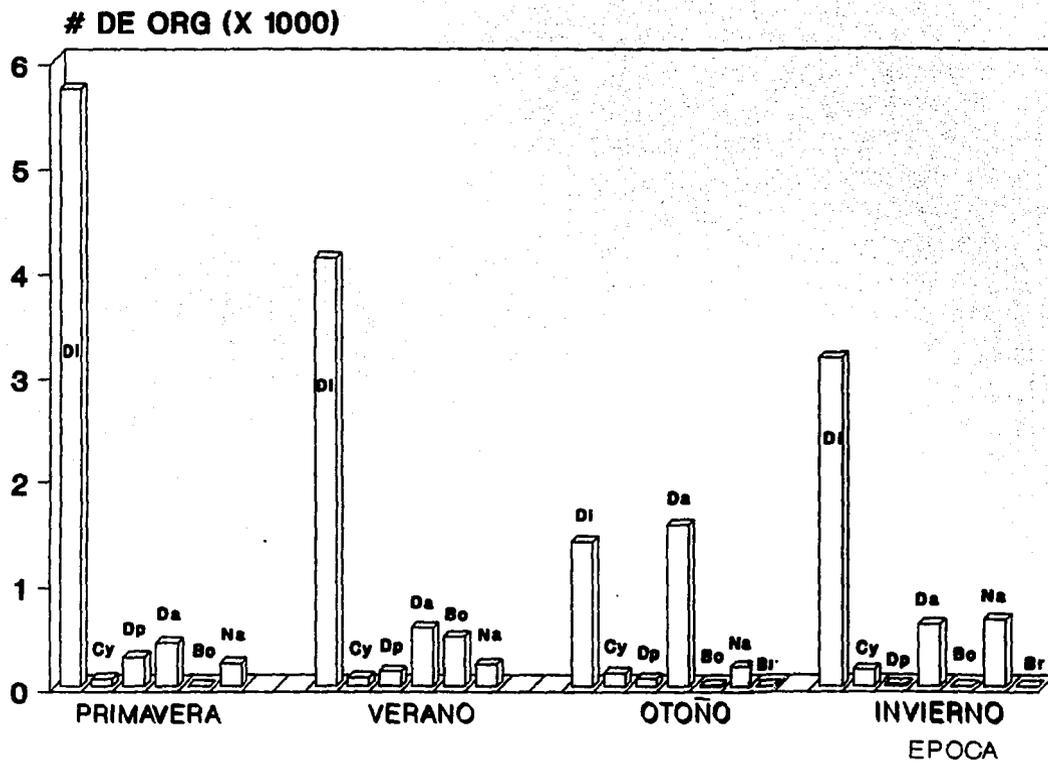
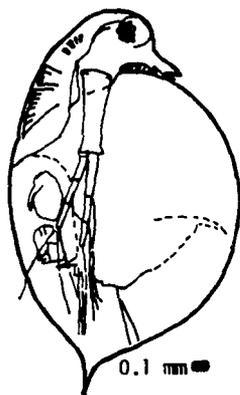
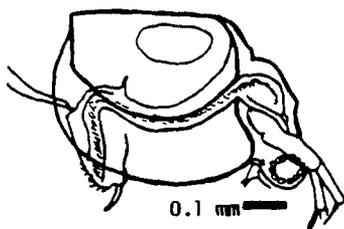


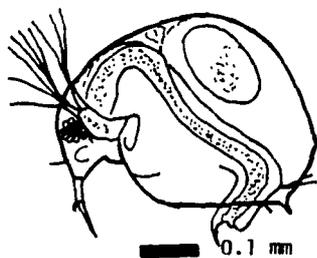
FIG. 4 ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).



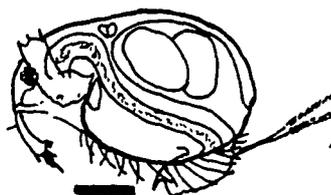
*Daphnia*



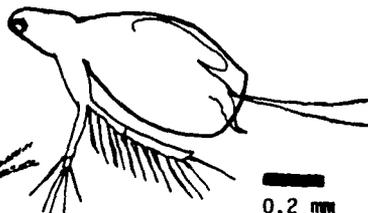
*Ceriodaphnia*



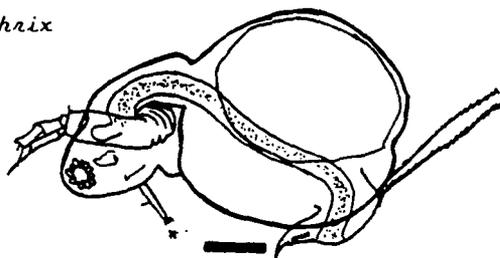
*Bosmina*



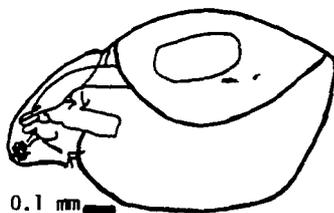
*Macrothrix*



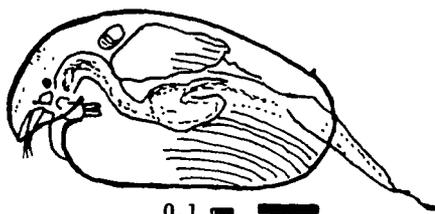
*Dianhanosoma*



*Moina*

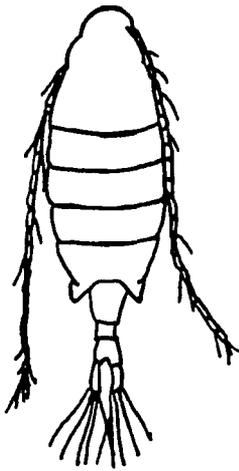


*Simocephalus*



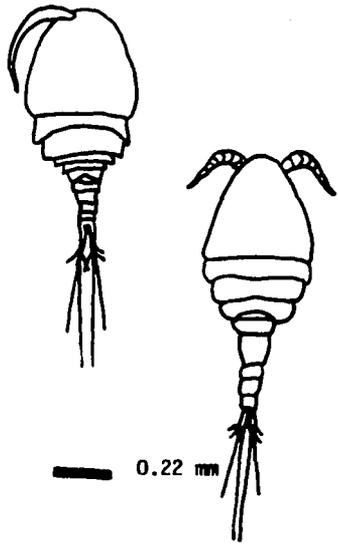
*Camptocercus*

FIG. 4A CLADOCEROS.



0.24 mm

*Diaptomus*



0.22 mm

*Cyclops*

FIG. 4B COPEPODOS.



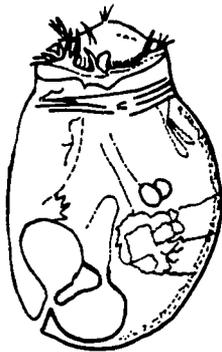
*Brachionus*  
250  $\mu$



*Keratella*  
300  $\mu$



*Conochilus*  
400  $\mu$



*Asplanchna*  
600  $\mu$



*Filinia*  
400  $\mu$

FIG. 4c ROTIFEROS.

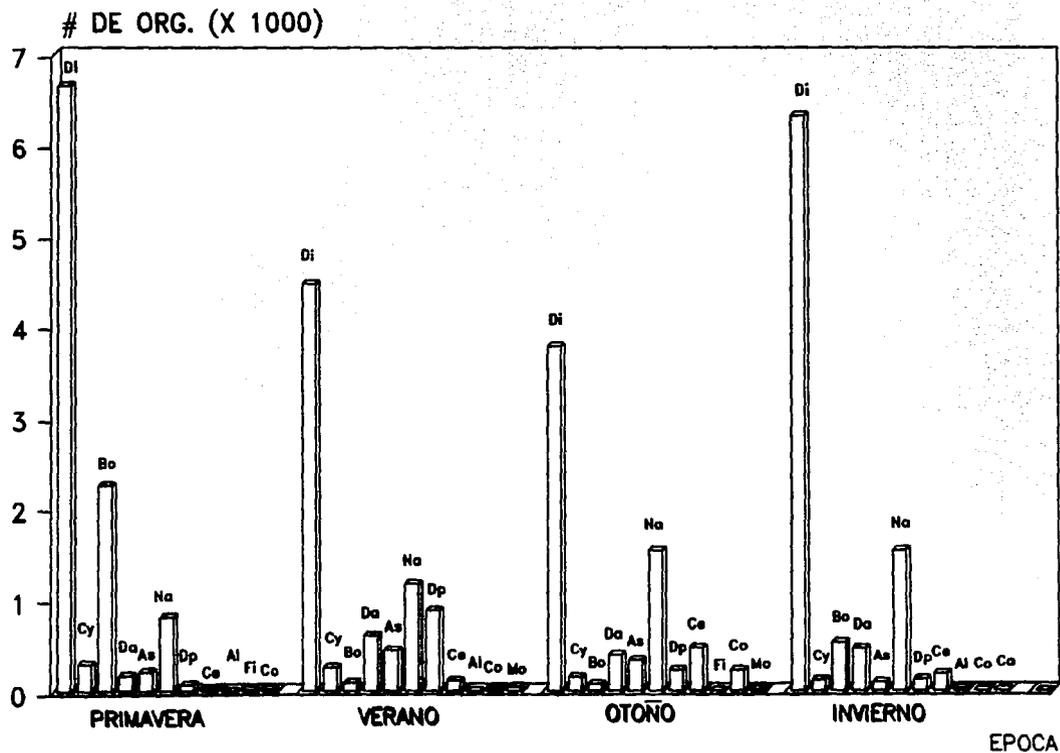


FIG. 5 ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

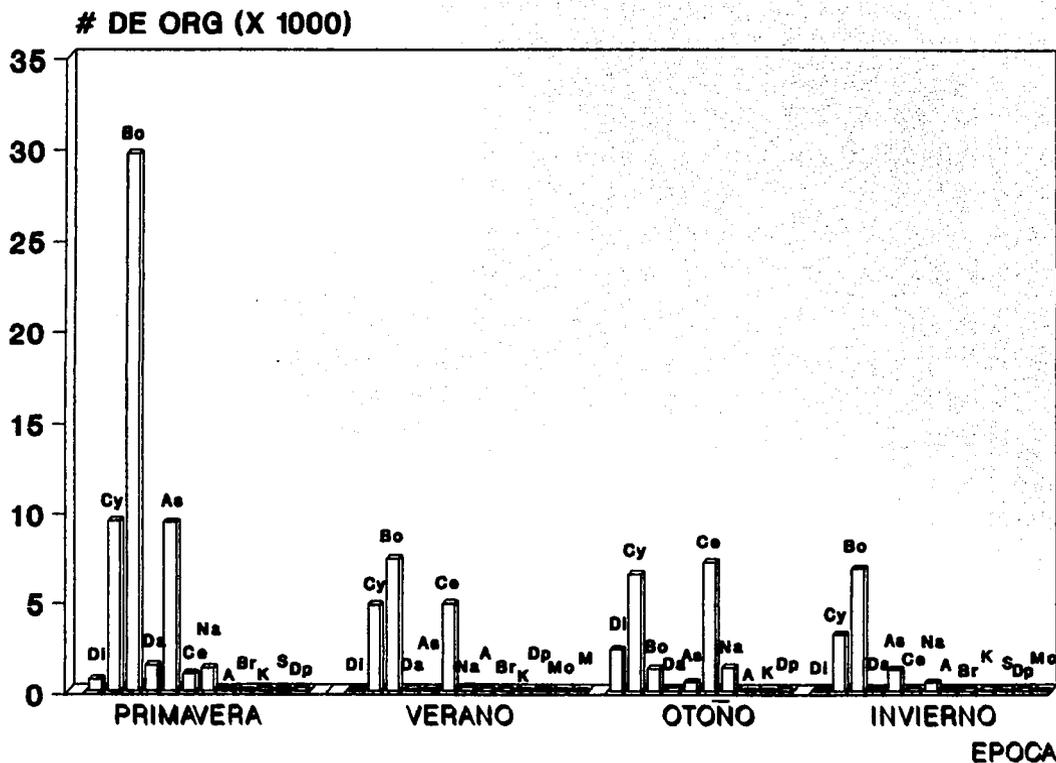


FIG. 6 ABUNDANCIA DEL ZOOPLANCTON EN EL EMBALSE TIACAUQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

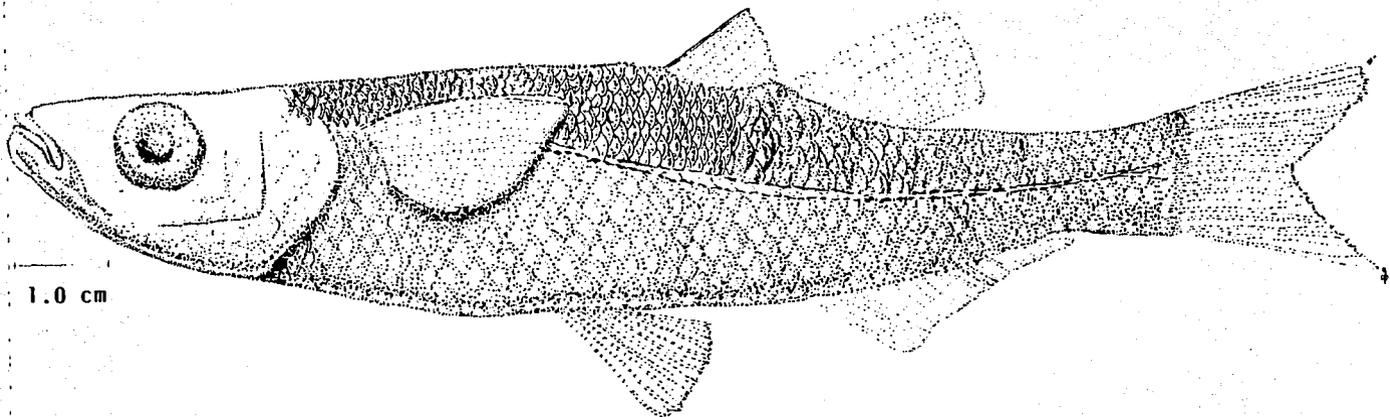


FIG. 8 *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE).

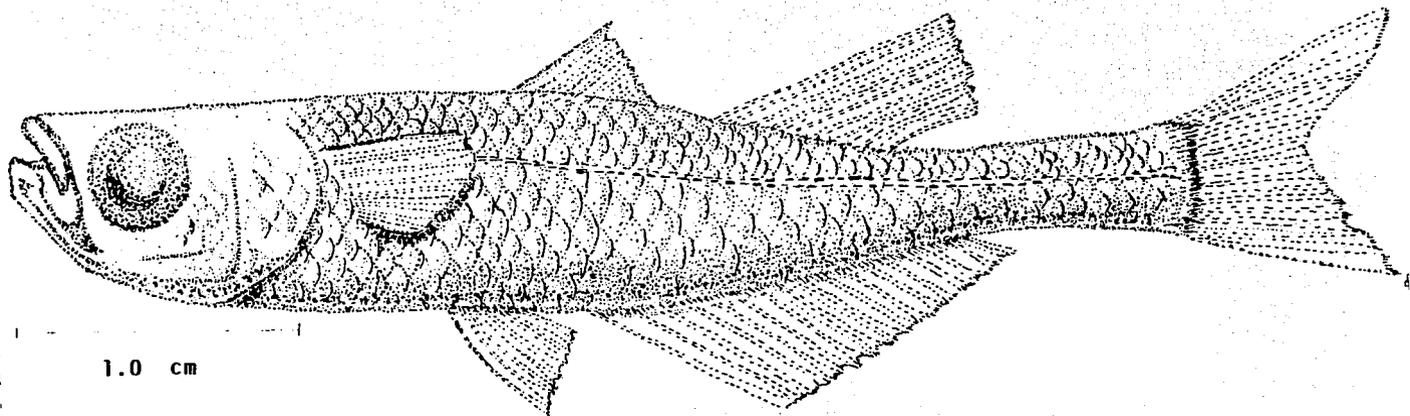


FIG. 7 *Chinostoma jordani* (ATHERINIDAE).

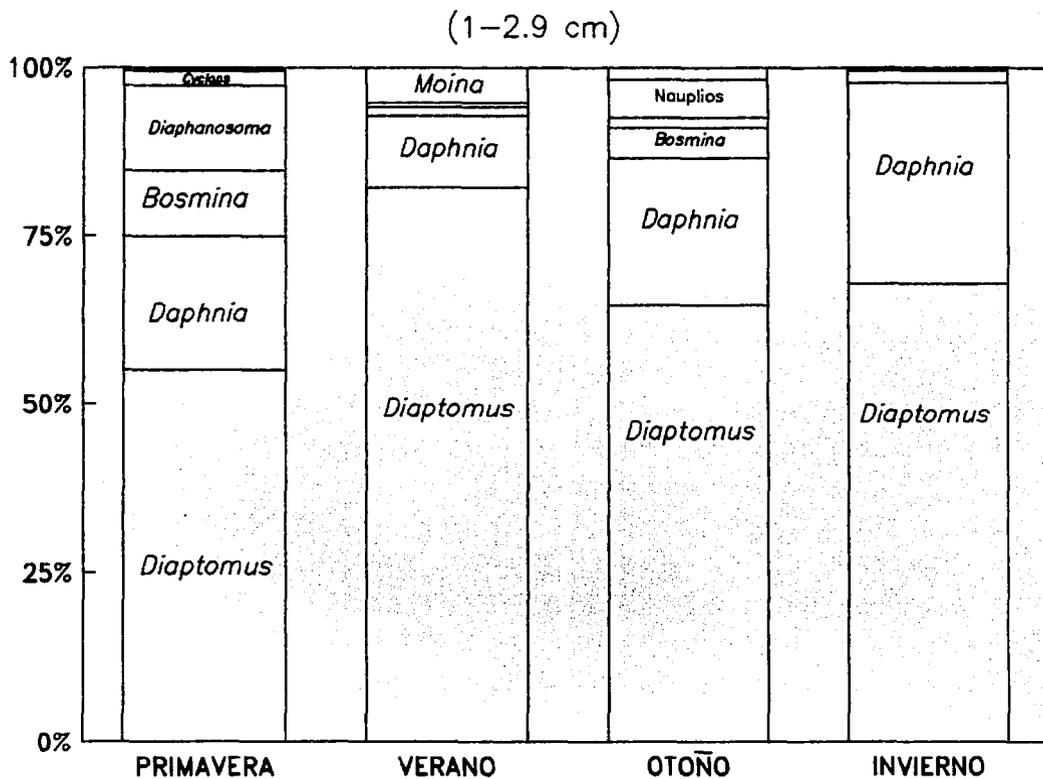


FIG. 9 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

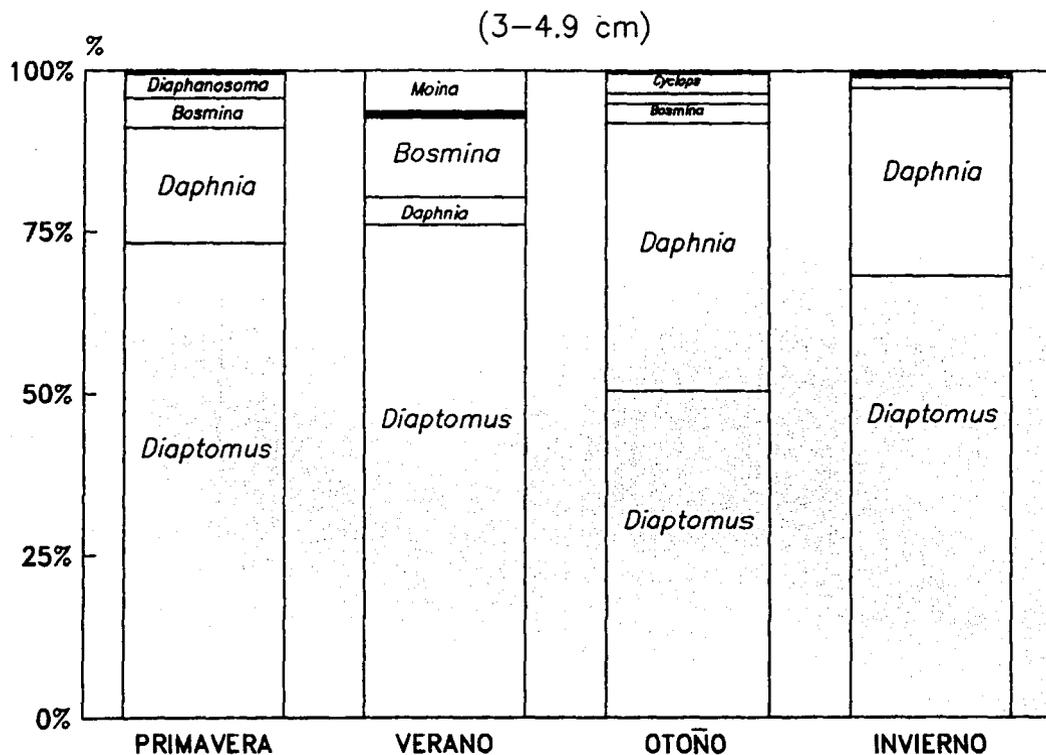


FIG. 10 ESPECTRO TROFICO DE *Chilostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

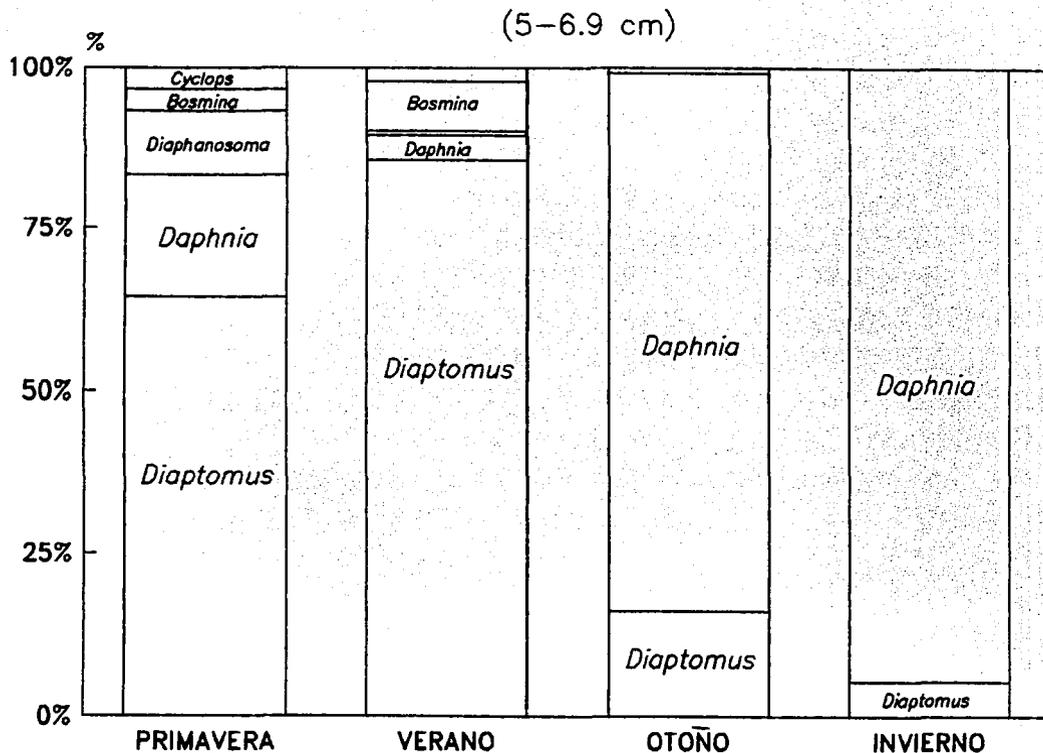


FIG. 11 ESPECTRO TROFICO DE *Chinostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

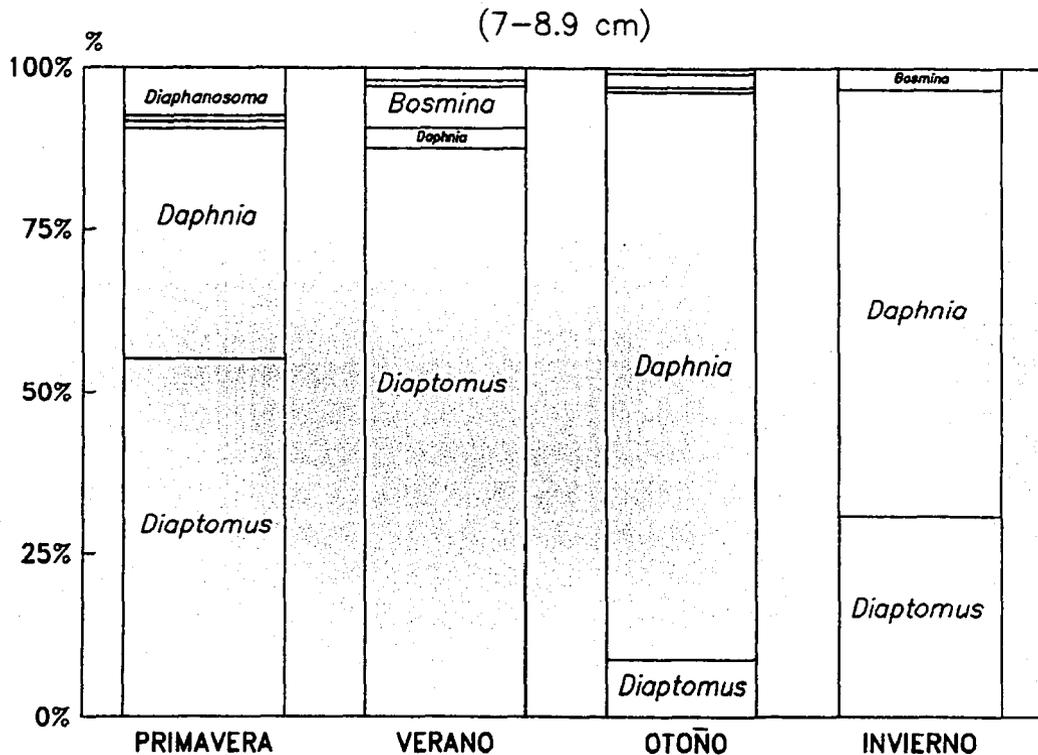


FIG. 12 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

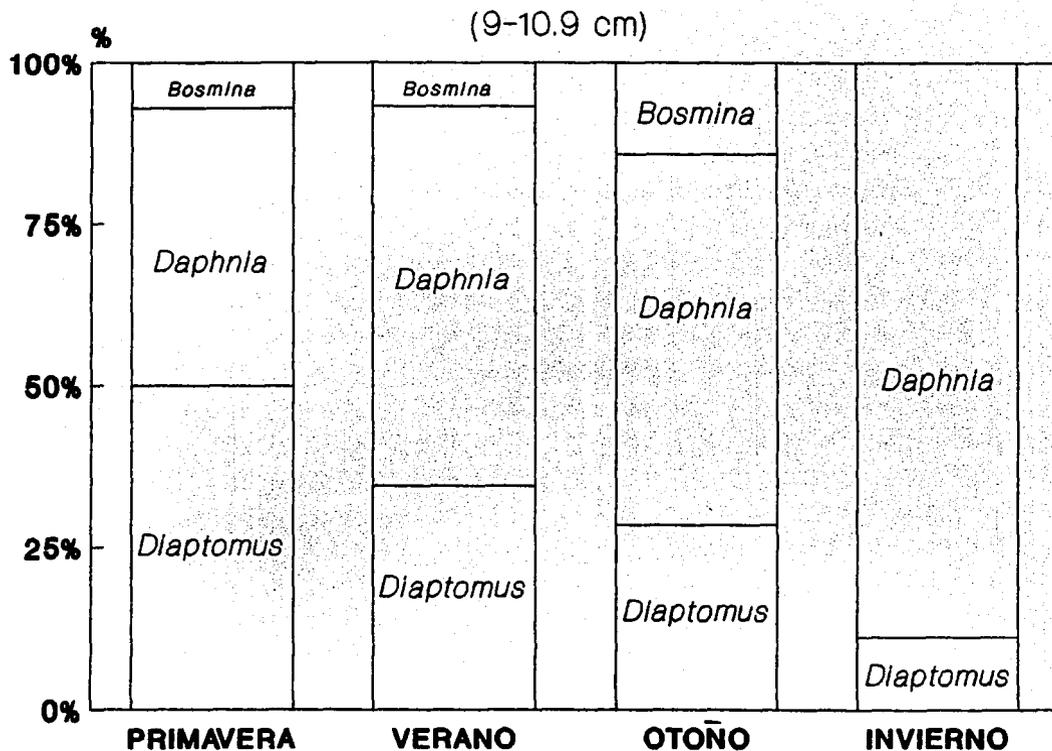


FIG. 13 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE A. TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MÉXICO (1984)

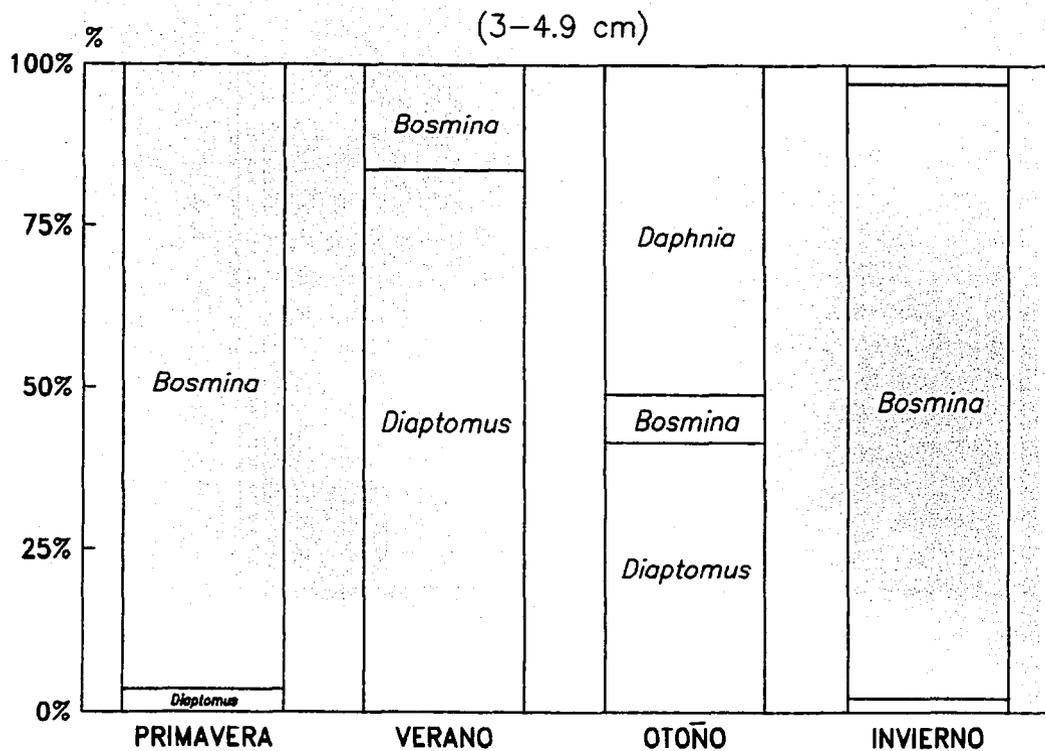


FIG. 14 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

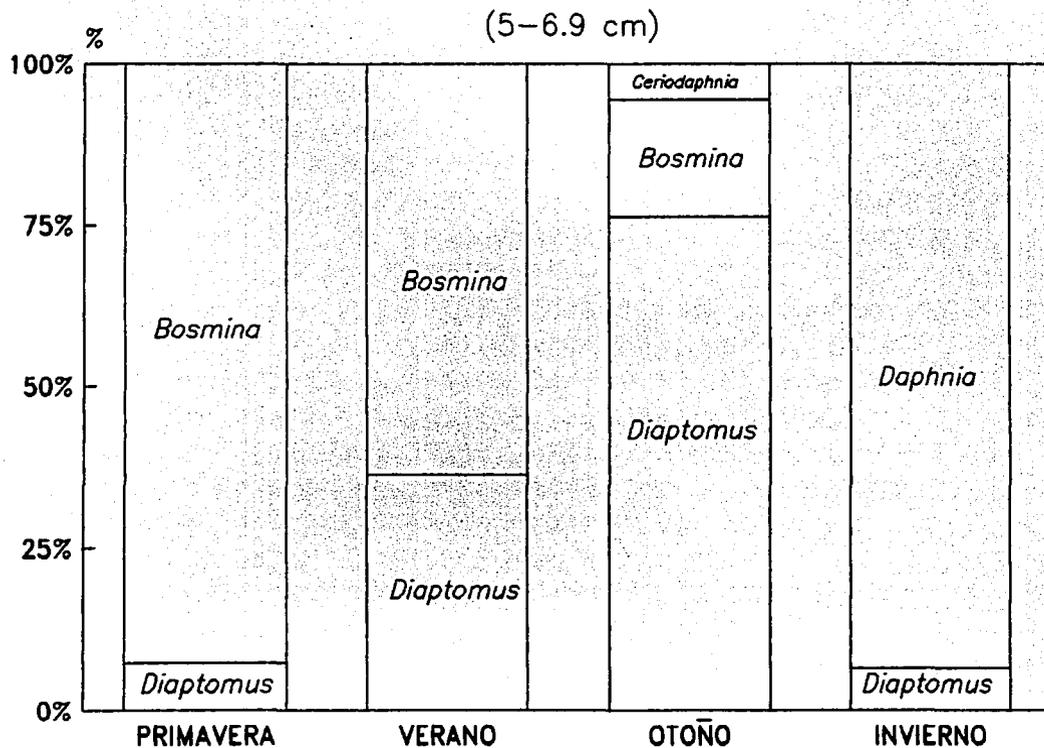


FIG. 15 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

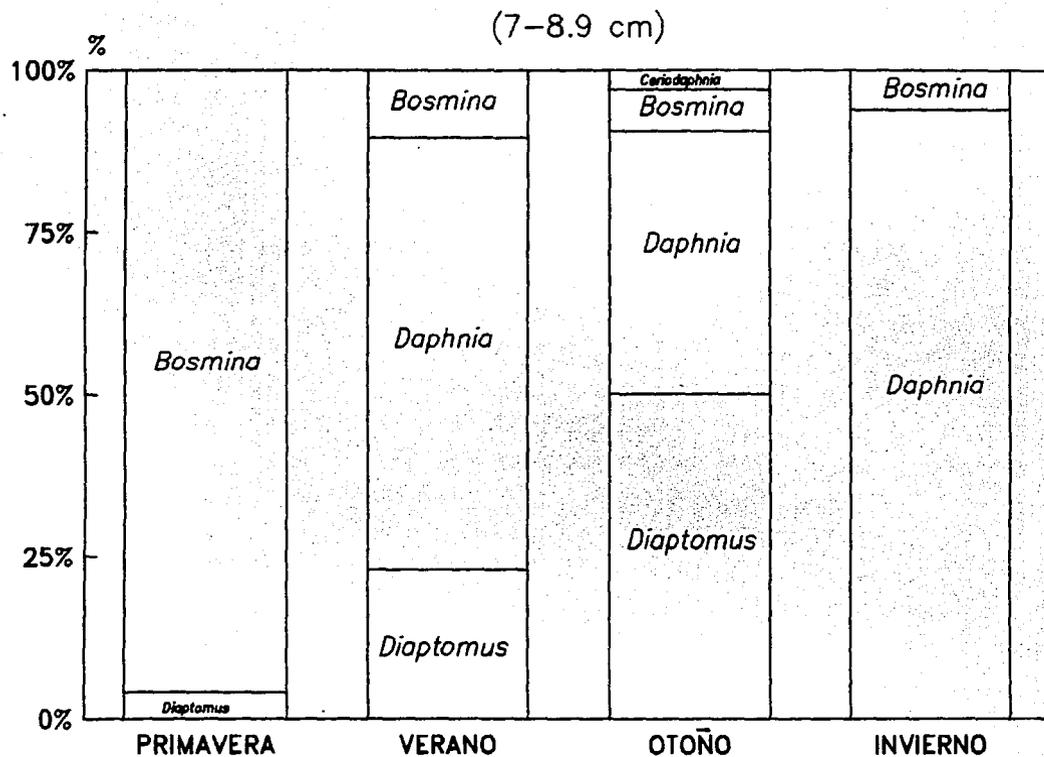


FIG. 16 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

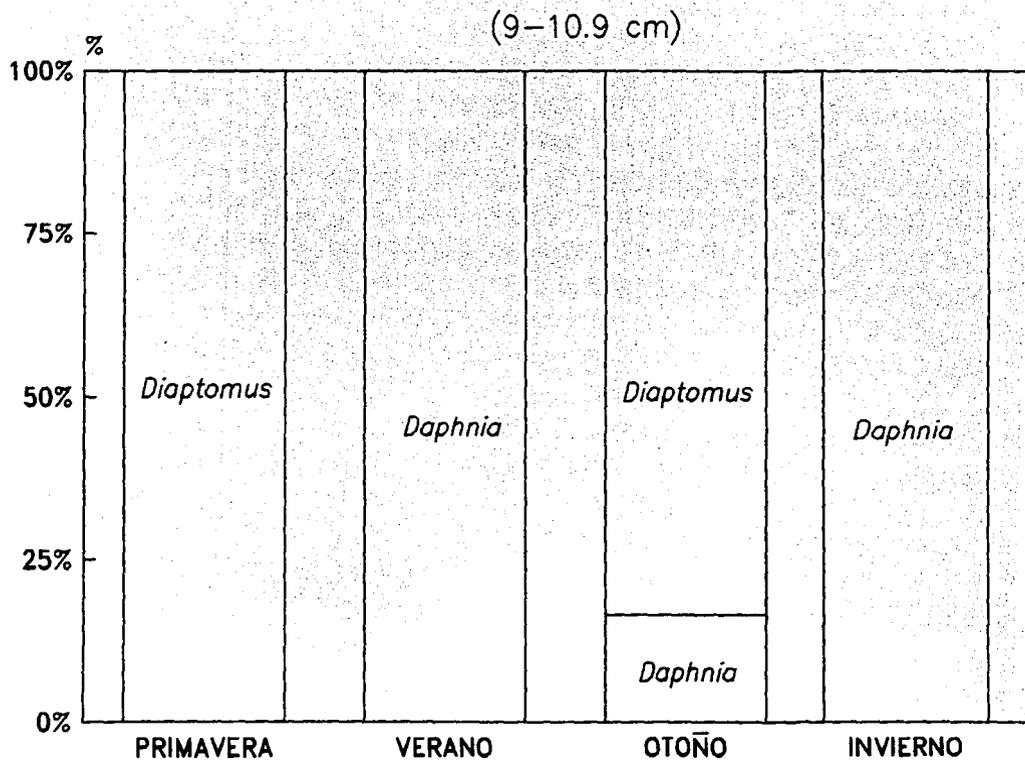


FIG. 17 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DEMEXICO (1986).

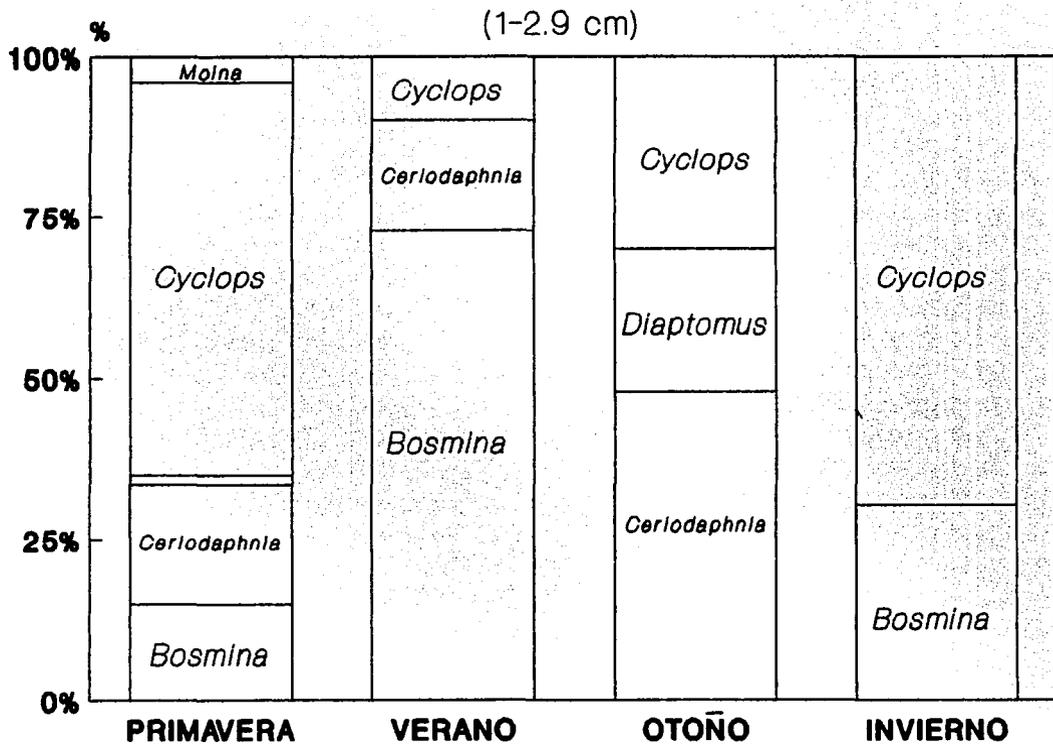


FIG. 18 ESPECTRO TROFICO DE *Chilostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

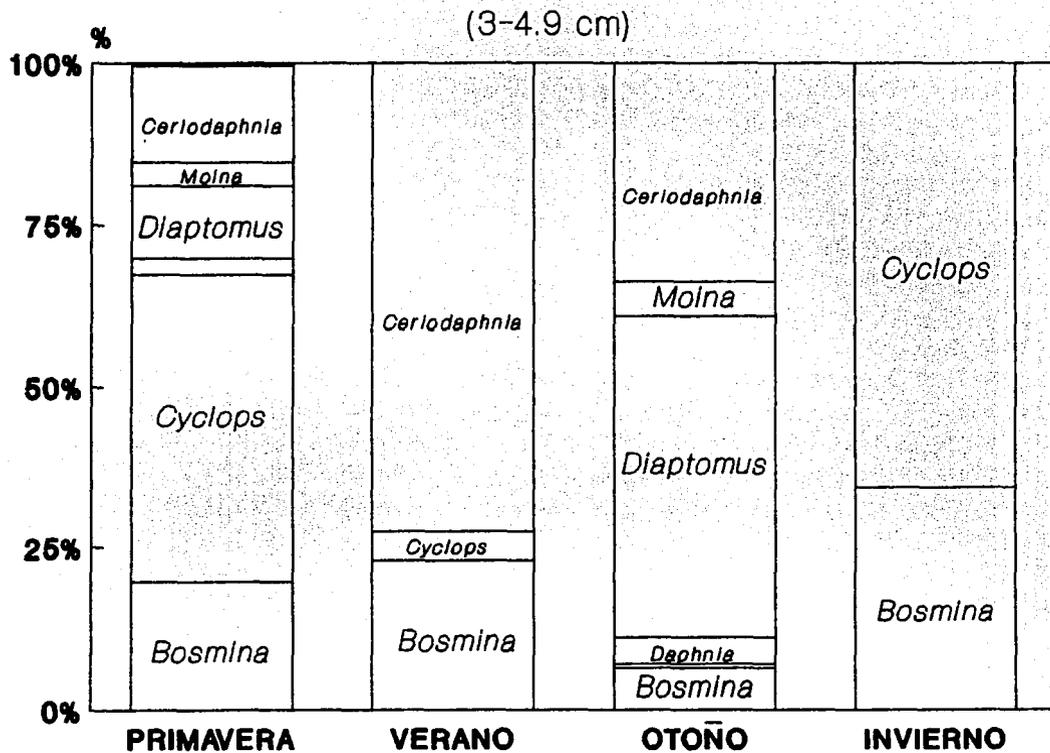


FIG. 19 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

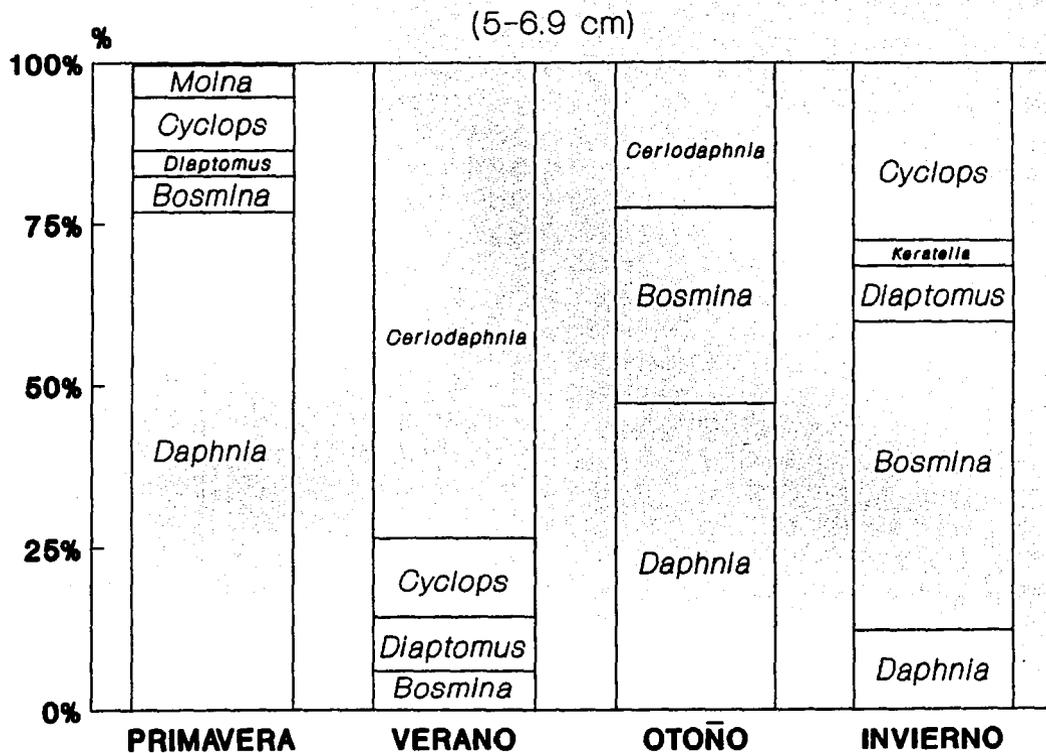


FIG. 20 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

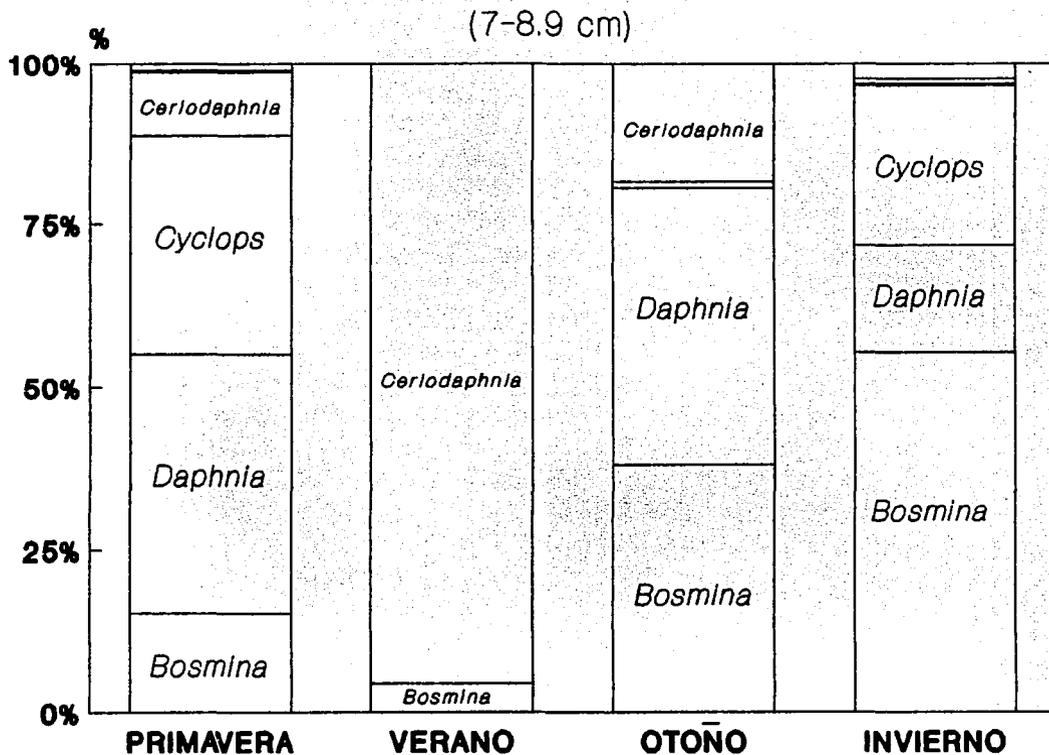


FIG. 21 ESPECTRO TRÓFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

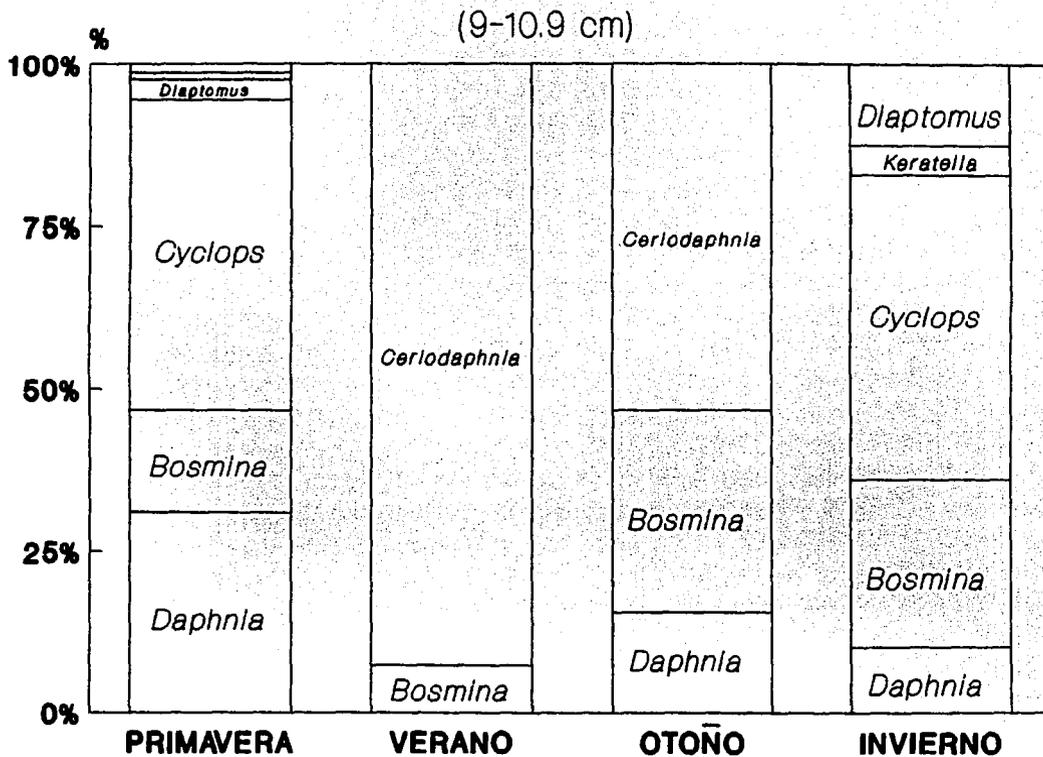


FIG. 22 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

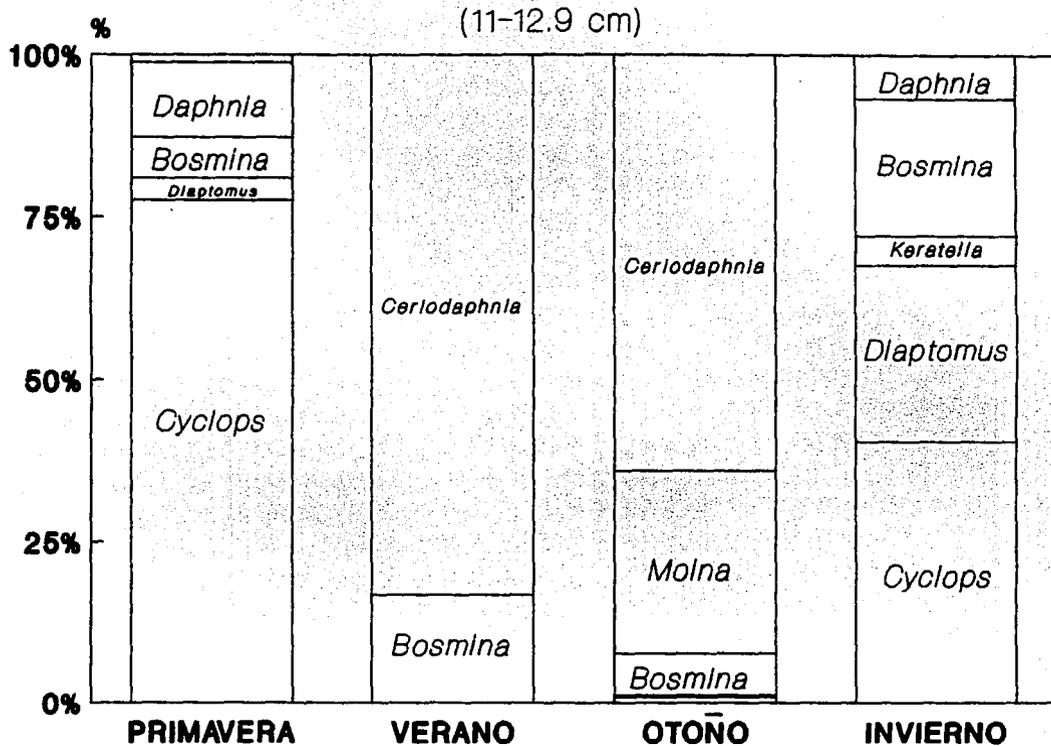


FIG. 23 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

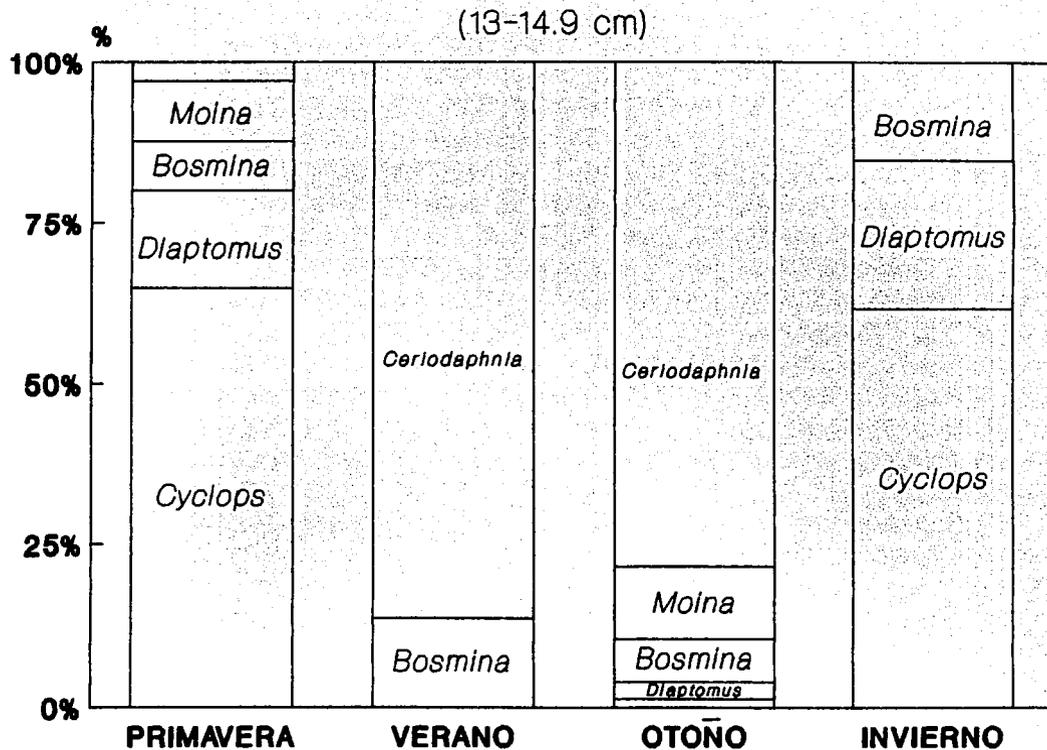


FIG. 24 ESPECTRO TROFICO DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

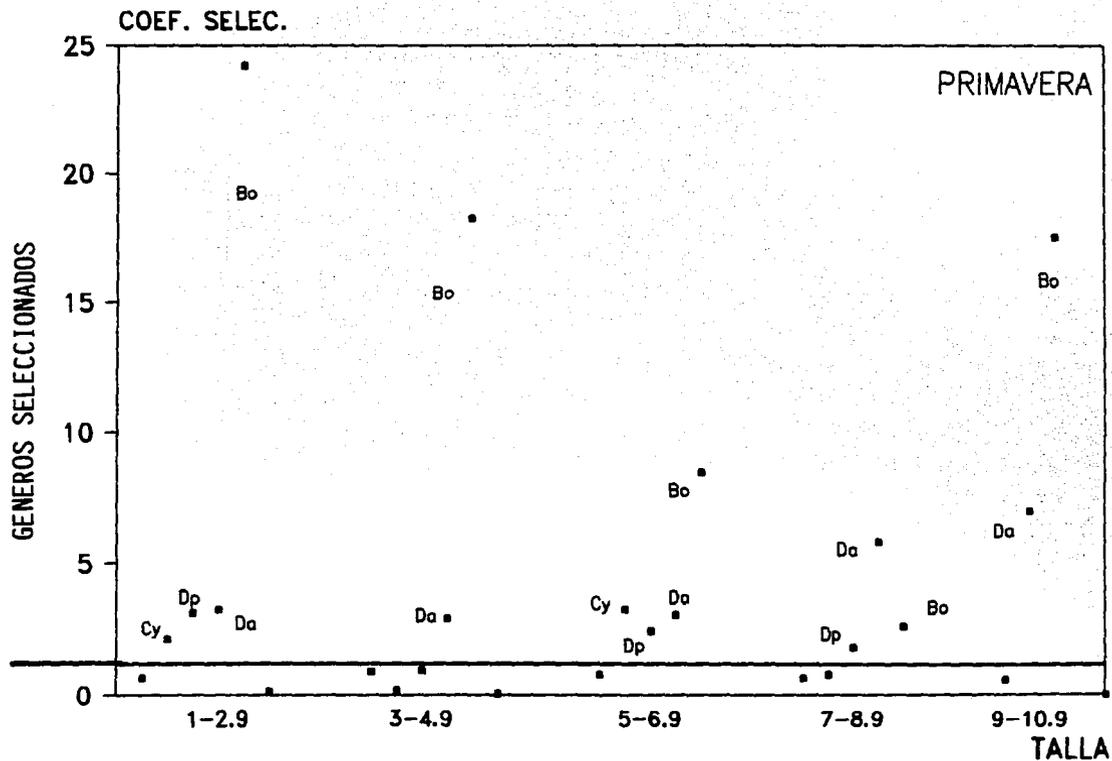


FIG. 25 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDA) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

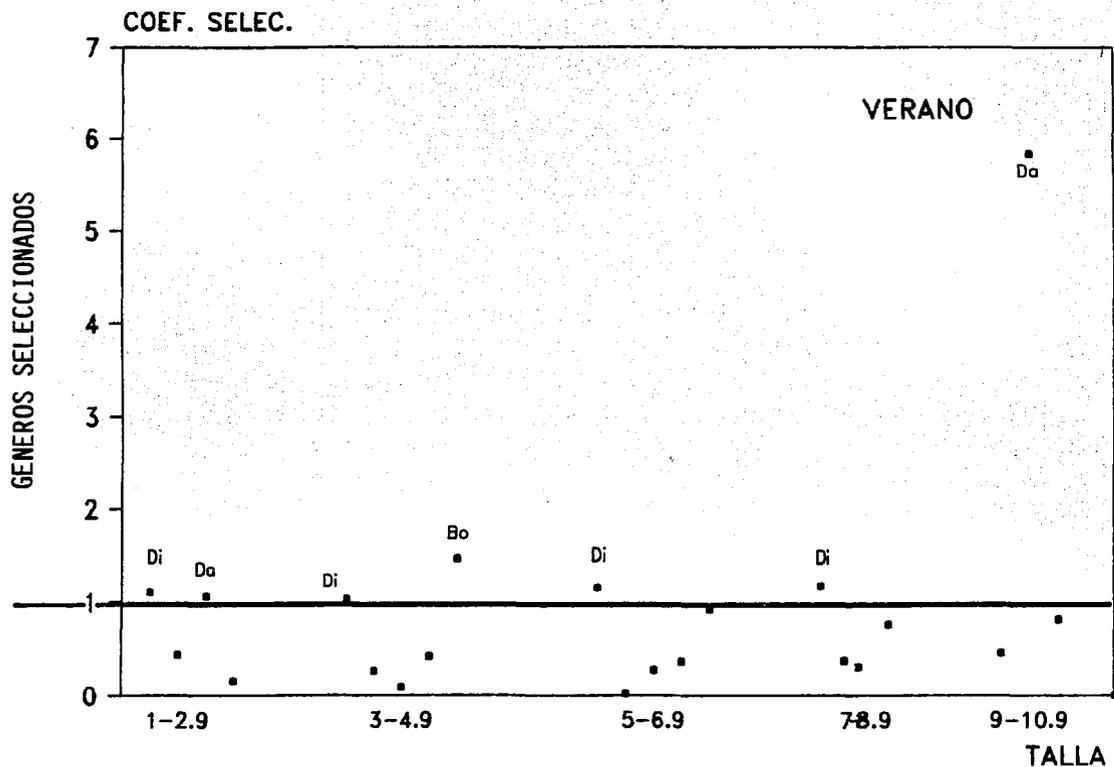


FIG. 26 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chinostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

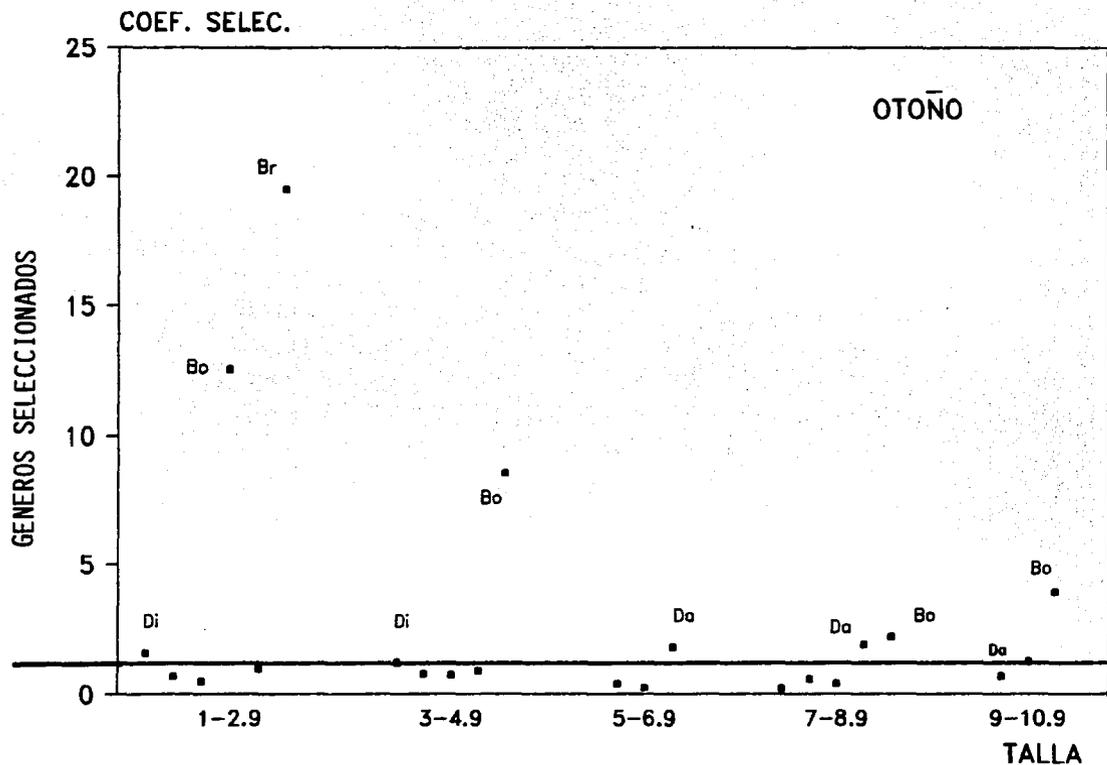


FIG. 27 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chinostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

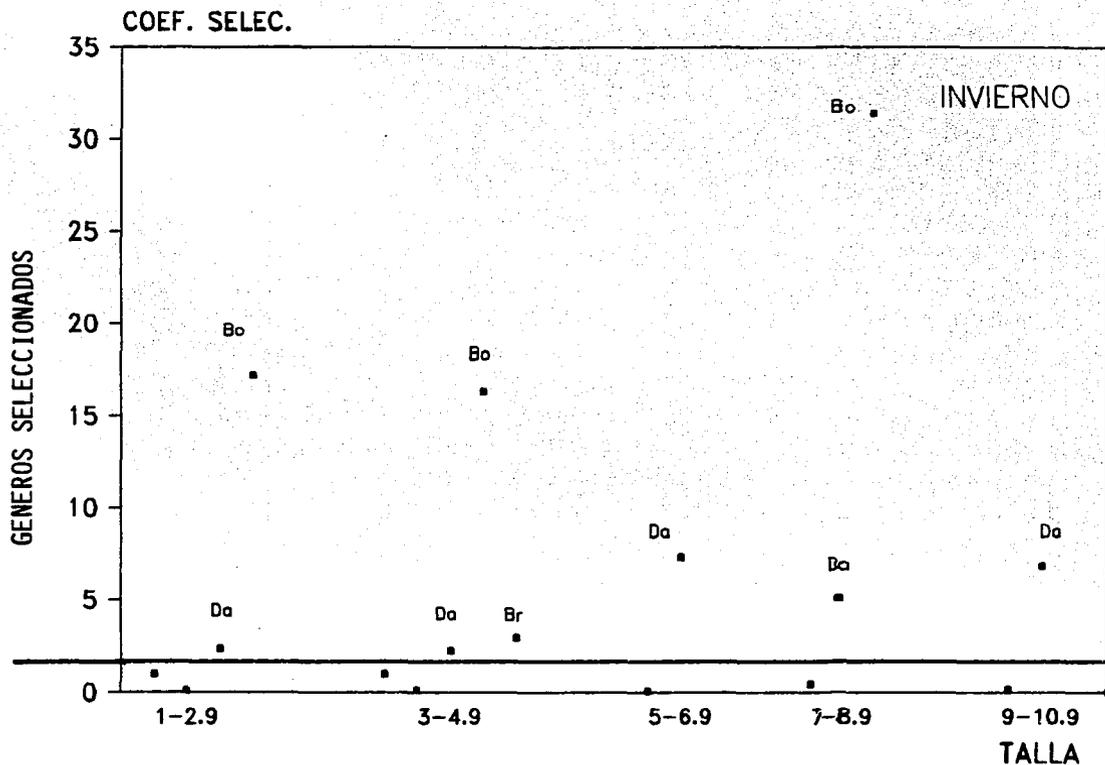


FIG. 28 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma jordani* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TRINIDAD FABELA, ESTADO DE MEXICO (1984).

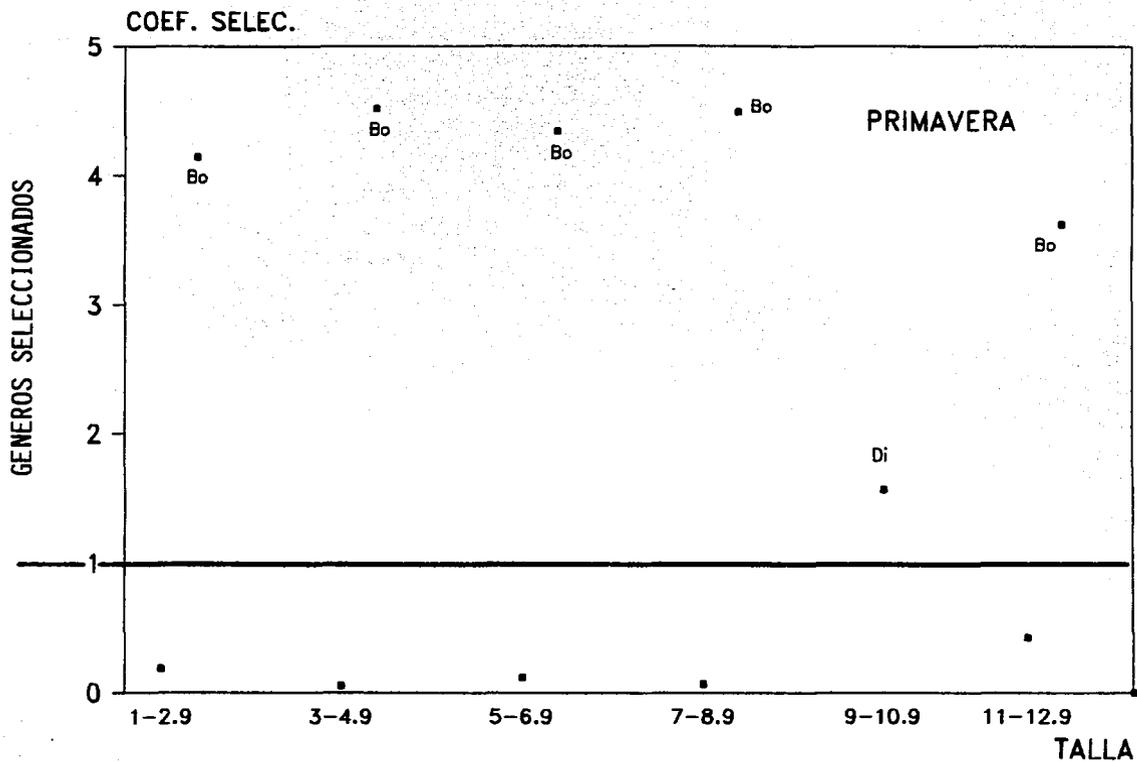


FIG. 29 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

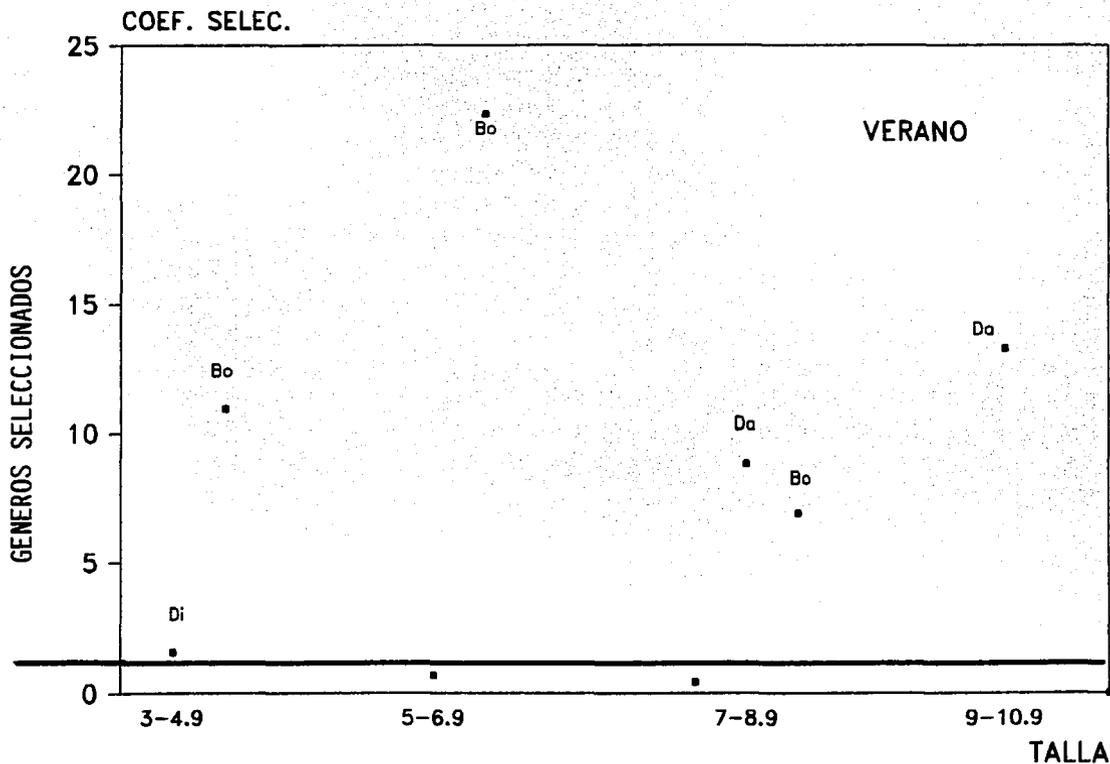


FIG. 30 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chinostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

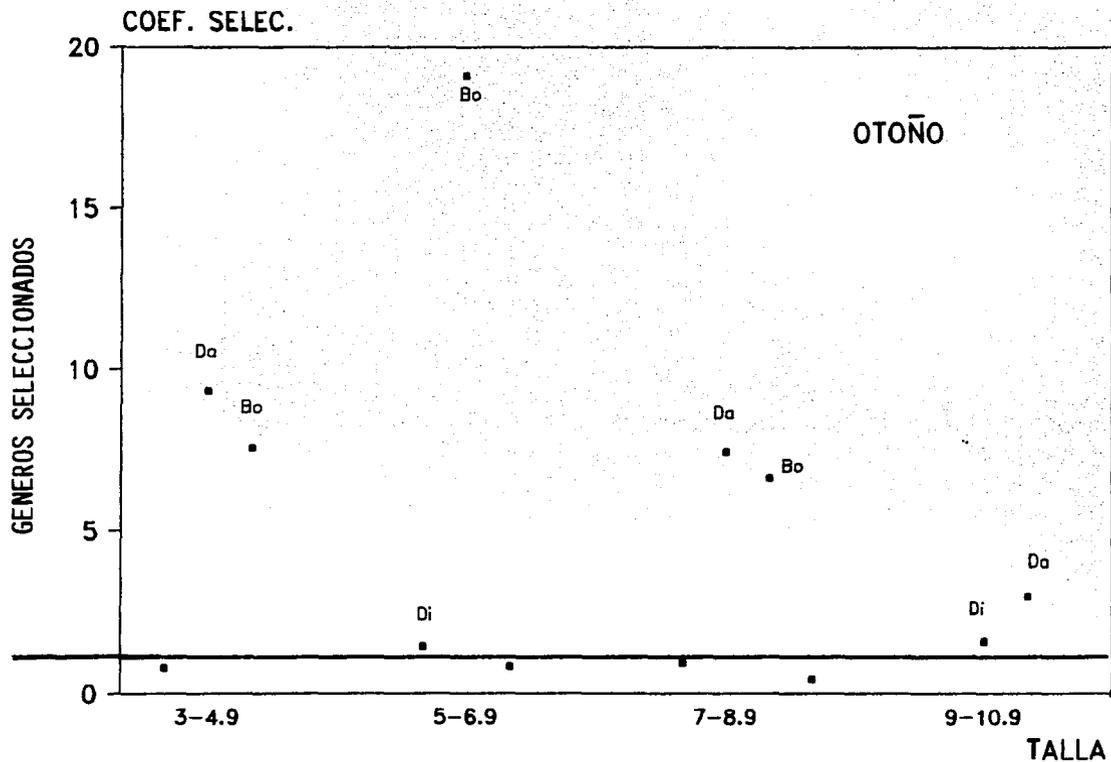


FIG. 31 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chinostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

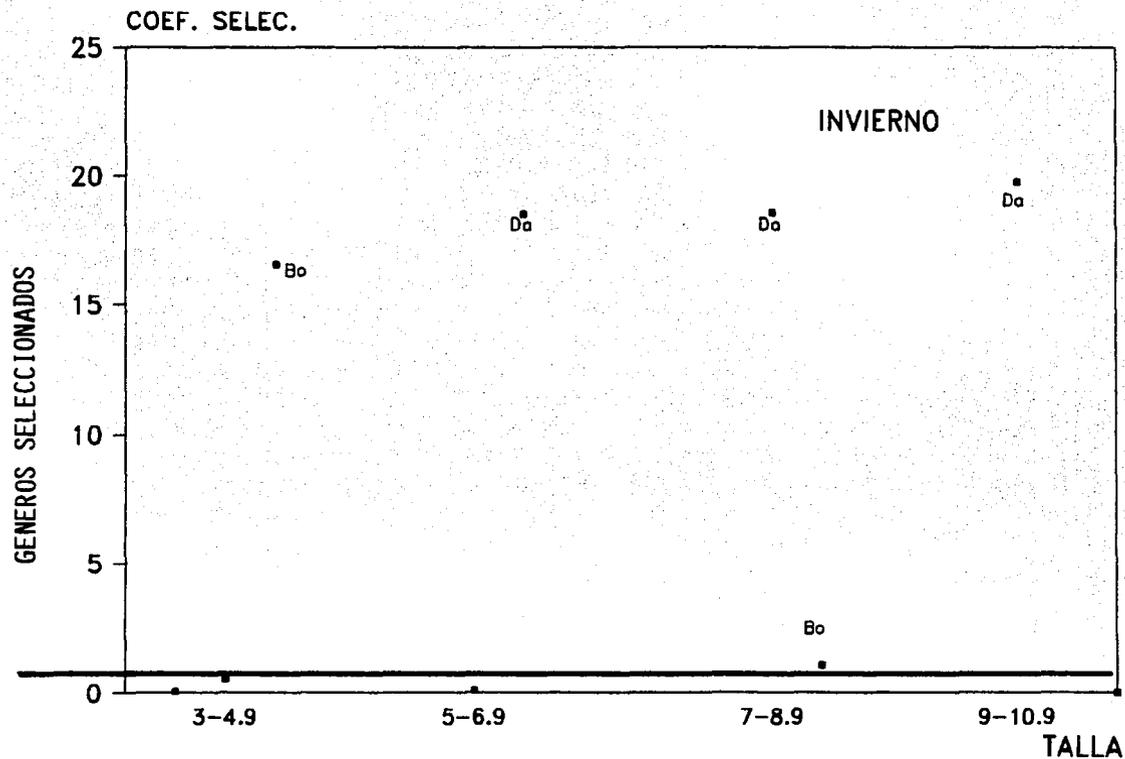


FIG. 32 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO (1986).

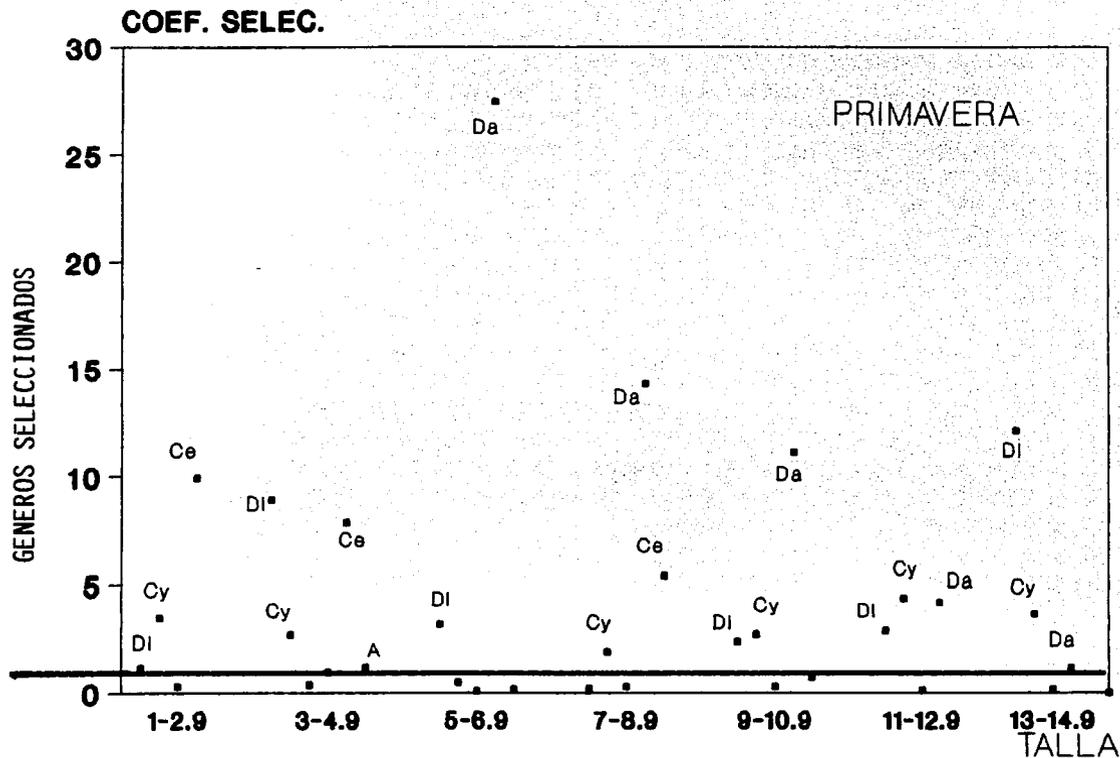


FIG. 33 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

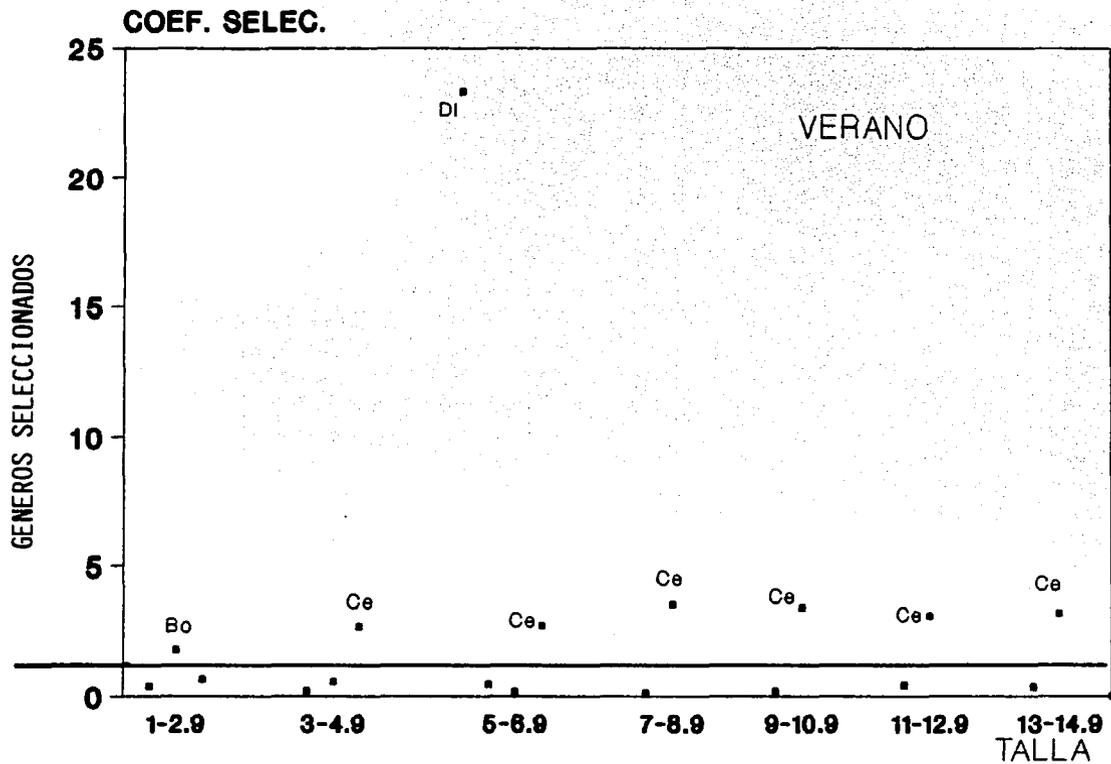


FIG. 34 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

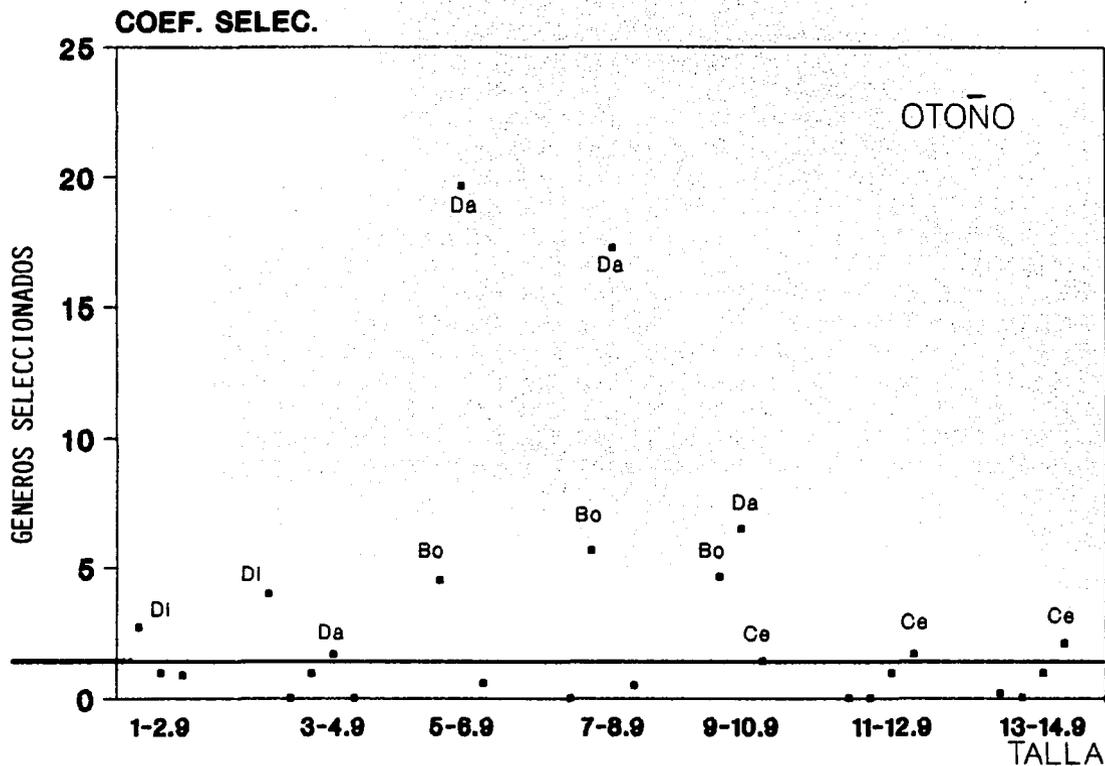


FIG. 35 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).

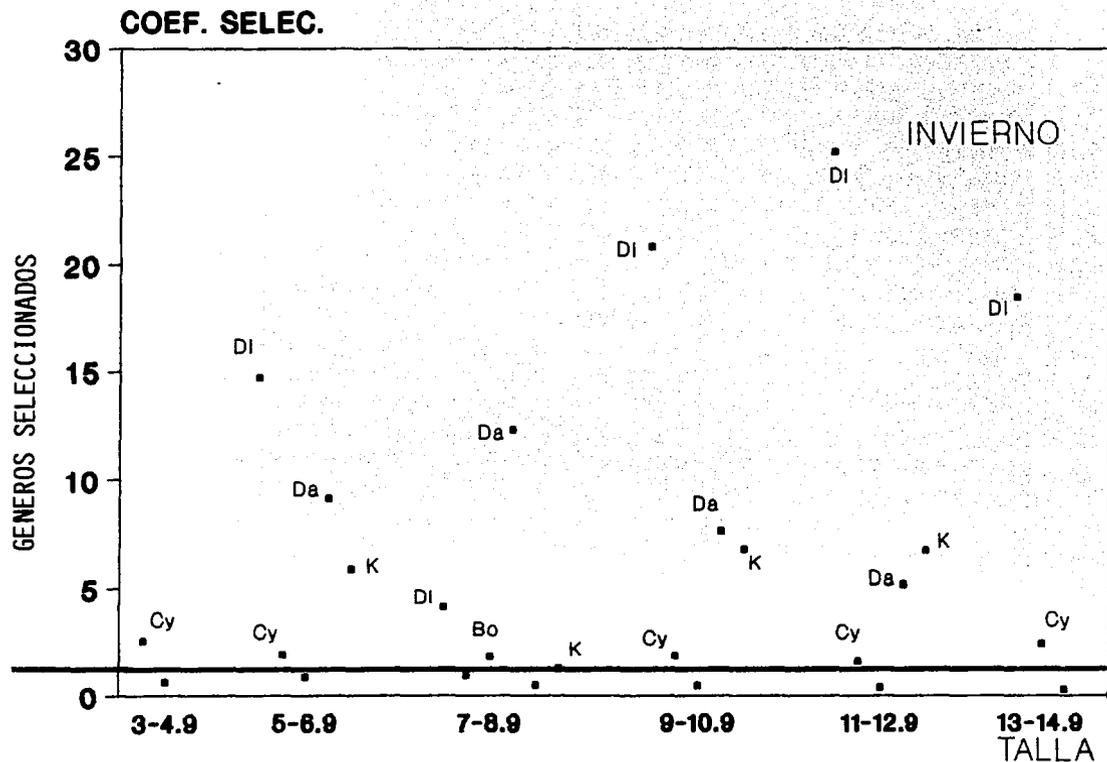


FIG. 36 COEFICIENTE DE SELECCION DE *Chirostoma humboldtianum* (ATHERINIDAE) EN EL EMBALSE TIACAQUE, ESTADO DE MEXICO (1987).