



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

Laboratorio de Ecología de Peces

**Aspectos tróficos del charal *Chirostoma jordani*
(Atherinopsidae) en el Canal Nacional del Lago de
Xochimilco**

TESIS DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

PRESENTA:

SANDRA SALDÍVAR HERNÁNDEZ

**Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela
Directora**

**M. en C. Adolfo Cruz Gómez
Co-director**



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla 2007



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



El presente trabajo fue apoyado por la UNAM a través del Programa de Apoyo a Proyectos Institucionales para el Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME) de la DGAPA, Proyecto EN203804 y de la Facultad de Estudios Profesionales Iztacala, a través del Programa de Apoyo a los Profesores de Carrera (PAPCA 2006-2007) y se realizó en el Laboratorio de Ecología de Peces a cargo de los profesores Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela y M. en C. Adolfo Cruz Gómez, institución y laboratorio a los que agradezco su apoyo.

DEDICATORIAS

A mi hija Itzel,

que es la caricia eterna de mi alma y la más dulce perfección,
la cual día a día, da sentido a mi vida.

A mi padre,

mi luz, mi guía, mi ejemplo, mi admiración, mi mayor virtud
parecerme a ti, gracias pa, espero nunca defraudarte, no me
alcanza la vida para agradecerte.

A mi madre,

por la oportunidad de la vida, por su eterno ejemplo, por su
amor fuerte y sus regaños constantes que son finalmente
golpes de sabiduría y de un amor inmenso hacia mí.

A mi abue,

mi protección, porque se, que siempre voy a ser su niña,
porque siempre esta a mi lado llenando de vida, mi vida.

A mi hermano,

porque gracias a él, mi infancia tuvo un sentido y una
inmensa felicidad, gracias Charly mi hermano pequeño, por tu
apoyo constante y porque siempre al final, me das la mano.

A Daniel,

porque quiero confiar a tu lado, que todavía la vida tiene un
regalo hermoso que regalarme contigo, gracias también por tu
tiempo, por tus detalles, y por tu eterna búsqueda al éxito.

A la memoria de mi tío Paco y mi prima Mónica,

los cuales siempre están a mi lado, y que no se si muy tarde o
muy temprano, tendremos una cita, en una atmósfera mucho
más hermosa para volver a encontrarnos.

A mis amigas Meilein y Margarita,
por compartir momentos de dicha o sufrimiento, compañeras
de situaciones similares en la vida y momentos hermosos,
gracias por su apoyo en todo momento de mi existencia.

A mis demás amigos
que hacen una lista inmensa, también gracias.

Finalmente,
gracias a la vida, que me ha dado tanto...

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora Biol. Asela del Carmen Rodríguez Varela, parte crucial en mi vida universitaria, símbolo de inmensa inteligencia, gracias Asela, por confiar en mi y por permitirme ser tu amiga, gracias a tu apoyo constante, incondicional y lleno de estrategias para alcanzar mis metas en la vida.

Al M. en C. Adolfo Cruz Gómez, porque es un ser lleno de sabiduría y con él, siempre hay cosas que aprender, gracias también por sus tratos siempre llenos de cordialidad hacia mi persona.

ÍNDICE

PREFACIO.....	2
RESUMEN.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
OBJETIVOS.....	8
ANTECEDENTES.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	13
MATERIAL Y MÉTODO.....	14
Procesamiento de datos.....	16
RESULTADOS	
Análisis mensual.....	18
Análisis por temporada climática.....	34
DISCUSIÓN.....	44
CONCLUSIONES.....	53
REFERENCIAS.....	55

PREFACIO

Los aterínidos son peces costeros marinos mundiales, antiguamente asignados a la Familia Atherinidae y que a partir de la publicación de Saeed et al. (1994) y Dyer y Chernoff (1996), son incluidos en la Familia Atherinopsidae. En la revisión del género *Chirostoma* Swainson, Barbour (1973), concluye que el género es difilético, consistiendo de dos grupos, uno (el grupo *jordani*) relacionado a *Menidia beryllina*, y el otro (el grupo *arge*) con *Melaniris crystallina*. Echelle y Echelle (1984), en un análisis cladístico y fenético con datos electroforéticos, concluyen que el género *Chirostoma* y el género *Poblana* de Buen, comparten con *Menidia* un ancestro, que no comparten con ningún otro género de aterínidos, y que *Chirostoma* y *Poblana*, podrían ser incluidos bajo el nombre de *Menidia*, tal y como lo habían sugerido tiempo atrás, Miller y Chernoff (1979).

A partir de estas conclusiones, las especies asignadas al género *Chirostoma* y *Poblana*, deberían de ser cambiadas por la denominación de *Menidia*, pero especialmente en México, esto no ha sucedido y se ha utilizado la denominación especificada por Álvarez del Villar (1970), Barbour (1973), Espinosa et al. (1993) y Castro-Aguirre et al. (1999), entre los principales.

En el año 2000, dentro del Congreso Nacional de Ictiología, el Dr. Barbour anunció la intención de los ictiólogos norteamericanos para considerar a las especies de los géneros *Poblana* y *Chirostoma*, como pertenecientes al género *Menidia*, invitando a la comunidad ictiológica mexicana a presentar evidencias adicionales que ratificaran o rectificaran dicha propuesta.

En el año del 2003, la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, organizó la Primera Reunión Nacional de Atherinopsidos y en la conferencia magistral, el Dr. Paulo-Maya de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, presentó los trabajos realizados por diversas instituciones, entre ellas la UAM-I y la ENCB-IPN de los últimos tres años, en el ámbito molecular, fisiológico, embriológico y osteológico, que le permitían plantear importantes diferencias e independencias entre los tres géneros citados y por lo tanto la existencia válida de las tres denominaciones, solicitando a los ictiólogos mexicanos, la prudencia necesaria para no eliminar los géneros *Chirostoma* y

Poblana y esperar la publicación tan esperada del Dr. Miller, ictiólogo especialista sobre los peces mexicanos dulceacuícolas.

Dicha edición póstuma, se publicó en el año 2005 (Miller et al., 2005) y en la sección de la Familia Atherinopsidae, apoyados por el Dr. Barbour y el Dr. Chernoff, justifican la inclusión de todos los aterínidos de la Mesa Central de México, en el género *Menidia* Bonaparte, en donde además se propone la clave para determinar a las especies, de los géneros formalmente establecidos.

Bajo estas circunstancias, y en virtud de que las investigaciones al respecto están en proceso, de que los objetivos y alcance de la presente investigación no fue en ahondar en la sistemática y taxonomía del género, de que el grupo de ictiólogos mexicanos y especialistas en el grupo continúa su trabajo en el campo molecular y no han presentado una postura oficial, se decidió mantener el nombre científico de *Chirostoma jordani*, aunque por lo publicado por los extranjeros, debería de ser *Menidia jordani* y por lo tanto se deja al lector, tomar la decisión al respecto, que crea más conveniente.

RESUMEN

La producción del charal ha disminuido en los últimos años debido al deterioro del hábitat ocasionado por el mal uso del agua, descargas residuales e industriales, sobre pesca e introducción de especies exóticas. A pesar de ello, el charal llama la atención por su amplia distribución y resistencia a condiciones no adecuadas de su hábitat y de cautiverio, y para poderlo explicar, se requiere de generar información científica para reunir todos los aspectos relacionados a su supervivencia, por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue definir los aspectos tróficos del charal *Chirostoma jordani* Woolman, 1894 residente del Canal Nacional del Lago de Xochimilco, con base a colectas mensuales realizadas de Enero a Agosto de 1999. Los peces fueron fijados en formaldehído al 10% y se les efectuó el análisis del contenido estomacal (50 peces por mes). Se analizaron los resultados por mes y talla y por temporada climática se determinó la selección alimenticia por medio del índice de selectividad de Ivlev y la amplitud de nicho por el índice de Shannon–Wiener por lo cual, se muestreo la comunidad zooplanctónica con técnicas convencionales. Por los resultados obtenidos, se concluye que el charal ocupa el tercer nivel trófico; por la forma de obtener su alimento es un carnívoro primario, estrictamente zooplanctófago, principalmente de cladóceros de los géneros *Bosmina* y *Ceriodaphnia*, huevos de cladóceros y copépodos *Cyclops*. La preferencia de su alimentación cambia por dos factores principales: Cambios debido a su ontogenia, ya que las tallas pequeñas no se alimentan de lo mismo cuando son adultos y cambios en la alimentación por mes, debido a fluctuaciones ambientales y de condiciones fisicoquímicas registradas en el lago, que motivan por lo tanto, diferencias en la selectividad alimenticia en función a la época del año, siendo en primavera selectiva para 16 grupos y en invierno sólo para cuatro, a pesar de determinarse que es una especie generalista en ambas temporadas climáticas, ya que los valores de amplitud de nicho, fueron similares. No obstante, que el charal en Xochimilco es una de las pocas especies nativas que quedan, debido a la introducción de la lobina y carpa entre otras, su abundancia y amplia distribución en el sistema, sugiere que a pesar de que las condiciones del agua no son adecuadas, éste sobrevive debido a que se alimenta bien, por la existencia de la cantidad y calidad de tipos alimentarios producidos en el lago de Xochimilco, a pesar de ello, no se deberá de dejar de realizar estudios del lugar, con la especie y las otras especies que habitan ahí.

Palabras clave: Alimentación, selectividad, charal, Xochimilco.

INTRODUCCIÓN

Los cuerpos de agua dulce pueden ser considerados en forma adecuada en dos series; cuerpos de agua lóticos, donde el flujo de temporal es más importante como en ríos y arroyos y los cuerpos de agua lénticos, con movimientos restringidos como las lagunas, charcas, lagos, etc. (Cházaro, 1989). Uno de los lagos más importantes en la ciudad de México es Xochimilco, palabra náhuatl que significa "En el Lugar de la Sementera Florida", que se localiza al sureste del Distrito Federal y colinda con las delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Tláhuac y Milpa Alta (Ávila, 2000).

Xochimilco tiene una extensión territorial de 125.2 kilómetros cuadrados, que representa un 8.4% del D. F., las principales elevaciones de la región son los cerros de Xochitepec y Tlacualleli, así como los volcanes Teutli y Tzompol. Corren por su territorio los ríos Santiago, Tepapantla y los canales de Xochimilco que son famosos en todo el mundo, por que nacieron una vez que se formaron las chinampas que al quedar asentadas sobre el enramado se constituyeron en fila una tras otra. A lo largo de tres siglos, los manantiales, el lago y los canales de Xochimilco han sido desviados, agotados, secados o afectados por el hundimiento de subsuelo, rompiendo el equilibrio ecológico de la región.

En Xochimilco, la fauna terrestre acuática y aérea fue abundante, desgraciadamente la fauna que fue típica, poco a poco ha ido desapareciendo como consecuencia del progreso; algunas especies se han extinguido y otras están en peligro de desaparecer, esto aunado a la disminución e incluso desaparición de algunas variedades de peces endémicos de la zona. Debido a esto y considerando la importancia que tiene México como un país megadiverso, es necesario realizar estudios que permitieran manejar, conocer y conservar la ictiofauna nativa y evitar su desaparición (Cruz y Rodríguez, 2004). La FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas), tomó bajo su protección, a partir de 1986, la zona rural y lacustre

de Xochimilco. A su vez el gobierno de la ciudad ha realizado importantes obras para rescatar el quebrantado equilibrio ecológico de esta región, logrando purificar y renovar sus aguas, mejorar la calidad del agua que alimenta los canales, recuperar para el cultivo tierras ociosas, mejorar las condiciones de cultivo en las chinampas y restituir la belleza del paisaje que ha sido mundialmente reconocido (www.Xochimilco.df.gob.mx). Además, diversos organismos tales como la UNAM y AMSELA, han intentado la repoblación de los canales con diversas especies como la carpa de israel (*Cyprinus carpio*), lobina negra (*Micropterus salmoides*) tilapia (*Tilapia nilotica*) y charales (*Chirostoma sp.*).

El género *Chirostoma*, de la familia Atherinidae (ahora Atherinopsidae) endémico del altiplano mexicano, característico de la mesa central y nativo del lugar (Barbour, 1973, Miller *et al.*, 2005), hasta hace algunos años era considerado como uno de los más comunes en el lago (Miranda, 2002) y estaba representado por dos especies, el denominado pescado blanco *Chirostoma humboltianum* y el charal *Chirostoma jordani*.

Los charales y pescados blancos eran consumidos por los primeros pobladores de los alrededores del lago de Xochimilco, además de peces de la familia Cyprinidae, representada por *Algansea tincella* (conocido como juil), y desde entonces gozan de una gran aceptación en la dieta del pueblo mexicano (Navarrete y Cházaro, 1993).

En la actualidad sólo se colecta a *Chirostoma jordani* en los canales de Xochimilco (Ávila, 2000; Cruz y Rodríguez, 2004 y Olvera, 2004) y su presencia se atribuye, a que resisten ciertos factores adversos en la calidad del agua y por su adaptación gradual a las condiciones que prevalecen en la zona lacustre de Xochimilco (Islas *et al.*, 2000). El consumo de *Chirostoma jordani* en Xochimilco es local y su captura no ha sido registrada por las instancias oficiales de esta localidad (Serra, 1988).

Chirostoma jordani es una especie de tamaño moderado, llegando a tener una talla que va desde los 6.57cm (Navarrete, 1989 en Orozco *et al.*, 1997) hasta los 12.7cm

(Cházaro-Olvera, 1989 en Orozco, *et al.*, 1997), tiene un cuerpo comprimido con una cabeza pequeña (Miller *et al.*, 2005) (Fig. 1).



Fig. 1. *Chirostoma jordani* Woolman, 1894.

La producción y distribución del charal en el ámbito nacional, ha disminuido debido al deterioro del hábitat ocasionado por el uso del agua, por las descargas de aguas residuales e industriales, a la sobre pesca y a la introducción de especies exóticas (Toledo *et al.*, 1995), por lo que estudios que se avoquen a la biología y ecología de la especie, serán importantes para ahondar en el conocimiento y para tomar acciones con bases fundamentadas, para evitar su desaparición.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar aspectos tróficos del charal *Chirostoma jordani* (Atherinopsidae) en el canal Nacional del lago de Xochimilco.

Objetivos específicos

Determinar aspectos tróficos de *Chirostoma jordani* por mes, durante Enero a Agosto de 1999.

Determinar aspectos tróficos de *Chirostoma jordani* por mes y por talla durante los meses de Enero a Agosto de 1999.

Determinar la selectividad alimenticia de acuerdo a la propuesta de Ivlev durante la temporada de invierno y primavera.

Determinar la amplitud de nicho, durante la temporada de invierno y primavera de acuerdo a la propuesta de Shannon-Wiener.

ANTECEDENTES

Soto (1953), registra en la zona de Xochimilco a *Chirostoma jordani* y a *Chirostoma regani*.

Navarro y Álvarez del Villar (1957), publican la disminución de la abundancia de *Chirostoma humboldtianum* y registran a *Chirostoma regani* y *Chirostoma jordani*.

Navarrete (1981), realizó una contribución a la biología del charal en la presa de Taxhimay, concluyendo con relación a los hábitos alimenticios de *Chirostoma jordani* que es zooplantófago, ya que se alimenta de copépodos, cladóceros e insectos (larvas y adultos), siendo los copépodos el grupo más importante en primavera y los insectos en otoño.

Cházaro (1989) y Cházaro *et al.* (1989), realizaron estudios sobre algunos aspectos de la biología del charal *Chirostoma jordani* en el embalse Trinidad de Fabela, encontrando que el charal varía su alimento en función de la talla y disponibilidad de alimento.

Navarrete y Cházaro (1993), publicaron el espectro trófico del charal *Chirostoma humboldtianum* del embalse San Felipe Tiacaque, concluyendo que es un organismo zooplantófago en sus primeras etapas, con tendencias zoobentófagas en las tallas más grandes y presentándose también el canibalismo.

Navarrete *et al.* (1996), estudian la selección del zooplancton por el charal *Chirostoma jordani*, en el que obtuvieron seis géneros de consumo, entre los que se encuentran copépodos (*Diaptomus*, *Cyclops*), cladóceros (*Daphnia*, *Diaphanosoma* y *Bosmina*) y rotíferos (*Asplachna*), mencionan que su alimentación varió en función de su talla y la disponibilidad de alimento en el ambiente, presentando hábitos zooplantófagos.

Suárez (1996), menciona que los aterínidos, en su fase juvenil, se alimentan preferentemente de micropartículas planctónicas como algunas algas unicelulares (clorofíceas y diatomeas), protozoarios, rotíferos y algunos cladóceros y copépodos, mientras que los organismos de tallas superiores, se inclinan primordialmente a depredar microcrustáceos planctónicos como son copépodos, cladóceros y decápodos, complementando su dieta con larvas de dípteros.

Enriquez y Soto (2000), concluyen que la dieta de *Chirostoma humboldtianum* no muestra diferencias entre sexos, pero si en cuanto a clases de tallas, manifestándose una variación estacional en el tipo de alimentación, tendiendo más hacia la zooplanctofagia en épocas frías y más hacia la entomofagia en épocas cálidas.

Hernández y Soto (2000), describen las tácticas alimenticias del charal *Chirostoma riojai*, mencionando que las tácticas alimentarias son diferentes por localidad y meses del año, debido a la disponibilidad de presas en cada sitio.

Revelo (2002), realizó la aclimatación y el mantenimiento de *Ch. humboldtianum* en aguas tratadas, logrando durante el experimento buena sobrevivencia de los peces, con lo cual se sientan las bases para estudios de repoblamiento del lago de Xochimilco de esta especie desaparecida.

Miranda (2002), señala que *Chirostoma jordani* seleccionó preferentemente *Cyclops* (Copepoda), coríxidos (Insecta), *Limnocalanus* (Copepoda) y quironómidos (Insecta) para las hembras y *Cyclops* (Copepoda), coríxidos (Insecta) y *Simocephalus* (Branchiopoda) para los machos.

Escalera y Moncayo (2003), determinaron los hábitos alimentarios de los charales *C. jordani*, *C. labarcae* y *C. consocium*, encontrando que cada especie tiene sus grupos preferenciales, para *C. labarcae* son los cladóceros con un 85%, para *C. consocium*

copépodos 61% y *C. jordani* copépodos 68%, variando en proporción de las características físico químicas encontradas en cada una de las estaciones de muestreo.

Figuroa *et al.* (2003), presentaron resultados acerca de la variación estacional del espectro trófico de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes), concluyendo que es zooplanctófago y que los cambios en su alimentación varían en relación a la época, definidos por la temporada de lluvias o secas.

Nava *et al.* (2003), estudiaron las bases biológicas para el cultivo del charal *Chirostoma jordani* Woolman del lago de Xochimilco en cautiverio, presentando resultados que muestran una alta eficiencia de ambientación y resistencia al manejo, además de preferencia trófica por presas de tamaño pequeño como la pulga de agua, seguido por artemia y por último lombriz de fango.

Rivera *et al.* (2003), analizaron preferencias alimentarias de juveniles y adultos de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes, Atheriniformes) bajo condiciones experimentales, concluyendo que la preferencia por el tamaño de la presa depende de la edad del pez, con respecto al tipo de presa se manifiesta en función de la textura, la palatabilidad y la forma, observando una preferencia por las presas coloridas sin importar la talla del pez.

Rodríguez y Cruz (2003), definieron los hábitos alimenticios de *Chirostoma humboldtianum* en estanques, los cuales contenían agua de los canales del lago de Xochimilco, concluyendo que es un pez carnívoro primario, consumidor zooplanctófago principalmente de cladóceros de los géneros *Daphnia* y *Ceriodaphnia*.

Olvera (2004), estudió aspectos poblacionales de *Chirostoma jordani* en el sistema lacustre de Xochimilco, concluyendo que el género *Chirostoma* que se encuentra en este cuerpo de agua es *Chirostoma jordani* Woolman.

Navarrete *et al.* (2006), estudiaron los hábitos alimentarios de *Chirostoma humboldtianum* colectado en el embalse San Miguel Arco, Edomex. y concluyeron que a pesar de no tener el agua características óptimas para su desarrollo, este charal se alimenta de zooplancton especialmente *Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia* y diatómidos.

MATERIAL Y MÉTODO

El lago de Xochimilco, pertenece a la delegación de Xochimilco, que se encuentra ubicada al sudeste de la Ciudad de México con una latitud Norte entre 19° 19' y entre los 99° 09' de longitud Oeste, a una altitud de 2240 msnm.

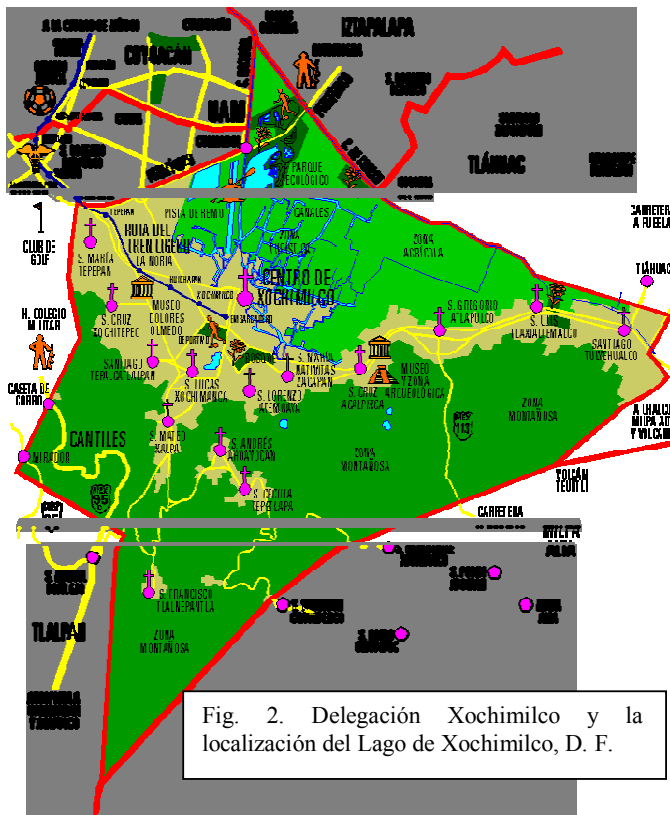


Fig. 2. Delegación Xochimilco y la localización del Lago de Xochimilco, D. F.

La delegación cuenta con una superficie de 1479 km², está rodeado por elevaciones como el volcán Tehutli con 2710 msnm, el Zempole con 2650 msnm, el cerro Xochitapel con 250 msnm y el cerro Tlacualleli con 2420 msnm. La zona de los canales de Xochimilco, pertenece a la región hidrológica del Pánuco, de la cuenca del río Moctezuma en la subcuenca del lago de Texcoco-Zumpango, cuenta con un área de 128 km², donde sobresale por su tamaño, la

presa de San Lucas, los canales Nacional, Chalco, Santiago y Cuemanco. El clima predominante de la zona es C (w1), templado, subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, con una precipitación de cero milímetros en Enero, a 2000 mm en Julio, con una precipitación promedio de 700 mm. El mes más caluroso es Mayo con 20 °C y el mes más frío es Julio con 10 °C (INEGI, 1998 a y b) (Fig. 2).

Se llevaron a cabo ocho muestreos en los meses de Enero a Agosto de 1999 en el canal Nacional del Lago de Xochimilco. La colecta de los peces se realizó por medio de una red de cuchara de 2 mm de abertura de malla y 0.025 m² de abertura de boca. Se seleccionaron los organismos correspondientes al género *Chirostoma*, las muestras obtenidas se colocaron en frascos de un litro fijados con formaldehído al 10% y se trasladaron al laboratorio de Ecología de Peces de la FES Iztacala para su identificación con bibliografía especializada, como la de Álvarez del Villar (1970), Barbour (1973), Nelson (1994) y Miller *et al.* (2005).

A cada uno de los peces se registró la longitud, los cuales se midieron con un vernier Scala de 20 cm, se determinó la frecuencia de los individuos por muestreo, en clase de talla definida a intervalos de cinco milímetros de longitud, usando el criterio de Chao y Musick (1977) y Prejs y Colomine (1981).

El registro del peso se realizó con una balanza electrónica digital semianalítica marca Ohaus modelo Scout, con una capacidad máxima de 200 g y una precisión de 0.01 g y balanza digital marca Acculab modelo Poket Pro C-50 con una capacidad máxima de 10 g y una precisión de 0.002 g.

Se les realizó análisis del contenido estomacal, según lo propuesto por Prejs y Colomine (1981) y Krebs (1989), donde a cada uno de los organismos se le hizo una disección para obtener el tracto digestivo, fijando a los organismos sobre una charola de disección por los extremos y cortando por la parte ventral con un bisturí o una aguja muy afilada según el caso; se removió el tracto digestivo desde el esófago hasta el ano con pinzas entomológicas y se abrió a toda su longitud para ser analizado. Los resultados se reportaron mensualmente de manera general, por talla y temporada climática en frecuencias relativas. Se registraron datos cualitativos como: grado de digestión, llenado y posición del alimento para inferir aspectos alimenticios, tomando como base la propuesta de (Prejs y Colomine, 1981) (Tabla 1).

Tabla 1. Escala cualitativa para inferir aspectos alimentarios (Prejs y Colomine, 1981).

GRADO DE LLENADO	POSICIÓN DEL CONTENIDO ALIMENTARIO EN EL TRACTO DIGESTIVO
Vacío	Cerca de la boca
Poco	Estómago
Medio	Intestino
Lleno	Cerca del ano

Seguidamente se extrajo el contenido estomacal colocándolo sobre un portaobjetos excavado conteniendo agua para evitar su desecación y se revisó bajo el microscopio estereoscópico. Se determinaron los tipos alimentarios utilizando bibliografía especializada como: Ruttner-Kolisko (1962, 1974), Needham y Needham (1978), Pennak (1991), Thorp y Covich (1991) y Smith (2001).

Adicionalmente se realizaron muestreos por temporada climática, con el fin de identificar los organismos del plancton presente, así como su abundancia, filtrando 20 litros de agua a través de una red de plancton de 28 μ de abertura de malla, 15 cm de diámetro y 31 cm de longitud. La muestra colectada se colocó en frascos de plástico de 300 ml y se fijó con formalina al 4% (15 ml). La abundancia se expresó en organismos/ m^3 (Gómez-Aguirre y Martínez, 1998; Suárez-Morales, 1998). Se determinó a los organismos colectados con la bibliografía antes mencionada.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Para determinar la selectividad alimenticia del charal se aplicó el índice de elección de Ivlev (1961) (Krebs, 1989):

$$E = \frac{(R_i - P_i)}{\sum (R_i - P_i)}$$

Donde:

R_i = Proporción del taxón en la dieta.

P_i = Proporción del mismo en el medio acuático.

El intervalo es de -1 (no selecciona a la presa), +1 (selección preferencial de la presa) y 0 indica que el taxón presa es consumido en la misma proporción que aparece en el medio.

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

Los criterios en los que se basó la clasificación fueron:

VALOR DE IVLEV	DESCRIPCIÓN
1 - 0.5	Alimento seleccionado preferentemente.
0.49 - 0.1	Alimento seleccionado pero no preferentemente.
0	Alimento consumido de acuerdo a su proporción en el ambiente.
-0.01 - -0.9	Alimento consumido ocasionalmente.
-1	Taxa existente en el ambiente pero no consumido

Para medir la amplitud de nicho y determinar si el charal del Lago de Xochimilco podría ser un consumidor especialista o generalista, tanto por sexo como por talla, se utilizó el índice de Shannon-Wiener (Krebs, 1989):

Donde:

H = Índice de amplitud de nicho

p_i = Proporción de individuos encontrados en o en uso del recurso j.

RESULTADOS**ANÁLISIS MENSUAL**

Enero

Se consumieron ocho tipos alimentarios, de los cuales el 99% lo constituyeron cuatro géneros *Cyclops* 49%, *Bosmina* 37%, Chironomidae 3%, *Daphnia* 4% y huevos de cladócero 7% (Fig. 3). Los tres grupos restantes conformaron el 1% y en orden de importancia: ninfa de odonato 0.83%, Vespidae 0.08% y *Moina* 0.09 (Fig. 4).

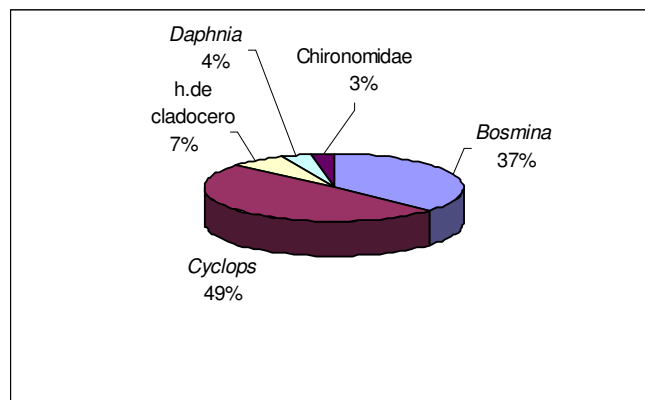


Fig. 3. Tipos alimentarios más consumidos por *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco, durante el mes de enero.

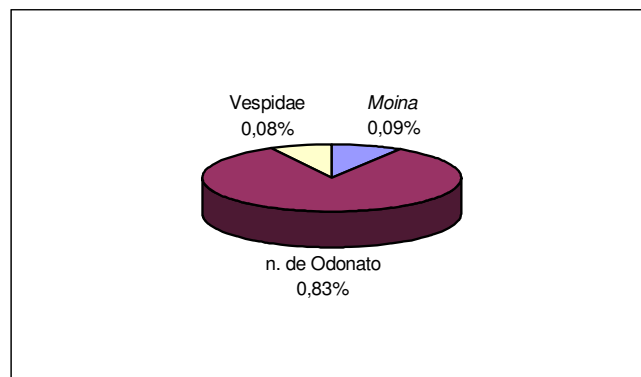


Fig. 4. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco, durante el mes de enero.

Por tallas *Cyclops* y *Bosmina* fueron los únicos géneros consumidos por todas las tallas presentes y que oscilaron entre 2.5 cm a 5.99 cm, de estos *Cyclops* fue el de mayor porcentaje de consumo por la mayoría de las tallas. Para el intervalo de tallas de 3.0 cm a 5.49 cm se presentó la mayor variedad de tipos alimentarios entre los cuales están Chironomidae, *Daphnia*, ninfa de odonato, Vespidae, huevos de cladócero y *Moina* (Fig. 5).

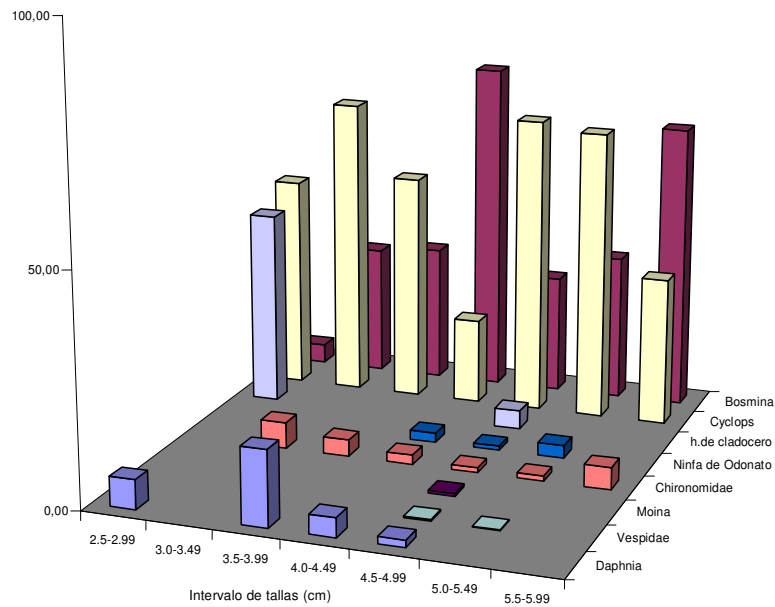


Fig. 5. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de enero.

Febrero

Durante este mes se consumieron sólo seis tipos alimentarios, siendo los más significativos con el 98%: *Cyclops* 88%, *Daphnia* 0.93% y *Bosmina* con 9% (Fig. 6). Los 3 grupos restantes conformaron sólo el 2% siendo el orden de importancia: ninfa de odonato 0.94%, huevos de cladóceros 0.70% y Chironomidae 0.53% (Fig. 7).

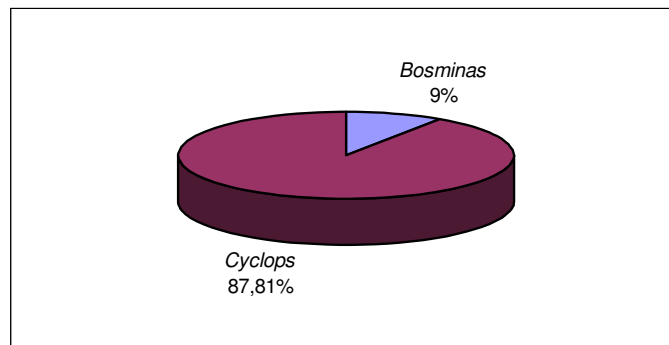


Fig. 6. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de febrero.

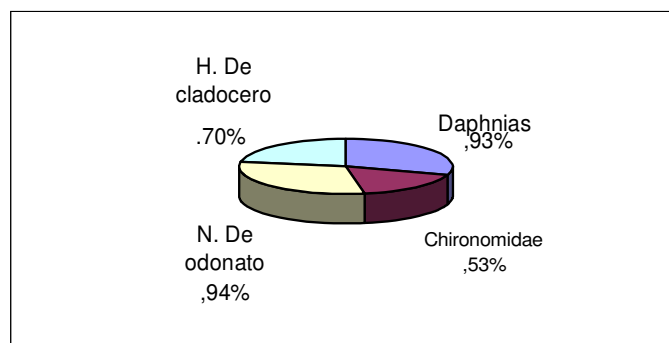


Fig. 7. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de febrero.

Por tallas, el género *Cyclops* fue consumido en porcentajes altos y en todas las tallas las cuales oscilaron entre 3.3 cm. a 7.49 cm, para las tallas intermedias se registró una variación en la dieta de los peces, aumentando los grupos consumidos como son *Bosmina*, huevos de cladóceros, ninfa de odonato, Chironomidae y *Daphnia*, se registró una variación en la dieta hacia el intervalo de talla mayor el cual solo consumió *Cyclops* (Fig. 8).

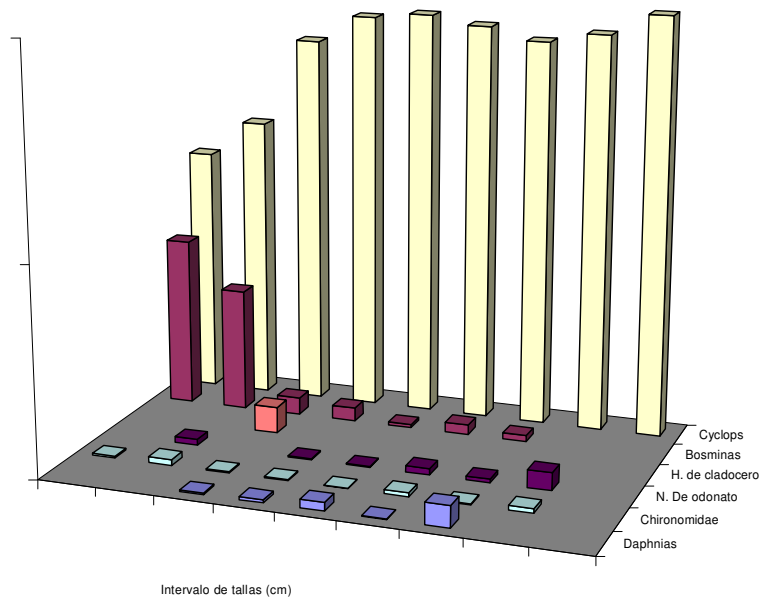


Fig. 8. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de febrero.

Marzo

En este mes fueron consumidos 11 tipos alimentarios, el 99% de ellos, fue representado por huevos de cladócero 84%, Amphipoda 8.9%, *Daphnia* 3.8% y *Ceriodaphnia* 1.9% (Fig. 9). Los siete grupos restantes conformaron el 1% en el siguiente orden de importancia: *Bosmina* 0.87%, Corixidae y Calanoidea 0.05%, *Cyclops* 0.21%, Vespidae 0.02%, ninfas de odonato 0.02% y Chironomidae 0.01% (Fig. 10).

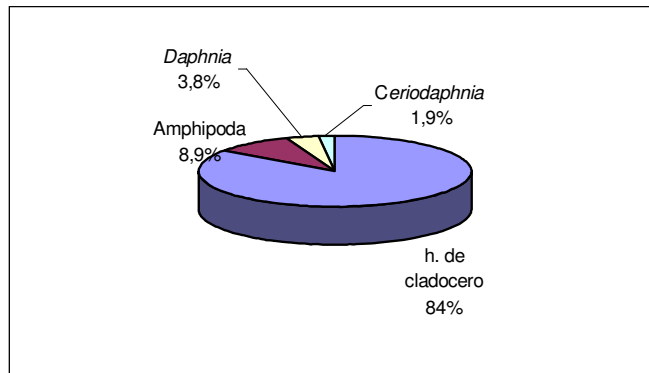


Fig. 9. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de marzo.

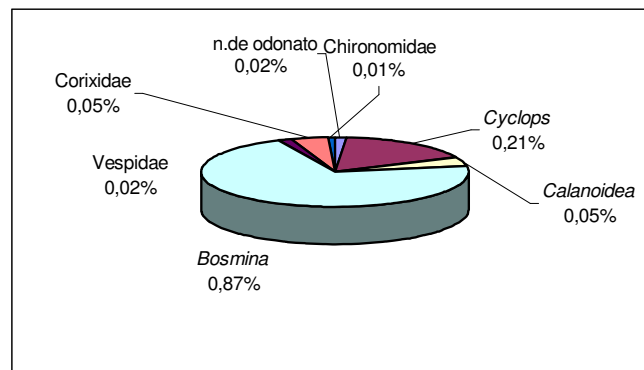


Fig. 10. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de marzo.

Los huevos de cladócero, además de ser consumidos en la mayoría de los intervalos, a excepción de las tallas mayores de 5.5 cm a 5.99 cm fue el de mayor porcentaje de consumo, para los intervalos de tallas menores 1.5 a 3.5 cm fueron consumidos tres grupos *Bosmina*, Vespidae y *Cyclops*, incrementándose la variación de grupos

consumidos hacia las tallas intermedias de 2.5 cm a 5.49 cm como son *Ceriodaphnia*, Amphipoda, *Corophium*, *Bosmina*, Chironomidae y ninfas de odonato (Fig. 11).

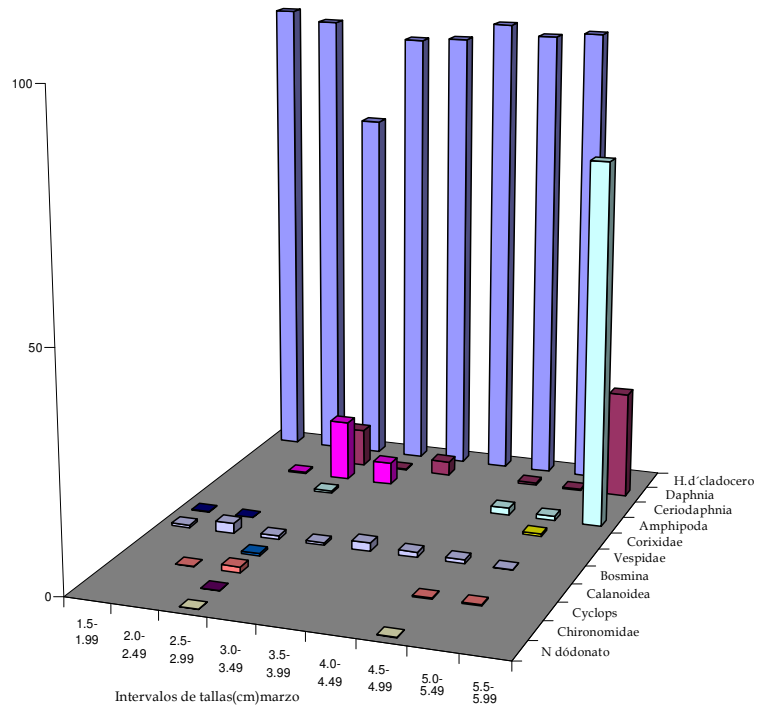


Fig. 11. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de marzo.

Abril

Se consumieron 12 tipos alimentarios, los más importantes y que conformaron el 97% fueron huevos de cladócero 27%, *Ceriodaphnia* 57%, *Bosmina* 9%, *Cyclops* 3% y *Keratella* 1% (Fig. 12). Los siete grupos restantes conformaron sólo el 3% y en orden de importancia fueron: Calanoidea 0.93%, Ostracoda 0.09%, huevos de charal 0.05%, Amphipoda 0.05% ninfa de hemíptero 0.01%, ninfas de odonato 0.01% y Chironomidae 0.001% (Fig. 13).

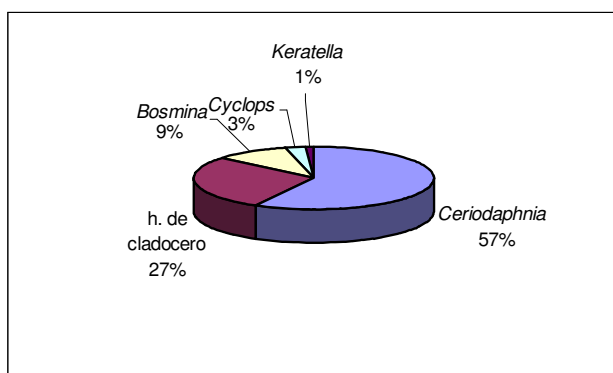


Fig. 12. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de abril.

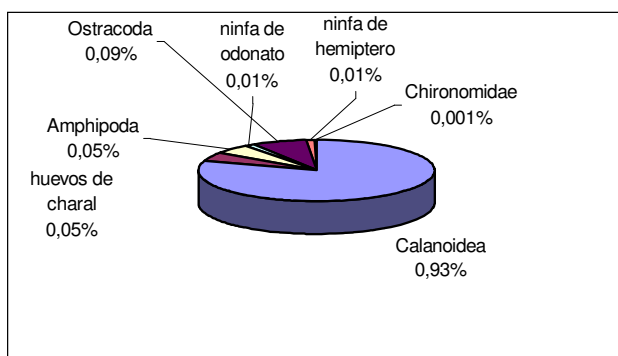


Fig. 13. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de abril.

Los intervalos de tallas colectados oscilaron de 1.0 cm a 5.5 cm. Los géneros más consumidos fueron *Ceriodaphnia* y *Bosmina*, los cuales se registraron en todos los intervalos de tallas, huevos de cladóceros y *Cyclops* fueron consumidos en los intervalos de 1.5 a 5.5 cm, *Keratella* y Calanoidea se registraron en menor abundancia y sólo en los intervalos de talla de 1.5 a 2.49 cm. Ostracoda, ninfa de odonato, Amphipoda y huevos de charal fueron consumidos, aunque en menor porcentaje en el intervalo de tallas de 4.5 a 5.5 cm, Chironomidae y ninfa de hemíptero solo se registraron en el intervalo de talla de 5.0 a 5.5 cm (Fig. 14).

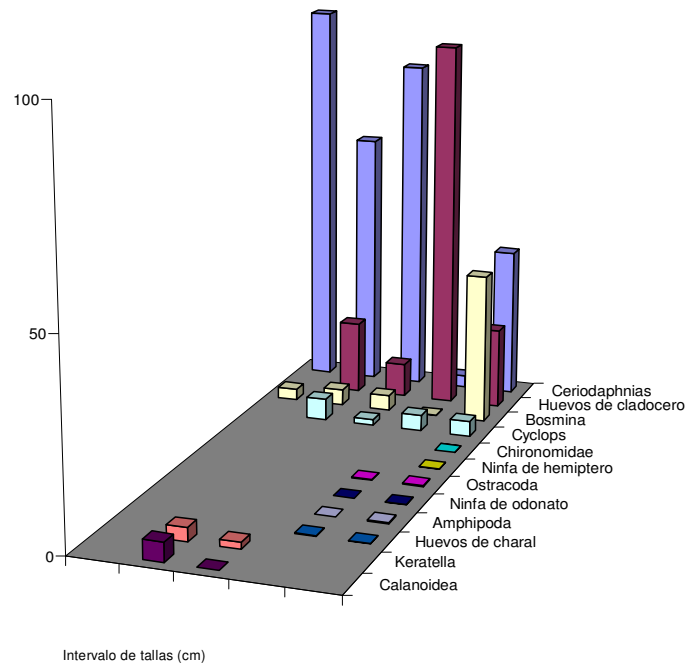


Fig. 14. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de abril.

Mayo

Se consumieron 13 tipos alimentarios, de los cuales el 98% lo constituyeron cuatro grupos *Ceriodaphnia* 51.7%, huevos de cladócero 42.5%, *Cyclops* 3.41% y *Bosmina* 1.13% (Fig. 15). Los 9 grupos restantes conformaron el 2% y en orden de importancia fueron: huevos de charal 0.66%, *Corophium* 0.11%, Corixidae 0.1%, Chironomidae 0.07%, Ostracoda 0.08%, *Daphnia* 0.06%, Amphipoda 0.05%, ninfa de odonato 0.06% y ninfas de hemíptero 0.01% (Fig. 16).

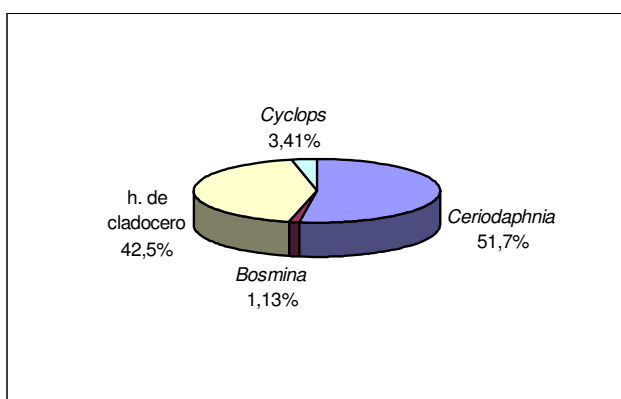


Fig. 15. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de mayo.

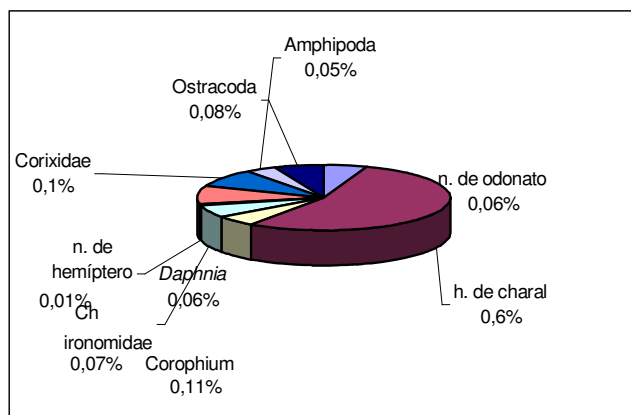


Fig. 16. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* de lago de Xochimilco, durante el mes de mayo.

Por tallas, *Ceriodaphnia*, *Cyclops* y huevos de charal, fueron los grupos consumidos por todas las tallas presentes y que oscilaron entre 4.0 cm a 5.99 cm, de éstos *Ceriodaphnia* fue el de mayor porcentaje de consumo, huevos de cladócero, Chironomidae y *Bosmina* fueron consumidos por la mayoría de las tallas, a excepción de el intervalo de 5.5 cm a 5.99 cm, de estos huevos de cladócero fue el de mayor porcentaje de consumo. De los intervalos de talla de 4.0 cm a 5.49 cm la dieta estuvo constituida de 8 a 11 grupos para el intervalo de 5.5 a 5.99 cm, sólo se registraron 3 grupos consumidos como son *Ceriodaphnia*, *Cyclops* y huevos de charal (Fig. 17).

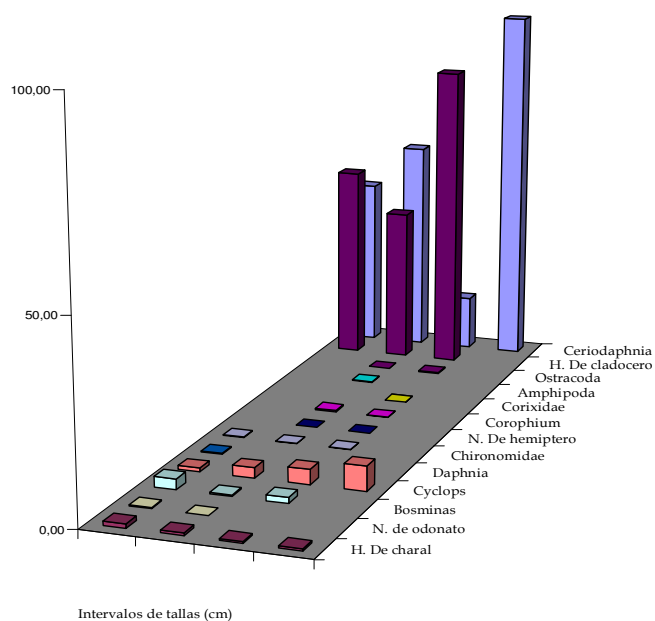


Fig. 17. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de mayo.

Junio

Se consumieron 11 tipos alimenticios de los cuales el 99% lo constituyeron *Ceriodaphnia* 45%, huevos de cladóceros 30%, larva de coleóptero 11%, Vespidae 5.5%, *Keratella* 3.8%, *Bosmina* 1.92% y Ostracoda 1.5% (Fig. 18). Los cuatro grupos restantes conformaron el 1% y en orden de importancia fueron: *Cyclops* 0.66%, *Eurycerus* 0.15%, Calanoidea 0.13% y Corixidae 0.08% (Fig. 19).

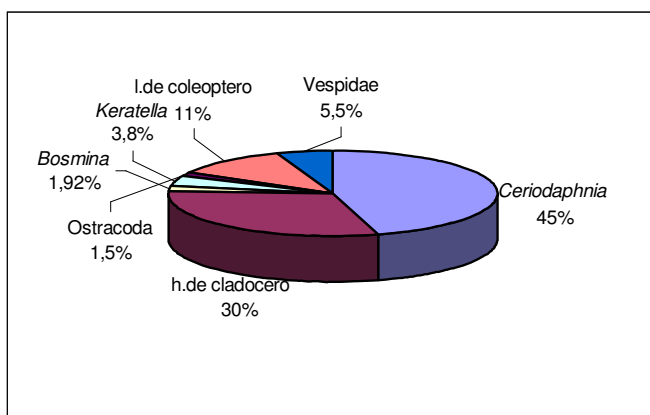


Fig. 18. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de junio.

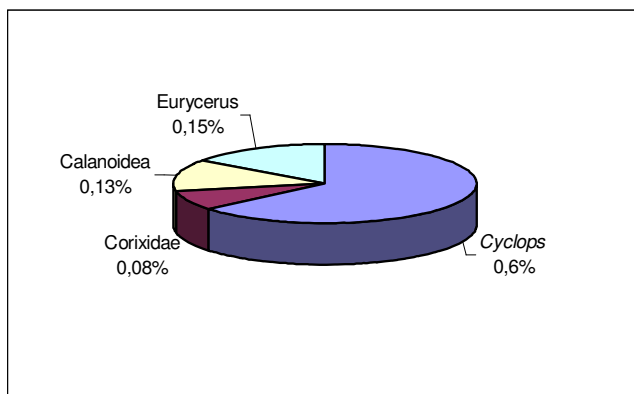


Fig. 19. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco, durante el mes de junio.

Ceriodaphnia, huevos de cladóceros y Ostracoda fueron consumidos por la mayoría de las tallas, que oscilaron de 1.0 cm a 3.99 cm, a excepción del intervalo de 3.0 cm a 3.49 cm, *Ceriodaphnia* fue el de mayor porcentaje de consumo a excepción del intervalo de 1.0 cm a 1.49 cm que fue el más bajo. *Keratella* fue consumido por los intervalos de 1.0 cm a 3.49 cm, aunque más significativo su consumo en las tallas más pequeñas. Larvas de coleóptero fue consumido en los intervalos de 2.0 cm a 2.49 y de 3.0 cm a 3.49 cm, con un porcentaje de consumo mayor en el intervalo de 3.0 cm a 3.49 cm. Vespidae fue consumido únicamente en tallas de 3.0 cm a 3.49 cm, *Bosmina* fue consumido por los intervalos de 1.5 cm a 2.99 cm y de 3.5 cm a 3.99 cm, *Cyclops*, Calanoidea y *Eurycerus* fueron consumidos en los intervalos de talla de 1.5 cm a 2.99 cm en porcentajes de consumo bajos y ausentes en los demás intervalos. *Corophium* solamente fue consumido en el intervalo de 1.5 cm a 1.99 cm en porcentaje bajo (Fig. 20).

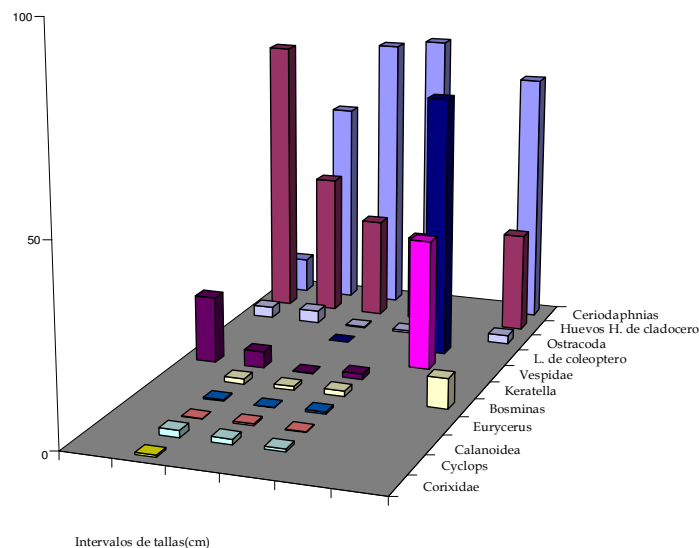


Fig. 20. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de junio.

Julio

Se consumieron 9 tipos alimentarios de los cuales el 99.5% lo constituyeron huevos de cladóceros 78%, *Keratella* 11%, *Ceriodaphnia* 6.2%, *Bosmina* 2.5% y *Cyclops* 1.8% (Fig. 21). Los cuatro grupos restantes conformaron el 0.5% y en orden de importancia fueron: Ostracoda 0.06%, *Daphnia* 0.02%, Chironomidae 0.03% y Vespidae 0.005% (Fig. 22).

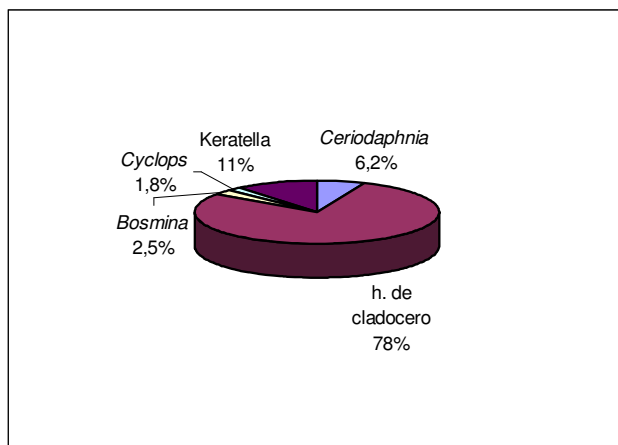


Fig. 21. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de julio.

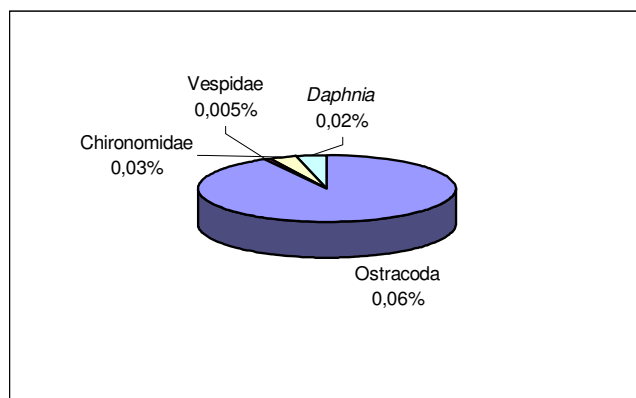


Fig. 22. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de julio.

Huevos de cladóceros, *Ceriodaphnia*, *Keratella*, *Cyclops* y *Bosmina* fueron consumidos por todas las tallas, huevos de cladóceros fue el de mayor porcentaje de consumo por la mayoría de las tallas presentes y que oscilaron entre 1.0 cm a 2.99 cm. El grupo Ostracoda fue consumido por la mayoría de las tallas, a excepción del intervalo de 1.0 cm a 1.49 cm. Vespidae y *Daphnia* fueron consumidos únicamente en el intervalo de 2.0 cm a 2.49 cm, éstos en porcentaje de consumo bajo, Chironomidae lo consumieron las tallas más grandes a intervalos de 2.5 cm a 2.99 cm, también en porcentajes de consumo bajos (Fig. 23).

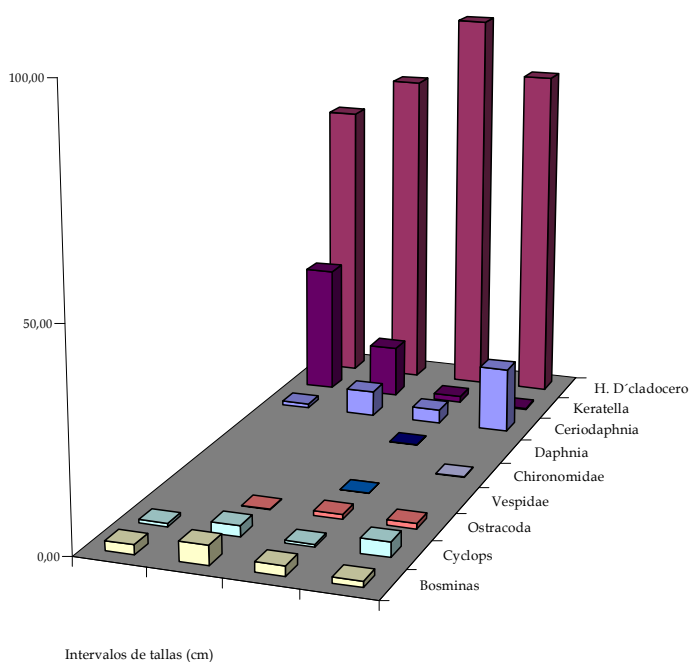


Fig. 23. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco, durante el mes de julio.

Agosto

Se consumieron quince tipos alimentarios, de los cuales el 97% lo constituyeron cuatro grupos, *Daphnia* 50%, *Ceriodaphnia* 20%, huevos de cladócero 15% y *Cyclops* 12.4% (Fig. 24). Los once grupos restantes conformaron el 3% los cuales fueron en orden de importancia: Corixidae 0.1%, *Bosmina* 0.87%, Chironomidae 0.3%, *Keratella* 0.1%, ninfa de odonato 0.02%, Hemiptera 0.02%, Calanoidea 0.01%, Vespidae 0.002%, Ostracoda 0.002%, *Eurycerus* y *Corophium* con 0.002% cada uno (Fig. 25).

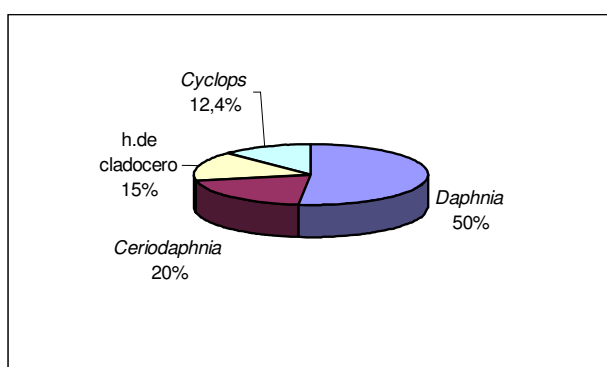


Fig. 24. Tipos alimentarios con mayor porcentaje de consumo por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de agosto.

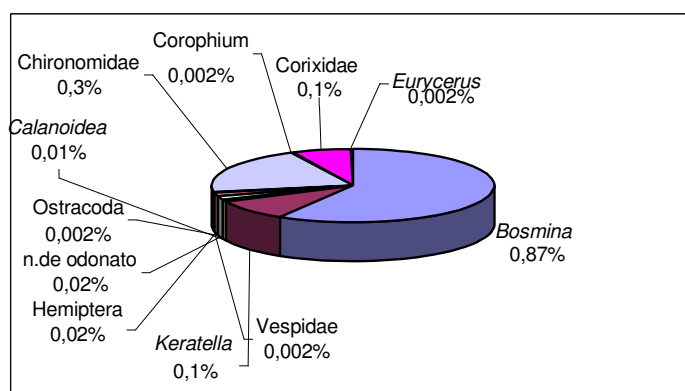


Fig. 25. Tipos alimentarios menos consumidos por *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco, durante el mes de agosto.

En todas las tallas registradas (1.0 a 5.49 cm), los alimentos principalmente consumidos fueron huevos de cladócero, *Bosmina*, *Daphnia* y *Cyclops*. El consumo de

Ceriodaphnia sólo se presentó en los intervalos de tallas de 3.5 a 5.49 cm así como ninfa de odonato y hemíptero, *Corophium*, *Eurycerus*, Corixidae, Vespidae y Ostracoda se registraron en menor abundancia y fueron consumidos por tallas intermedias y *Keratella* sólo se presentó en los intervalos de 1.5 a 1.99 cm y de 3.5 a 3.99 cm (Fig. 26).

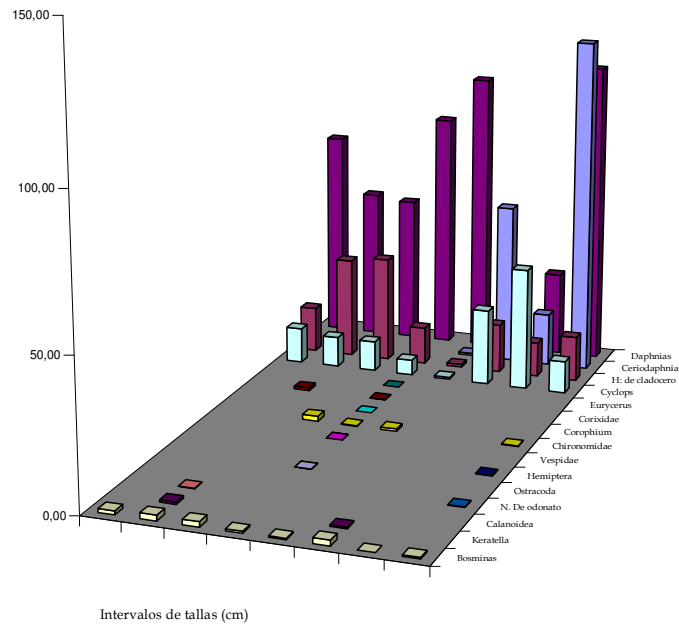


Fig. 26. Espectro trófico por tallas de *Chirostoma jordani* del Lago de Xochimilco, durante el mes de agosto.

ANÁLISIS POR TEMPORADA CLIMÁTICA

INVIERNO

Zooplancton

La composición zooplanctónica del canal Nacional, de acuerdo a lo que se observó, estuvo constituida por veintitrés grupos, de los cuales los más abundantes fueron *Cyclops*, *Daphnia*, *Pleuroxus* y nauplios, los demás grupos registraron porcentajes más bajos (Fig. 27).

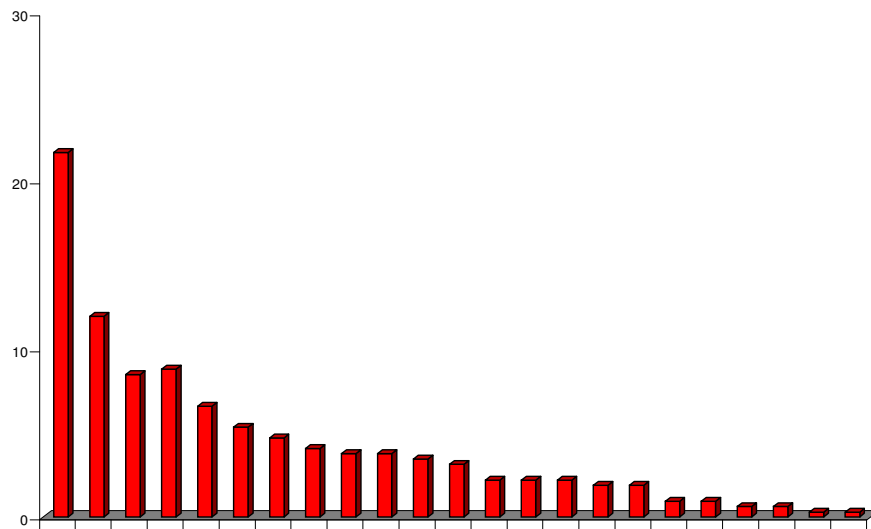


Fig. 27. Abundancia de zooplancton en el lago durante la época de invierno.

El consumo de *Chirostoma jordani*, en la época de invierno, se constituyó de 12 tipos alimentarios, principalmente huevos de cladóceros, *Bosmina*, y *Cyclops*, los demás tipos fueron consumidos en menores porcentajes (Fig. 28).

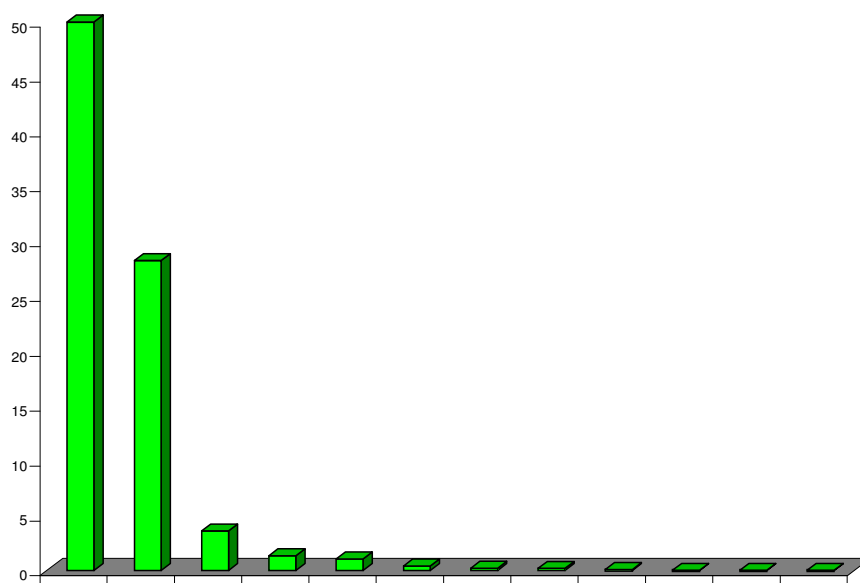


Fig. 28. Tipos alimentarios presentes en los estómagos de los peces durante la época de invierno.

Con referencia a la selectividad alimenticia de la especie y considerando los tipos alimenticios en el ambiente, como en los estómagos, el índice de selección de Ivlev (Krebs, 1993) determinó que *Bosmina*, Vespidae, huevos de cladóceros y ninfa de odonato fueron seleccionados preferentemente; en tanto *Cyclops* fue seleccionado pero no preferentemente, *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, Calanoidea, Chironomidae, Corixidae, *Hyalabella* y *Moina* fueron consumidos ocasionalmente; finalmente, *Pleuroxus*, *Scapholeberis*, *Simocephalus*, *Holopedium*, nauplios, *Asplachna*, *Brachionus*, *Corullella*, *Euchanis*, *Filinia*, *Keratella*, *Lecane*, *Polyarthra*, *Trichocerca*, *Cambarus* fueron taxas existentes en el ambiente pero que no fueron consumidos (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de selectividad de *Chirostoma jordani* en la temporada de invierno.

Tipo alimenticio	Valor de índice de Ivlev
<i>Bosmina</i>	1
Vespidae	1
Huevo de cladóceros	1
Ninfa de odonato	1
<hr/>	
<i>Cyclops</i>	0.131
<hr/>	
<i>Ceriodaphnia</i>	-0.352
<i>Daphnia</i>	-0.726
<i>Hyalrella</i>	-0.803
Corixidae	-0.899
<i>Moina</i>	-0.947
Calanoidea	-0.973
Chironomidae	-0.979
<hr/>	
<i>Pleuroxus</i>	-1
<i>Scapholeberis</i>	-1
<i>Simocephalus</i>	-1
<i>Holopedium</i>	-1
Nauplio	-1
<i>Asplanchna</i>	-1
<i>Brachionus</i>	-1
<i>Corullella</i>	-1
<i>Euchanis</i>	-1
<i>Fillinia</i>	-1
<i>Keratella</i>	-1
<i>Lecane</i>	-1
<i>Polyarthra</i>	-1
<i>Trichocerca</i>	-1
<i>Cambarus</i>	-1

Se determinó una amplitud de nicho de 0.93, que indica que la especie es generalista.

El espectro trófico por tallas, en la época de invierno, mostró que huevos de cladóceros fueron consumidos en las tallas de 1.5 a 5.49 cm, hacia los intervalos de talla más pequeños solo fueron consumidos tres tipos alimentarios como son Vespidae, *Bosmina* y el 7.21% de huevos de cladóceros, los grupos alimentarios consumidos aumentaron

conforme aumenta la longitud ya que en el intervalo de talla de 2.0 a 2.49 cm, se alimentaron además de los grupos antes mencionados de *Ceriodaphnia* y *Cyclops*. En el intervalo de 2.5 a 2.99 cm el 19.5% se alimentaron de huevos de cladóceros, el 2.42% de *Ceriodaphnia* y el 1.54% de *Daphnia*, los demás grupos consumidos en el intervalo se presentaron en porcentajes bajos. En el intervalo de 3.0 a 3.49 cm, el 23.87% consumió huevos de cladóceros, 1.75% huevos de cladóceros, *Cyclops*, 1.28% *Bosmina* y el 1.2% de *Ceriodaphnia*. Para el intervalo de 3.5 cm a 3.99 cm el 32.47% consumió huevos de cladóceros, el 1.36 *Bosmina*, además de ninfa de odonato, Chironomidae, estos últimos consumidos en porcentajes bajos; en el intervalo de 4.0 a 4.49 cm el 31.79% se alimentaron de huevos de cladóceros, el 11.63% de *Cyclops* el 1.23 de *Bosmina*, ninfa de odonato y Chironomidae. En tallas de 4.5 a 4.99 cm, el 28.85% se alimentó de *Cyclops*, el 21.92% huevos de cladóceros, 4.58% de *Bosmina*, Corixidae, ninfa de odonato y Chironomidae representaron porcentajes bajos. En el intervalo de 5.0 a 5.49 cm, el 70.13% se alimentaron de huevos de cladóceros, 27.6 % de *Cyclops*, 1.96% de *Bosmina*, Corixidae, ninfa de odonato y Amphipoda fueron consumidos en porcentajes bajos. De 5.5 a 5.99 cm el 10.48% consumió *Cyclops*, el 1.28% *Bosmina*, y el resto como Amphipoda, ninfa de odonato y Chironomidae en porcentajes bajos. De 6.0 a 6.49 cm el 9.53% se alimentó de *Cyclops* y el 0.53 de *Daphnia*. En el intervalo de 6.5 a 6.99 cm el 0.9% se alimentó de *Cyclops*, además de ninfa de odonato y Chironomidae (Fig. 29).

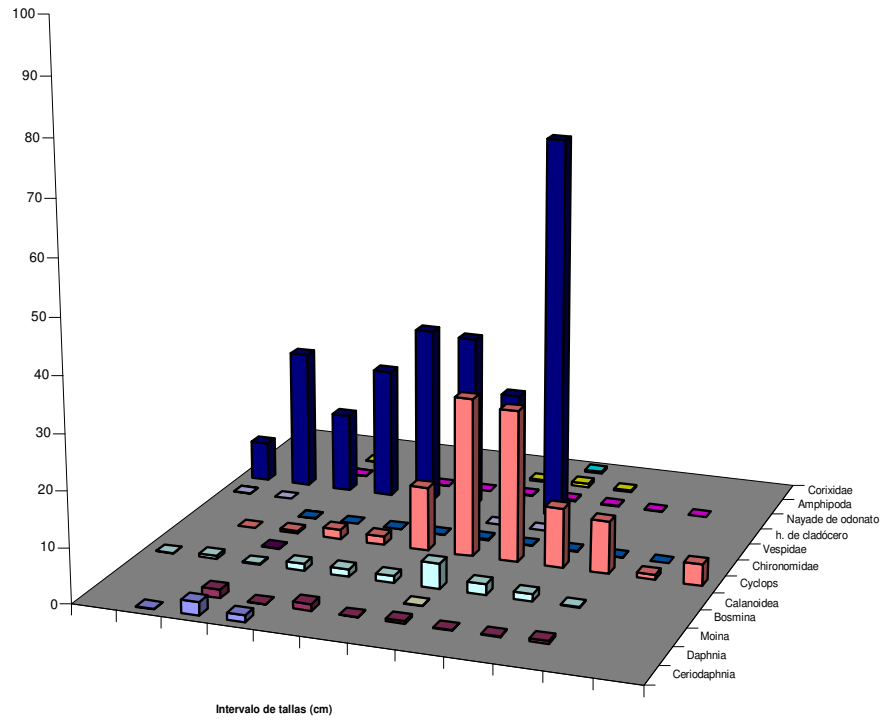


Fig. 29. Porcentaje relativo de consumo por talla durante la época de invierno.

PRIMAVERA

Zooplancton

La composición zooplanctónica del canal Nacional, de acuerdo a lo que se colectó, estuvo constituida por diecisiete grupos, de los cuales los más abundantes fueron *Cyclops*, *Brachionus* y *Keratella*, los demás grupos se registraron en porcentajes más bajos (Fig. 30).

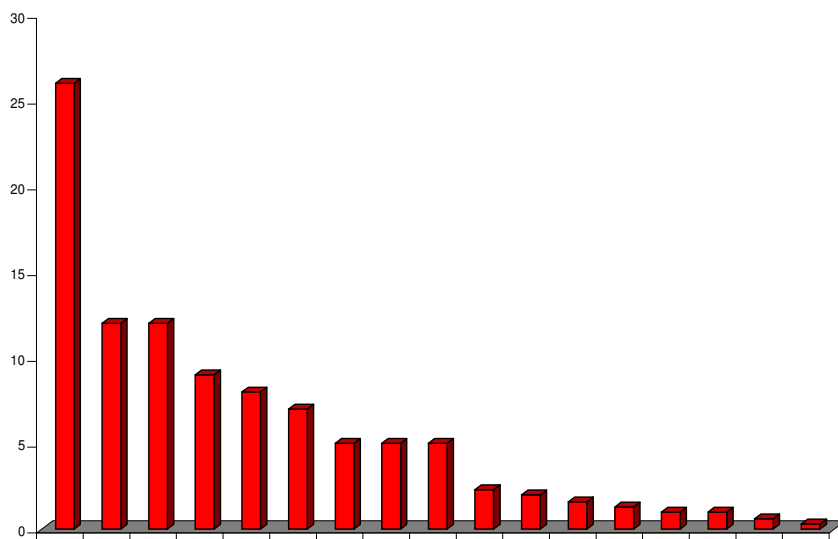


Fig. 30. Abundancia de zooplancton en el lago durante la época de primavera.

De acuerdo al registro del contenido estomacal, su dieta comprendió diecisiete tipos alimenticios, de los cuales huevos de cladóceros, *Ceriodaphnia*, y *Cyclops* fueron los más representativos, los demás tipos alimenticios fueron consumidos en porcentajes muy bajos (Fig. 31).

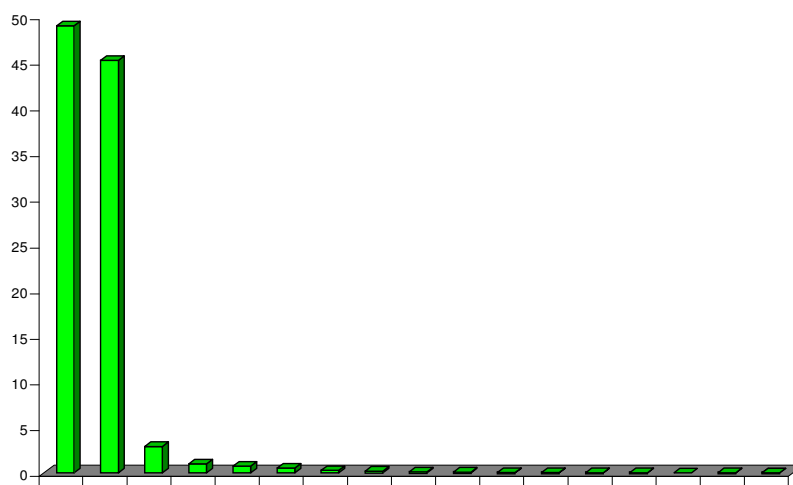


Fig. 31. Gráfica de abundancia de zooplancton en los estómagos de los peces durante la época de primavera.

Con referencia a la selectividad alimenticia de la especie y considerando los tipos alimenticios en el ambiente, como en los estómagos, el índice de selección de Ivlev (Krebs, 1993) en la temporada de primavera determinó que *Ceriodaphnia*, *Bosmina*, huevos de cladóceros, *Eurycerus*, Amphipoda, Corixidae, Chironomidae, Vespidae, ninfa de odonato, huevos de charal, ninfa de hemíptero, larva de coleóptero, *Daphnia*, *Cyclops*, Calanoidea, *Keratella*, fueron alimentos seleccionados preferentemente, *Hyallella* fue alimento seleccionado pero no preferentemente, en tanto *Moina*, *Pleuroxus*, *Scapholeberis*, *Simocephalus*, Nauplio, *Asplachna*, *Brachionus*, *Euchanis*, *Lecane*, *Polyarthra*, *Cambarus* fueron taxas existentes en el ambiente pero no consumidos (Tabla 3).

Tabla 3. Índice de selectividad de *Chirostoma jordani* en la temporada de primavera

Tipo alimenticio	Valor de índice de Ivlev
------------------	--------------------------

<i>Ceriodaphnia</i>	1
<i>Bosmina</i>	1
Huevos de cladóceros	1
<i>Eurycerus</i> Amphipoda	1
Corixidae	1
Chironomidae	1
Vespidae	1
Ninfa de odonato	1
Huevos de charal	1
Ninfa de hemiptero	1
Larva de coleoptero	1
<i>Daphnia</i>	1
<i>Keratella</i>	0.997
Calanoidea	0.884
<i>Cyclops</i>	0.814
	0.798
<hr/> <i>Hyalrella</i>	<hr/>
	0.439
<hr/> <i>Moina</i>	<hr/>
<i>Pleuroxus</i>	-1
<i>Scapholeberis</i>	-1
<i>Simpcephalus</i>	-1
Nauplios	-1
Asplachna	-1
<i>Brachionus</i>	-1
<i>Euchanis</i>	-1
<i>Lecane</i>	-1
<i>Polyarthra</i>	-1
<i>Cambarus</i>	-1
	-1

En esta temporada climática se determinó que es una especie generalista, ya que se registró un valor de 0.97 de amplitud de nicho. Este valor fue mayor al registrado en la temporada de invierno, que fue definida también como generalista, pero por la presencia de los tipos y selectividad determinada, es más generalista en primavera que en invierno.

La alimentación por tallas en la época de primavera mostró que los grupos más consumidos, en todos los intervalos de talla, fueron *Ceriodaphnia* y huevos de

cladóceros; el intervalo de 1.0 a 1.49 cm se alimentó además de Ostracoda, huevos de charal, *Bosmina* y *Cyclops*. En el intervalo de 1.5 a 1.99 cm el 40.9% consumió *Ceriodaphnia*, el 29.01% de huevos de cladóceros y el 4.09% de *Cyclops*. El 34.43% del intervalo de 2.0 a 2.49 cm consumieron *Ceriodaphnia*, el 12.4% de huevos de cladóceros y en porcentajes menores de *Keratella* y Ostracoda. En el intervalo de 2.5 a 2.99 cm el 22.48% se alimentó de *Ceriodaphnia*, el 6.82% de huevos de cladóceros y en porcentajes menores de *Eurycerus*, *Bosmina*, *Cyclops* y *Keratella*. En el intervalo de 3.0 a 3.49 cm se consumió Vespidae 0.01% y larvas de coleóptero. De 3.5 a 3.99 cm el 3.24% se alimentaron de *Ceriodaphnia*, el 1.28% de huevos de cladóceros y *Bosmina*. En el intervalo de 4.0 a 4.49 cm el 5.98% consumió huevos de cladóceros el 5.23% de *Ceriodaphnia* en tallas de 5.0 a 5.49 cm el 45.96% se alimentó de huevos de cladóceros, el 8.11% de *Ceriodaphnia*, *Cyclops* 2.21% y en menor porcentaje Chironomidae, Corixidae, huevos de charal, Ostracoda y ninfa de hemíptero. En el intervalo de 5.5 a 5.99 cm el 1.93% se alimentó de *Ceriodaphnia*, en porcentajes menores de *Cyclops* y huevos de charal (Fig. 32).

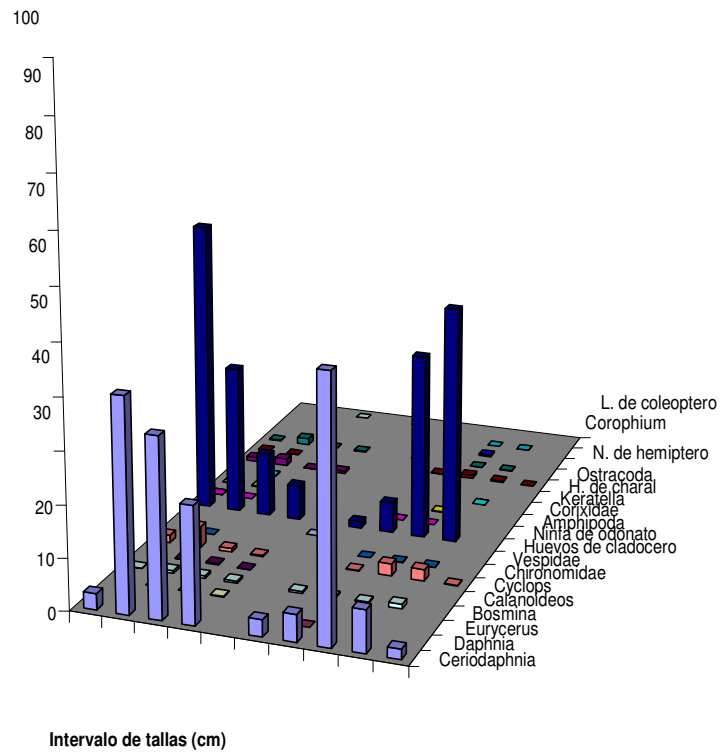


Fig. 32. Porcentaje relativo de consumo por talla durante la época de primavera.

DISCUSIÓN

El lago de Xochimilco durante el periodo de estudio, se comportó con una dinámica ambiental de acuerdo a su ubicación geográfica y a su temporalidad climática, la cual correspondió a invierno, primavera y verano. En particular el canal Nacional, donde se llevó a cabo el presente estudio, es uno de los más profundos del sistema (121 cm) y por ende, de los que registran menor temperatura (19 °C), pero con alto contenido de oxígeno disuelto (11 ml/L). Por las condiciones actuales de uso del sistema, presenta poca transparencia (40 cm), elevado pH (8.21), amonio (1.93 mg/L), nitratos (32.5 mg/L) y nitritos (0.83 mg/L), que determinan una eutrofización y contaminación alta. De acuerdo al mes y por lo tanto a la estación climática, los valores promedio variaron, siendo este comportamiento manifestado por Ávila (2000), Miranda (2000), García (2001), Godínez (2001) y Revelo (2002). Estos cambios mensuales o temporales en las condiciones fisicoquímicas del canal Nacional, determinaron cambios en la producción, composición y disponibilidad de alimento para el charal, por lo que se evidencia que están adaptados a un amplio campo de alimentación, variando su dieta a lo largo de su ciclo vital, la época del año, hábitat, y talla teniendo así sus grupos preferenciales, no importando, que no cuente con las condiciones óptimas para su desarrollo, tal y como se demuestra en la gran mayoría de bibliografía publicada, no solo para *Ch. jordani*, sino para cualquier especie del género y como se evidencia en la presente investigación.

Es por ello, que realizar estudios de la alimentación en cualquier especie, es un aspecto importante en la evaluación de un ecosistema, además de que su caracterización permite conocer el arreglo trófico del mismo (competencia, depredación, reparto y cambios ontogenéticos) o las razones del porqué una especie sobrevive en condiciones limitadas o no ideales para su desarrollo.

En el análisis mensual, se exhibieron preferencias hacia varios tipos de alimentos observándose un total de 20 grupos alimenticios determinados en los contenidos estomacales de los peces, tal y como se observa en la siguiente figura (Fig. 33).

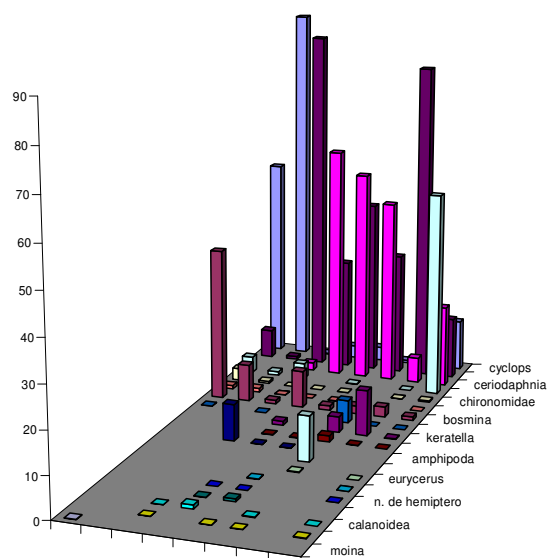


Fig. 33. Frecuencia de los grupos alimentarios totales en el charal del lago de Xochimilco.

Aunque el número de items fue amplio, sólo tres de ellos estuvieron presentes en los ocho meses de estudio, *Cyclops*, *Bosmina* y huevos de cladóceros. El género *Ceriodaphnia*, fue consumido durante los meses de Marzo a Agosto, aunque en los meses de Abril a Julio se registró una proporción mayor. *Daphnia* fue consumido en los meses de Enero, Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Agosto, en este último, se presentó un porcentaje más significativo del género. A pesar de que los grupos de Chironomidae y ninfa de odonato no fueron muy abundantes en los contenidos estomacales, aparecieron como componentes principales en la dieta de los charales ya que fueron consumidos en todos los meses a excepción del mes de Junio. Los grupos Vespidae, larva de coleóptero y

Keratella se presentaron en bajos porcentajes de consumo dándose en el mes de Junio los porcentajes más altos, y el único mes en donde se encontraron las larvas de coleóptero. Ostracoda fue componente importante en los meses de Abril al mes de Agosto. Amphipoda fue consumido en mayor porcentaje en el mes de Marzo y en los meses de Abril y Mayo fue ingerido en bajas proporciones. Los grupos de ninfa de hemípteros, *Moina*, *Corixidae*, *Calanoidea*, huevos de charal, *Eurycerus*, estuvieron presentes en los contenidos estomacales de los peces en porcentajes bajos de los meses de Marzo a Agosto. Estos resultados concuerdan relativamente con lo reportado para el charal *Ch. jordani* en diversos embalses estudiados, como Taxhimay, Xochimilco, Trinidad Fabela y para la especie *Ch. humboldtianum*, que exhibe el mismo comportamiento y en otros sistemas lacustres como San Miguel Arco, San Felipe Tiacaque, Pátzcuaro o bajo condiciones experimentales (Navarrete, 1981; Cházaro, 1989; Cházaro *et al.*, 1989; Navarrete y Cházaro, 1993; Navarrete *et al.*, 1996, Miranda, 2002, Revelo, 2002 y Navarrete *et al.*, 2006).

Esto se refuerza al comparar los contenidos de los tractos digestivos por temporadas del año, como fueron invierno y primavera, donde se encontraron diferencias cuantitativas y cualitativas. En invierno se consumieron 12 tipos alimentarios y en primavera 17, siendo 10 tipos alimentarios consumidos en ambas temporadas, aunque no en la misma proporción: *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Hyalrella*, *Bosmina*, *Cyclops* calanoideos, corixidos, chironomidos, vespídos, huevos de cladóceros y ninfas de odonato. A pesar de ello, huevos de cladóceros y los géneros *Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Bosmina* y *Cyclops*, fueron los de mayores porcentajes cuantificados, por lo cual se podría decir, que no hubo cambios importantes por temporada climática con los principales grupos. La sustitución por temporadas de los grupos menos consumidos, fueron debidas seguramente a los cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua, que no toleraron las fluctuaciones prevaletentes, no así para los grupos más consumidos presentes en ambas temporadas y de ahí su presencia en los tractos digestivos del charal.

Para tener una clara idea y comprobación de lo antes expuesto, se debe explorar en mayor medida el comportamiento alimentario del charal. Es por ello, que se realizó en la presente investigación, un análisis de la selectividad o preferencia alimenticia, siendo importante el mismo, para evaluar la diferencia existente entre la dieta observada y la proporción de organismos encontrados en el ambiente, que en muchos trabajos no lo consideran, debido a que no se investiga la disponibilidad de alimento que rodea a la especie y en este caso al charal en su hábitat. Desafortunadamente, el muestreo de la comunidad zooplantónica sólo se pudo llevar a cabo durante dos de las tres temporadas que abarcó este estudio, pero su análisis y las aportaciones de la presente investigación, contribuyen a definir los aspectos alimentarios del charal en el lago de Xochimilco.

Según el índice de Ivlev durante invierno, de los 23 grupos que conformaron la comunidad zooplanctónica y que estuvieron disponibles para ser consumidos por el charal, éste seleccionó preferentemente sólo 4 y en primavera, de 17 grupos disponibles, seleccionó 16 tipos alimentarios, pero no corresponden en su mayoría a la comunidad del zooplancton, tal y como se evidencia en la Tablas 2 y 3, por lo cual se puede afirmar, que el charal en cualquier temporada climática, selecciona a sus presas, ya que de lo disponible del ambiente que le rodea, elige sus presas.

Por lo antes mencionado, el charal es un pez que ocupa el tercer nivel trófico en el ecosistema del Lago de Xochimilco, por la forma de obtener su alimento es un carnívoro primario, ya que consume principalmente del zooplancton, pero a pesar de que se alimentó principalmente de este grupo, los huevos, larvas e insectos ocuparon grandes volúmenes del contenido estomacal del charal y estas entidades no conforman o las clasifican en el grupo zooplantónico, sino que pertenecen al ambiente bentónico.

Por lo antes expuesto, se podría concluir, que el charal en el lago de Xochimilco, que tradicionalmente la bibliografía lo cataloga como zooplantófago, es muy general decirlo así, pues a pesar de que si consumen grupos del zooplancton, realiza una

selección entre los componentes de esta comunidad, y solo elige a 4, el resto de los componentes del plancton y determinados en los tractos digestivos, su presencia se debe a que los ingiere, porque están ahí, cuando selecciona a su presa, pero también elige presas del bentos y de manera muy importante por el volumen consumido y registrado, por lo que, con base a las evidencias presentadas, se debería concluir que es un zooplantófago que prefiere *Bosmina*, *Ceriodaphnia* *Cyclops* y huevos de cladóceros y zoobentófago que selecciona insectos en todos sus estadios, huevos, larvas y adultos, estas afirmaciones coinciden con Cházaro (1989) y Navarrete (1981) que indican que el charal, se alimentó de zooplancton y complementó su dieta con bentos, siendo el consumo de bentos mayor en las tallas más grandes.

Desafortunadamente y como justificante al presente trabajo, al plantear el proyecto de investigación, se tomó en consideración lo publicado para la especie, en el sentido de que es un zooplantófago y sólo se muestreo y analizó, dicha comunidad del zooplancton y por esta razón, se puede evidenciar la selectividad que realiza el charal hacia la comunidad zooplanctónica, estas evidencias no se pueden determinar para los componentes de la comunidad bentónica, ya que ésta no fue muestreada, por lo tanto no analizada y que imposibilita la aplicación de cualquier índice ecológico de electividad, por lo que es importante resaltar, que para tener una mayor precisión en las conclusiones sobre los hábitos alimentarios de cualquier especie, es necesario no sólo muestrear la comunidad planctónica y bentónica, sino todo el ambiente y las comunidades biológicas que rodean al charal y determinar de manera integral, aspectos de la alimentación de cualquier especie, así mismo, será más precisa las evaluaciones si se toma en consideración no sólo la abundancia de los grupos, sino su volumen o biomasa de cada elemento.

Chirostoma jordani presentó una selectividad diferencial por los componentes de su dieta, pero también varió los grupos alimenticios en función de su talla. Para las tallas grandes y pequeñas, huevos de cladóceros jugó un papel fundamental en la alimentación, con porcentajes mayores para las tallas grandes y en porcentajes

menores para las tallas mas pequeñas, a pesar de su importancia ya que fue uno de los grupos mas ingeridos, en la muestra del zooplancton no se colectó. Técnicamente se dice que, un animal exhibe cierta preferencia hacia un tipo determinado de alimento, cuando la proporción de éste en su dieta es mayor, que la proporción con que aparece en el habitat, es por esto que se determinó una alta selectividad del grupo.

El género *Cyclops* también fue consumido por las tallas pequeñas, pero en porcentajes más bajos, aumentando la proporción de estos, con la talla de los peces, a pesar de que en el ambiente fue el más abundante, se determinó también una alta selectividad y por lo tanto técnicamente el comportamiento fue contrario al de huevos de cladóceros.

Los cladóceros como *Bosmina*, *Ceriodaphnia* y *Daphnia* se encuentran presentes en los tractos digestivos de las tallas más pequeñas, aunque la proporción de estas también aumenta con la talla de los peces y a excepción de *Daphnia*, los dos tipos alimentarios fueron seleccionados preferentemente.

Los anfípodos fueron consumidos en intervalos de tallas intermedios, así como las náyades de odonato, los cuales no fueron consumidas por tallas pequeñas ni en las tallas grandes; es importante mencionar que estos grupos no fueron colectados en las muestras del zooplancton, debido a que forman parte del bentos, lo mismo que los coríxidos, que fueron consumidos solamente en un intervalo de talla.

Las diferencias en la alimentación entre las tallas pequeñas y las grandes puede ser una estrategia para disminuir la competencia intraespecífica entre los organismos de una población (Krebs, 1985 en Navarrete y Cházaro, 1993). Suárez (1996), menciona que los aterínidos, en su fase juvenil, se alimentan preferentemente de micropartículas planctónicas como algunas algas unicelulares (clorofíceas y diatomeas), protozoarios, rotíferos y algunos cladóceros y copépodos, mientras que los organismos de tallas superiores, se inclinan primordialmente a depredar microcrustáceos planctónicos como son copépodos, cladóceros y decápodos, complementando su dieta con larvas de dípteros

Para la época de primavera el charal se alimentó principalmente de *Ceriodaphnia*, *Cyclops*, huevos de cladóceros, así mismo los huevos de charal ocuparon volúmenes en el contenido estomacal del charal, lo cual coincide con Navarrete y Cházaro (1993), los cuales ponen de manifiesto que la presencia de organismos de su misma especie en los tractos digestivos pone en relieve el canibalismo presente en esta población.

Los grupos de *Ceriodaphnia* y huevos de cladóceros estuvieron presentes en todas las tallas, aunque el grupo de huevos de cladóceros no fue encontrado en las muestras de zooplancton en el ambiente, este fue uno de los grupos más representativos en los tractos digestivos de los peces.

El género *Cyclops* fue consumido ocasionalmente a pesar de ser el género más abundante en el ambiente.

Chirostoma jordani, coincidiendo con Navarrete *et al.* (1996), presentó una selectividad para los componentes de su dieta, ya que el género *Bosmina* fue consumido por las tallas más pequeñas hasta 49 mm de longitud.

Para la clase Insecta como son las familias Vespidae, Chironomidae, Corixidae, larvas de coleóptero, ninfa de hemíptero, náyade de odonato, no fueron consumidas por tallas pequeñas, solo por tallas intermedias y grandes, es de resaltar el hecho de que la digestión de estos es muy lenta, debido a que fueron semidigeridas en la parte final del tracto digestivo.

Coincidiendo con Navarrete y Cházaro (1993) y Navarrete *et al.* (2006) que trabajaron con el charal *Chirostoma humboldtianum*, se presentaron variaciones ontogenéticas en la alimentación, siendo las tallas de 2 cm a 8 cm consumidoras de zooplancton. Este mecanismo fue marcado principalmente en las épocas de invierno y primavera y puesto de manifiesto por Enriquez y Soto (2000), que concluyen diferencias en clases

de tallas, manifestándose una variación estacional en el tipo de alimentación, tendiendo más hacia la zooplanctofagia en épocas frías y más hacia la entomofagia en épocas cálidas.

La diversidad de la dieta aumenta debido al incremento en su capacidad de explotar diferentes sitios en la columna de agua y al incremento en la complejidad del comportamiento alimentario de su edad. En el caso del presente trabajo, los resultados demostraron la preferencia alimentaria por los grupos *Bosmina*, *Cyclops* y huevos de cladóceros que puede deberse a su tamaño, su movilidad y coloración de las presas, lo cual los hace más visibles a sus depredadores, esto fue evidenciado por Navarrete et al. (2006).

La dieta más amplia se presentó en la época de primavera y no así en invierno, independientemente de esto, *Chirostoma jordani*, en ambas temporadas climáticas, es una especie generalista.

A pesar de las condiciones ambientales prevalecientes en el lago de Xochimilco, no son las adecuadas para *Chirostoma jordani*, éste sobrevive y se distribuye ampliamente en el lago, debido a que se alimenta bien, ya que cuenta con una gran cantidad y variedad de tipos alimentarios producidos en el sistema principalmente del zooplancton y del bentos, principalmente de los insectos.

CONCLUSIONES

El charal *Chirostoma jordani* durante el periodo de estudio y en el Lago de Xochimilco ocupa el tercer nivel trófico y es un consumidor primario.

Es un zooplanctófago, siendo *Cyclops*, *Bosmina*, *Ceriodaphnia* y huevos de cladóceros seleccionados preferentemente y en porcentajes significativos.

Se alimenta también del bentos, principalmente del grupo de los insectos en cualquier estadio de vida.

Los tipos alimenticios ingeridos y su volumen variaron por cada mes, en función de la dinámica climática del ambiente.

Cambia su alimentación de acuerdo a las tallas, esto es, en función de su morfología. La selección alimenticia varió entre temporadas climáticas, en invierno prefirió cuatro tipos alimenticios que fueron *Bosmina*, Vespidae, huevos de cladóceros y ninfas de odonato a pesar de haber mayor número de tipos alimenticios disponibles y para primavera seleccionó 16 tipos alimenticios, incluyendo los antes citados.

Es amplia la elección de tipos alimenticios en primavera, a pesar de ello, se presentó canibalismo en ésta, a diferencia de invierno que los tipos consumidos se redujeron significativamente a solo cuatro.

Es una especie generalista, con base a la amplitud de nicho determinada, condición que no cambia por temporada climática.

A pesar de las condiciones prevaletentes del lago de Xochimilco, *Chirostoma jordani* sobrevive y se distribuye ampliamente en el lago, debido a que se alimenta bien, ya que

cuenta con una gran cantidad y variedad de tipos alimentarios producidos en el sistema principalmente del zooplancton.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ DEL VILLAR, J. 1970. *Peces mexicanos (claves)*. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. México. 165 p.
- ÁVILA, R. B. E. 2000. Composición actual de la ictiofauna del lago de Xochimilco. Tesis profesional. ENEP, Iztacala, UNAM. México. 73 p.
- BARBOUR, C. D. 1973. The systematics and evolution of the genus *Chirostoma Swainson* (Pisces, Atherinidae). *Tulane Studies in Zoology and Botany*, 18 (3): 97-141.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., H. ESPINOSA, P. y J. J. Schmitter-Soto. 1999. *Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México*. Limusa, México. 712 p.
- CHAO, N. L. y J. MUSICK, A. 1977. Life history, feeding habits, and functional morphology of juvenile sciaenid fishes in the York River estuary, Virginia. *Fishery Bulletin* 75 (4): 657-702.
- CHÁZARO, O. S. 1989. Estudio sobre algunos aspectos de la biología del charal *Chirostoma jordani* en el embalse Trinidad de Fabela, Estado de México. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México. 78 p.
- CHÁZARO, O. S., N. A. NAVARRETE, S. y R. SÁNCHEZ M. 1989. Reproducción y crecimiento del charal *Chirostoma jordani* (Woolman) del embalse Trinidad de Fabela, Estado de México. *Rev. Zool.* 1: 10-18.
- CRUZ, G. A. y A. RODRÍGUEZ, V. 2004. Sobrevivencia y reproducción de dos especies del género *Chirostoma* en estanques. Congreso Nacional de Ictiología. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. pp. 43.
- DRYE, B. S. y B. CHERNOFF. 1996. Phylogenetic relationships among atheriniform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). *Zool. J. Linn. Soc.* 117: 1-69.
- EHELLE, A. A. y A. F. EHELLE. 1984. Evolutionary genetics of a "species flock": atherinid fishes on the Mesa central of Mexico. Pp. 93-110. En: Echelle, A. A. y I. Kornfield (eds.). *Evolution of fishes species flocks*. University of Maine, Press, Orono.
- ENRIQUEZ, B. y E. SOTO, G. 2000. Contribución a la ecología de la alimentación de *Chirostoma humboldinatum* (Valenciennes) de la presa las Tazas en San Félix Tiacaque, Edo. de Méx. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

- ESCALERA, G. C. y M. E. MONCAYO, R. 2003. Hábitos alimentarios de los charales del lago de Chapala, México. Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos. Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa. pp 10.
- FIGUEROA, L. G., C. FUENTES, L., C. HERNÁNDEZ, R. y J. L. ARREDONDO. 2003. Variación estacional del espectro trófico de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Atheriniformes: Atherinopsidae). Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos. Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa. pp 13.
- GARCÍA, M. F. D. 2006. Características tróficas de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces:Goodeidae) del embalse Ignacio Ramírez Edomex., durante otoño e invierno. Tesis profesional, FES Iztacala. UNAM. México. 70 p.
- GODÍNEZ, T. F. 2001. Estudio de las condiciones ambientales que favorezcan el mantenimiento y reproducción del mexclapique *Girardinichthys viviparus* (Goodeidae), en condiciones de laboratorio. Tesis profesional, FES Iztacala. UNAM. México. 62 p.
- GÓMEZ-AGUIRRE, S. y L. R. MARTÍNEZ C. 1998. El fitoplancton. pp. 77-94. En: Martínez, C. L. R. 1998. *Ecología de los sistemas acuícolas*. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.
- HERNÁNDEZ, y E. SOTO G. 2000. Tácticas alimentarias del charal del Valle de Toluca *Chirostoma riojai* (Pisces: Atherinidae) Solórzano y López, 1965 en tres localidades del Alto Lerma. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN.
- INEGI. 1998a. Distrito Federal. Cuaderno Estadístico Estatal. Edición 1997. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. pp. 10-21.
- INEGI. 1998b. Xochimilco: Distrito Federal. Cuaderno Estadístico Delegacional. Edición 1997. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. pp. 1-22.
- ISLAS, I., F. ARANA y R. PÉREZ. 2000. Estudio preliminar sobre la reproducción en cautiverio de *Chirostoma jordani* (Woolman) Pisces: Teleostei Atherinidae de la zona lacustre de Xochimilco. División de Ciencias biológicas. UAM. Xochimilco.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publishers. 654 p.
- MILLER, R. R. y B. CHERNOFF. 1979. What is *Menidia*? *Ann. Meet. Am. Soc. Ichthy. Herpetol.* 59: 253.
- MILLER, R. R., W. L. MINCKLEY y S. M. NORRIS. 2005. *Freshwater fishes of México*. The University of Chicago Press, U. S. A. 490 p.

- MIRANDA, G. M. N. 2002 Estudio biológico para la reproducción en laboratorio y estanques del charal *Chirostoma jordani* del lago de Xochimilco. Tesis profesional, FES Iztacala, UNAM. México. 68 p.
- NAVA, V. J. L., C. JIMENEZ, G., y G. BLANCAS, A. 2003. Bases biológicas para el cultivo del charal (*Chirostoma jordani* Woolman) del lago de Xochimilco en cautiverio. Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos. Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa.
- NAVARRETE, S. N. A. 1981. Contribución a la biología del charal (*Chirostoma jordani*) de la presa Taxhimay. Tesis profesional. ENEP Iztacala, UNAM. México. 86 p.
- NAVARRETE, S. N. A. y S. CHÁZARO, O. 1993. Espectro trófico del charal *Chirostoma humboldtianum* del embalse San Felipe Tiacaque, Estado de Mexico. *Rev. Zool.* 3: 28-34.
- NAVARRETE, S. N. A., R. SÁNCHEZ M. y M. ROJAS B. 1996. Selección del zooplancton por el charal *Chirostoma jordani* (atheriniformes: Atherinidae). *Rev. Biol. Trop.* 44 (2): 757-761.
- NAVARRETE, S. N. A., J. HERNÁNDEZ C. y G. ELÍAS F. 2006. Hábitos alimentarios de *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (1835) en el embalse San Miguel Arco, Municipio de Soyaniquilpan, Estado de México. *Rev. Zool.* 17: 18-27.
- NAVARRO, L. y J. ÁLVAREZ DEL VILLAR. 1957. *Los peces del Valle de México*. División General de Pesca e Industrias Conexas. Secretaría de Marina. México.
- NEEDHAM, J. G. y P. R. NEEDHAM. 1978. *Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces*. Reverté, S.A. España. 131 p.
- NELSON, J. S. 1994. *Fishes of the world*. 3rd. Ed. John Wiley y Sons, Inc. New York, USA. 600 p.
- OLVERA, B. Y. M. 2004. Aspectos poblacionales de *Chirostoma jordani* (Woolman) (Pisces: Atherinidae) en el sistema lacustre de Xochimilco, México, D. F. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 115 p.
- OROZCO, J., F. ARANA-MAGALLÓN y R. PÉREZ-RODRÍGUEZ. 1997. Algunos aspectos de la biología y hábitos reproductivos de *Chirostoma jordani* (Pisces: Osteichthyes) de la zona lacustre de Xochimilco, D. F. Reporte de Servicio Social, UAM Xochimilco, México. Inédito.
- PAULO-MAYA, J. 2003. ¿Que atherinópsidos conforman al género *Chirostoma*? Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos, UAM Iztapala, pp. 9.

- PENNAK, R. W. 1991. *Fresh waters invertebrates of the United States*. 3a. Ed., Johns Wiley and Sons, New York, 628 p.
- PREJS, A. y G. COLOMINE. 1981. *Métodos para el estudio de alimentos y relaciones tróficas de los peces*. Caracas, Venezuela, 129 p.
- REVELO, A. L. G. 2002. Aclimatación y mantenimiento de *Chirostoma humboldtianum* en estanques con aguas tratadas. Tesis profesional, FES Iztacala. UNAM. México. 69 p.
- RIVERA, T. G. y G. FIGUEROA, L. 2003. Preferencias alimentarias de juveniles y adultos de *Chirostoma humboldtianum* (Valenciennes) (Atheriniformes: Atherinopsidae) bajo condiciones experimentales. Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos. Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa.
- RODRÍGUEZ, V. A. y A. CRUZ, G. 2003. Selección alimenticia del charal *Chirostoma humboldtianum*. Primera Reunión Nacional de Atherinópsidos. Univ. Autón. Metropolitana, Iztapalapa.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1962. *A guide to the study of fresh-water biology*. Sn. Fco. Calif. Holden-Doyic. 1962.
- RUTTNER-KOLISKO, A. 1974. *Plankton rotifers: Biology and taxonomy*. By Agnes Ruttner-Kolisko, Stuttgart, E. Schwerbart, Buchhandlung. 1974
- SAEED, B., W. IVANTSOFF y L. E. L. M. CROWLEY. 1994. Systematics relationships of atheriniform families within Division 1 of the series Atherinomorpha (Acanthopterygii) with relevant historical perspectives. *Voprosii Ikhtiologi* 34 (4): 1-32.
- SERRA, P. M. C. 1988. Los recursos lacustres de la Cuenca de México durante el formativo. Coordinación General de Estudios de Posgrado. UNAM. México. 272 p.
- SMITH, D. G. 2001. *Pennak's freshwater invertebrates of the United States. Porifera to Crustacea*. 4th ed. John Wiley y Sons, Inc. United States. 638 p.
- SOTO, G. C. 1953. Peces de la cuenca de México. Estudio zoológico y etnológico. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 44 pp.
- SUÁREZ-MORALES, E. 1998. Zooplancton y acuicultura. pp. 95-118. En: Martínez, C. L. R. 1998. *Ecología de los sistemas acuícolas*. A. G. T. Editor, S. A., México, 226 p.

- SUÁREZ, N. V. 1996. Contribución al conocimiento de los hábitos alimentarios y nutricionales del charal *Chirostoma* sp. para la formación de balanceados en su alimentación artificial. Tesis profesional. FES Zaragoza, UNAM. México. 88 p.
- THORP, J. H. y COVICH, A. P. 1991. *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press. Inc. San Diego, Cal. 912 pp.
- TOLEDO, P. Y M. P. DÍAZ-RUBÍN. 1995. Consumo de aterínidos (*Chirostoma spp*) por la lobina negra (*Micropterus salmoides*) en el lago de Pátzcuaro, Mich., México, en 1986. INP-SEMARNAP. *Ciencia Pesquera* (Nueva época) (11): 71-74.

www.xochimilco.df.gob.mx