



TRAMA TRÓFICA DE LOS PECES DEL EMBALSE LA GOLETA (PRIMAVERA 2007) EN EL ESTADO DE MÉXICO

TROPHIC WEB OF THE FISH IN LA GOLETA RESERVOIR (SPRING 2007) IN THE STATE OF MEXICO

N. A. Navarrete-Salgado; E. Benítez-Maca; V. M. Jiménez-Escudero; K. I. Toledo García; G. Elías-Fernández.

Laboratorio de producción de peces e invertebrados. UNAM FES-IZTACALA. Avenida de los Barrios # 1. Los Reyes Iztacala, Tlalneantla, Estado de México. C. P. 54090. MÉXICO.

RESUMEN

En este estudio se determinó la posición trófica de la ictiofauna del embalse La Goleta, Estado de México. Se realizó un muestreo en la primavera de 2007, donde se registraron los siguientes parámetros del agua, temperatura, profundidad, transparencia, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad, pH, dureza, y alcalinidad, también se realizó la captura de peces utilizando un chinchorro charalero. El análisis del contenido estomacal se determinó con el método numérico y volumétrico. Los peces capturados pertenecen a tres especies: *Menidia jordani*, la cual se considera una especie zooplanctófaga generalista; *Cyprinus carpio*, es omnívoro muy generalista y *Carassius auratus* que es un pez herbívoro generalista.

Recibido: 25 de junio, 2009
Aceptado: 19 de febrero, 2009
doi: 10.5154/r.rchscfa.2009.06.022
<http://www.chapingo.mx/revistas>

PALABRAS CLAVE: alimentación, ictiofauna, trama alimenticia.

ABSTRACT

This study determined the trophic level of the ichthyofauna in La Goleta reservoir, located in the State of Mexico. A sampling was carried out in the spring of 2007 in which the following water parameters were recorded: temperature, depth, transparency, turbidity, dissolved oxygen, conductivity, pH, hardness, and alkalinity. In addition, fish were caught using a drag net. Stomach content analysis was performed using the numerical and volumetric method. The fish caught belong to three species: *Menidia jordani*, which is considered a generalist zooplanktófagous species, *Cyprinus carpio*, a highly generalist omnivore, and *Carassius auratus*, which is a generalist herbivore.

KEY WORDS: food, ichthyofauna, trophic web.

INTRODUCCIÓN

Los embalses son grandes extensiones de agua, que suelen tener diversas utilidades como abastecimiento para las poblaciones humanas, para la agricultura, producción de energía eléctrica y práctica de deportes acuáticos entre otros (Pereira y Espíndola, 2004); debido a ello la construcción de embalses para dichos propósitos avanza a un ritmo arrollador desde hace varios años, estimándose que aproximadamente del 10 al 30 % de los ríos mundiales se encuentran regulados, estos ecosistemas artificiales alteran las características hidrológicas y ecológicas de un río (Franquet, 2005). Además, son regulados por los siguientes factores: morfometría, estacionalidad y sistema de operación (Pereira y Espíndola, 2004).

La creación de ecosistemas artificiales de gran magnitud ha traído grandes consecuencias, pues en ellos las especies se encuentran en permanente adaptación a los drásticos cambios ambientales, a tasas de tiempo

INTRODUCTION

Reservoirs are large expanses of water which often have different supply uses for human populations, including for agriculture, hydro-electric power generation and water sports, among others (Pereira and Espíndola, 2004). Due to these multiple uses, new reservoirs have been constructed at a whirlwind rate over the last several years, to the point where it is now estimated that approximately 10 to 30 % of the world's rivers are regulated. These artificial ecosystems alter the hydrological and ecological characteristics of a river (Franquet, 2005). They are also regulated by the following factors: morphometry, seasonality, and operating system (Pereira and Espíndola, 2004).

The creation of large-scale artificial ecosystems has brought major consequences, since the species in them are constantly adapting to drastic environmental changes, at time rates unusual for any natural aquatic ecosystem one may wish to compare them with (Pereira and Espíndola,

insólitas para cualquier ecosistema acuático natural que se quiera comparar (Pereira y Espíndola, 2004). En el caso de las especies que habitan en los embalses, a los cuales se les confiere la ventaja adicional de ser susceptibles de manejos especiales, como es el caso de las introducciones de especies exóticas al ecosistema, entre éstos, algunos peces (Pomares y Álvarez, 1999), ya que uno de los usos de los embalses está orientado a reducir la eutrofización o a promover la producción piscícola (Ortiz *et al.*, 2006).

Los peces son el grupo de vertebrados más numeroso, con alrededor de 25,000 especies, representando el 50 % del total de los vertebrados. Los peces de agua dulce se consideran aproximadamente 10,000 especies, y el estudio de su dieta es un aspecto básico en la generación de conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas en que habitan, la posición que éstos ocupan en la trama trófica en diferentes ecosistemas, así como la función que cumplen en los mismos (Franquet, 2005).

En general las redes tróficas son macro descriptores que caracterizan funcionalmente los sistemas acuáticos, principalmente, ilustrando los flujos de materia y de energía poniendo en relación estos flujos con las biomásas generadas en diferentes niveles tróficos. Además, permiten plantear hipótesis sobre el control de las redes tróficas para explicar el futuro de los contaminantes dentro de las cadenas tróficas, y determinar la importancia de las fuentes de energía (en particular el carbono) para explicar la producción de peces. Por lo que el objetivo del presente estudio es, determinar la posición trófica de la ictiofauna del embalse La Goleta, en el Estado de México.

De los trabajos relacionados con las tramas tróficas se pueden destacar los siguientes; Sánchez *et al.* (2003) estudian la relación entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río Meta (Colombia), ellos señalan que la forma de los dientes y del estómago fueron las estructuras del sistema digestivo, que en los análisis de correspondencia, se relacionaron mejor con los diferentes tipos de alimentación. Granado-Lorencio *et al.*, (1998) realizaron el estudio de la ictiofauna del embalse de Joaquín Costa (Río Ésera Huesca, España), encontrando que la asociación íctica estaba compuesta por carpa común, carpa espejo, rutilo, black-bass, madrilla, barbo de Graells, trucha común, brema blanca y lucioperca, agrupando a las especies en dos secciones de acuerdo a la amplitud de su nicho: eurifagas (barbos, carpas y brema) y estenófagas (madrilla, rutilo, trucha y black-bass). (Medina *et al.*, 2004) analizaron la alimentación y relaciones tróficas de especies ícticas de la zona costera del norte de Chile, donde encontraron 16 especies como: *Paralabrax humeralis*, *Hemilutjanus macrophthalmos*, *Cheilodactylus variegatus*, *Pinguipes chilensis*, *Anisotremus scapularis*, *Acanthistius pictus*, *Semicossyphus maculatus* y *Oplegnathus insignis*. Los resultados indican que todas las especies son carnívoras, con comportamientos tróficos carcinófagos e ictiófagos.

2004). As for the species that live in reservoirs, they have the added advantage of receiving special handling, such as the introduction of exotic species to the ecosystem, among them, some fish (Pomares and Álvarez, 1999), since reservoirs are also used to reduce eutrophication and promote fish production (Ortiz *et al.*, 2006).

Fish are the largest group of vertebrates, with about 25,000 species, representing 50 % of all vertebrates. There are believed to be about 10,000 freshwater fish species, and the study of their diet is a key element in the generation of knowledge about the functioning of the ecosystems they inhabit, the position they occupy in the trophic web in different ecosystems, and the role they play in them (Franquet, 2005).

In general, trophic webs are macro descriptors that functionally characterize aquatic systems, mainly illustrating their matter and energy flows by linking them with the biomass generated in different trophic levels. They also allow formulating hypotheses regarding the control of trophic webs to explain the future of pollutants within food chains and to determine the importance of energy sources (particularly carbon) to explain fish production. Therefore, the objective of this study is to determine the trophic level of the ichthyofauna in La Goleta reservoir, located in the State of Mexico.

Of the studies related to trophic webs, the following can be highlighted. Sánchez *et al.* (2003) studied the relationship between the digestive tract characteristics and the feeding habits of fish in the Yucao River, part of the Meta River system (Colombia); they point out that the shape of the teeth and stomach were the digestive system structures which, in their correspondence analyses, relate better to the different types of food. Grandado-Lorencio *et al.*, (1998) conducted a study of the ichthyofauna in the Joaquín Costa reservoir (Ésera Huesca River, Spain), finding that the fish assemblage was composed of common carp, mirror carp, roach, black-bass, madrilla, Graells barbel, common trout, white bream, and pikeperch, grouping the species into two categories according to the breadth of its niche: euriphagous (barbel, carp and bream) and stenophagic (madrilla, roach, trout, and black-bass). (Medina *et al.*, 2004) analyzed the feeding and trophic relationships of fish species in the coastal area of northern Chile, where they found 16 species including: *Paralabrax humeralis*, *Hemilutjanus macrophthalmos*, *Cheilodactylus variegatus*, *Pinguipes chilensis*, *Anisotremus scapularis*, *Acanthistius pictus*, *Semicossyphus maculatus* and *Oplegnathus insignis*. The results indicate that all species are carnivorous, with carcinophagous and ichthyophagist trophic behaviors.

(Allen *et al.*, 2006) determined the trophic level of 15,509 fishes caught off the southern coast of the Gulf of Cariaco (Venezuela); they found 27 families and 44 species, and identified 23 carnivorous species (57 %), eight

(Allen *et al.*, 2006) determinaron la categoría trófica de 15,509 peces colectados en la costa sur del Golfo de Cariaco (Venezuela); encontraron 27 familias y 44 especies, e identificaron 23 especies carnívoras (57 %), ocho omnívoras (20 %), cinco planctívoras (13 %), dos herbívoras y dos detritívoras (5 %).

(Navarrete *et al.*, 2007b) analizaron los hábitos alimenticios de *Girardinichthys multiradiatus* en el embalse La Goleta y observaron que *G. multiradiatus* utiliza gran variedad de alimentos, el análisis volumétrico mostró que para peces de 2.0 - 3.5 cm destacaron Chironomidae y Diaptomidae; en tanto que para peces de 3.6-5.0 cm fueron Diaptomidae, *Trichocorixella mexicana*, *Fragilaria* y *Oedogonium*, concluyeron que *G. multiradiatus* es un pez omnívoro, que consume zooplancton, zoobentos y fitoplancton. Por todo lo anterior, en el presente estudio se plantearon como objetivos: determinar los grupos alimenticios y la trama trófica de los peces del embalse La Goleta en el Estado de México durante la primavera de 2007.

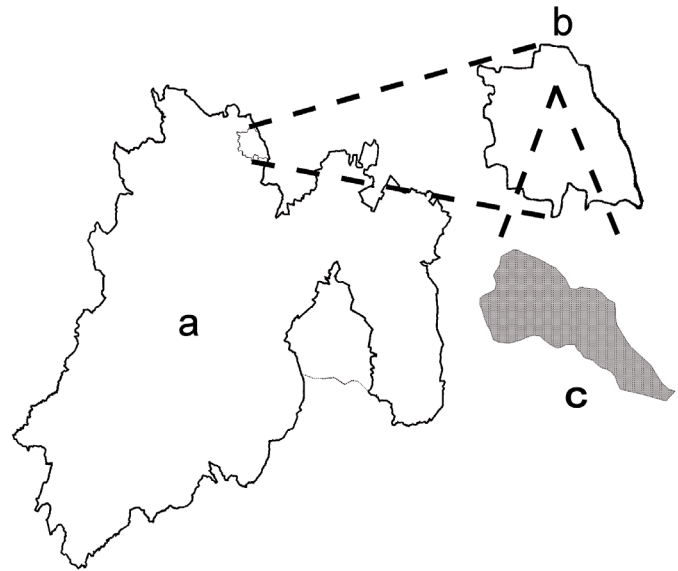


FIGURA 1. Área de estudio. El Embalse La Goleta se encuentra en el municipio de Soyaniquilpan, Estado de México. a= Estado de México. b= Municipio de Soyaniquilpan de Juárez. c= Embalse La Goleta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el embalse La Goleta, que se localiza en el municipio de Soyaniquilpan de Juárez, al noroeste del Estado de México. Se ubica en el Eje Neovolcánico y pertenece a la subcuenca del Alto Pánuco. Sus coordenadas son: 20°03'54" – 20°04'28" de latitud norte y 99°33'05" – 99°33'48" de longitud oeste y una altitud de 2,460 m (Figura 1).

El clima del lugar según Köppen modificado por García es Cb(w1)(w)(i)'g, que se define como templado con verano fresco largo, con una temperatura media anual de 15.6 °C, es subhúmedo con régimen de lluvias en verano, intermedio entre los subhúmedos, con una precipitación anual de 749.5 mm (Navarrete *et al.*, 2007b)

Se realizó un muestreo el 11 de mayo del 2007, se registraron los parámetros ambientales siguientes: temperatura (termómetro digital ELITE), profundidad y transparencia (disco de Sechii), turbidez (turbidímetro La Motte 2020), oxígeno (oxímetro Cole-Parmer), conductividad (conductivímetro Sprite 6000) y pH (potenciómetro de campo Cole-Parmer), dureza (método de titulación con EDTA), alcalinidad (método de titulación con ácido sulfúrico 0.02N.) (Navarrete *et al.*, 2004) Para realizar la captura de peces se utilizó un chinchorro charalero de 30 metros de longitud, 3 metros de caída y una luz de malla de 1/3 de pulgada. Una vez capturados, se inyectaron con formalina al 10 % en la cavidad abdominal, se colocaron en bolsas de plástico etiquetadas con los siguientes datos: hora de captura de cada muestra, localidad y fecha. Al igual que la captura de peces, el análisis de parámetros fisicoquímicos se realizó cada hora comenzando a las diez de la mañana hasta las tres de la tarde, hora en la que se realizó el último registro y captura. Posteriormente, los peces se identificaron a nivel específico con las claves de Miller

omnívoros (20 %), five planktivores (13 %), two herbivores and two detritivores (5 %).

(Navarrete *et al.*, 2007b) analyzed the feeding habits of *Girardinichthys multiradiatus* in La Goleta reservoir and found that *G. multiradiatus* uses a great variety of foods. Volumetric analysis showed that for fish of 2.0-3.5 cm, Chironomidae and Diaptomidae stood out, while for fish of 3.6-5.0 cm, they were Diaptomidae, *Trichocorixella mexicana*, *Fragilaria* and *Oedogonium*. They concluded that *G. multiradiatus* is an omnivorous fish that consumes zooplankton, zoobenthos and phytoplankton. For all the above, the aim of this study was to identify the food groups and the trophic web of the fish in La Goleta reservoir in the State of Mexico during spring 2007.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in La Goleta reservoir, located in the municipality of Soyaniquilpan de Juárez, in the northwest of the State of Mexico. It is located on the Trans-Mexican Volcanic Belt and belongs to the Alto Pánuco sub-basin. Its coordinates are: 20° 03'54" -- 20°04'28" north latitude and 99°33'05 " -- 99°33'48" west longitude, at an altitude of 2,460 m (Figure 1).

The area's climate, based on the Köppen classification system modified by García, is Cb (w1)(w)(i)'g, which is defined as mild with long cool summers, with a mean annual temperature of 15.6 °C. It is sub-humid with summer rains, intermediate among the sub-humid categories, with annual rainfall of 749.5 mm (Navarrete *et al.*, 2007b).

A sampling was carried out on May 11, 2007, and the following environmental parameters were recorded:

(2005), posteriormente se registró la longitud patrón con regla milimétrica y el peso con una balanza semianalítica (Aculab) hasta décimas de gramo y finalmente se disecaron los organismos para la determinación del contenido estomacal. El análisis del contenido estomacal se determinó con el método numérico y volumétrico (Laevastu, 1971), ambos métodos se realizaron utilizando los mismos organismos, posteriormente se identificaron los grupos alimenticios mediante la clave de McCafferty (1981). Con los datos del contenido estomacal, se estimó el índice de Simpson para determinar la posición trófica de los peces, para esto se utilizaron los siguientes criterios de especialización: muy generalista 0.75-1.0, generalista 0.50-0.74, especialista 0.25-0.49, muy especialista 0-0.24 (Navarrete *et al.*, 2007a).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros ambientales registrados se muestran en el Cuadro 1, donde se destaca el registro de: la baja transparencia (0.13 m) y profundidad (0.255 m) además de elevados valores de conductividad (162.5 μ -mhos) y turbidez (105 UNT).

CUADRO 1. Valores promedio de los parámetros fisicoquímicos en el Embalse La Goleta en la primavera de 2007

TABLE 1. Mean values of physicochemical parameters in La Goleta reservoir in spring 2007

Parámetro	Media	Desviación Estándar
Profundidad (m)	0.255	0.063
Transparencia (m)	0.135	0.0176
T- ambiente ($^{\circ}$ C)	24.283	2.539
T- agua ($^{\circ}$ C)	21.33	0.917
pH	6.616	0.172
Conductividad (μ -mhos)	162.5	1.629
Oxígeno (mg/l)	10.65	0.828
Dureza (mg CaCO_4 /l)	72.05	2.618
Alcalinidad (mg CaCO_4 /l)	49.33	3.386
Turbidez (UNT)	105.0	18.43

El análisis de los parámetros fisicoquímicos del embalse La Goleta indica que es un cuerpo de agua somero, de aguas turbias, templadas, de regular oxigenación, moderadamente duras, bicarbonatadas y ligeramente ácidas, tomando en cuenta la alcalinidad, se puede decir que son aguas moderadamente duras y con una producción de peces y plantas media-alta, de acuerdo a las tablas de clasificación de aguas de los estanques piscícolas mostradas por (Navarrete *et al.*, 2004), lo que concuerda con lo registrado por (Rojas *et al.*, 2005), a excepción del pH ya que (Navarrete *et al.*, 2004) cataloga el embalse como alcalino y los resultados aquí presentados, indican que son aguas ligeramente ácidas; esto puede deberse a que el muestreo se realizó a finales de la temporada de secas, caracterizada por incremento en las concentraciones de acidez, temperatura y alcalinidad (Navarrete *et al.*, 2004).

temperature (ELITE digital thermometer), depth and transparency (Sechii disk), turbidity (La Motte 2020 turbidimeter), oxygen (Cole-Parmer oximeter), conductivity (Sprite 6000 conductivity meter) and pH (Cole-Parmer field potentiometer), hardness (EDTA titration method), alkalinity (titration method with 0.02N sulfuric acid) (Navarrete *et al.*, 2004). To catch the fish, a 30-meter-long drag net with a 3-meter drop and 1/3-inch mesh size was used. Once caught, they were injected with 10 % formalin in the abdominal cavity and placed in plastic bags labeled with the following information: time of capture of each sample, location, and date. Likewise, the analysis of physicochemical parameters was performed every hour beginning at ten in the morning and continuing until three in the afternoon, when the last data recording and catch was carried out. Subsequently, the fish were identified to species level with the keys of Miller (2005). Next, standard length was recorded with a millimeter ruler and weight with a semi-analytical balance (Acculab) to tenths of a gram. Finally, the bodies were dissected to determine stomach contents. Stomach content analysis was carried out using the numerical and volumetric methods (Laevastu, 1971). Both methods were performed using the same bodies, later identified by food groups with the McCafferty key (1981). With the stomach content data, the Simpson index was estimated to determine the trophic position of the fish, for which the following specialization criteria was used: highly generalist 0.75-1.0, generalist 0.50-0.74, specialist 0.25-0.49, highly specialist 0-0.24 (Navarrete *et al.*, 2007a).

RESULTS AND DISCUSSION

The values of the environmental parameters recorded are shown in Table 1, where the following data stand out: low transparency (0.13 m) and depth (0.255 m), as well as high conductivity (162.5 μ -mhos) and turbidity (105 UNT) values.

Analysis of physicochemical parameters in La Goleta reservoir indicates that it is a shallow water body, with waters that are turbid, temperate, normally oxygenated, moderately hard, bicarbonate and slightly acidic. Taking into account the alkalinity, one can say that the waters are moderately hard with medium-high fish and plant production, according to the water classification tables for piscicultural reservoirs shown by (Navarrete *et al.*, 2004), which is consistent with results reported by (Rojas *et al.*, 2005), with the exception of pH since (Navarrete *et al.*, 2004) classifies the reservoir as alkaline and the results presented here indicate that the waters are slightly acidic. This may be because the sampling was carried out at the end of the dry season, characterized by increased acidity concentrations, temperature and alkalinity (Navarrete *et al.*, 2004).

Three fish species were found in the reservoir: *Menidia jordani*, *Cyprinus carpio* and *Carassius auratus*.

In analyzing the stomach contents of *Menidia jordani*, the following groups were found: Cladocerans (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Camptocercus*,

En el embalse se encontraron tres especies de peces, las cuales fueron *Menidia jordani*, *Cyprinus carpio* y *Carassius auratus*.

Al analizar los contenidos estomacales de *Menidia jordani* se encontraron los siguientes grupos: Cladoceros (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Camptocercus*, *Diaphanosoma*, *Simocephalus*, huevo de Cladóceros, huevos de *Moina*, huevos de *Bosmina*, huevos de *Daphnia*, *Moina*), Copépodos (*Mastigodiatomus*, *Cyclops*, *Diaptomidae*), Insectos (*Trichoptera* y *Corixidae*) y Crustáceos (*Hyalella azteca*). Los tres grupos más importantes de acuerdo al análisis numérico fueron: *Daphnia* (37 %), huevos de cladóceros (15 %) y *Ceriodaphnia* (9 %). En el análisis volumétrico los tres grupos más importantes fueron: *Daphnia* (87 %), *Mastigodiatomus* (5 %) y *Ceriodaphnia* (3 %) (Figuras 2a y 2b).

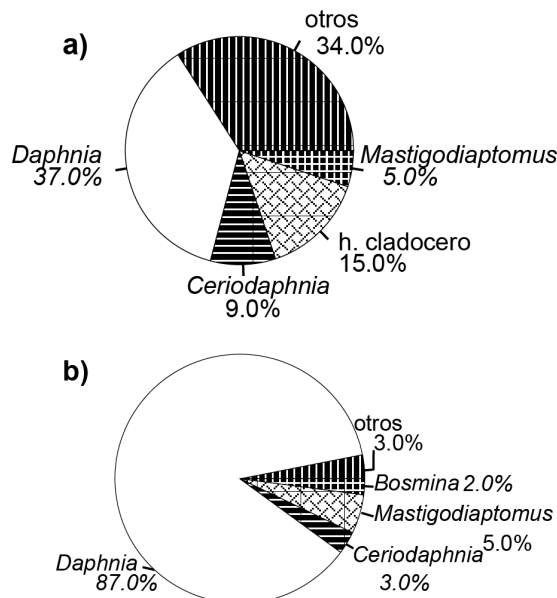


FIGURA 2. Espectro alimenticio de *Menidia jordani* en el embalse la Goleta en la primavera de 2007: a= numérico, b= volumétrico
 FIGURE 2. Food spectrum of *Menidia jordani* in La Goleta reservoir in spring 2007: a= numerical, b=volumetric

Por su espectro trófico (numérico), *Menidia jordani* se considera una especie zooplanctófaga en 66 %, lo que concuerda con lo registrado por (Navarrete *et al.*, 2006b) en el embalse de San Miguel Arco, Soyaniquilpan. Del zooplancton consumido el 37 % pertenece a *Daphnia*, seguido por huevos de cladóceros con 15 % y de *Ceriodaphnia* con 9 %. En cuanto al espectro alimenticio volumétrico se observa una preferencia muy marcada hacia el género *Daphnia*, con 87 %, lo que indica que su dieta incluye de manera preferencial a esta especie; de igual forma, Bettoli *et al.*, (1991), Navarrete y Cházaro (1992) así como Lienesch y Gophen (2005), señalan que el género *Menidia* tiende a consumir preferentemente en su dieta a *Daphnia* y *Ceriodaphnia*. Tomando en cuenta el índice de Simpson (0.7104), se puede decir que es una especie generalista, lo que concuerda con lo mencionado

Diaphanosoma, *Simocephalus*, Cladoceran eggs, *Moina* eggs, *Bosmina* eggs, *Daphnia* eggs, *Moina*), Copepods (*Mastigodiatomus*, *Cyclops*, *Diaptomidae*), Insects (*Trichoptera* and *Corixidae*) and Crustaceans (*Hyalella azteca*). The three major groups according to the numerical analysis were: *Daphnia* (37%), Cladoceran eggs (15%) and *Ceriodaphnia* (9%). In the volumetric analysis, the three major groups were: *Daphnia* (87%), *Mastigodiatomus* (5%) and *Ceriodaphnia* (3%) (Figures 2a and 2b).

For its trophic spectrum (numerical), *Menidia jordani* is considered a 66 % zooplantofagus species, which is consistent with results reported by (Navarrete *et al.*, 2006b) for the reservoir in San Miguel Arco, Soyaniquilpan. Of the zooplankton consumed, 37 % belongs to *Daphnia*, followed by Cladoceran eggs with 15 % and *Ceriodaphnia* with 9 %. As for the volumetric food spectrum, it shows a marked preference for the genus *Daphnia*, with 87 %, indicating that its diet includes this species preferentially. Similarly, Bettoli *et al.*, (1991), Navarrete and Cházaro (1992) and Lienesch and Gophen (2005), indicate that the genus *Menidia* prefers to consume *Daphnia* and *Ceriodaphnia*. Taking into account the Simpson index (0.7104), one can say that it is a generalist species, which is consistent with results reported by Navarrete *et al.*, (2007a) for the reservoir of San Miguel Arco, State of Mexico. In addition, Navarrete and his colleagues in the 2006a mention that in the same reservoir, *Menidia* tends to consume various food groups such as *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia* and *Diaptomidae* throughout its development, confirming that it is a generalist species.

The analysis of the stomach contents of *Cyprinus carpio* revealed a wide variety of food groups, such as: Cladocera (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Ceriodaphnia acanthina*, Cladoceran eggs, *Moina*, *Efibio*), Copepods (*Mastigodiatomus*, *Diaptomidae*, *Cyclops*), Insects (*Chironomidae*, *Glyptotendipes*, adult *Corixidae*, *Corixidae* nymphs, *Chironomidae* larvae), Crustaceans (*H. Azteca*), and Algae (*Microcystis* and *Sporobolus indicus*).

Figure 3a shows the numerical analysis of the groups consumed by *C. carpio*, in which one can see that the three major ones were: *Cyclops* (20 %), *Daphnia* (16 %) and Algae (9 %). However, in the volumetric analysis, the most important groups were: *Sporobolus indicus* (53 %), *Corixidae* (18 %) and *Chironomidae* (13 %) (Figures 3a and 3b).

In the numerical food spectrum of *Cyprinus carpio*, zooplankton reached values of 57 %, in which the most predominant was *Cyclops* with 20 %, while the zoobenthos accounted for 14 % and plant material 17 %. The low percentage of plant material is because *Sporobolus indicus* is present in low numbers, although its volume tends to be large, a fact reported by Allen *et al.*, 2006. Based on its volumetric food spectrum, *C. carpio* is an omnivorous species that feeds on 53 % *Sporobolus indicus* and

por Navarrete *et al.*, (2007a) en el embalse de San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Estado de México, además Navarrete y colaboradores en el 2006a mencionan que en el mismo embalse, *Menidia* tiende a consumir diversos grupos alimenticios como: *Bosmina*, *Ceriodaphnia*, *Daphnia* y *Diaptomidae* a lo largo de su desarrollo, lo cual confirma que se trata de una especie generalista.

El análisis de los contenidos estomacales de *Cyprinus carpio* permitió observar una gran variedad de grupos alimenticios, tales como: Cladóceros (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Ceriodaphnia acanthina*, huevo de Cladóceros, *Moina*, *Efipio*), Copépodos (*Mastigodiatomus*, *Diaptomidae*, *Cyclops*), Insectos (*Chironomidae*, *Glyptotendipes*, *Corixidae* adulto, *Corixidae* ninfa, *Chironomidae* larva), Crustáceos (*H. azteca*), algas (*Microcystis* y *Sporobolus indicus*).

La Figura 3a muestra el análisis numérico de los grupos consumidos por *C. carpio*, en la cual se puede observar que los tres más importantes fueron: *Cyclops* (20 %), *Daphnia* (16 %) y Algas (9 %). Sin embargo, en el análisis volumétrico los grupos más importantes fueron: *Sporobolus indicus* (53 %), *Corixidae* (18 %) y *Chironomidae* (13 %) (Figuras 3a y 3b).

En el espectro alimenticio numérico de *Cyprinus carpio* el zooplancton alcanza valores de 57 %, en el cual el más representativo fue *Cyclops* con 20 %; el zoobentos representó 14 % y el material vegetal 17 %. El bajo porcentaje del material vegetal, está determinado porque los *Sporobolus indicus* numéricamente es escaso, no así el volumen que tiende a ser grande, hecho registrado por Allen *et al.*, 2006. Con base en su espectro alimenticio volumétrico, *C. carpio* es una especie omnívora que se alimenta de *Sporobolus indicus* en 53 % y de materia animal (*Corixidae*, *Chironomidae* y *Daphnia*), lo que coincide con Navarrete *et al.*, (2007a), exceptuando a *Corixidae*, que no apareció en el contenido alimenticio de este pez, en el embalse San Miguel Arco. Tomando en cuenta el índice de Simpson (0.8955) se puede decir que es una especie muy generalista, lo que concuerda con Navarrete *et al.* (2007a), en el embalse de San Miguel Arco, quien menciona que *Cyprinus carpio* no tiene una tendencia a especializarse, ya que siempre consume alrededor de cinco grupos

Lo anterior concuerda con lo señalado por Granado-Lorencio *et al.* (1998), ya que mencionan que la carpa común presenta una gran amplitud de nicho colocándola en una especie eurífaga, con alternancia de explotación sobre elementos, tanto del plancton como del bentos.

El análisis de los contenidos estomacales de *Carassius auratus* permitió observar algunos grupos alimenticios tales como: Cladóceros (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Ceriodaphnia acanthina* y *Moina*), copépodos (*Mastigodiatomus*), insectos (*Chironomidae*) y *Sporobolus indicus*.

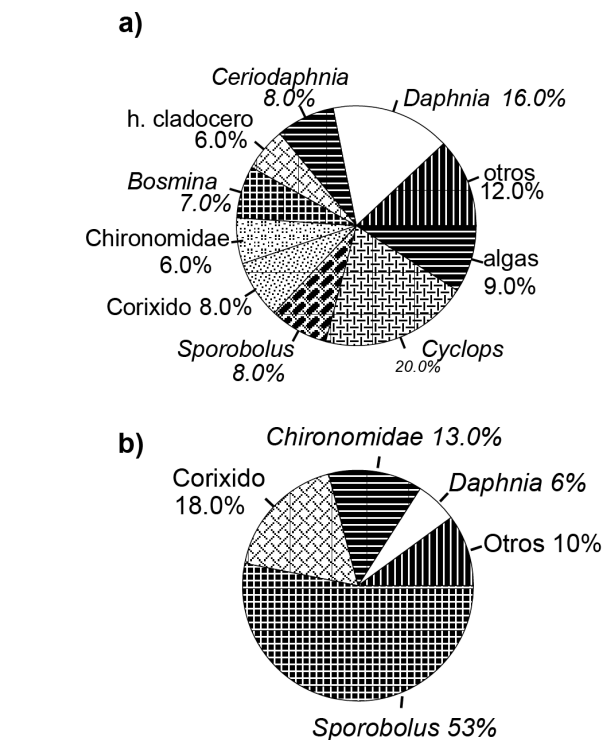


FIGURA 3. Espectro alimenticio de *Cyprinus carpio* en el embalse la Goleta en la primavera de 2007: a= numérico, b= volumétrico

FIGURE 3: Food spectrum of *Cyprinus carpio* in La Goleta reservoir in spring 2007: a= numerical, b= volumetric

animal matter (*Corixidae*, *Chironomidae* and *Daphnia*), which coincides with Navarrete *et al.*, (2007a), except for *Corixidae*, which did not appear in the food content of this fish in the San Miguel Arco reservoir. Taking into account the Simpson index (0.8955), one can say it is a highly generalist species, which is consistent with the results reported by Navarrete *et al.* (2007a) for the San Miguel Arco reservoir, as they mention that *Cyprinus carpio* does not have a tendency to be specialized, since it always consumes about five groups.

The foregoing is consistent with results reported by Granado-Lorencio *et al.* (1998), since they mention that the common carp has a broad niche, placing it as a euriphagous species, with alternating exploitation of elements, both of plankton and bentos.

Stomach content analysis of *Carassius auratus* allowed observing some food groups such as: Cladocera (*Bosmina*, *Daphnia*, *Ceriodaphnia*, *Ceriodaphnia acanthina* and *Moina*), Copepods (*Mastigodiatomus*), Insects (*Chironomidae*) and *Sporobolus indicus*.

As for the numerical analysis, Figure 4a shows what the three most important were: *Daphnia* (42 %), *Bosmina* (25 %) and *Ceriodaphnia acanthina* (11%). In the volumetric analysis, the most important groups were: *Sporobolus indicus* (69 %), *Daphnia* (21 %), *Bosmina* and *Chironomidae* (4 %) (Figure 4b).

En el análisis numérico puede observarse en la Figura 4a donde los tres más importantes fueron: *Daphnia* (42 %), *Bosmina* (25 %) y *Ceriodaphnia acanthina* (11 %). En el análisis volumétrico los grupos más importantes fueron: *Sporobolus indicus* (69 %), *Daphnia* (21 %), *Bosmina* y *Chironomidae* (4 %) (Figura 4b).

Por su espectro trófico (numérico), *Carassius auratus* presenta un consumo de zooplancton de 85 %, del cual 42 % pertenece a *Daphnia*, lo que concuerda con Korponai *et al.* (2003) quienes afirman que el género *Carassius* tiene afinidad alimenticia por *Daphnia*.

En cuanto al espectro alimenticio volumétrico se observa una preferencia muy marcada hacia *Sporobolus indicus* con 69 %, lo que indica que se trata de una especie predominantemente herbívora, esto coincide con lo registrado por Navarrete *et al.* (2007a), para esta especie en el embalse San Miguel Arco.

Finalmente, se estimó el Índice de Diversidad de Simpson a cada una de las especies obteniendo los siguientes valores: *Menidia jordani* D= 0.7104 *Cyprinus carpio* D= 0.8955 y *Carassius auratus* D= 0.7480

Con relación al índice de Simpson (0.7480), es una especie generalista, lo que coincide con lo indicado para *C. auratus* por Navarrete *et al.* (2006b y 2007a) quienes mencionan que *Carassius auratus* se alimenta de diversos grupos de vegetales, zooplancton, insectos y peces, lo cual se relaciona con un tipo de alimentación generalista.

La trama trófica de las tres especies encontradas se muestra en la Figura 5.

En la red trófica de la ictiofauna perteneciente al embalse La Goleta, se observa que la alimentación se basa en zooplancton y zoobentos, mostrando como grupo principal a *Daphnia*. Por otra parte, puede notarse que no sólo hay una inclinación por zooplancton (*Daphnia*, *Mastigodiatomus* y *Ceriodaphnia*), sino también por *Sporobolus indicus*, lo cual puede deberse a que las áreas de *Sporobolus indicus* circundantes son una fuente importante de alimento directa e indirecta para carpas, según mencionan Chapman y Fernando (1994). La importancia de los crustáceos y vegetales en la dieta de los peces, ha sido registrada en el Golfo de Cariaco en Venezuela (Allen *et al.*, 2006)

CONCLUSIONES

El embalse La Goleta es un cuerpo de agua somero, de aguas turbias, templadas, de regular oxigenación, moderadamente duras, bicarbonatadas y ligeramente ácidas.

Menidia jordani se considera una especie zooplanctófaga generalista, presentando afinidad por *Daphnia* y un índice de diversidad alimenticia de 0.7104.

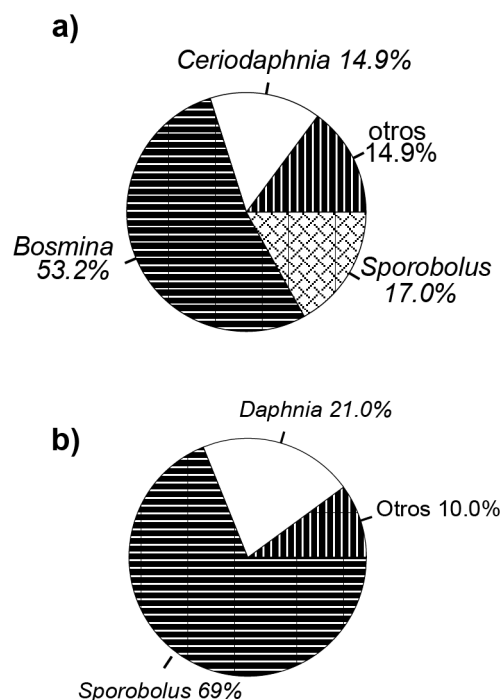


Figura 4. Espectro alimenticio de *Carassius auratus* en el embalse la Goleta en la primavera de 2007: a= numérico, b= volumétrico
 FIGURE 4: Food spectrum of *Carassius auratus* in La Goleta reservoir in spring 2007: a= numerical, b= volumetric

For its trophic spectrum (numerical), *Carassius auratus* has a zooplankton consumption of 85 %, of which *Daphnia* accounts for 42 %, which is consistent with Korponai *et al.* (2003) who state that the genus *Carassius* has a feeding affinity for *Daphnia*.

As for the volumetric food spectrum, one can see a marked preference for *Sporobolus indicus* with 69 %, indicating that it is a predominantly herbivorous species. This coincides with results reported by Navarrete *et al.* (2007a) for this species in the San Miguel Arco reservoir.

Finally, the Simpson Diversity Index was estimated for each of the species, yielding the following values: *Menidia jordani* D= 0.7104, *Cyprinus carpio* D= 0.8955 and *Carassius auratus* D= 0.7480.

In relation to the Simpson index (0.7480), it is a generalist species, which coincides with the indications for *C. auratus* by Navarrete *et al.* (2006b and 2007a) who report that *Carassius auratus* feeds on various groups of plants, zooplankton, insects and fish, which is related to a generalist type of feeding.

The trophic web of the three species found in La Goleta reservoir is shown in Figure 5.

In the trophic web of the ichthyofauna in La Golate reservoir, it can be seen that their diet is based on zooplankton and zoobenthos, with *Daphnia* as the main group.

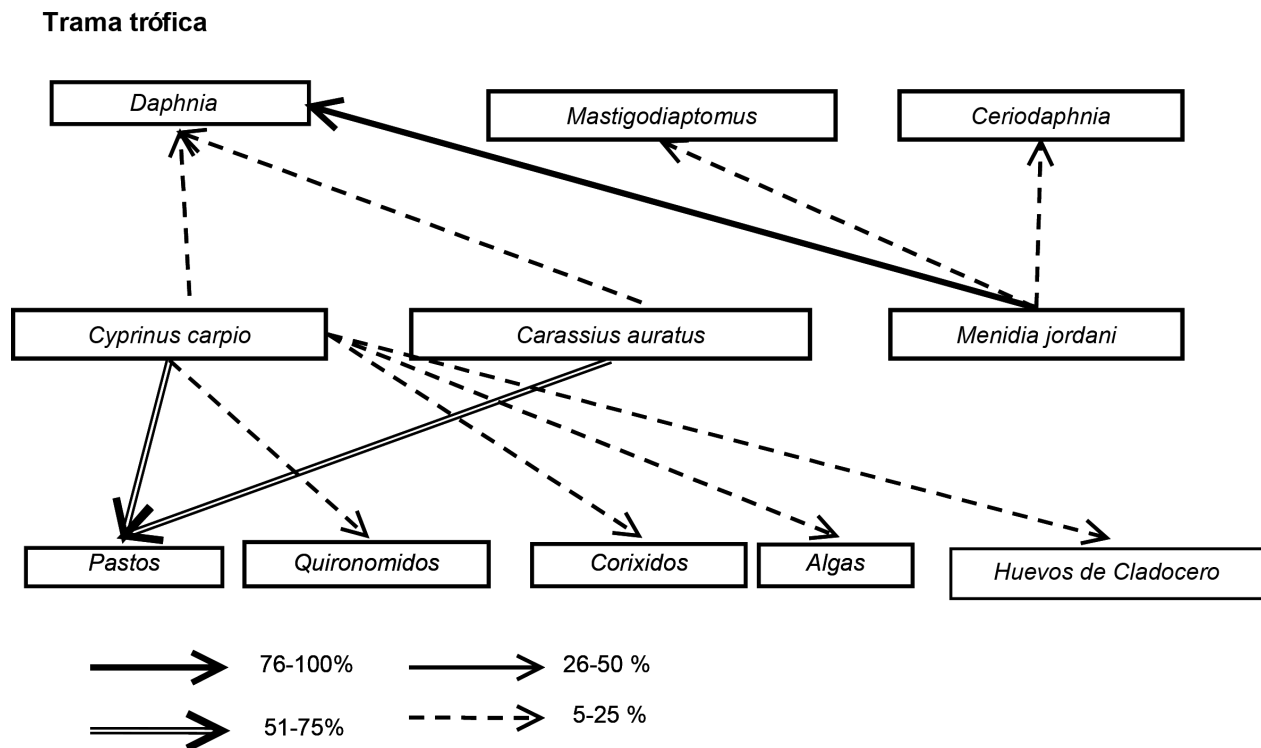


Figura 5. Trama trófica de las especies encontradas en el embalse La Goleta en mayo del 2007.

Figure 5. Trophic web of the species found in La Goleta reservoir in May 2007.

Cyprinus carpio es un organismo omnívoro muy generalista con un índice de diversidad alimenticia de 0.8955

Carassius auratus es un pez herbívoro generalista en sus hábitos alimenticios y por obtener un índice de diversidad alimenticia de 0.7480

Los peces del embalse La Goleta se alimentan principalmente de zooplancton (*Daphnia*, *Mastigodiatomus* y *Ceriodaphnia*) y de *Sporobolus indicus*.

On the other hand, it can be noted that not only is there a preference for zooplankton (*Daphnia*, *Mastigodiatomus* and *Ceriodaphnia*), but also for *Sporobolus indicus*, which may be because surrounding areas of *Sporobolus indicus* are an important source of direct and indirect food for carps, as mentioned by Chapman and Fernando (1994). The importance of crustaceans and plants in the diet of fish has been recorded in the Gulf of Cariaco in Venezuela (Allen et al., 2006).

LITERATURA CITADA

- ALLEN T.; JIMÉNEZ M.; VILAFRANCA S. 2006. Estructura y categorías tróficas de peces asociados a praderas de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitales, Hydrocharitaceae) en el Golfo de Cariaco, Estado de Sucre, Venezuela. *Investig. Mar., Valparaíso*, 2(34): 125-136.
- BETTOLI P. W.; MORRIS J. E.; NOBLE R. L. 1991. Changes in the abundance of to atherinid species after aquatic vegetation removal. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 120: 90-97.
- CHAPMAN G.; FERNANDO C. H. 1994. The diets and related aspects of feeding of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.) in Lowland rice fields in northeast Thailand. *Aquaculture* 123:281-307
- FRANQUET B., J. M. 2005. Agua que no has de beber... 60 respuestas al Plan Hidrológico Nacional. Tomado de: www.eumed.net/libros/2005/jmfb-h/. Visitada el 20 de junio de 2009.
- GRANADO-LORENCO C.; ENCINAL.; ESCOT-MUÑOZ C.; MELLADO-ÁLVAREZ E.; RODRÍGUEZ-RUIZ A. 1998. Estudio ictiológico en el embalse de Joaquín Costa (Río Ésera, Huesca). *Asociación Española de Limnología*. Madrid. Spain. *Limnética* 14: 35-45.

CONCLUSIONS

La Goleta reservoir is a shallow water body, with waters that are turbid, temperate, normally oxygenated, moderately hard, bicarbonate and slightly acidic.

Menidia Jordani is considered a generalist zooplanktofagous species, showing affinity for *Daphnia* and having a food diversity index of 0.7104.

Cyprinus carpio is a highly generalist omnivorous organism with a food diversity index of 0.8955.

Carassius auratus is a generalist herbivorous fish in its feeding habits, and by having a food diversity index of 0.7480.

The fishes in La Goleta reservoir mainly feed on zooplankton (*Daphnia*, *Mastigodiatomus*, and *Ceriodaphnia*) and *Sporobolus indicus*.

End of English Version

- KORPONAI J.; PAULOVITS G.; MÁTYÁS K.; TÁTRAI I. 2003. Long-term changes of cladoceran community in a shallow hypertrophic reservoir in Hungary. *Hydrobiologia*, 504: 193-201.
- LAEVASTU T. 1971. Manual de Métodos de Biología Pesquera. Acribia, España. 243 p.
- LIENESCH P. W.; GOPHEN M. 2005. Size-selective predation by inland silversides on an exotic cladoceran, *Daphnia lumholzi*. *The Southwestern Naturalist*. 50 (2): 158-165.
- MCCAFFERTY W. P. 1981. Aquatic entomology. Science books international. Boston Massachusetts. 448 p.
- MEDINAM.; ARAYAM.; VEGA C. 2004. Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*, 32(1): 33-47
- MILLER R. R. 2005. Freshwater Fishes of Mexico. The University of Chicago Press U.S.A., 490 p.
- NAVARRETE A. N.; CHÁZARO O. S. 1992. Espectro trófico del charal, *Chirostoma humboldtianum* del Embalse San Felipe Tiacaque, Estado de México. *Revista de Zoología ENEP Iztacala UNAM*. (3): 28-34.
- NAVARRETE S. N. A.; FERNÁNDEZ E. G.; CONTRERAS R. G.; ROJAS B. M. L.; SÁNCHEZ M. R. 2004. Piscicultura y Ecología en Estanques Dulceacuícolas. AGT Editor, S.A. México. 175 p
- NAVARRETE S. N.; HERNÁNDEZ C. J.; ELÍAS C. J. 2006a. Hábitos alimentarios de *Chirostoma humboldtianum* Valenciennes (1835) en el Embalse San Miguel Arco, municipio de Soyaniquilpan Estado de México. *Revista de Zoología*. 17: 18-27.
- NAVARRETE S. N.; SORIANO A. E.; CONTRERAS R. G.; DUARTE S. M. A.; SÁNCHEZ M. R.; GUZMÁN T. D. 2006b. Alimentación de la carpa dorada *Carassius auratus* (Pisces: Cyprinidae) en El Embalse San Miguel Arco Edo. de México. *Revista de Zoología* 17: 9-17.
- NAVARRETE S. N.; AGUILAR R. J.; GONZÁLEZ D. J.; ELÍAS F. G. 2007a. Espectro trófico y trama trófica de la Ictiofauna del embalse San Miguel Arco, Soyaniquilpan, Estado de México. *Rev. Zool.* 18: 1-12
- NAVARRETE S. N.; ROJAS B. M.; CONTRERAS R. G.; ELÍAS F. G. 2007b. Alimentación de *Girardinichthys multiradiatus* (Pisces: Goodeidae) en el embalse La Goleta, Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 14 (1): 63-68
- ORTAZ M.; GONZÁLEZ E.; PENAHERRERA C. 2006. Depredación de peces sobre el zooplancton en tres embalses neotropicales con distintos estados tróficos. *INCI*. 31(7): 517-524.
- PEREIRA W. S.; ESPÍNDOLA E., L. G. 2004. Hábitos alimenticios de nueve especies de peces del embalse de três irmãos, são Paulo, Brasil. *Universidade y Ciencia Número especial* 1: 33-38
- POMARES O. F.; ALVAREZ R. C. 1999. Introducción de peces en embalses parte II Análisis y estimación de riesgos. *FONAIAP.DIVULGA*. Abril-Junio. 62:43-45.
- ROJAS B., M. L.; NAVARRETE S., N. A.; CONTRERAS, R. G.; ELÍAS F. G. 2005. Biomasa y aspecto reproductivos de *Mastigodiptomus montezumae* del embalse La Goleta, Estado de México. *Revista de Zoología* 16:1-15.
- SÁNCHEZ M. R.; GALVIS G.; VICTORIANO F. P. 2003. Relaciones entre características del tracto digestivo y los hábitos alimentarios de peces del río Yucao, sistema del río meta (Colombia). *Gayana* 67(1):75-86