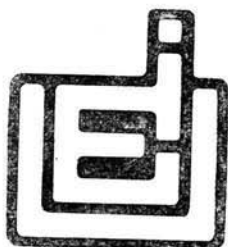




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

ESTUDIO DE ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA
DE LOS CALANOIDEOS DEL EMBALSE DANXHO,
ESTADO DE MEXICO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A
FELIPE DE JESUS CRUZ LOPEZ



Los Reyes Iztacala, Edo. de México

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

U N A M



BIOLOGIA

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

IZTACALA

ESTUDIO DE ALGUNOS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DE LOS CALANOIDEOS
DEL EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO

Felipe de Jesus Cruz Lopez.

CON CARISO

A MI MAMA:

INES LOPEZ V.

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

A mis padres por todo lo que me han brindado, incluyendo el apoyo y la paciencia durante el desarrollo de esta tesis.

A Mónica por estar presente a mi lado, otorgandome su invaluable apoyo.

A mis amigos y compañeros Rosy, Martha y Nacho por su colaboración en el laboratorio y campo.

A mi directora de tesis Regina Sanchez M. por su ayuda en la elaboración de este trabajo.

A la E.N.E.P. Iztacala, a mis compañeros y a mis profesores.

A Manuel Elías G. por su orientación y ayuda.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS.....	13
AREA DE ESTUDIO.....	14
METODOLOGIA.....	17
RESULTADOS Y DISCUSION	
PARTE I : DESCRIPCION DE ESPECIES.....	21
PARTE II : PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.....	32
PARTE III: PARAMETROS BIOLOGICOS.....	40
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	58

RESUMEN

En los cuerpos de agua continentales una fracción substancial del zooplancton esta constituida por los calanoideos, constituyendose como un elemento importante de los sistemas en que se encuentran; considerando, ademas de su participación en la cadena trófica, otras funciones como la de indicador de condiciones ambientales. En México, sin embargo, el conocimiento relativo a calanoideos y la relación de estos con parámetros ambientales es escaso y en algunos aspectos nulo.

Es por ello que el presente trabajo pretende caracterizar la embalse "Danxhó" desde el punto de vista físico y químico y contribuir al conocimiento de las especies de calanoideos presentes en el sistema, aportando datos sobre su morfología, biología y ecología, determinando, además, la relación existente entre las diferentes especies y la relación de estas con los parámetros determinados.

Este estudio se llevo a cabo en el embalse "Danxhó", Edo. de México, durante 1986, con una periodicidad mensual se tomaron muestras tanto de parámetros físicos y químicos como de organismos en los niveles superficie y fondo.

El embalse "Danxhó" es un cuerpo de agua somero, de aguas templadas, bicarbonatadas que van de ligeramente a moderadamente duras. En él se encontraron tres especies de calanoideos, que

por orden de abundancia son: *Diaptomus* (*Leptodiaptomus*) *novamexicanus* Herrick, 1885. *Diaptomus* (*Hastigodiaptomus*) *montezumae* Brehm, 1955 y *Diaptomus* (*Hastigodiaptomus*) *albuquerqueensis* Herrick, 1895. De las cuales la segunda de ellas solo se ha reportado para México.

Dentro de las diferencias morfológicas entre las especies se encontro que presentaban un tamaño diferencial entre ellas. También en el comportamiento que presentó cada una de las especies en el sistema fué generalmente distitivo; las máximas abundancias, la distribución en las estaciones y los períodos de fecundidad variaron en cada una de las especies, de tal forma que la sobreposición fué mínima.

La relación de las especies con los parámetros determinados fue poca, encontrandose que aquellos que más se relacionaron con los organismos fueron: transparencia, dureza y alcalinidad. Por lo cual la variacion en el comportamiento de las especies puede deberse más a la biología de la especies y su relación con otros organismos del sistema.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES.

El agua, como medio indispensable de subsistencia para cualquier comunidad, juega un papel relevante en el desarrollo de un gran número de actividades humanas, es por ello que el hombre ha buscado desarrollar estructuras que le permitan mantener un suministro adecuado de ella (Bassols, 1979). De estas estructuras, los embalses sobresalen entre las más antiguas e importantes, dado el amplio volumen de agua que puede manejarse, así como por la gran cantidad de usos a la que pueden destinarse; entre los que podemos mencionar el proveer de agua a poblaciones humanas y a campos agrícolas, el ser utilizados en la producción de energía eléctrica, en actividades piscícolas, deportivas, recreativas, etc. (Bassols, 1979; Trafethen, 1981).

Una de las características más importantes que presentan los embalses, es la de comportarse, generalmente, como un híbrido entre un sistema léntico y un sistema lótico. Esto es, como resultado de su origen en el represamiento de corrientes de agua, estos sistemas presentan una zona con características similares al léntico, en la cola o afluente y otra con muchas afinidades al lótico, en la cabeza o zona cercana a la cortina. Sin embargo, en la mayoría de los embalses la variación drástica de la profundidad, por sus diversos usos, constituye un factor importante que influye de manera decisiva en las demás características del cuerpo de agua, cosa que sucede raramente en los otros sistemas (Armengol, 1981; Margalef, 1983).

A pesar de los cambios que presentan, estos sistemas son un medio propicio para el desarrollo de formas de vida acuáticas, entre las cuales se puede diferenciar al Plancton, conformado por las comunidades de agua libre, incapaces de contrarrestar las corrientes. De manera general el Plancton puede ser dividido en Fitoplancton y Zooplancton; el primero lo conforman los organismos autótrofos capaces, por lo tanto, de producir sus propias reservas alimenticias; y el segundo los constituyen organismos heterótrofos, que en aguas continentales está representado principalmente por protozoos, rotíferos y crustáceos, este último grupo en su mayoría compuesto por cladóceros y copepodos (Armengol, 1981; Margalef, 1983; Gehrs y Robertson 1975).

En la mayoría de los cuerpos de agua el grupo animal más abundante lo constituyen los copepodos, alcanzando en promedio del 35 al 50% de la biomasa del zooplancton; sin embargo por tener una tasa de renovación menor que la de los otros grupos zooplanctónicos (por sus ciclos de vida más largos), la participación de los copepodos en la producción secundaria es relativamente poca (Margalef, 1983). De los dos Ordenes de la Clase Copepoda presentes en el zooplancton dulceacuicola, la mayor parte está constituida por el Calanoida. (Hutchinson, 1967; Margalef, 1983; Marsh, 1907).

Los calanoides presentan un cuerpo dividido en prosoma y urosoma; careciendo de telson. El prosoma se diferencia en una

zona anterior, no segmentada, denominada cefalosoma y una posterior, segmentada, llamada metasoma. Entre las estructuras distinguibles en el cefalosoma estan un ojo usualmente nauplio, ausente en ocasiones; anténulas unirramias que presentan de 16 a 26 segmentos cada una (en calanoideos dulceacuicolas entre 23 y 26), las antenas son birramias y pequeñas, mandíbulas birramias con gnatobases, maxilulas birramias, maxilas unirramias frecuentemente modificadas y maxilipedos unirramios. El metasoma presenta cinco segmentos, generalmente se presenta en cada uno de ellos un par de patas con numerosas setas. El urosoma, a su vez, se compone de cinco segmentos, o menos, que carecen de apéndices. El segmento anal se modifica en una furca caudal con dos ramas con setas y en ocasiones espinas, el ano desemboca entre la base de las ramas de la furca (McLaughlin, 1979; Pennak, 1978; Wilson, 1959).

Dentro de las modificaciones más importantes en calanoideos dulceacuicolas, sobresalen aquellas para la reproducción; excepto en el género *Senella*, los machos adultos presentan la antena derecha modificada (geniculada); además el quinto par de apéndices locomotores es asimétrico, el apéndice derecho es más elongado y termina en una uña que usa para acercar a la hembra, utilizando el izquierdo para transferir el espermatóforo al gonoporo femenino. En las hembras, que generalmente son más grandes, no hay modificación de las anténulas, el quinto par de apéndices del metasoma es simétrico y reducido, los segmentos primero y segundo suelen estar fusionados conformando el segmento genital con el gonoporo, en ocasiones operculado, en

posición ventral. La hembra transporta los huevos generalmente en un solo saco ovigero, existiendo pocas especies que presenten más (Hutchinson, 1967; Wilson, 1959). Estos organismos eclosionan del huevo en forma de larva nauplio, solo presentando tres pares de apéndices: las anténulas, las antenas y las mandíbulas; posteriormente con cada muda añadirá los segmentos sucesivos. Los calanoideos pasarán por seis estadios nauplio en los que no se observa segmentación del cuerpo; aquellos que se presentan ya segmentados se denominan copepodito y se reconocen cinco estadios, considerado ya al sexto como adulto (Hutchinson, 1967; Margalef, 1983)

Si bien, como se mencionó con anterioridad, la presencia de Calanoideos en cuerpos dulceacuícolas es común y, además, se ha registrado un número relativamente elevado de especies, la diversidad que este Orden presenta en los cuerpos de agua es muy baja en comparación de los otros grupos planctónicos. Se ha observado que la coexistencia de Calanoideos, sobre todo de especies del mismo género, es rara; una de las principales razones que se ha propuesto para explicar este hecho, es la competencia interespecifica, dado que estos organismos tienen grandes afinidades en su alimentación. En algunos trabajos al respecto de la co-ocurrencia de especies del género *Diaptomus*, se han descrito la presencia de diferentes mecanismos cuya posible función sea la de evitar, en el mayor grado posible, la competencia interespecifica en estos organismos. Tres son los mecanismos que se han propuesto: el primero es el que las especies co-ocurrentes se ubiquen a diferente profundidad en la

columna de agua (segregación vertical); el segundo es el que las especies se presenten en el mismo cuerpo de agua, pero tengan sus máximas abundancias en épocas diferentes (separación estacional) y por último el que las especies presenten tamaños diferentes con el fin de que igualmente sean diferentes sus preferencias en cuanto al tamaño de su alimento (tamaño diferencial); además puede manejarse más de un mecanismo a la vez (Cole, 1961; Sandercock, 1967).

La influencia que los factores del medio tienen sobre los calanoideos es muy diversa y, en algunos aspectos, poco conocida. En las primeras etapas del desarrollo de estos organismos se ha observado, por ejemplo, que el tamaño y número de huevos así como su desarrollo posterior, se ven influenciados por algunos factores del ambiente, dentro de los que se reportan, principalmente, la temperatura, la disponibilidad de alimento y la abundancia de la misma especie. Por un lado la temperatura presenta una relación inversa con el tamaño de los huevos (McLaren, 1965), y afecta positivamente el desarrollo posterior de los mismos, disminuyendo, por lo tanto, el tiempo de eclosión (Hutchinson, 1967); por el otro lado la cantidad de alimento influye directamente sobre la tasa de reproducción (Edmonson *et.al.*, 1962; Williamson *et.al.*, 1985) y la abundancia afecta de manera inversa dicha tasa (Mitchell y Williams, 1982). Durante el transcurso del desarrollo de estos organismos se ha observado que la limitación del alimento influye directamente sobre la sobrevivencia de estos organismos, sobre todo en las etapas de nauplio (Williamson *et.al.*, 1985), además de que es

también en estos estadios en los que se presenta la más alta mortalidad (Genrs y Robertson, 1975; Hutchinson, 1967).

Para el caso de las poblaciones de calanoideos, se ha encontrado que la temperatura parece ser, también, un factor importante, al estar correlacionado de manera directa a la abundancia de las poblaciones (Hazelwood y Parker, 1961; Rocha *et.al.*, 1982). La salinidad, en cuerpos de agua continentales, también puede ser un factor que establezca restricciones para algunas especies, pero aún no está clara esta relación (Hutchinson, 1967); sin embargo, se puede mencionar, una asociación de las especies a la concentración de iones, medido mediante la conductividad, encontrándose cierto rango definitivo de conductividad en que una especie puede mantener una población viable (La Barbera y Kilham, 1974). Otros factores físicos y químicos que han presentado una relación con la abundancia de estos organismos, son alcalinidad, transparencia, concentración de oxígeno (Hazelwood y Parker, 1961), y profundidad (Juday, 1915; Rocha *et.al.*, 1982); presentándose una relación directa con alcalinidad y concentración de oxígeno, inversa con transparencia, y en el caso de la profundidad, puede ser directa o inversa según la especie que se trate o en otras ocasiones, de la época del año en que se lleve a cabo la investigación.

El grado de eutrofización del cuerpo de agua también influye en la presencia de las especies, de manera general son pocos los calanoideos filtradores que se presentan en cuerpos de agua eutrofizados, esto se atribuye a que están adaptados a

condiciones de alimentación escasa, típica de sistemas oligotróficos (Mitchell y Williams, 1982), lo que puede respaldarse en la alta eficiencia en la detección y captura del fitoplancton que caracteriza a este grupo (Price *et.al.*, 1983); sin embargo, aunque algunos datos experimentales apoyan esta circunstancia, otros indican que para algunas especies de Diaptomidos no es la calidad del agua ni la disponibilidad de alimento el factor determinante en su exclusión de los sistemas eutróficos, sugiriéndose que es, para estas especies, la fuerte presión predatoria presente en estos sistemas lo que explica esta circunstancia (Elmore, 1983). En algunos casos aun la vegetación acuática puede representar un factor determinante en la abundancia y distribución de Diaptomidos en ciertos cuerpos de agua, al impedir el paso de luz con lo que el fitoplancton disminuye (Gehrs, 1974). La adaptación de las diversas especies a cuerpos de agua con diferentes características limnológicas puede servir para utilizar a estos organismos como indicadores limnológicos (Sprules, 1977; Margalef, 1955) o, en algunos casos, como indicadores de contaminación de diversos tipos (Yan y Strus, 1980).

En relación a la interacción que presentan con las otras especies del cuerpo de agua, esta tiene aspectos muy variados, considerando que dentro de los calanoideos se presentan organismos herbívoros, detritófagos, depredadores y algunas especies omnívoras. En cuanto a la interacción observada entre calanoideos herbívoros con otros organismos filtradores del zooplancton, es de hacer notar que en algunos lugares se ha

registrado una sucesión o variación en abundancias de las especies zooplanctónicas a lo largo del año, (Smith *et.al.*, 1979); o que junto con esta variación temporal pueden presentarse diferencias en la distribución espacial en el mismo cuerpo de agua (Lewis, 1978). Por su lado, las especies de calanoideos depredadores presentan conductas muy sofisticadas de predación, se ha observado que son capaces de juzgar el ángulo y la velocidad de la presa para reorientarse durante el ataque (Kerfoot, 1978). Estos depredadores prefieren organismos de dimensiones pequeñas, como los cladóceros de los géneros *Bosmina* y *Chydorus*, lo que provoca una disminución en la abundancia de estos organismos, sobreviviendo aquellos que presentan modificaciones en su morfología o en su conducta como resultado de la coexistencia (Kerfoot y Peterson, 1980; O'Brien, 1979) y con lo que además se favorece la presencia de especies de mayor tamaño (Kerfoot, 1977). En cuanto al comportamiento que los mismos calanoideos pueden presentar cuando sus poblaciones están sometidas a intensa presión predatoria, se ha observado, tanto en campo como en laboratorio, la adopción de determinados patrones de migración vertical, con lo cual se aminora la presión ejercida por parte de los planctívoros dominantes (Zaret, 1976).

En cuanto a la Sistemática del Orden Calanoida en cuerpos de agua epicontinentales (tabla 1) se reconocen cuatro Familias presentes, las cuales representan aproximadamente el 25% de las 2300 especies registradas (Bowman y Abele, 1982), de estas familias es la Diaptomidae la más ampliamente distribuida, esto

como resultado de la rápida especiación que ha sufrido (Margalef, 1983; Marsh, 1907). En América se encuentran distribuidos en todas las latitudes; en Norteamérica, Centroamérica, las islas del Caribe y Sudamérica, aunque de esta última zona existen pocos estudios referidos. Cabe mencionar que una gran parte de las especies presentan un patrón amplio de distribución, sin embargo es posible encontrar algunas regiones aisladas con especies endémicas (Juday, 1915; Marsh, 1907, 1929; Wilson, 1959).

Phyllum, Subphyllum o Superclase:

Crustacea Pennant 1777

Clase:

Maxillopoda Dahl 1956

Subclase:

Copepoda Milne-Edwards 1840

Orden:

Calanoida Sars 1903

TABLA 1. Posición Sistemática de Calanoideos dentro de los Crustaceos (Bowman y Abele, 1982).

En México son escasos los conocimientos acerca de las especies de copépodos dulceacuícolas y su distribución en la República, reconociéndose una gran afinidad de especies de la región Neártica (Comita, 1951; Pearse, 1911; Wilson, 1936). El número de diatómidos endémicos conocidos es reducido, conociéndose hasta el momento tres especies y un subgénero,

ello producto de los trabajos de Marsh (1929), Osorio Tafall (1942b) y Brehm (1955); en algunos otros trabajos se manejaban otras especies (Osorio, 1941, 1942a; Pearse, 1904) sin embargo de acuerdo a los análisis de Wilson (1959), estas son solo sinónimos de especies ya existentes. En trabajos más recientes las organismos encontrados corresponden principalmente a especies descritas para el Sur de Estados Unidos como los encontrados en embalses de Aguascalientes (Flores y Martínez, 1984a, 1984b), en Valle de Bravo, Estado de México (Chavez, 1986; Franco, 1981) y en el embalse "Vicente Guerrero", Guerrero (Malamoco, 1980). Sin que hasta el momento se hayan vuelto a trabajar o siquiera registrar las especies descritas para nuestro país.

OBJETIVOS.

-Identificar y describir las especies de Copepoda-Calanoidea presentes en el embalse Danxhó.

-Determinar la distribución espacio-temporal y la abundancia de las especies de Copepoda-Calanoidea a lo largo de un ciclo anual.

-Determinar la fecundidad, épocas de reproducción y proporción de sexos de las especies de Copepoda-Calanoidea presentes en el embalse.

-Caracterizar física y químicamente al embalse Danxhó, en base a algunos parámetros registrados durante el ciclo anual.

-Relacionar los parámetros físicos y químicos del embalse con la variación espacio-temporal de las especies de Copepoda-Calanoidea.

AREA DE ESTUDIO.

El embalse en donde se llevo a cabo el presente trabajo se denomina "Danxno", se encuentra en el municipio de Jilotepec, Edo. de México (Fig. 1), con acceso por la carretera estatal R13 a la altura del kilómetro 6 del tramo Jilotepec-Villa del Carbón. Su localización geográfica muestra como coordenadas extremas los 19°51'17" a 19°53'46" de Latitud Norte y los 99°32'42" a 99°35'40" de Longitud Oeste, a una altitud de 2560 msnm. (CETENAL, 1971. Carta Topográfica. México E-14-A-18 Esc. 1:50000 S.P.P.).

La región hidrológica en que se encuentra el embalse pertenece a la Vertiente del Golfo, Zona del Río Pánuco (RH-26), Cuenca del Río Moctezuma (D) y Subcuenca del Río Tlautla (1). (CETENAL, 1970. Carta Hidrológica. México E-14-2 Esc 1:500000 S.P.P.). El abastecimiento de agua al embalse es proporcionado por dos arroyos de tipo permanente, La Ladera y Chiquito, localizados al sur y sureste respectivamente, y dos arroyos temporales, Ojo de Agua y El Roble, ambos localizados al oeste (Fig. 2).

Este embalse terminó de construirse en el año de 1949, el trabajo fue llevado a cabo por la Secretaría de Recursos Hidráulicos con la finalidad de ser utilizado para el riego y abastecimiento. Algunas de las características que presenta el embalse son: presa de enrocamiento con una altura de 31 m,

longitud de la corona de 620 m, con un volumen de 337000 m³ (S.R.H., 1976). Su longitud máxima es de 7 km, la anchura máxima de 1.3 km y la mínima de 100 m.

La zona en donde se localiza este embalse presenta un clima, que de acuerdo con el sistema de Köppen, modificado por García (1973), es C(W2) (w)b (i)g, que corresponde al más húmedo de los templados de los templados subhúmedos, con lluvias en verano y un porcentaje de lluvias invernales menor de 5 mm, presentándose un verano fresco y largo. La temperatura del mes más caliente es de 6.5 y 22°C, con poca oscilación (entre 5 y 7°C). La época más caliente del año es antes de Junio. (CETENAL, 1970. Carta Climática. México 14-Q-V Esc. 1:500000 S.P.F.).

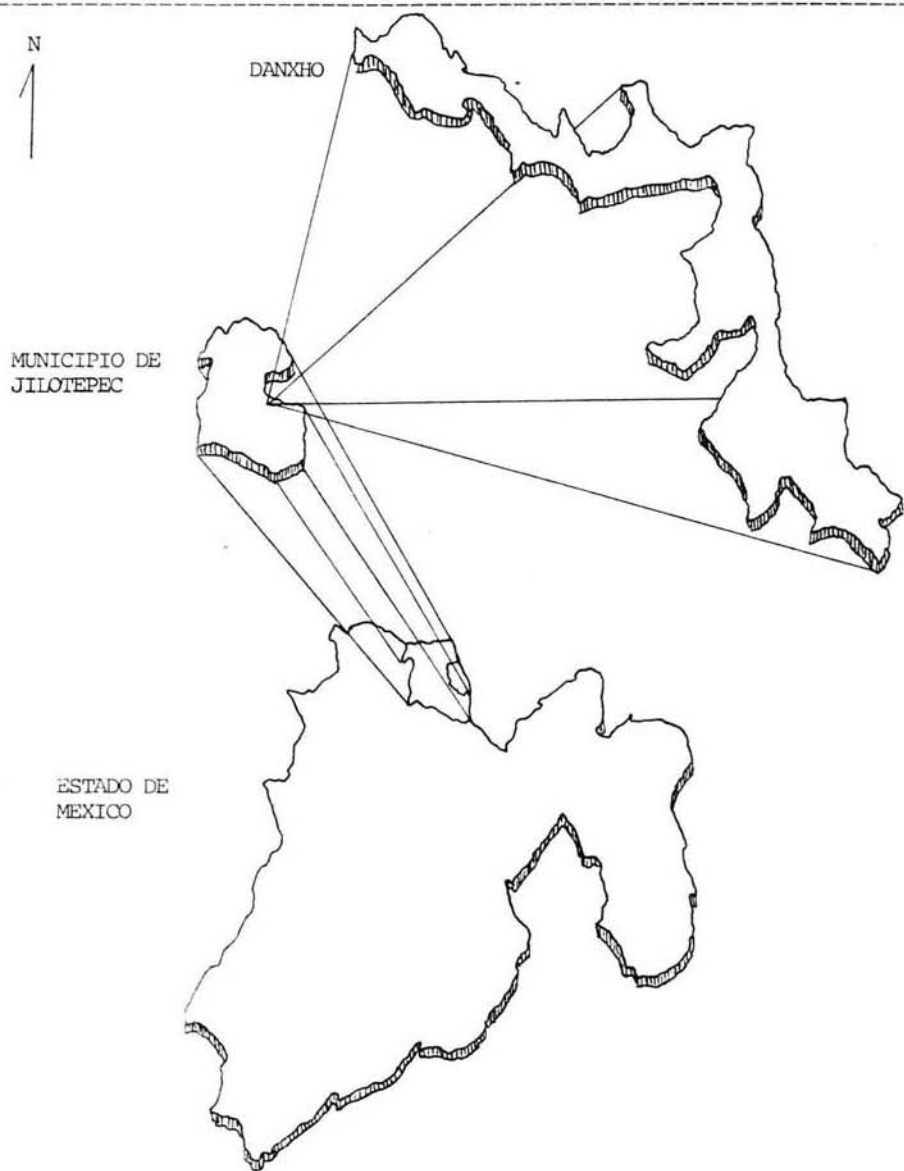


FIGURA 1. Localización del embalse "Danxhó", Estado de México.

METODOLOGIA.

El presente trabajo se llevo a cabo en el embalse "Danxho", de Enero a Diciembre de 1986. Los muestreos se realizaron con una periodicidad mensual, en seis estaciones distribuidas a lo largo del embalse, tomando en cuenta el criterio de Margalef (1983) al colocar estaciones en los afluentes asi como en la zona cercana a la cortina (Figura 2). Por estación se tomaron tanto muestras biológicas como físicas y químicas; de la superficie (nivel A) como del fondo (nivel B); para llevar a cabo este último se utilizó una botella Van Dorn de 2.5 dm³ de capacidad (Boltovskoy, 1981a).

Los parámetros físicos y químicos se determinaron de la siguiente manera:

Temperatura: se tomo con un termómetro graduado (-10° a 110°C), marca Taylor.

Profundidad: mediante una sondaleza.

Transparencia: con un disco de Secchi.

Concentración de oxígeno disuelto: por medio del método de Winkler modificado por Alsterberg (Radier, 1981).

pH: con un potenciómetro portátil.

Alcalinidad: por titulación con Acido Sulfúrico al 0.02 N (APHA *et.al.*, 1980; Golterman *et.al.*, 1978).

Dureza: por titulación con EDTA al 0.1 m (APHA *et.al.*, 1980; Golterman *et.al.*, 1978).

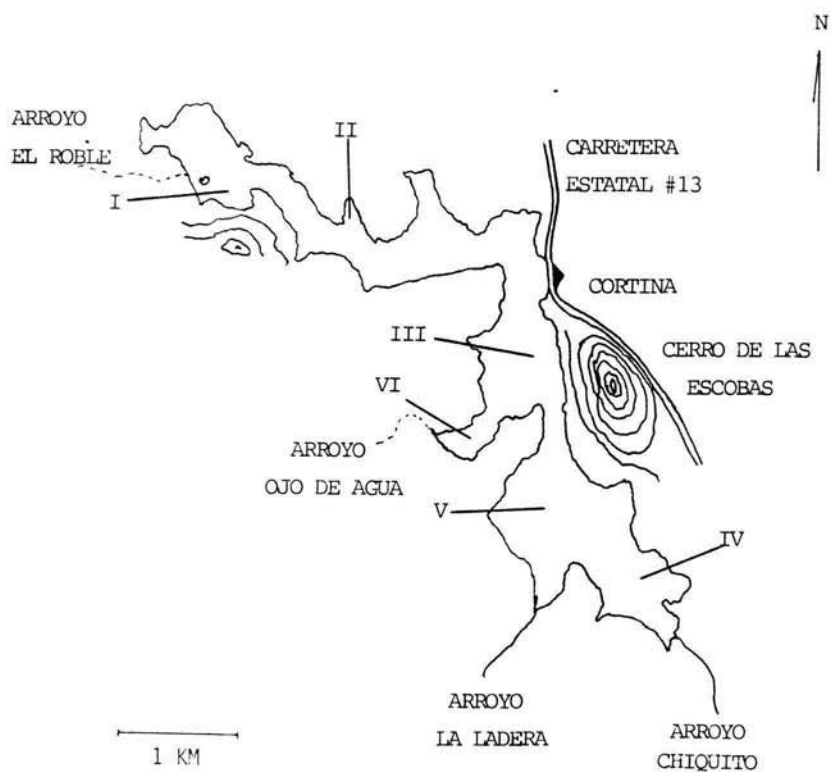


FIGURA 2. Ubicación de las estaciones de muestreo de en embalse "Danxhó".

Para el muestreo biológico, el zooplancton se obtuvo filtrando un volumen de 10 dm^3 de agua a través de una red de plancton, con una abertura de malla de 125 micras (Boltovskoy, 1981b), la muestra así obtenida se fijó con formaldehído hasta dejarla al 4% (Knudsen, 1966; Steedman, 1981).

En el laboratorio los calanoideos fueron separados de los demás grupos del zooplancton, cuantificándose su número e identificándolos a nivel específico con las claves de Wilson (en Edmonson, 1959), Pennak (1977) y Marsh (1907, 1929). Además se describieron a los organismos en base a sus principales características y se determinó el número y tamaño de machos y hembras, así como la presencia de sacos ovígeros en estas últimas y el número de huevos en cada uno de ellos. Con los resultados obtenidos se hizo una descripción básica de las especies y se determinaron:

- Rangos de tamaño de machos y hembras.
- Proporción de sexos.
- Fecundidad (Rabinovich, 1984).
- Epocas de reproducción.

Además se realizaron las siguientes pruebas estadísticas:

- Correlación simple (Yamane, 1974), entre las abundancias de las diferentes especies de calanoideos y los parámetros físicos y químicos. Con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n(\sum X^2) - (\sum X)^2) \cdot (n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2)}}$$

Donde:

N= Número de organismos.

X y Y = Variables evaluadas.

Los valores obtenidos se compararon con una tabla de valores de "r", para diferentes niveles de significancia (Yamane, 1974).

- Prueba de disimilitud de Distancias Euclidianas aplicada a las abundancias por estación y por salida. Obteniéndose una matriz de disimilitud con la cual se formó un dendrograma por medio de ligamento promedio (Matteucci y Colma, 1982). Empleandose la siguiente fórmula:

$$D. E. = 1.2 \left(2 \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^N X_{11} * X_{12}}{\sum_{i=1}^N (X_{11})^2 * \sum_{i=1}^N (X_{12})^2} \right) \right)^{1/2}$$

Donde:

X_{11} = número de organismos del primer grupo a comparar.

X_{12} = número de organismos con el que se compara.

NOTA: El número de organismos se manejan en 100 dm3 para facilitar los cálculos.

RESULTADOS Y DISCUSION.

PRIMERA PARTE.

DESCRIPCION DE ESPECIES.

En el embalse Danxhó se encontraron tres especies de calanoideos, todas pertenecientes al género *Diaptomus* Westwood, 1836; de la familia Diaptomidae Baird, 1850. Estas especies fueron, por orden de abundancia, *D. (Leptodiaptomus) novamexicanus* Herrick, 1895; *D. (Mastigodiaptomus) montezumae* Brehm, 1955 y *D. (Mastigodiaptomus) albuquerqueensis* Herrick, 1895. Las cuales a continuación se describen:

Orden Calanoida Sars, 1903.

Superfamilia Centropagoidea Giesbrecht, 1892.

Familia Diaptomidae Baird, 1850.

Las características que distinguen esta familia son: Rama caudal de hembras y machos con setas aproximadamente de la misma longitud, la cuarta no difiere notablemente de las otras en apariencia. Quinto par de patas del macho y la hembra con endopoditos modificados, uni o bisegmentados, presentando una o dos setas apicales o ninguna. La quinta pata del macho termina en una sola uña.

Género *Diaptomus* Westwood, 1836.

Este género se distingue por presentar el endopodito del primer par de patas bisegmentado, y del segundo al cuarto par trisegmentados. Además el urosoma de la hembra presenta dos o tres segmentos en las especies de Norte América.

Subgénero *Leptodiaptomus* Light, 1938.

Presentó las características señaladas en la bibliografía (Wilson, 1959), que son:

-Hembra: los endopoditos del quinto par de patas se extiende poco más allá del primer exópodo, presentando un par de setas apicales y con el ápice interno redondeado (Figura 3-B).

-Macho: se presenta el segundo exópodo de la quinta pata izquierda con procesos internos cortos y digitiformes, semejantes uno al otro, las puntas redondeadas; el externo (distal) distintivamente separado del segmento, los cojincillos con constricción entre ellos; la espina lateral del segundo exópodo derecho no está insertada en el mismo plano que el segmento, encontrándose dirigida hacia atrás (Figura 4-B).

Diaptomus (Leptodiaptomus) novamexicanus Herrick, 1895.

Diaptomus novamexicanus.- Marsh, 1907: 510-511, pl. XXVI figs. 9-10. Wilson, 1959: 789, fig. 29.81. Pennak, 1977: pag. 412, fig. 286D.

Diaptomus garciai.- Osorio, 1942: 149-151, figs. 1-19.

D. novamexicanus se distinguió por las siguientes características:

-Hembra: Alas metasomales asimétricas, con dos espinas robustas en cada lado, el ala izquierda con el lóbulo interno proyectado notoriamente hacia atrás. Segmento genital de longitud superior a la del resto del urosoma, ligeramente asimétrico, el lado derecho con proceso distal del lado derecho (Figura 3-A). Quinto par de patas con los primeros segmentos basales con espinas robustas, dispuestas lateralmente, primer exopodito más largo que ancho, aproximadamente en una proporción dos a una; segundo exopodito se prolonga en su borde interno en una uña recurvada hacia el interior, pectinada en su margen interno, tercer exopodito poco notorio, con dos setas desiguales, la interna más patente (Figura 3-B). El tamaño osciló entre 0.85 y 1.31 mm, siendo menor al reportado para hembras de esta especie, que es de 1.0 a 2.0 mm (Wilson, 1959), es de hacer notar que su tamaño fue el menor entre las hembras de las tres especies.

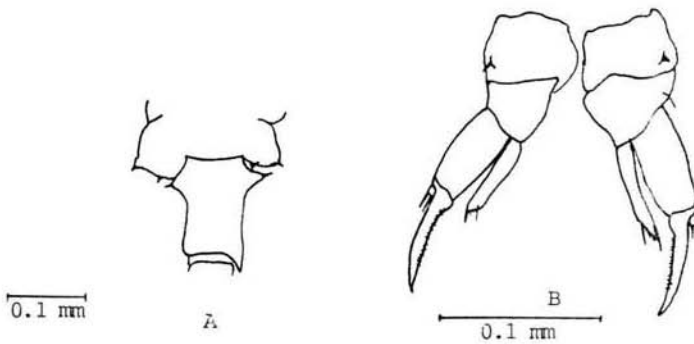


FIGURA 3. *Diaptomus novamexicanus* hembra. A. Urosoma y alas metasomales. B. Quinto par de patas (explicación en el texto).

-Macho: Anténula derecha con la espina del segmento once más corta que la del segmento trece, el proceso del segmento 15 no es muy prominente, segmento catorce sin espinas o procesos; base del proceso del segmento 23 parte de la mitad del segmento y el proceso se extiende hasta un tercio del siguiente segmento (Figura 4-A). Quinta pata, segundo segmento basal derecho con la porción proximal interna presentando un proceso o protusión translúcida proyectada hacia el segmento anterior, el endopodito derecho muy conspicuo, de forma triangular, su longitud es muy parecida a la del endopodito izquierdo. Primer exopodito derecho sin proyecciones conspicuas; espina lateral del segundo exopodito, localizada en el tercio distal del segmento, longitud menor a la del segmento en que se inserta (Figura 4-B). El tamaño osciló entre los 0.82 y 1.25 mm

registrando menor talla que la hembra y menor que el reportado para machos de esta especie, la cual se ubica entre 0.98 y 1.7 mm (Wilson, 1959), de la misma manera que las hembras esta es la menor longitud para los calanoideos machos encontrados.

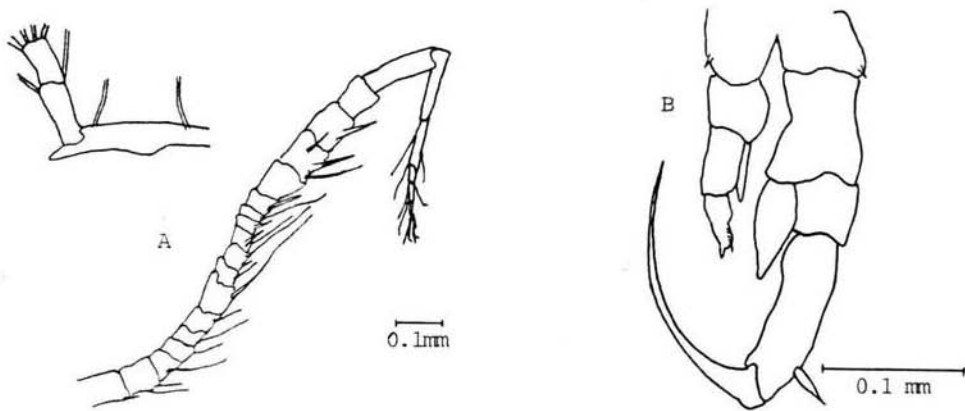


FIGURA 4. *Diaptomus novamexicanus* macho. A. Anténula derecha del macho con detalle de los últimos segmento. B. Quinto par de patas (explicación en el texto).

Subgenero *Hastigodiaptomus* Light, 1939.

A este subgénero pertenecen las otras dos especies, *D. montezumae* y *D. albuquerqueensis*. Las características reportadas para este subgénero, en bibliografía (Light, 1939; Wilson, 1959) son las siguientes:

-Hembra: Tercer segmento del quinto exopodito pequeño pero distinguible, con una seta en forma de espina, dura y larga, y otra seta de corta a vestigial; seta del segundo segmento es muy corta u obsoleta; uñas dentadas en ambos

margenes; endopoditos cortos, truncados; posee dos líneas curvas de pelos delgados que bordean en surco asimétrico el ápice y , subapicalmente, dos setas que pueden o no ser conspicuas.

-Macho: Segmento distal del quinto exopodito izquierdo más corto que el segmento proximal, engrosado en su base y afilado gradualmente hacia la punta; cojinete proximal con largos pelos delgados, cojinete distal hasta cerca del fin del segmento con gruesos pelos reclinados; procesos corto; proceso distal redondeado, muy corto, no marcadamente agudo, proceso proximal delgado, seta en forma de fuste o espina curva no alcanzando el ápice del proceso distal. Segundo segmento del exopodito derecho corto, más corto que ancho, menor de la mitad de longitud que el segundo segmento basal; uña más larga que el exopodito, más que el segundo segmento basal, fuertemente doblada o curvada, espina del segundo segmento del exopodito originada en el tercio distal del segmento. Quinto endopodito, de ambos lados, cortos; su parte distal truncada, adelgazándose en forma curvada, pelos delgados y usualmente dos muy pequeñas setas; endopodito derecho especialmente reducido, hinchado. Anténula derecha notoriamente hinchada, antepenúltimo segmento con un proceso curvo distal; espina mayor en el segmento trece larga, las de los segmentos diez y once más pequeñas, la del segmento diez la más pequeña; espinas en los segmentos catorce y quince, algunas veces en el dieciseis, la del catorce localizada en la parte proximal del segmento, cercanamente en ángulo recto con la anténula.

De manera general *D. montezumae* y *D. albuquerqueensis*, comparten la mayoría de las características, sobre todo en el caso de la hembra. Las características más notorias por la que se distinguen, estas dos especies, son las siguientes:

Diaptomus (Mastigodiaptomus) montezumae Brehm, 1955.

Diaptomus montezumae.- Wilson, 1959: 765, fig. 29.36.

-Hembra: Segmento genital del urosoma, lado derecho en su parte distal inclinado hacia atrás, procesos laterales colocados en diferente plano, el izquierdo por debajo del derecho, ambos con espinas pequeñas. Alas metasomales no ensanchadas, cercanamente simétricas, con dos espinas pequeñas en cada ala (Figura 5-A). Tercer exopodito de la quinta pata con

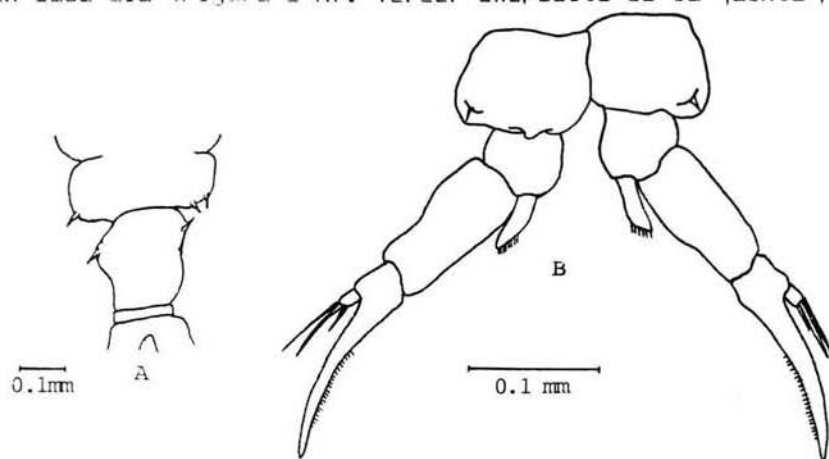


FIGURA 5. *Diaptomus montezumae* hembra. A. Alas metasomales y urosoma. B. Quinto par de patas (explicación en el texto).

dos setas largas (al menos tres veces la longitud del exopodito) y una corta; proyección del segundo exopodito de la misma longitud del primer exopodito; endopodito de la misma longitud que el segundo segmento basal (Figura 5-B). La longitud registrada osciló de 1.4 a 2.0 mm estableciendo un mayor rango sobre lo reportado para la especie, 1.6 a 1.7 mm (Wilson, 1959).

-Macho: Segundo segmento del exópodo derecho, de la quinta pata, con la espina lateral de menor longitud que el segmento en que se encuentra. Primer segmento del mismo exópodo con proceso externo, de longitud igual o subigual a la mitad del segmento; endopodito derecho delgado poco más largo que el primer segmento del exopodito. Pata izquierda con endopodito igual o subigual al primer segmento del exopodito izquierdo (Figura 6-B). Anténula derecha, espina del segmento diez, poco notoria, menos de la tercera parte de la longitud de la espina

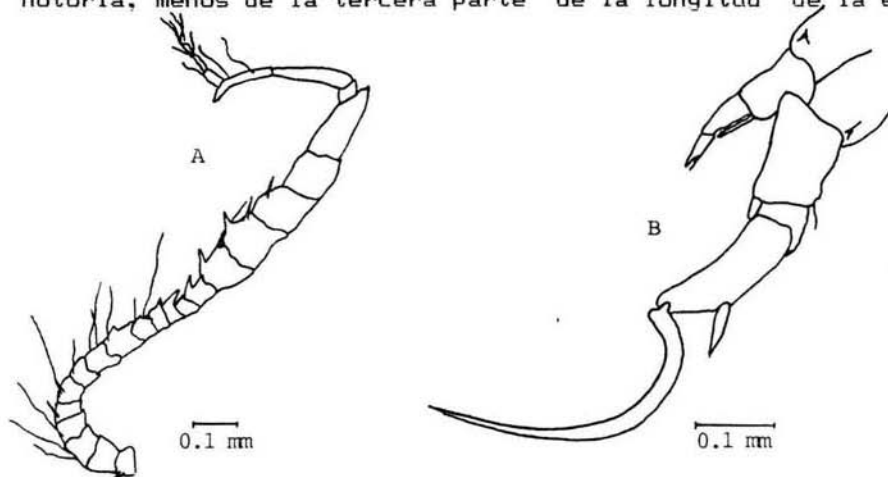


FIGURA 6. *Diaptomus montezumae* macho. A. Anténula derecha del macho con detalle de segmentos intermedios. B. Quinto par de patas del macho (explicación en el texto).

del segmento once; espina del segmento quince aproximadamente de la misma longitud que la espina del catorce (Figura 6-A). La longitud registrada osciló entre 1.2 y 1.8 mm, de esta forma puede establecerse un rango que no había sido reportado, además cabe destacar que esta especie tuvo la mayor longitud de cualquier otra del embalse.

Diaptomus (Mastigodiaptomus) albuquerqueensis Herrick, 1895.

Diaptomus albuquerqueensis.— Marsh, 1907: 506-509, pl. XXIV, figs. 4, 7-10, pl. XXV, fig. 1. Wilson, 1959: 764, fig. 29.35. Pennak, 1977: 412, fig. 286H.

Diaptomus lehmeri Pearse, 1904: 889, figs. 1-4.

-Hembra: Segmento genital del urosoma, relativamente simétrico, con el lado derecho recto, procesos laterales generalmente ubicados sobre el mismo plano; espinas de los procesos conspicuas, la izquierda ligeramente dirigida hacia atrás. Quinto segmento metasomal con proceso conspicuo en la región dorsal media; alas metasomales asimétricas, lado izquierdo proyectado hacia atrás; las espinas de las alas conspicuas, las más externas de longitud mayor que las internas, cerca del doble (Figura 7-A). Tercer exopodito de la quinta pata con setas cortas; proyección del segundo exopodito de longitud menor a la del primer exopodito; endopodito de longitud mayor que el segundo segmento basal (Figura 7-B). En cuanto a la longitud registrada, esta osciló de 1.05 a 1.59, que es menor a

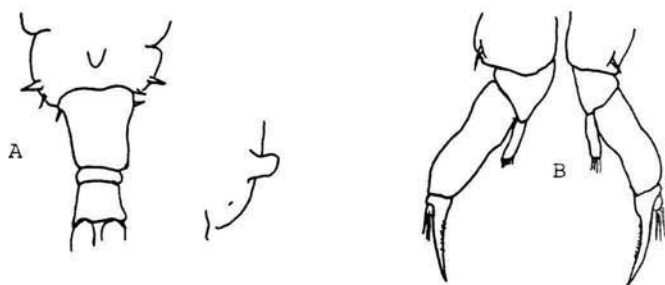


FIGURA 7. *Diaptomus albuquerquensis* hembra. A. Alas metasomales y urosoma con detalle del proceso metasomal dorsal. B. Quinta pata derecha de la hembra (explicación en el texto). Modificado de Marsh (1907).

la que se reporta entre 1.08 y 1.7 (Wilson, 1959) y que la coloca como una especie de tamaño intermedio, entre las otras dos especies encontradas.

-Macho: Segundo segmento del exópodo derecho, de la quinta pata, con espina de mayor longitud que el segmento donde se encuentra. Primer segmento del mismo exópodo generalmente sin procesos laterales, en caso de presentarlos estos no son grandes; endopodito de la misma pata delgado, cerca de una vez y media la longitud del primer segmento del exopodito. Pata izquierda con endopodito poco mayor que la longitud del primer segmento del exopodito izquierdo (Figura 8-B). Anténula derecha, espina del segmento diez muy pequeña pero distinguible, al menos

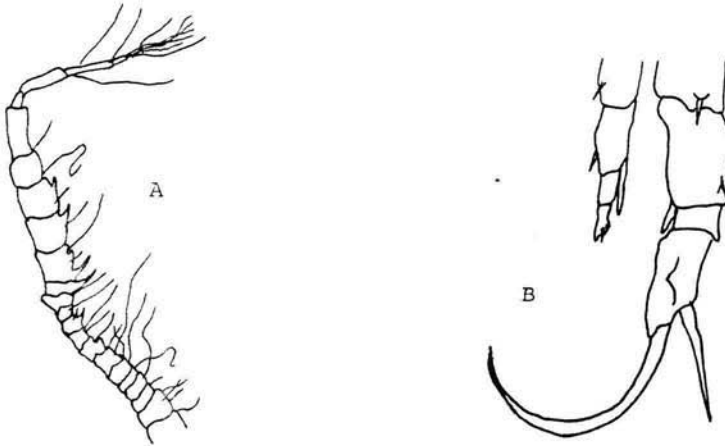


FIGURA B. *Diaptomus albuquerqueensis* macho. A. Anténula derecha con detalle de los segmentos intermedios. B. Quinto par de patas (explicación en el texto). Modificado de Light (1939).

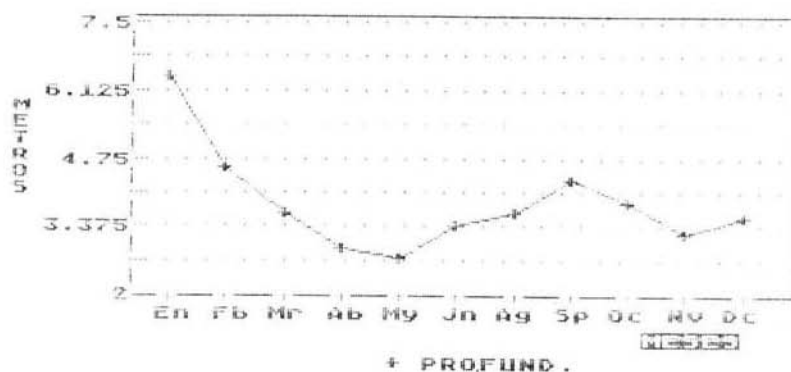
con la mitad de longitud de la espina del segmento once; espina del segmento quince poco menor que la del segmento catorce (Figura B-4). También en el caso del macho el tamaño fue intermedio al de las otras especies oscilando entre 1.1 y 1.45 mm siendo un poco mayor a la reportada de 0.96 a 1.3 mm (Wilson, 1959).

SEGUNDA PARTE.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.

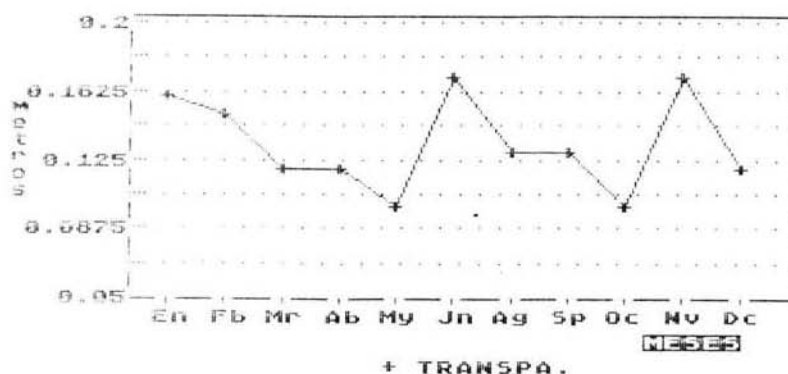
En base a las mediciones registradas a lo largo del período de muestreo se hicieron las siguientes observaciones.

El comportamiento de la profundidad a lo largo del ciclo de estudio (Gráfica 1) mostró una tendencia a la disminución en los primeros meses, hasta registrarse la menor, de 2.7m, en el mes de Mayo; provocado esto por la época de sequía y al uso del agua para el riego. Posteriormente se observa un incremento del nivel del embalse, pero este no alcanza el estado inicial, indicando



GRAFICA 1. Profundidad promedio mensual en el embalse Danxhó, durante 1986.

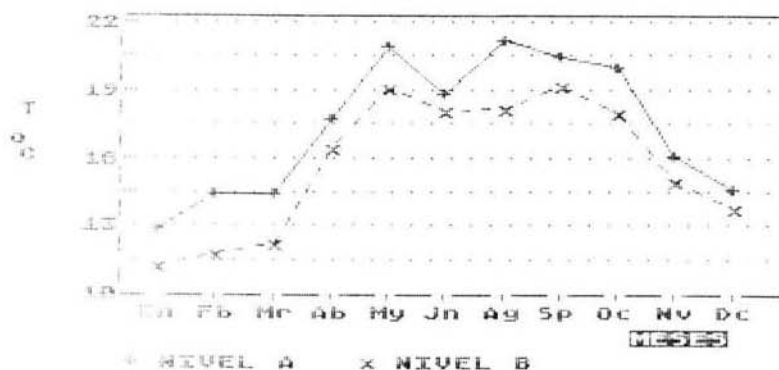
una disminución de los aportes de agua durante este año. A la par la transparencia (Gráfica 2) también presenta el valor más



GRAFICA 2. Transparencia promedio mensual en el embalse Danxhó, durante 1986.

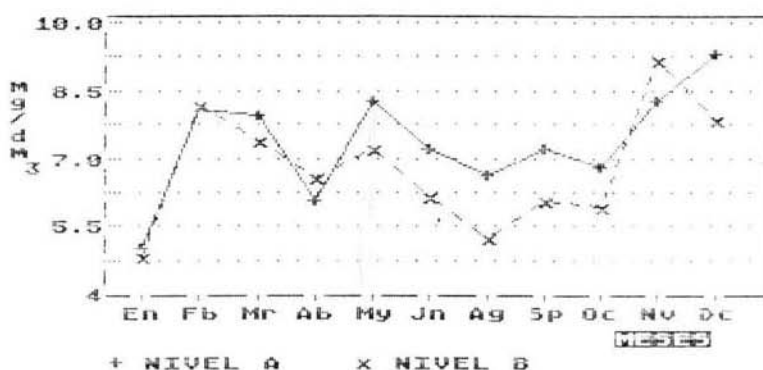
bajo en el mes de Mayo; esto puede explicarse en razón de que al haber un menor volumen de agua, la concentración de material en suspensión aumenta y/o al efecto que el viento tenga sobre la columna de agua sea mayor, resuspendiendo el material del fondo, por esto último puede explicarse la baja transparencia en Octubre (Margalef, 1983).

La temperatura (gráfica 3) fluctuó entre los 11 y 21.5 °C, a lo largo del año, siendo el mes más frío Enero y el más



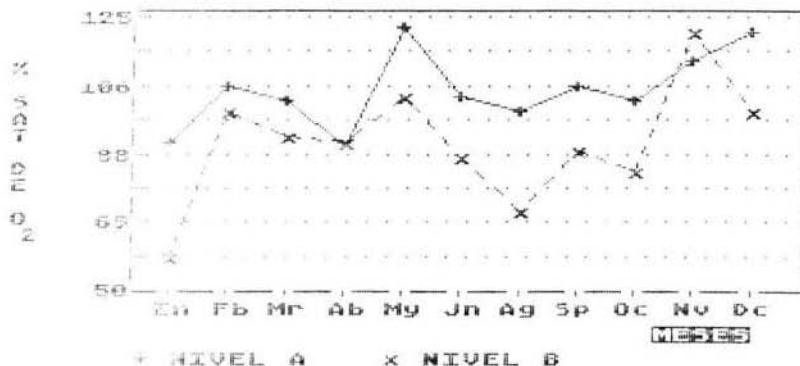
GRAFICA 3. Temperatura mensual en el embalse Danxhó, en 1986.

caliente Mayo. Entre la superficie y el fondo se presentó un comportamiento similar existiendo poca diferencia entre sus respectivos valores (máximo 3 °C). A lo largo del ciclo estudiado se pudo observar que la temperatura mostró un incremento progresivo de sus valores, inverso por un lado, al comportamiento de la profundidad, ya que al haber un menor volumen de agua existió un mayor calentamiento de la misma por efecto de la radiación solar. Por otro lado el comportamiento de la temperatura fue también inverso a la concentración de oxígeno disuelto (Gráfica 4), a excepción del mes de Mayo, en donde también la baja profundidad permitió que la acción eólica incrementara el oxígeno disuelto hasta alcanzar valores elevados (8.26 y 7.25 ppm en los niveles A y B respectivamente), esto mediante la mezcla de la columna de agua (Reid 1961). Es importante destacar que la concentración de oxígeno disuelto fue semejante en la superficie y en el fondo, no presentándose zonas anóxicas. Además del hecho de que el porcentaje de



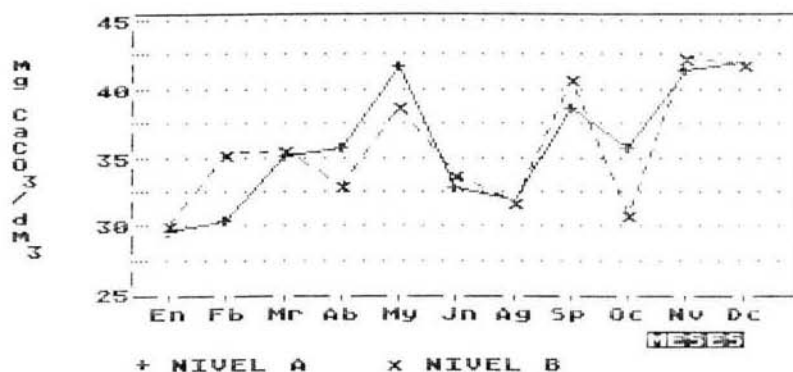
GRAFICA 4. Concentración de oxígeno disuelto, en el embalse Danxhó, 1986.

saturación de oxígeno (Gráfica 5), estuvo por encima del 100% de saturación, en la mayoría de los meses en el nivel A, coincidiendo en el mes de Mayo el máximo porcentaje de saturación de oxígeno (122% de saturación) y valores altos de temperatura y de concentración de oxígeno disuelto. En el caso del nivel B el porcentaje fué generalmente menor al 100%, a excepción de los meses de Mayo y Noviembre (con 103 y 121% de saturación de oxígeno respectivamente), correspondiendo el primero con el nivel A y siguiente con el valor más alto de concentración de oxígeno disuelto para el fondo (Gráfica 4). De acuerdo a estos resultados se puede indicar que la superficie de este sistema puede actuar como una bomba de oxígeno (Reid, 1961).

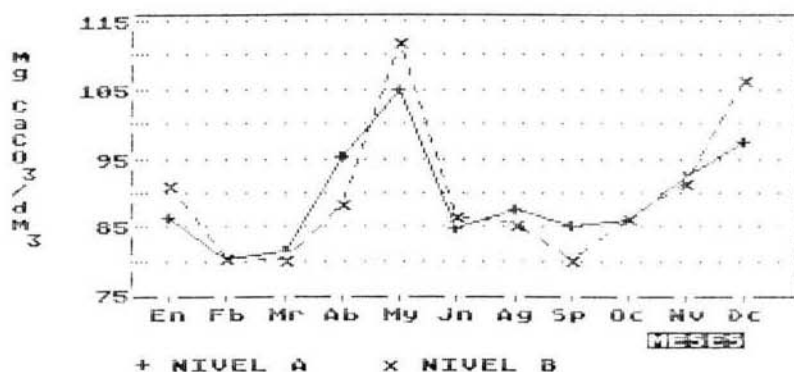


GRAFICA 5. Porcentaje de saturación de oxígeno, en el embalse Danxhó, 1986.

En el caso del comportamiento de la Alcalinidad y la Dureza (gráficas 6 y 7), los valores mas altos para ambos parámetros se registraron en el mes de Mayo, encontrandose una alcalinidad de



GRAFICA 6. Alcalinidad promedio mensual en el embalse Danxhó, 1986.

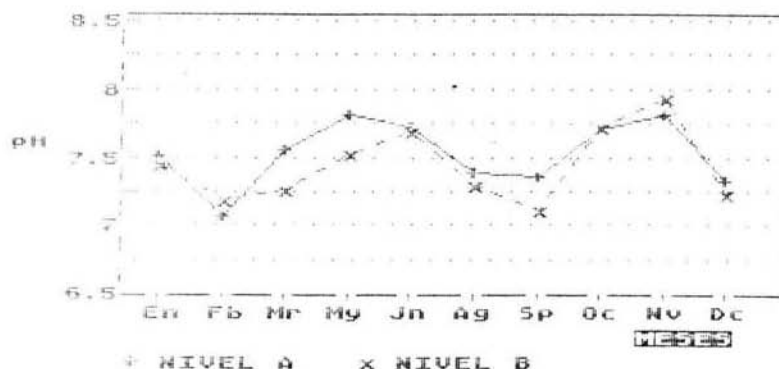


GRAFICA 7. Dureza promedio mensual en el embalse Danxhó, 1986.

41.7 mgCaCO₃/l y una dureza de 112.0 mgCaCO₃/l, esto puede ser atribuido a la reducción del volumen de agua en dicho mes (gráfica 1), esto es: al encontrarse los solutos y el material en suspensión en un menor volumen de agua esto se ve reflejado en diversos parámetros, como los anteriormente mencionados.

En el caso del pH (gráfica B) este se mantuvo mas o menos constante, sin presentar grandes variaciones a lo largo del

período de muestreo, oscilando entre 7.1 y 7.8.



GRAFICA 8. pH promedio mensual en el embalse Danxhó, 1986.

De manera general se observó que cuando el embalse "Danxho" presentó la más baja profundidad, en el mes de Mayo, se registraron los valores más altos de temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto, alcalinidad y dureza y el valor más bajo de transparencia.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto de el embalse Danxhó, es posible caracterizar al sistema, desde el punto de vista físico y químico, de la siguiente manera: la temperatura del agua se encontró oscilando entre los 12°C y los 22°C lo cual indica un sistema de aguas templadas (Rosas, 1982).

Los valores de alcalinidad indican que el embalse presenta aguas bicarbonatadas; ya que nunca existió reacción a la fenoftaleína y el pH promedio fue de 7.5 (Hutchinson, 1967). En tanto que los de dureza, cuyo intervalo osciló entre los 72 y 138 mg CaCO₃/l., indican aguas que van de ligeramente duras a

moderadamente duras (Wheaton, 1982).

Al aplicar la prueba de Distancias Euclidianas con los datos de los parámetros físicos y químicos, con la finalidad de determinar las diferencias entre los meses del muestreo, se

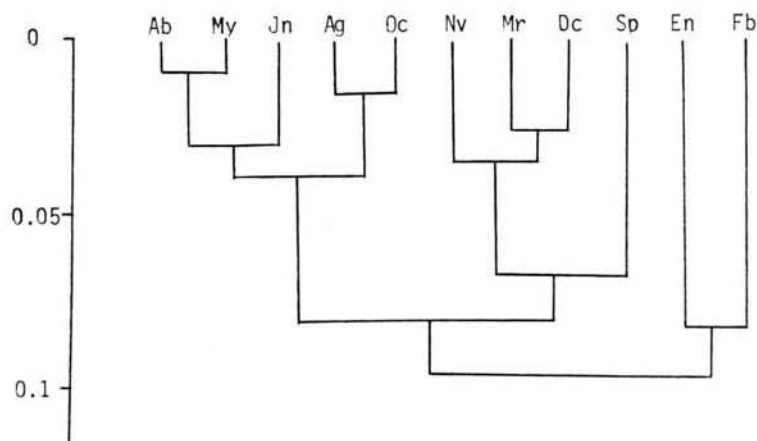


FIGURA 9. Dendrograma de disimilitud entre meses, en base a los parámetros físicos y químicos.

encontró que de manera general el comportamiento del sistema a lo largo del período estudiado fue muy homogéneo, siendo las disimilitudes poco significativa entre los diferentes meses, de tal manera no es posible determinar épocas definidas (Figura 9).

En el caso de los valores de disimilitud para las estaciones (Figura 4), el resultado fue semejante, los valores determinados muestran poca disimilitud, indicando que el embalse

Danxho no presenta zonación definida en cuanto a los parámetros utilizados (Figura 10).

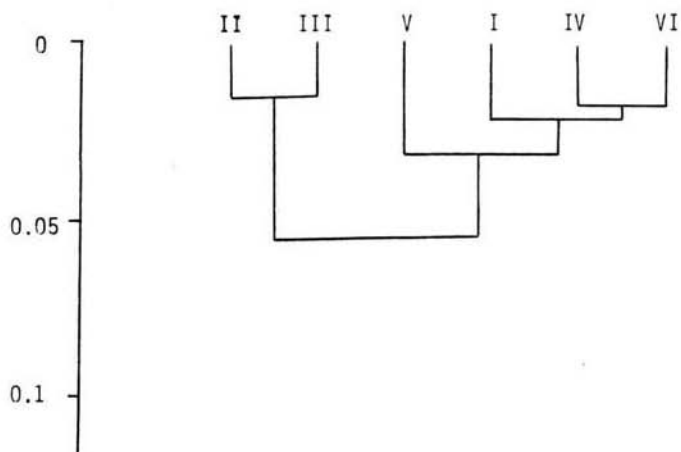


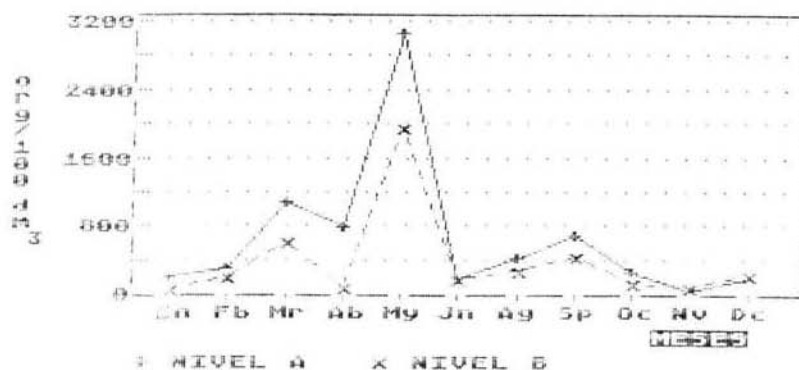
FIGURA 10. Dendrograma de disimilitud entre estaciones, en base a los parámetros físicos y químicos.

TERCERA PARTE.

PARAMETROS BIOLÓGICOS.

De las tres especies de Diaptómidos encontradas en el embalse Danxhó, se registró el siguiente comportamiento:

En el caso de *D. novamexicanus*, a lo largo del período de muestreo (Gráfica 9), se observó la presencia de un pico de mayor abundancia en los dos nivel muestreados, presentandose una tendencia previa al aumento, este pico se registró en el mes de Mayo, con 3050 org/100 dm³ para el nivel A y 1958 org/ 100 dm³ para el nivel B; decreciendo inmediatamente la población. Pudo



GRAFICA 9. Abundancia promedio de *D. novamexicanus* en el embalse Danxhó, 1986.

observarse además que los organismos de esta especie tendieron a encontrarse preferentemente hacia la superficie. Es importante señalar que estas abundancias no estuvieron correlacionadas de manera significativa con la mayoría de los parámetros físicos y

químicos a excepción de la transparencia ($r=-0.5800$; $p=0.05$ para el nivel A y $r=-0.5088$; $p=0.05$ para el B) y la dureza ($r=0.6127$; $p=0.05$ para el nivel A y $r=0.5688$; $p=0.05$ para el B). Esto indica, para organismos de ambos niveles que al disminuir la infiltración de luz y/o aumentar la concentración de partículas en suspensión, estos se ven afectados de manera inversa, aumentando el número de individuos, lo que concuerda con las observaciones de Hazelwood y Parker (1961) y para el caso de la dureza se encuentra una relación directa con la abundancia, no existen trabajos en los que se mencione acerca de esta relación, sin embargo los hay para otros parámetros que como la dureza están relacionados con el grado de mineralización del agua, como lo es la alcalinidad, parámetro que se menciona como un factor importante para los diatómidos (Hazelwood y Parker, 1961).

Con respecto a la distribución de *D. novamexicanus* en el embalse (fig. 11), se encontró que las estaciones IV y VI presentaron las máximas abundancias para los niveles A y B respectivamente, teniendo la estación IV 1316 org/100 dm³ en el nivel A y la estación VI 1039 org/100 dm³ en el nivel B; cabe señalar que en estas estaciones se encontraban cercanos a la desembocadura de los principales afluentes del sistema (fig. 2) y rodeados de campos de cultivo. La estación que menor abundancia tuvo fue la II con 128 y 45 org/100 dm³ en los niveles A y B respectivamente, esta estación se caracterizó por ser la más profunda. Se observó, de manera general, que es la superficie de las estaciones donde se encontraba, nuevamente, la mayor abundancia de *D. novamexicanus*.

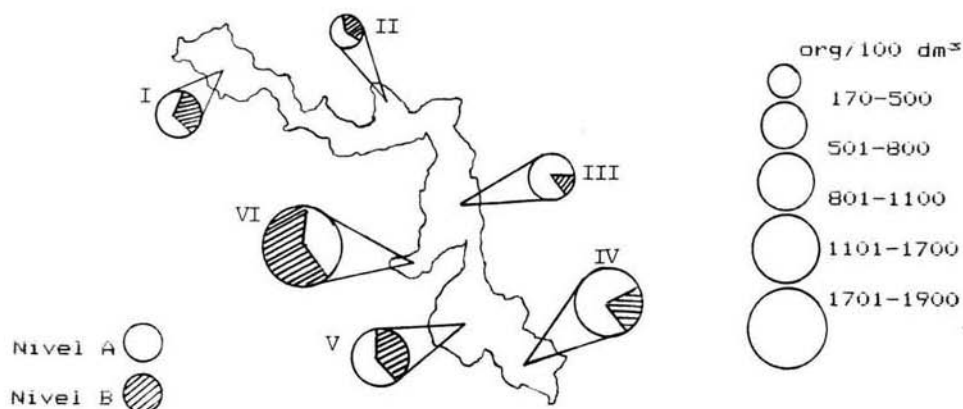
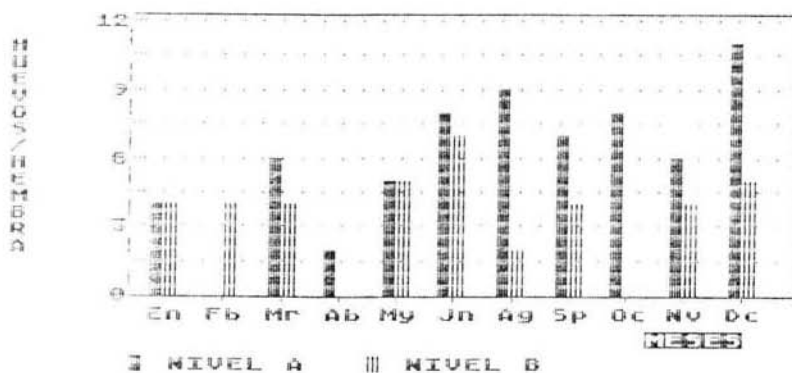


FIGURA 11. Distribución de abundancia promedio anual de *D. novamexicanus* en el embalse Danxhó, durante 1986.

La mayor fecundidad de *D. novamexicanus* (Gráfica 10) se dio en el nivel superficial en el mes de Diciembre con 11 huevos/hembra, de manera general se dieron los mayores índices de fecundidad durante los meses de menor abundancia y viceversa, lo cual corresponde a observaciones realizadas por Edmonson y colaboradores (1962) y a Mitchell y Williams (1982), sobre la fecundidad de algunas especies de diaptomidos. En cuanto a la distribución espacial (Figura 12) se observó que los mayores valores de fecundidad se registraron hacia la superficie y en la región Norte del embalse (con 11 huevos por hembra), donde se observaron, nuevamente, las menores abundancias de esta especie, las estaciones del Sur del embalse presentaron menores fecundidades.



GRAFICA 10. Fecundidad de *D. novamexicanus* en el embalse Danxhó.

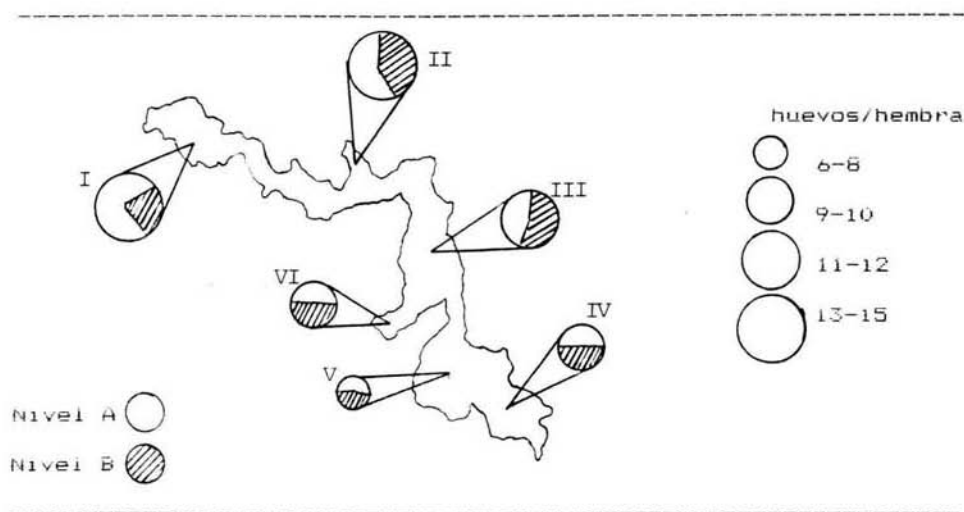
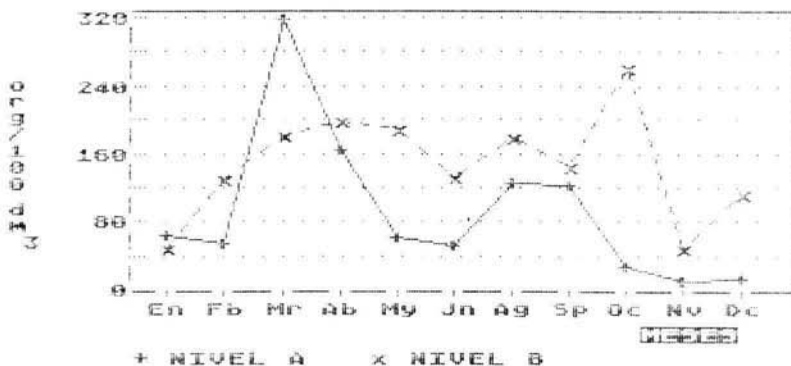


FIGURA 12. Fecundidad de *D. novamexicanus* en el embalse Danxhó.

Se determinó que la proporción de sexos para *D. novamexicanus* en este embalse fue aproximadamente 1:1 (1 hembra a 1.07 machos) durante el promedio obtenido a lo largo del ciclo

estudiado. Lo cual corresponde a los reportes para organismos de este género.

La segunda especie, en abundancia, en el embalse dentro de los calanoideos fue la especie *D. montezumae*, la cual presentó un solo pico de mayor abundancia (Gráfica 11) en el nivel superficial en el mes de Marzo, con 317 org/100 dm³; en tanto que en el fondo mostró un patrón más homogéneo a lo largo del periodo de muestreo, teniendo la mayor parte del tiempo, más individuos que la superficie y con un pico de máxima abundancia en octubre con 263 org/100 dm³, otras variaciones no sobresalieron sobre el comportamiento general. Cabe mencionar que la abundancia de *D. montezumae* solo se vio correlacionada, inversamente, con la transparencia ($r=-0.7914$; $p=0.05$) en el caso del fondo, en tanto que la abundancia registrada para el nivel A no se correlacionó significativamente con ninguno de los parámetros determinados.



GRAFICA 11. Abundancia promedio de *D. montezumae* en el embalse Danxhó, 1986.

El hecho de que la abundancia tenga una relación inversa con la transparencia ya ha sido reportado por Hazelwood y Parker (1961), lo que indica que a mayor cantidad de partículas en el medio, esta especie se ve beneficiada y por otro lado que en su mayor parte las variaciones dependen de la biología de la especie y su relación con otros organismos.

Con respecto a la distribución de *D. montezumae* en el embalse (Figura 13), se encontró que, a excepción de la estación III, los organismos tendieron a distribuirse de manera más abundante en las estaciones del centro y sur del embalse con 427 org/100 dm³, 339 org/100 dm³ y 328 org/100 dm³ para las estaciones IV, V y VI respectivamente, estas zonas se encontraban cercanas a los dos principales afluentes, además de ser estaciones relativamente someras y estar rodeadas de campos

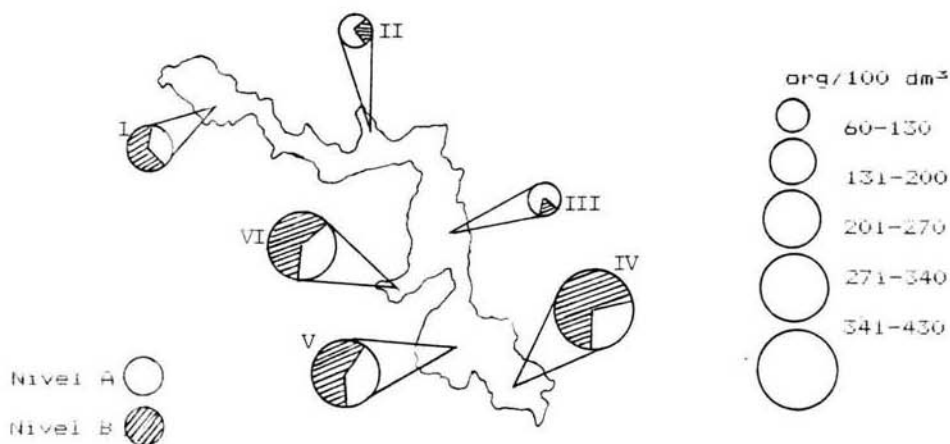
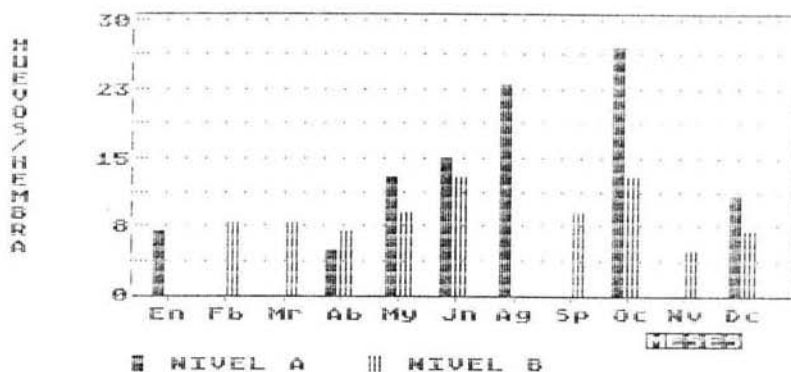


FIGURA 13. Distribución de abundancia promedio anual de *D. montezumae* en el embalse durante 1986.

de cultivo. Vuelve a destacarse que las mayores abundancias corresponden al nivel B, con excepción de las estaciones II y III que fueron las más profundas.



GRAFICA 12. Fecundidad de *D. montezumae* en el embalse Danxhó.

En cuanto a la fecundidad de *D. montezumae* (Gráfica 12) durante el ciclo estudiado, se observó que la máxima abundancia se registró en el nivel superficial (A) en el mes de Octubre, con 27 huevos/hembra. En cuanto al nivel B se presentó un comportamiento más homogéneo a lo largo del muestreo, solo encontrándose dos meses sin valores de fecundidad, Enero y Agosto. De manera general la fecundidad es menor durante la época de mayor abundancia (Edmonson *et.al.*, 1962; Mitchell y Williams, 1982). En cuanto a la distribución en el embalse (Figura 14), la estación que presentó mayor fecundidad fue la I, con 22 huevos/hembra, localizada en la zona Norte y la de menor fue la IV, con 7 huevos/hembra en la zona Sur, sin embargo la diferencia no estuvo muy marcada. Por otro lado, se observó que en la estación más profunda, II, las hembras portadoras de huevos permanecieron en el fondo. Es importante destacar que

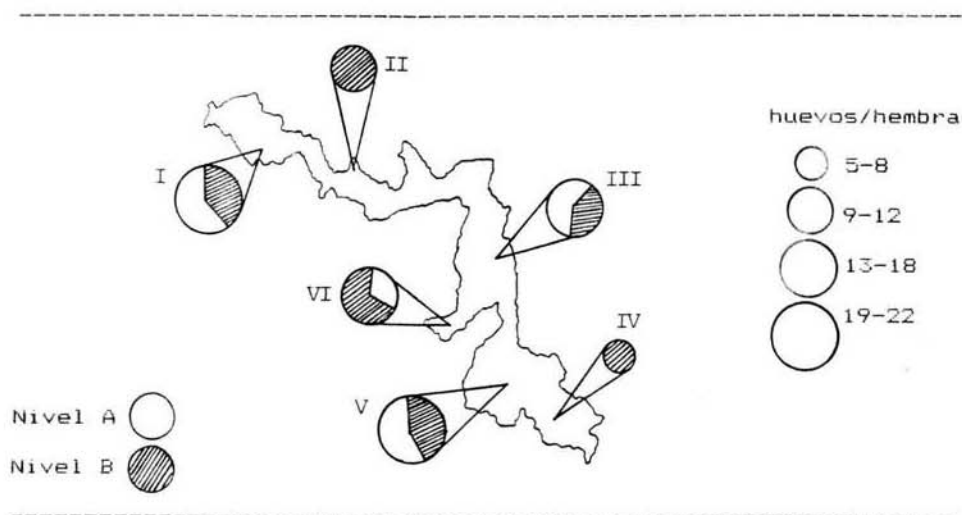


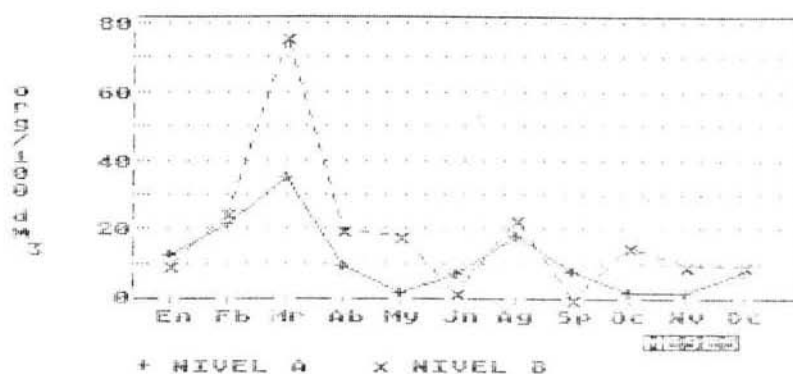
FIGURA 14. Fecundidad de *D. montezumae* en el embalse Danxhó.

esta fue la especie que presentó el mayor número de huevos por hembra, lo cual puede estar relacionado con el hecho de que esta es la especie de mayor tamaño, dentro de los calanoideos, presentes en el embalse, lo cual ya ha sido observado en otros cuerpos de agua (Mc Laren, 1965).

Se determinó que la proporción de sexos para *D. montezumae* en este embalse fue aproximadamente de 1:1 (1 hembra a 1.19 machos), durante el promedio obtenido a lo largo del año. Lo cual corresponde a lo reportado para organismos del género *Diatomus*.

La especie menos abundante en el embalse, *D. albuquerqueensis*, presentó el pico de máxima abundancia (Gráfica 13) en el mes de marzo con 35 org/100 dm³ en el nivel A y 75

org/100 dm³ en el nivel B. De manera general el comportamiento de ambos niveles fue muy semejante, existiendo una leve diferencia en favor del nivel B. Es importante señalar que la abundancia de esta especie se vio correlacionada significativamente solo en el caso de los organismos del nivel A con la dureza ($r=-0.5984$; $p=0.05$) y la alcalinidad ($r=-0.5096$; $p=0.05$), ubicando nuevamente a la dureza como un factor importante, aunque ahora relacionada de manera inversa, y a la alcalinidad, lo cual, como ya se mencionó anteriormente, ya ha sido tratado por algunos autores (Hazelwood y Parker, 1961).



GRAFICA 13. Abundancia promedio de *D. albuquerquensis* en el embalse Danxhó, 1986.

Con respecto a la distribución de *D. albuquerquensis* en el embalse (Figura 15), se encontraron las máximas abundancias en los extremos del embalse en las estaciones I (56 org/100 dm³) y IV (67 org/100 dm³). Nuevamente es notoria la tendencia de los organismos de esta especie a establecerse en el fondo.

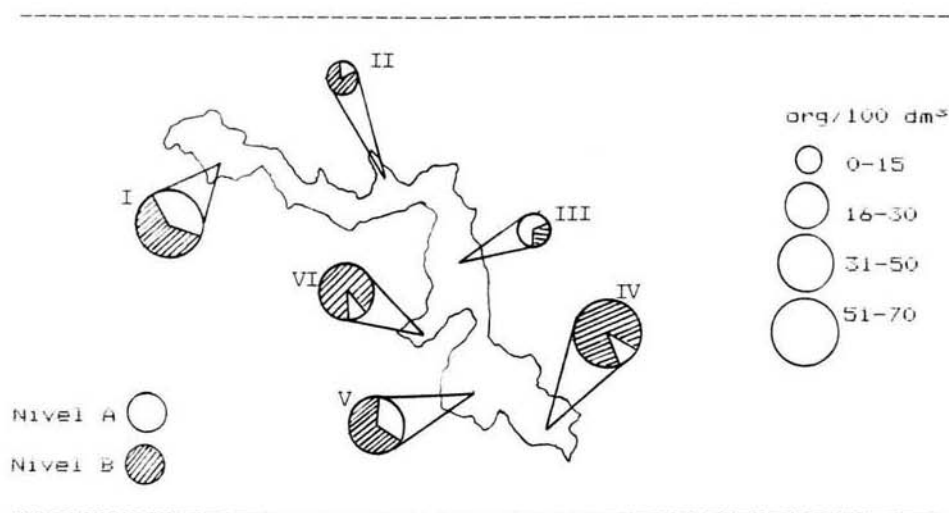
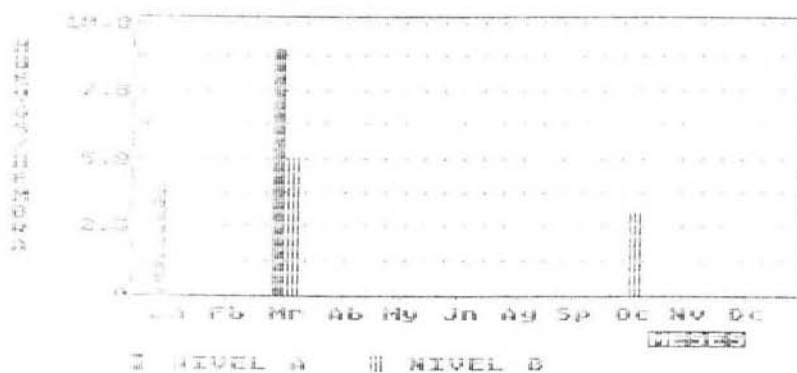


FIGURA 15. Distribución de abundancia promedio anual de *D. albuquerquensis* en el embalse Danxhó, durante 1986.

En cuanto a la fecundidad de *D. albuquerquensis* a lo largo del ciclo estudiado (Grafica 14), se observó que los valores de fecundidad fueron nulos para la mayoría de los meses, en el caso



GRAFICA 14. Fecundidad de *D. albuquerquensis* en el embalse Danxhó.

del nivel A, solo se registraron valores en los meses de Enero y Marzo con 4 y 9 huevos/hembra respectivamente, en tanto en el nivel B, solo los meses de Marzo y Octubre, presentaron valores, de 5 y 3 huevos/hembra. En base a estos registros no fue posible establecer relaciones con otras medidas. En cuanto a la distribución de la fecundidad (Figura 16) solo en la estación I en el nivel A y en las estaciones II, IV y V en el nivel B, se obtuvieron registros de fecundidad.

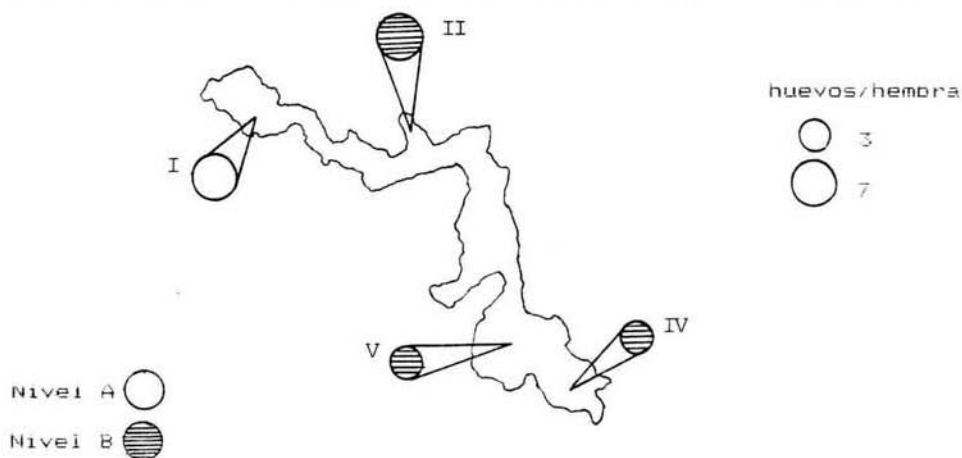


FIGURA 16. Fecundidad de *D. albuquerquensis* en el embalse Danxhó.

A lo largo del periodo estudiado la proporción de sexos estimado para *D. albuquerquensis* en este embalse fue, aproximadamente, de 1.5:1 (1.53 hembras a 1 macho) en el embalse Danxhó.

Al aplicar la prueba de Distancias Euclidianas para encontrar la disimilitud entre los meses (por nivel) con los valores de abundancia de las tres especies, se encontró que para el caso del nivel A, no se hallaron disimilitudes significativas, en tanto que para el nivel B (Figura 17) es notoria la separación de dos Grupos, uno formado por los meses de Abril y Octubre y el otro por los demás meses. Esta separación se dió como consecuencia de que los meses de Abril y Octubre se caracterizaron por presentar bajas densidades de *D. novamexicanus* y relativamente altas de las otras dos especies.

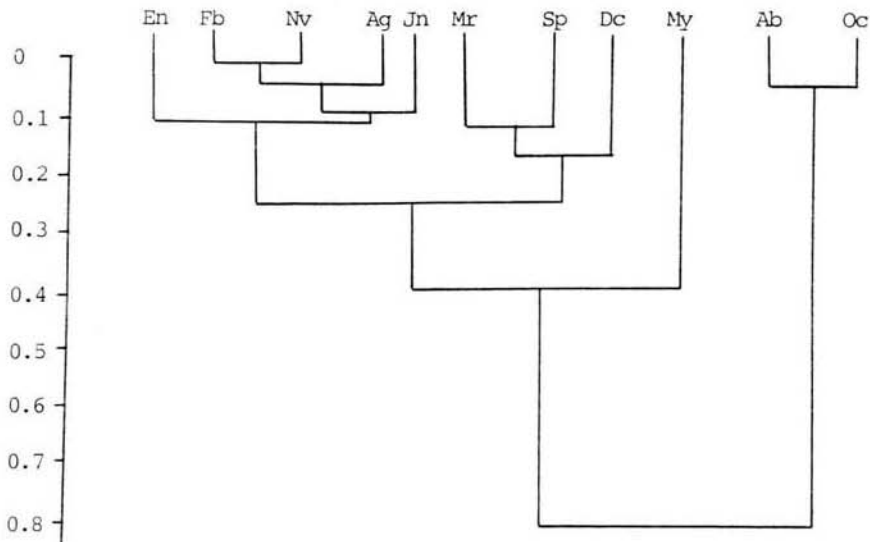


FIGURA 17. Dendrograma de disimilitud entre meses del nivel B.

En cuanto a la disimilitud por estaciones, se encontro nuevamente que esta no era significativa en el caso de las estaciones del nivel A. En tanto que en el caso del dendrograma por estaciones para el nivel B (Figura 18) se observo la separación de dos grupos, significativamente disimiles, uno formado unicamente por la estacion VI y el otro formado por las restantes estaciones. Esta división se debio a que la estacion VI presento las máximas abundancias promedio en el nivel B para las tres especies, indicando que fue una zona propicia para el desarrollo de estos organismos, ello provocado, posiblemente, por ser una zona protegida o debido a aportes por escurrimientos de las zonas de cultivo aledañas.

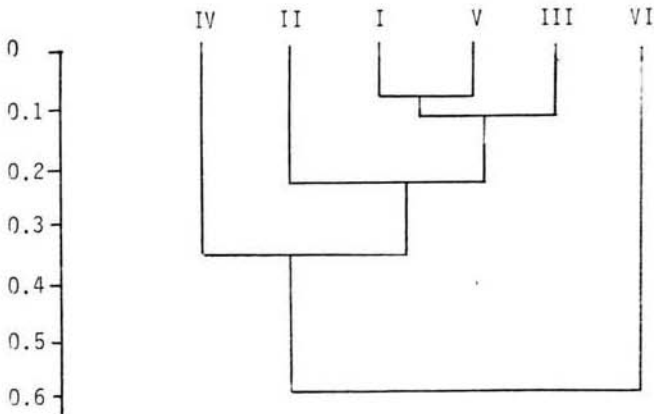


FIGURA 18. Dendrograma de disimilitud entre estaciones del nivel B.

Al observar el comportamiento conjunto de las tres especies, se encontró que los únicos parámetros que se relacionan en alguna forma con la abundancia son la transparencia, la dureza y la alcalinidad, pero además es notorio que muchas de las variaciones no tienen esta relación, sobre todo dada la homogeneidad del sistema, siendo entonces atribuido a la biología de las especies y su relación con otros organismos, dentro de esto cabe señalar el diferente comportamiento que presentaron las especies al distribuirse en el embalse, tanto temporal como espacialmente, lo mismo que su diferente tamaño. En el caso del comportamiento, *D. novamexicanus* se distribuyó principalmente hacia la superficie y mostró su pico máximo de abundancia en el mes de Mayo, las otras dos especies lo tuvieron en otros meses, *D. montezumae* presentó sus máximas abundancias en Marzo (nivel A) y en Octubre (nivel B) y *D. albuquerqueensis* solo en el mes de marzo. Estas diferencias pueden ser consideradas como estrategias para evitar la competencia interespecifica. Además para el caso de *D. albuquerqueensis*, aunque tuvo un comportamiento semejante a *D. montezumae*, tanto en su distribución temporal como espacial, existieron diferencias en el tamaño de estas especies como se menciona en las descripciones, lo cual también es considerado como una estrategia para evitar la competencia (Cole, 1961; Sandercock, 1967).

CONCLUSIONES.

A partir del trabajo realizado en el embalse Danxho de Enero a Diciembre de 1986 puede concluirse, en base a los parametros físicos y químicos, que este es un sistema muy homogéneo, tanto en sus diferentes zonas, como a lo largo del año; y al que puede caracterizarse como un cuerpo somero, de aguas templadas, bicarbonatadas que van de ligeramente a moderadamente duras.

En cuanto a los organismos se encontraron tres especies del Orden Calanoida en este sistema, las cuales se pertenecen a un solo genero *Diaptomus* Westwod, 1836; y a dos subgeneros *Leptodiaptomus* Light, 1938 y *Hastigodiaptomus* Light, 1939. Las tres especies determinadas fueron:

- Diaptomus* (*Leptodiaptomus*) *novamexicanus* Herrick, 1895.
- Diaptomus* (*Hastigodiaptomus*) *montezumae* Brehm, 1955.
- Diaptomus* (*Hastigodiaptomus*) *albuquerqueensis* Herrick, 1895.

Las cuales cumplen con las características morfológicas reportadas por diversos autores, tanto a nivel de genero y subgenero como de especie. De las tres especies solo una puede considerarse como endemica de México a *D. montezumae*, de la cual no se encontraron trabajos recientes, ampliandose el conocimiento acerca de la morfología como de la biología de la especie en el presente trabajo.

El comportamiento que presentaron cada una de estas tres especies en el sistema fue, de manera general, distinto entre si. En el caso de *D. novamexicanus* fue la especie que mayor número de individuos alcanzó durante el ciclo estudiado, tuvo un pico de mayor abundancia, en el cual coincidieron los dos niveles estudiados, siendo este en el mes de Mayo. En cuanto a la especie *D. montezumae*, siguiente en abundancia, los picos máximos no coincidieron en los dos niveles, en la superficie se presentó en Marzo, siendo el pico de abundancia más notorio, y en el fondo en Octubre. *D. albuquerqueensis* fue la especie menos abundante en el embalse, su comportamiento tuvo algún parecido al de *D. montezumae*, teniendo su pico de máxima abundancia en Marzo.

En cuanto a la distribución de las especies en el embalse fué menos variable, *D. novamexicanus* presentó las máximas abundancias en estaciones de la zonas sur y centro (IV y VI) y la menor en una estación de la zona Norte (II). *D. montezumae* tendió a distribuirse igualmente hacia las estaciones del sur (IV y V) y centro (VI) del embalse. *D. albuquerqueensis* presentó la distribución menos parecida al encontrarse principalmente en los extremos de embalse, estaciones I y IV.

Es de hacer notar que, generalmente, estas especies tendieron a distribuirse hacia alguno de los dos niveles muestreados, tanto a lo largo del tiempo como en las diferentes estaciones. De esta forma encontramos que *D. novamexicanus* se

encontró principalmente en la superficie en tanto que *D. montezumae* y *D. albuquerqueensis* se encontraban generalmente más en el fondo.

Los parámetros con los cuales las abundancias de las especies, durante el ciclo estudiado, se correlacionaron fueron: La transparencia (inversamente) con las especies *D. novamexicanus* (en ambos niveles) y *D. montezumae* (solo el fondo); la dureza (de manera directa) con *D. novamexicanus* (en ambos niveles) y *D. albuquerqueensis* (superficie); y la alcalinidad (directamente) con *D. albuquerqueensis* (superficie).

Fue notorio que la relación de la especie con los parámetros físicos y químicos determinados fue poca, por lo cual su comportamiento puede deberse más a la biología de la especie y su relación con los otros organismos del medio.

Para el caso de la fecundidad pudo determinarse, al menos para *D. novamexicanus* y *D. montezumae*, que esta fue generalmente mayor en los meses de abundancia menor y también en zonas donde la abundancia no era tan alta. La proporción de sexos para estas especie fue aproximadamente 1:1 (una hembra a un macho); y en el caso de *D. albuquerqueensis* se presentó una variación, siendo de 1.5:1.

De manera conjunta la coocurrencia de estas tres especies estuvo acompañada de características diferentes en cada especie, tanto en su morfología como en su comportamiento, de esta manera

tenemos que el tamaño, las épocas de máxima abundancia, la distribución en los niveles y en las diferentes zonas del embalse fue generalmente distintivo a cada especie y se puede decir que las especies aprovechan las discontinuidades, de comportamiento y forma, para presentarse, por lo que podemos consideralas como estrategias que les permiten la coocurrencia, al minimizar la competencia por los recursos.

Finalmente este trabajo debe considerarse como una prospección a un área de estudio que lleva el fin de conocer más a cerca de los recursos naturales con los que se cuenta, quedando el camino abierto a nuevas investigaciones que permitan un aprovechamiento de los recursos bióticos en los cuerpos de agua construidos por el hombre, como en este caso los son los calanoideos.

BIBLIOGRAFIA.

-APHA; AWWA Y WPCF. 1980. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15th ed. American Public Health Association Pub. Washington.

-Armengol, J. 1981. Ecología del zooplancton de los embalses. Mundo Científico. 11(2): 158-178.

-Bassols, B. A. 1979. Recursos Naturales de México. 10^a ed. Ed. Nuestro Tiempo. México. 128-172.

-Boltovskoy, D. 1981a. Botellas. en: Boltovskoy, D.. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo en el zooplancton marino. Demetrio Boltovskoy Editor. INIDEP. Argentina. 53-57.

-Boltovskoy, D. 1981b. Mallas. en: Boltovskoy, D.. Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo en el zooplancton marino. Demetrio Boltovskoy Editor. INITEP. Argentina. 71-79.

-Bowman, T. E. y Abel, L. G. 1982. The Clasification of recent crustacea. en: Bliss, D. . The biology of crustacea. Vol I. Academic Press. New York. 1-27.

-Brehm, V. 1955. Mexicanisehe Entomostraken. en: Edmonson, W. T.

Freshwater Biology. 2nd ed. Ed. John Wiley & Sons Inc. New York.
764.

-Cole, Gerald A. 1961. Some Calanoid Copepods from Arizona with
Notes on Congeneric Occurrences of *Diaptomus* Species. Limnol.
Oceanogr. 6(4): 432-442

-Comita, G. W. 1951. Studies on Mexican Copepods. Trans. Amer.
Microsc. Soc. 70: 367-379.

-Chavez, A. M. 1986. Contribución al conocimiento de la
estructura y composición de las comunidades planctónicas de
Valle de Bravo, Edo. de México. Tesis (Biologo) Licenciatura.
Facultad de Ciencias. UNAM. México.

-Edmonson, W. T.; Comita, G. W. y Anderson, G. C. 1962.
Reproductive rate of copepods in nature and its relation to
phytoplankton population. Ecology. 43(4): 625-634.

-Elmore, J. L. 1983. Factors influencing *Diaptomus*
distributions: An experimental study in subtropical Florida.
Limnol. Oceanogr. 28(3): 522-532.

-Flores, T. F. y Martínez, M. 1984a. Estudio limnológico de la
presa "El Saucillo". Universidad Autónoma de Aguascalientes.
Serie Flora y Fauna de Aguascalientes. México

-Flores, T.F. y Martínez, M. 1984b. Estudio limnológico de la

presa "Media Luna". Universidad Autónoma de Aguascalientes. Serie Flora y Fauna de Aguascalientes. México.

-Franco, L. J. 1981. Contribución al conocimiento de la estructura y composición de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, Edo de México. Tesis (Biologo) Licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México.

-Gehrs, C.W. 1974. Horizontal distribution and abundance of *Diaptomus clavipes* Schacht in relation to *Potamogeton foliosus* in a pond and under experimental conditions. Limnol. Oceanogr. 19(1): 100-104.

-Gehrs, C. W. y Robertson, A. 1975. Use of life tables in analyzing the dynamics of copepod populations. Ecology. 56: 665-672.

-Golterman, H. L. et.al. 1978. Methods for Physical and Chemical Analysis of Freshwater. 2nd ed. Ed. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London.

-Hazelwood, Donald H. y Parker, Richard A. 1961. Population dynamics of some freshwater zooplankton. Ecology. 42(2): 266-274.

-Hutchinson, G. E. 1967. A treatise on Limnology. Volume II. Ed. John Wiley & Sons. New York. 645-695.

- Juday, Ch. 1915. Limnological studies on some lakes in Central America. Trans. Wisc. Acad. XVIII: 214-250.
- Knudsen, W.J. 1966. Biological Techniques. Collecting, Preserving and Illustrating Plants and Animals. Ed. Harper International Editions. New York. 266-285.
- Kerfoot, W. C. 1977. Implications of copepod predation. Limnol. Oceanogr. 22(2): 316-325.
- Kerfoot, W. C. 1978. Combat between predatory copepods and their prey: *Cyclops*, *Epichura* and *Bosmina*. Limnol. Oceanogr. 23(6): 1089-1102.
- Kerfoot, W.C. y Peterson, C. 1980. Predatory copepods and *Bosmina*: replacement cycles and further influences of predation upon prey reproduction. Ecology. 6(12): 417-431.
- LaBarbera, M. D. y Kilham, P. 1974. The chemical ecology of copepod distribution in the lakes of east and central Africa. Limnol. Oceanogr. 19(3): 459-465.
- Lewis, W. M. 1978. Comparison of temporal and spatial variation in the zooplankton of a lake by means of variance components. Ecology. 59(4): 666-671.
- Light, S. F. 1939. New American Subgenera of *Diaptomus* Westwood (Copepoda, Calanoida). Trans. Amer. Micr. Soc. LVIII(4):

473-484.

-Malamoco, M. C. 1980. Estudio zooplanctónico y su relación con factores ambientales en la presa "Vicente Guerrero" (Palos Altos) Guerrero. Tesis (Biologo) Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

-Margalef, R. 1955. Los organismos indicadores en la limnología. Biología de las aguas continentales. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Ministerio de Agricultura. Madrid. 68-135

-Margalef, R. 1983. Limnología. Ed Omega. España. 190-200; 331-365; 779-795.

-Marsh, C. D. 1907. A revision of the North American species of *Diaptomus*. Trans. Wisc. Acad. XV: 381-516.

-Marsh, C. D. 1929. Distribution and key of the North American copepods of the genus *Diaptomus*, with the description of a new species. Proc. U. S. Nat. Mus. LXXV: 1-27.

-Matteucci, S. y Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la OEA. Serie Biología. 74-77.

-McLaren, Ian A. 1965. Some relationships between temperature and egg size, body size, development rate, and fecundity, of

- copepod *Pseudocalanus*. *Limnol. Oceanogr.* 10(4): 528-538.
- McLaughlin, P. A. 1979. Comparative morphology of recent Crustacea. Ed. W.H. Freeman and Company. San Francisco. 32-27.
- Mitchell, B.D. y Williams, W.D. 1982. Factors influencing the seasonal occurrence and abundance of the zooplankton in two waste stabilization ponds. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 33: 989-997.
- O'Brien, W. J. 1979. Artic *Bosmina* morphology and copepod predation. *Limnol. Oceanogr.* 24(3): 564-568.
- Osorio, B. F. 1941. *Diaptomus cuauhtemoci* nov. sp. de la Mesa Central de México (Copepoda, Diaptomidae). *Ciencia.* 2(8-9): 296-298.
- Osorio, B. F. 1942a. Un nuevo *Diaptomus* del México Central (Copepoda, Diaptomidae). *Rev. Brasil. Biol.* 2(2): 147-154.
- Osorio, B. F. 1942b. *Diaptomus (Microdiaptomus) cokeri*, nuevos subgenero y especie de diaptomido de las cuevas de la región de Valles (San Luis Potosi) (Copepoda, Calanoida). *Ciencia.* 3: 206-210.
- Pearse, A.S. 1904. A new species of *Diaptomus* from México. *The American Naturalist* XXXVIII(455-456): 889-891.
- Pearse, A. S. 1911. Copepoda from Yucatan caves. *Carnegie Inst.*

- of Wash. Publ. 491: 153-154.
- Pennak, R.W. 1977. Fresh-Water invertebrates of the United States. 2nd ed. Ed. John Wiley & Sons. New York. 400-418.
- Price, H. J.; Paffenhöfer, G. y Strickler, J. 1983. Modes of cell capture in calanoid copepods. Limnol. Oceanogr. 28(1): 116-123.
- Rabinovich, E. 1984. Introducción a la ecología de poblaciones animales. Ed. Compañía Editorial Continental S.A. México. 170-220
- Radier, J. 1981. Análisis de las aguas. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Reid, G. 1961. Ecology of inland waters and estuaries. Ed. D. Van Nostrand Company. New York, E.U. 146-153.
- Rocha, O.; Matsumara-Tundisi, T. y Tundisi, J. G. 1982. Seasonal fluctuation of *Argyrodiaptomus furcatus* populations in Lobo Reservoir (Sao Carlos, sp-Brasil). Tropical Ecology. 23(1): 134-150.
- Rosas, M. M. 1982. Biología acuática y piscicultura en México. Ed. Secretaría de Educación Pública. México. 379 pp.
- Sandercock, Gail A. 1967. A study of selected mechanisms for

coexistence of *Diaptomus spp* in Clarke Lake, Ontario. Limnol. Oceanogr. 12(1): 97-112.

-S.R.H. 1976. Presas construídas en México. Ed Resendiz. México.

-Smith, George; Fitzpatrick, L. C. y Pearson W. D. 1979. Structure and dynamics of a zooplankton community in a small north-central Texas pond ecosystem. The Southwestern Naturalist. 24(1): 1-16.

-Sprules, Gary. 1977. Crustacean zooplankton communities as indicators of limnological conditions: an approach using principal component analysis. J. Fish. Res. Board Can. 34: 962-975.

-Steedman, H.F. 1981. Fijación y preservación del zooplancton marino *in toto*. en: Boltovskoy, D.. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Demetrio Boltovskoy Editor. INIDEP. Argentina. 117-126.

-Trafethen, J. M. 1981. Geología para Ingenieros. 10ª ed. Ed. Compañía Editorial Continental S.A. México. 507-535.

-Wheaton, F. W. 1982. Acuacultura. Diseño y construcción de sistemas. Ed. AGT Editor. México. 33-37.

-Williamson, C.; Butler, N. y Forcina, L. 1985. Food limitation in naupliar and adult *Diaptomus palidus*. Limnol. Oceanogr.

30(6): 1283-1290.

-Wilson, M. 1959. Calanoida. en: Edmonson, W. T. Freshwater Biology. 2nd ed. Ed. John Wiley & Sons Inc. New York. 735-794.

-Wilson, Sh. 1936. Copepod from the cenotes and caves of the Yucatan Peninsula, with notes on Cladocera. Carnegie Inst. of Wash. Publ. 457: 77-78.

-Yamane, T. 1974. Estadística. 3^a ed. Ed. Harla. Mexico. 251-277, 548.

-Yan, D. N. y Strus, R. 1980. Crustacean zooplankton communities of acidic, metal-contaminated lakes near Sudbury, Ontario. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 2282-2293.

-Zaret, Thomas S. 1976. Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. Limnol. Oceanogr. 21(6): 804-813.