



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

BO 7-50 50 50
7/2/88

VARIACION ESTACIONAL DEL GENERO
Daphnia (Cladocera, Daphniidae). EN EL
EMBALSE DANXHO, ESTADO DE MEXICO.

T E S I S

ELABORADA PARA OBTENER EL GRADO DE

B I O L O G A

PRESENTADA POR

ROSA ELENA RODRIGUEZ SANCHEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, EDO. DE MEX., 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA

VARIACION ESTACIONAL DEL GENERO
Daphnia (Cladocera, Daphniidae),
EN EL EMBALSE DANXHO,
ESTADO DE MEXICO.

TESIS

ELABORADA PARA OBTENER EL GRADO DE

B I O L O G A

presentada por

Rosa Elena Rodríguez Sánchez

LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA ESTADO DE MEXICO; 1988.

Todo es cambio,
gradual, constante,
silencioso ...

Y al final, todo será
como al principio.

Todo cambia,
nada permanece,
el hombre, el mundo,
el infinito...

Todo cambia,
y por cambiar, nada es eterno,
todo fugaz, y sin embargo,
todo final da origen a un
inicio ...

Nada es eterno,
solo el cambio,
tan solo el cambio
es
eterno...

Rosa Elena

AGRADEZCO:

AL CREADOR Y A LA VIDA

A MIS PADRES, POR DEJARME SER,
A MIS HERMANOS POR SERLO,
A CRISTINA, POR ESTAR SIEMPRE AHI,
A EL, POR ENSEÑARME A HACERLO SOLA,
A MANOLO, POR FORMARME A SU MANERA,
A REGINA, NORMA Y ARTURO, POR CREER
EN LO QUE SOY Y PUEDO SER,
A FELIPE, MOINICA Y NACHO, POR
COMPARTIR ESTO Y MAS AUN,
A MI TIA Y LUPITA , POR LA MAQUINA,
A ALEX C. MARTHA Y BETO BENZOICO POR
SU AYUDA,
A ELISEO, POR LA PACIENCIA,
A MI GRUPO, EL "3", POR ENSEÑARME
UNA BELLA DEFINICION DE LA AMISTAD.

Para Sir James.

Es raro sentirse a veces
tan irremediabilmente confusa,
girar al ritmo vertiginoso del tiempo
y tomar notas sin entender apenas lo
que está ocurriendo.

Es tan raro a veces,
sentir como las cosas pasan,
al igual que nuestra propia historia,
al igual que transcurre el día,
al igual que los demás cambian.

Es raro sentirse a veces
parte insustituible de un todo,
mientras también se piensa
que hay un hoy y un mañana
aunque no estemos nosotros.

DEDICADO:

A LA LIBERTAD...

Este trabajo forma parte del proyecto "LIMNEMEX" y fue realizado con apoyo de los Departamentos de Ecología y Biologías de Campo, así como la asignatura de Zoología de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala de la U.N.A.M., bajo la dirección del Biol. Manuel Elías Gutiérrez.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y BIOLOGICAS DE <u>Daphnia</u>	7
ANTECEDENTES	14
AREA DE ESTUDIO	18
OBJETIVOS	21
METODOLOGIA	22
RESULTADOS Y DISCUSION	27
CONCLUSIONES	63
APENDICE I	65
APENDICE II	66
APENDICE III	67
APENDICE IV	68
LITERATURA CONSULTADA	69

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Embalse Danxho, Estado de México, con los objetivos de conocer las especies del género Daphnia que habitan en él, y describir sus patrones de variación estacional y distribución espacial, así como evaluar la relación que existe entre los fenómenos anteriores y la fluctuación de algunos parámetros físicos y químicos como son: pH, transparencia, profundidad, temperatura y concentración de oxígeno disuelto.

Se efectuaron once muestreos con una periodicidad mensual entre enero y diciembre de 1986, en seis estaciones limnéticas divididas en región superficial y de fondo, y cuatro estaciones litorales con un solo nivel.

La caracterización físico-química del embalse lo describe como un sistema subtropical, ortógrado, poco profundo, de baja transparencia y pH ligeramente básico con poca fluctuación a lo largo del año.

Durante el estudio se registró una asociación zooplanctónica formada por cinco especies del Género Daphnia: D. ambigua, D. pulex, D. parvula, D. dubia y D. laevis, constituyendo las tres primeras el 93% de la abundancia relativa total.

Con respecto a la variación estacional de las especies registradas se encontraron dos periodos; el primero, comprendido por los meses de enero a mayo (invierno-primavera) en el que D. ambigua fué la especie mas abundante, y el segundo, comprendido por los meses de julio a diciembre (verano-otoño), donde D. pulex y D. parvula dominaron por su densidad.

La distribución espacial indica que D. parvula y D. dubia están asociadas a la región superficial; D. ambigua y D. laevis pueden ocupar toda la columna de agua y D. pulex se distribuye hacia el fondo.

Las cinco especies se registraron a todo lo largo del sistema, si bien fueron escasas en la región litoral.

El análisis de correlación simple entre los parámetros evaluados y las poblaciones indica que al parecer, solo la temperatura del agua influye en el comportamiento poblacional de D. pulex y D. parvula, -- quienes registran sus máximas abundancias en los meses con temperatura mas elevada .

INTRODUCCION

Los embalses son estructuras artificiales construidas con el objetivo de almacenar agua para proveer del líquido a comunidades y zonas donde el abastecimiento natural es insuficiente, además de tener la capacidad de ser utilizadas como fuente de energía para la generación de electricidad, sitios de recreo y piscicultura (Armengol, 1979).

En general, un embalse surge cuando se detiene el cauce de un río o se almacena agua de lluvia llenando una depresión terrestre; entonces, aparece un nuevo ecosistema con características únicas en su comportamiento; tiene propiedades de río en la entrada y salida donde la organización del agua es horizontal y de una laguna en la región central donde la organización tiende a ser vertical (Armengol, 1979).

En las primeras etapas, los embalses tienen una gran descomposición entre los procesos de respiración y producción, por lo que se les considera sistemas que nacen eutrofizados; la penetración de la luz depende de la turbidez del agua y en general la transparencia es baja por la gran cantidad de partículas inorgánicas suspendidas; la concentración de oxígeno disuelto depende del clima y los procesos biológicos.

gicos que se efectúan en el embalse ; el pH está relacionado con la naturaleza de los suelos ó roca sobre los que se asienta la cuenca y el volúmen suele variar drásticamente con la extracción de grandes cantidades de agua, en particular durante la época de sequía. El tiempo de vida promedio de un embalse varía entre los 10 y 100 años, pudiendo incluso desaparecer en pocos meses (Armengol, 1979; Cole, 1976; Verberg y Verberg, 1983).

A pesar de lo anterior, los embalses constituyen entidades aptas para el establecimiento de complejos ecosistemas acuáticos, cuya formación no se rige por la sucesión natural de comunidades sino por el establecimiento aleatorio de poblaciones que llegan a él de diversas formas y logran adaptarse a las condiciones medioambientales que encuentran (Margalef, 1983).

En un embalse es posible encontrar una comunidad bentónica, integrada por los organismos que viven asociados al sustrato; una comunidad nectónica que engloba a los seres capaces de contrarrestar las corrientes y una comunidad planctónica, compuesta por animales y plantas que viven en suspensión y están sujetos a los movimientos de la masa de agua (Margalef, 1977).

La comunidad limnoplánctónica se divide en dos grandes grupos:

el fitoplancton, constituido por vegetales unicelulares, es responsable casi en su totalidad de la producción primaria del sistema, y el zooplancton, que si bien es abundante, no es tan diverso como el marino y está compuesto por cuatro grupos principales: protozoos, rotíferos, copépodos y cladóceros (Margalef, 1977).

Los cladóceros, conocidos vulgarmente como "pulgas de agua", son importantes eslabones en el flujo de energía entre las bacterias, detritus y fitoplancton y los niveles superiores de las tramas tróficas como larvas de peces y peces filtradores, muchos de los cuales tienen importancia comercial (Wright, 1965; Dodson y Normandin, 1976; - - Smith y Fitzpatrick, 1979).

Estos organismos son pequeños crustáceos que tienen una serie de adaptaciones funcionales que les ha permitido invadir casi todos los medios dulceacuícolas, lagos, ríos, embalses y estanques con diferentes grados de contaminación (Vergberg y Vergberg, 1983). La gran mayoría de las especies y las más comunes son euritermas y por lo tanto solo algunas tienen una distribución limitada por la temperatura como Holopedium gibberum, Latona sp, Pseudosida bidentata, etc (Kaestner, 1970) La concentración de oxígeno disuelto carece de influencia excepto en los fondos anóxicos y muchas especies soportan condiciones de menos de una parte por millón del gas (Kring y O'Brien, 1976b).

Con respecto al pH, el rango en el cual es frecuente la presencia de estos seres fluctua entre 6.5 y 8.5 (Kaestner, 1970). Sus hábitos alimenticios pueden variar desde filtradores y detritófagos hasta depredadores (Cole, 1979); son capaces de utilizar la partenogénesis para asegurar una elevada tasa de reproducción en un hábitat inestable y la distribución espacial diferencial y variaciones estacionales que presentan las distintas especies que habitan un cuerpo de agua a lo largo del año, son estrategias encaminadas a disminuir la competencia inter e intraespecífica (Brooks, 1959).

CARACTERISTICAS TAXONOMICAS Y BIOLOGICAS DE Daphnia

Los cladóceros son crustáceos principalmente dulceacuícolas que se han diversificado en el plancton y constituyen una fracción muy importante del zooplancton lacustre total; en la actualidad existen aproximadamente 420 especies distribuidas en 9 familias (Margalef, 1983), el género Daphnia pertenece a la familia Daphniidae y su posición taxonómica se muestra en la tabla I

El tamaño de los cladóceros varía entre los 0.2 y 1,8 cm, su caparazón es univalvar, comprimido lateralmente y encierra al tronco en su totalidad; tienen ojos sésiles compuestos y a veces un ojo nauplio; sus antenas son unirrámeas con sedas sensoriales terminales; las anténulas, birrámeas y fuertes son los principales órganos de locomoción; las mandíbulas carecen de palpo; las maxilulas son pequeñas, simples y no tienen maxilípedos; los apéndices torácicos consisten en 4 ó 6 pares de patas foliaceas (McLaughlin, 1979)

Los cladóceros filtradores difieren unos de otros por el número de patas filtradoras. Estas son laminares con el endopodio formado por largas sedas paralelas a modo de peine; estas sedas se extienden hacia atrás y convergen a una ranura ventral que recorre longitudinalmente el cuerpo, su función es filtradora y el material acumulado se

TABLA I

Posición Taxonómica del Género *Daphnia*

TAXON	NOMBRE	AUTOR
Phylum	Crustacea	(Pennant, 1977)
Clase	Branchiopoda	(Latreille, 1817)
Subclase	Diplostraca	(Gerstaecker, 1866)
Orden	Cladocera	(Latreille, 1829)
Suborden	Eucladocera	(Eriksson, 1932)
Superfamilia	Daphnioidea	(Straus, 1820)
Familia	Daphniidae	(Straus, 1820)
Género	<u>Daphnia</u>	(O. F. Müller, 1785)

(Tomado de Bowman y Abele, 1982)

barre hacia la boca. La separación entre las sedas filtradoras es variable y define la dimensión de las partículas retenidas, el número de sedas por filtro es de 10 a 22 en 100μ en diversas especies de Daphnia, y tiene variaciones interespecíficas y aún intraespecíficas poco conocidas, pero que deben tener importancia en la segregación alimentaria de formas próximas y de adaptación a diferencias estacionales de alimento (Margalef, 1983).

La extensión total del aparato filtrador de Daphnia es de 0.1 a 1.0 mm^2 , en una relación aproximadamente proporcional al tamaño del cuerpo (Egloff y Palmer, 1971). El rendimiento del aparato filtrador está determinado por la velocidad de bombeo, y en Daphnia las patas realizan entre 2 y 8 oscilaciones por segundo; cada oscilación puede proyectar una columna de agua de 0.1 a 0.4 mm a través de los filtros; el agua filtrada por minuto puede variar entre 1.8 y 2.0 ml . Los cladóceros retienen toda clase de material particulado, incluyendo bacterias y pequeños protozoarios; el tubo digestivo renueva su contenido en un tiempo que varía entre los 15 y 60 min. (Margalef, 1983).

Estos organismos poseen estructuras respiratorias especializadas en los apéndices torácicos, y el transporte de oxígeno se debe a la presencia de hemoglobina en la hemolinfa, cuya concentración aumen

ta en tensiones bajas de oxígeno en el agua (Kring y O'Brien, 1976b)
El corazón es muy pequeño y en forma de barril (Kaestner, 1970).

La diferenciación sexual cuando se presenta es notable, aunque la reproducción asexual por partenogénesis es más común. En algunas poblaciones de Daphnia nunca se observan machos, por lo que es de sospechar una pérdida de la sexualidad que podría ir asociada a diferencias geográficas por asociación clonal (Margalef, 1983)

En las hembras, los oviductos desembocan en la cámara incubadora, constituida por la parte dorsal del caparazón donde se acumulan los huevos partenogénéticos de cubierta sencilla y desarrollo inmediato en número que puede alcanzar los 100. Hay huevos sexuales que contienen una mayor cantidad de reservas y al parecer se disuelven si no son fecundados, en caso contrario tardan mucho en abrirse; cuando este tipo de huevos existe, la cámara incubadora se transforma en efipio, que es una estructura de resistencia de gran importancia en la dispersión y supervivencia de las poblaciones. Los efipios maduros resisten los jugos gástricos de grullas, ratas, peces y salamandras (Margalef, 1983).

El efipio contiene uno ó dos huevos en diapausa y su desarrollo puede ser estimulado por agentes diversos, suponiéndose que necesi

tan pasar por un período de desecación ó frío intenso para eclosionar. En Daphnia pulex la reproducción sexual y la diapausa se manifiestan en otoño y en ciertas poblaciones puede durar de noviembre a abril (Kaestner, 1970). El desarrollo de los organismos es directo, pasando los estadios larvarios en el interior del huevo; el número de mudas que experimentan hasta que pueden reproducirse no supera los seis. El tiempo de vida promedio de una Daphnia oscila entre una y dos semanas (Margalef, 1983)

"Las Daphnia mas frecuentes miden de 1 a 3 mm, con un peso seco de 50 a 400 µg. Se distinguen dos subgéneros: Ctenodaphnia y Daphnia en el sentido estricto. Daphnia tiene su centro de distribución actual en la región holártica; un pequeño número de formas africanas y sudamericanas representan la expansión de estirpes nórdicas. Algunas especies de amplia dispersión, muy eurioicas como D. pulex han podido ser el origen de formas mas localizadas. Se puede distinguir un pequeño número de especies boreoalpinas como D. middendorffiana y D. rosea; en una zona situada más al sur, cubriendo toda la región holártica se encuentran D. schødleri, D. retrocurva y D. dubia que son típicamente americanas; otro grupo de especies es propio de la región subtropical americana como D. catawba, D. parvula, D. laevis y D. ambigua" (Tomado de Margalef, 1983).

En la naturaleza se han encontrado sistemas donde coexisten varias especies de Daphnia u otros cladóceros, entre los que se establecen relaciones de competencia que les obligan a adoptar estrategias para reducirlas; entre tales estrategias se encuentra la distribución vertical en diferentes niveles de la columna de agua, y entonces encontramos especies hipolimnéticas, epilimnéticas y litorales, con patrones de migración vertical diferenciales durante el día (Brooks, 1959).

Hebert (1978), menciona como especies típicamente hipolimnéticas a D. ambigua, D. longiremis y D. pulex, y como especies epilimnéticas a D. retrocurva, D. dubia, D. galeata, D. parvula y D. catawba.

Otra estrategia se define como variación estacional, en la que dependiendo de las condiciones medioambientales las poblaciones de alguna especie se ven favorecidas y entonces registran densidades altas, pero al cambiar tales condiciones con el transcurso de las estaciones del año, esas especies quedan en desventaja ante otras, adaptadas a las nuevas características del medio (Tappa, 1965; DeMott, 1983).

En general se considera que los factores medioambientales que pueden modificar la capacidad competitiva de las especies de Daphnia

son: temperatura del agua, concentración de oxígeno disuelto, pH, --
tipo y cantidad de alimento y efectos de la depredación selectiva (Hall,
1964; Hebert, 1978; Brooks y Dodson, 1965; DeMott, 1983)

ANTECEDENTES

Son numerosos los estudios extranjeros acerca de las comunidades limnoplantónicas donde se describen y analizan los patrones de variación estacional no solo de las especies de *Daphnia* sino de todos los integrantes del zooplancton y su relación con el medioambiente, entre los que cabe resaltar los siguientes:

En base a las observaciones realizadas en un sistema lacustre -- de Pensilvania, Ohio, EUA, Borecky (1956) propone que es la cantidad y tipo de alimento disponible a lo largo del año lo que determina la dinámica poblacional del zooplancton. Smith y Fitzpatrick (1979), estudiaron la estructura de la comunidad planctónica en un embalse situado al norte de Texas, EUA, donde *D. pulex* se comportó como una especie diácmica, con máximos de abundancia en marzo y julio y es el alimento el factor que al parecer reguló esta situación. Burns, en 1969 realizó una investigación que le permitió concluir que el área de filtración que determina el tamaño de las partículas ingeridas por *Daphnia* y se relaciona estrechamente con el tamaño del organismo

Brooks y Dodson (1965), argumentan que es la depredación selectiva de alguna población de cladóceros lo que define el comportamiento

anual de toda la comunidad. Esta teoría ha sido apoyada por otra serie de investigadores entre los que destacan: Threlkeld (1979), Lewis (1978), Kochsiek y cols. (1971), Hazelwood (1961) y Jacobs (1977). Sin embargo Kwik y Carter (1975), realizaron un estudio referente a la dinámica poblacional de los cladóceros en un estanque en Ontario, Canadá, el cual es sumamente ácido y no aloja depredadores, donde el comportamiento de D. ambigua fué triácrico con las mayores densidades en junio-julio, agosto y octubre, pero no se registró una relación significativa con los parámetros evaluados ni diferencias notables con los sistemas que alojaban depredadores.

Allan (1977), estudió durante 9 meses la dinámica estacional de una comunidad integrada por D. ambigua y D. parvula en Michigan, EUA, encontrando que D. parvula apareció por primera vez en mayo dominando por su densidad en junio y julio, mientras D. ambigua se registró todo el año y es en primavera cuando las condiciones medioambientales le son óptimas; posteriormente Threlkeld (1979), reportó que en el Lago Wintergreen, Michigan, EUA, durante el verano D. galeata mendotae desplazó en solo 3 semanas a D. pulicaria, quien es afectada por las altas temperaturas y bajas concentraciones de oxígeno disuelto; Jacobs (1977), encontró una situación semejante entre D. hyalina y D. cucullata.

Bruner (1984), describió el comportamiento de D. galeata mendotae, D. ambigua y D. parvula en el Lago Reading, Kansas, EUA, donde D. ambigua fué abundante en marzo mientras D. galeata mendotae y D. parvula lo fueron en junio y julio; el autor hace referencia a que no solo la distribución vertical y variación estacional son las únicas estrategias que los integrantes del plancton pueden adoptar para disminuir la competencia, sino también una total separación de nichos utilizando recursos diferentes, épocas de reproducción alternadas y la respuesta de cada especie a un estímulo ó presión medioambiental particular que no será necesariamente la depredación ó alimento. Tessier (1986) apoya lo anterior y extrapola los planteamientos a la competencia entre los cladóceros y otros grupos zooplanc tónicos.

Además de las investigaciones realizadas en el campo, existen otras efectuadas en microcosmos artificiales, donde se analiza la influencia de algún parámetro en particular sobre el comportamiento de Daphnia, como los de Hall (1964), acerca de la dinámica poblacional; Kibbi (1976), sobre el efecto de la temperatura en la conducta alimentaria; Kring y O'Brien (1976 a y b) estudiaron el efecto del pH y la concentración de oxígeno disuelto en el metabolismo respiratorio y reproductor de Daphnia.

Falta página

N° 17

AREA DE ESTUDIO

El Embalse Danxho, se localiza en el Municipio de Jilotepec, Estado de México, a la altura del Km 6 de la carretera estatal No. 13, tramo Jilotepec-Villa del Carbón, entre los 19°51'17", 19°53'43" latitud Norte y los 99°32'48", 99°35'40" longitud Oeste, a una altitud de 2560 msnm (Fig. 1).

Fué construida en el año de 1949 por la antigua Secretaría de Recursos Hidráulicos, (Hoy Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos) con los propósitos de riego y almacenamiento; tiene una cortina de enrocamiento de 31 m de altura, capacidad máxima de almacenamiento de 24500m³, su longitud máxima es de 7 Km, su anchura máxima es de 1.3 Km y la mínima es de 100 m, riega una superficie aproximada 4085 Ha y la cuenca abarca un área de 272 Km² (SRH, 1976).

La región hidrológica pertenece a la Vertiente del Golfo, Zona del Río Pánuco, Cuenca del Río Moctezuma y Subcuenca del Río Tlautla; el embalse es abastecido de manera permanente por los arroyos La Ladera y Chiquito, situados al sur y sureste respectivamente, y de manera temporal por los arroyos Ojo de Agua y El Roble, ambos localizados al oeste (Fig. 1) (Carta Hidrológica E-14-2, Cetenal, 1970).

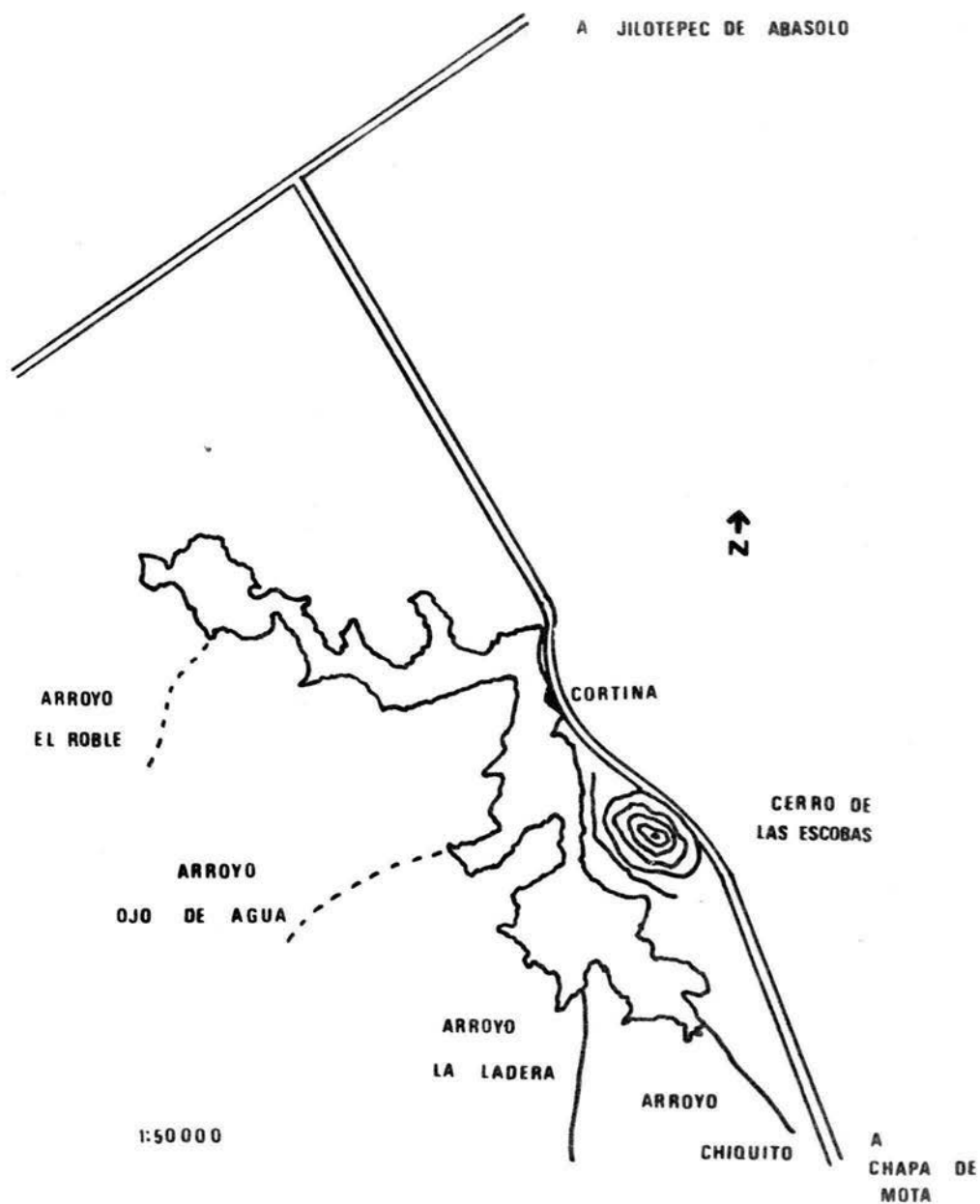


Fig. 1 Localización del Embalse Danxho, Estado de México (Modificado de la Carta Hidrológica E-14-2, Cetenal, 1970)

La morfología del terreno aledaño se caracteriza por tener pendientes ligeras, deficiencia de agua, drenaje interno, suelos arcillosos con un lecho de basalto intemperizado y una alta susceptibilidad a la erosión (Carta Edafológica E-14-A-18, Cetenal, 1971).

La vegetación circundante está compuesta por cultivos de temporal (Carta Uso del Suelo E-14-A-18, Cetenal, 1976). El clima de la zona, según Köppen modificado por García es del tipo $C(W_2)(w)b(i')g$, que -- corresponde al más húmedo de los templados subhúmedos con lluvias en verano, y un porcentaje de precipitación invernal menor al 5%, con un verano fresco y largo. La temperatura promedio del mes más caliente oscila entre un mínimo de 6.5°C y un máximo de 22°C , registrándose antes de julio. (Carta Climatológica. E 14 A 18)

OBJETIVOS

El presente trabajo de Tesis Profesional, pretende hacer una aportación al conocimiento sobre la dinámica de las poblaciones limno planctónicas que habitan en uno de los muchos embalses del Estado de México, de los cuales la información es escasa y limitada, ocasionando una explotación mínima de los recursos potenciales que ofrecen, para lo que se ha planteado los siguientes objetivos:

*Determinar las especies del género *Daphnia* que habitan en el Embalse Danxho, Estado de México.

*Realizar la caracterización físico-química del mismo.

*Definir las variaciones estacionales, distribución y abundancia espacio-temporal de las especies a lo largo de un año.

*Establecer una correlación entre las variaciones estacionales, distribución y abundancia de los organismos con los siguientes factores físicos y químicos: concentración de oxígeno disuelto, temperatura, pH, profundidad y transparencia.

METODOLOGIA

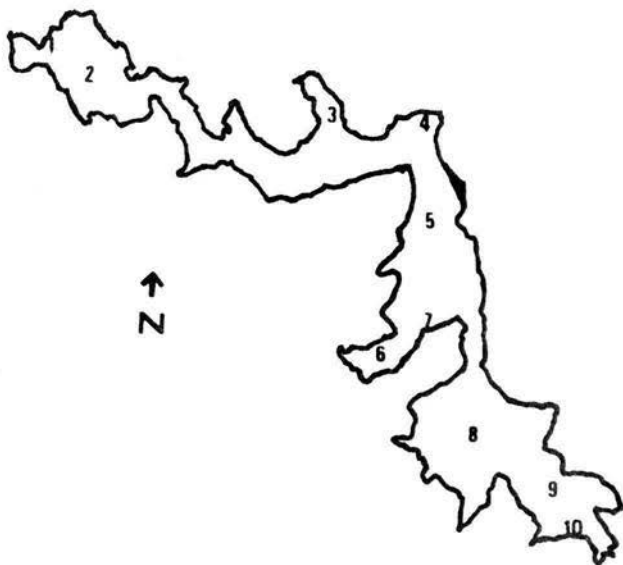
A) TRABAJO DE CAMPO

Durante 1986 se realizaron once muestreos con una periodicidad mensual de enero a diciembre, con excepción de junio.

De acuerdo al criterio propuesto por Margalef (1983), dentro del área del embalse se situaron diez estaciones, seis limnéticas y cuatro litorales (Fig. 2). Las estaciones limnéticas se dividieron en dos niveles: superficie y fondo cuando este se localizó a más de 1 m de profundidad; las estaciones litorales tuvieron un solo nivel a una profundidad aproximada de 50 cm.

El acceso a las estaciones se hizo a bordo de una lancha con motor fuera de borda y los parámetros evaluados en cada una fueron: profundidad con una sondaleza y transparencia con un disco de Secchi blanco; para cada nivel se obtuvieron los valores de la temperatura con un termómetro de mercurio, Taylor de -35 a 50°C; pH con un potenciómetro portátil (Corning, Mod. 3D); y concentración de oxígeno disuelto con el método Winkler modificado (Franco, 1985; APHA, 1980).

La captura de los organismos en cada nivel-estación se realizó con una botella Van Dorn de 2.5 l de capacidad (Threlkeld, 1979), filtran



1:50 000

Fig 2 Situación de las estaciones de muestreo en el área del embalse
(Modificado de la Carta Hidrológica E-14-2, Cetenal, 1970)

do 10 l de agua a través de una red de plancton de 125 μ de abertura de malla. El filtrado se conservó en frascos de vidrio transparente de boca ancha y 250 ml de capacidad, fijándolas con formol concentrado hasta dejarlas al 4% (Tappa, 1965; Allan, 1977; Kerfoot, 1981; Gaviño, 1982).

En general todos los muestreos se iniciaron alrededor de las 11:00 hrs. y concluyeron aproximadamente a las 15:00 hrs.

B) TRABAJO DE LABORATORIO

Las muestras se revisaron en su totalidad empleando un microscopio estereoscópico, para separar las dafnias, mismas que fueron colocadas en frascos viales con alcohol glicerinado al 5% (Pennak, 1963), para su posterior determinación y censo.

Para la determinación taxonómica se utilizaron las claves de Pennak (1963) y Brooks (1959), y se llevó hasta el nivel de especie. Los censos incluyen el número de organismos presentes en la totalidad de las muestras.

C) ANALISIS DE RESULTADOS

La caracterización del embalse se estableció de acuerdo a lo propuesto por Hutchinson (1957), Reid y Wood (1976) y Margalef (1983).

Se elaboró una lista con las especies del género Daphnia encontradas a lo largo del estudio, así como un cuadro donde se indica la abundancia relativa de cada una de ellas.

Para definir la distribución temporal de cada especie en los niveles de superficie, fondo y litoral se graficó el total de organismos mensuales, de la misma forma que para los valores promedio de los parámetros evaluados.

Las series de datos biológicos y físico-químicos fueron sometidas de manera independiente a un análisis de agrupamientos utilizando la fórmula de Distancias Euclidianas Corregidas (Matteuci y Colma, 1982), elaborándose después los dendrogramas correspondientes utilizando el método de ligamiento promedio (Sokal y Sneath, 1973). Los grupos así obtenidos fueron analizados individualmente para definir la distribución espacial de las especies en el área del embalse.

A los datos biológicos se les aplicó además un Análisis de Varianza para comprobar si existieron diferencias significativas entre las zonas limnética y litoral; finalmente, para establecer la relación entre el comportamiento poblacional de las especies y los parámetros físico-químicos evaluados, se utilizó el Índice de Correlación Simple (Ridgman, --- 1975).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la región limnética la máxima profundidad se registró en enero (5.20 m), disminuyendo gradualmente hasta mayo, cuando se detectó el mínimo valor (2.74 m), durante julio, agosto y septiembre el volumen se incrementó hasta los 4.30 m, reduciéndose de nuevo en los meses siguientes (Fig. 3).

La drástica variación de la profundidad coincidió con la época de estiaje que ocasionó la extracción de considerables volúmenes de agua para riego de los cultivos aledaños y la escasez del aporte por lluvia. La evaporación natural, si bien no fué evaluada directamente, también se considera como factor importante en las fluctuaciones de este parámetro (Reid y Wood, 1976).

La transparencia a lo largo del año no rebasó los 20 cm de profundidad; en las estaciones limnéticas fluctuó entre un valor mínimo de 9.5 cm en mayo y un máximo de 16.5 en julio. En las regiones litorales se registraron valores ligeramente mas altos (Fig. 4), probablemente porque la columna de agua es de menor tamaño y las partículas necesitan menos tiempo para sedimentar.

La baja transparencia puede atribuirse a la suspensión de limos

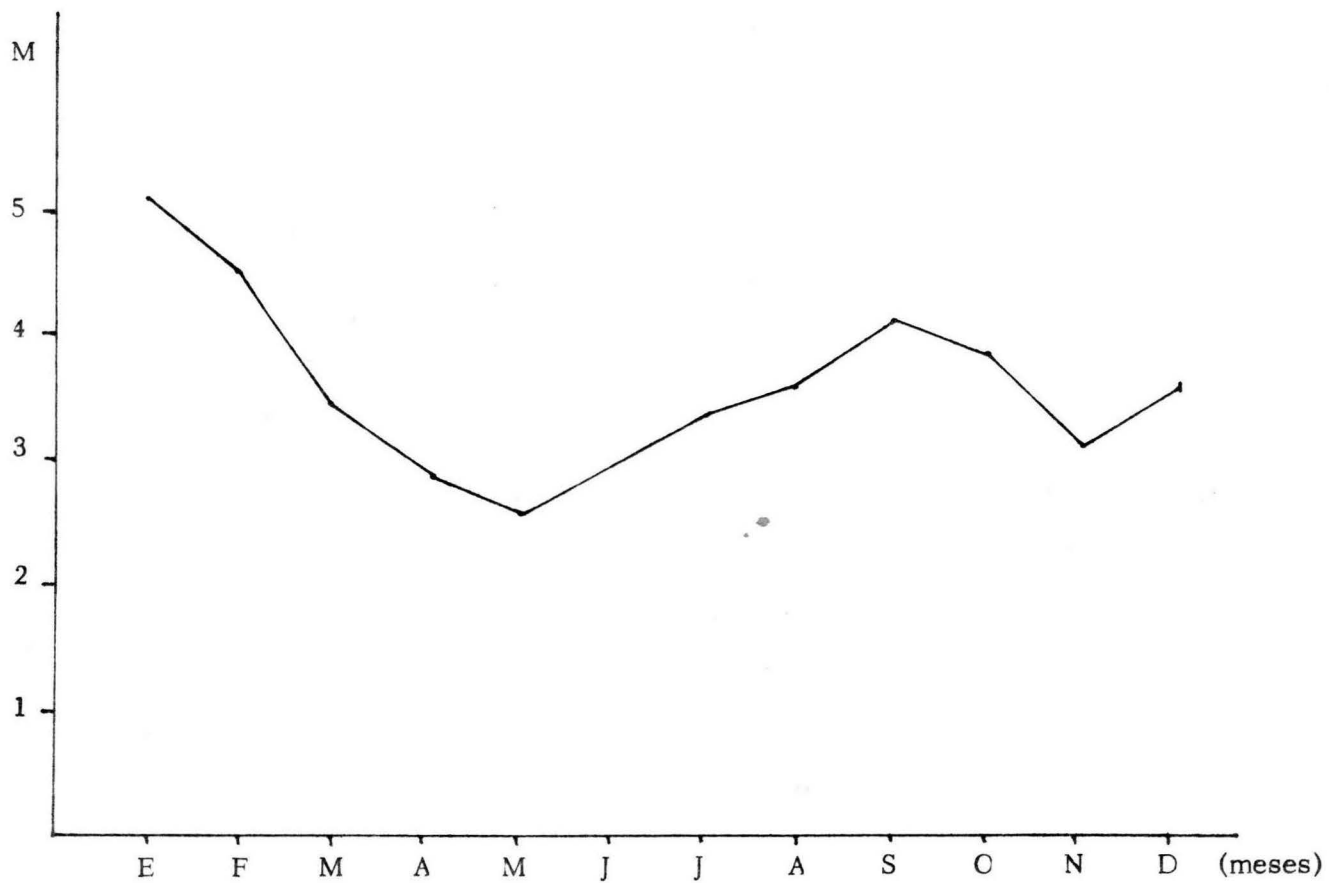


Fig 3 Comportamiento de la profundidad a lo largo del año de estudio.

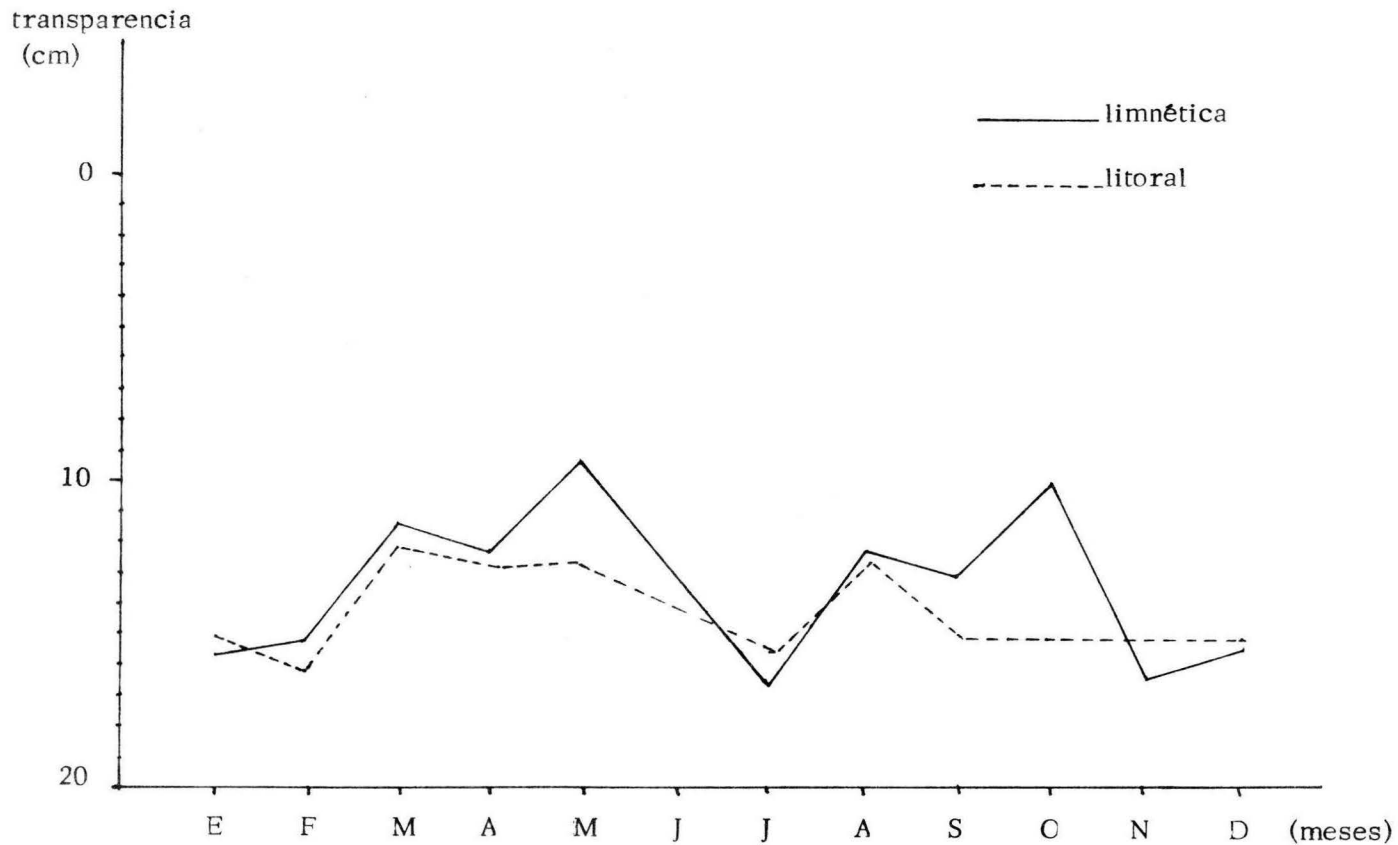


Fig. 4 Fluctuaciones en el comportamiento de la transparencia a lo largo del año de estudio.

provenientes de los suelos sobre los que se asienta la cuenca, que -- impiden el paso de la luz solar a profundidades mayores e incluso -- dan al agua un color café lechoso.

La transparencia puede ser utilizada como medida indirecta del -- tamaño de la zona fótica que a su vez se relaciona con la zona trofoge__ nica (Cole, 1979), pudiendo deducirse que en este embalse es sumamen__ te angosta (5%), si se le compara con la profundidad

En la región limnética la temperatura mas alta se observó en ma__ yo (21°C) y la mfnima en enero (12.5°C); en la región litoral los valo__ res fueron ligeramente mas altos (Fig. 5).

La variación de la temperatura está ligada a las estaciones del -- año; los valores mas bajos se registraron en invierno, aumentaron -- gradualmente con el transcurso de la primavera y verano, disminu__ yendo al llegar el otoño. De acuerdo al criterio propuesto por Mar__ galef (1983), el embalse queda caracterizado como subtropical al no presentar temperaturas menores a los 4°C.

A lo largo del año no se registró una estratificación térmica ni -- hubo evidencia de perfodos de mezcla, como sucede en cuerpos de a__ gua de otras partes del mundo (Borecky, 1956; DeMott, 1983; Lynch, 1978), debido principalmente a la baja profundidad, acción continua

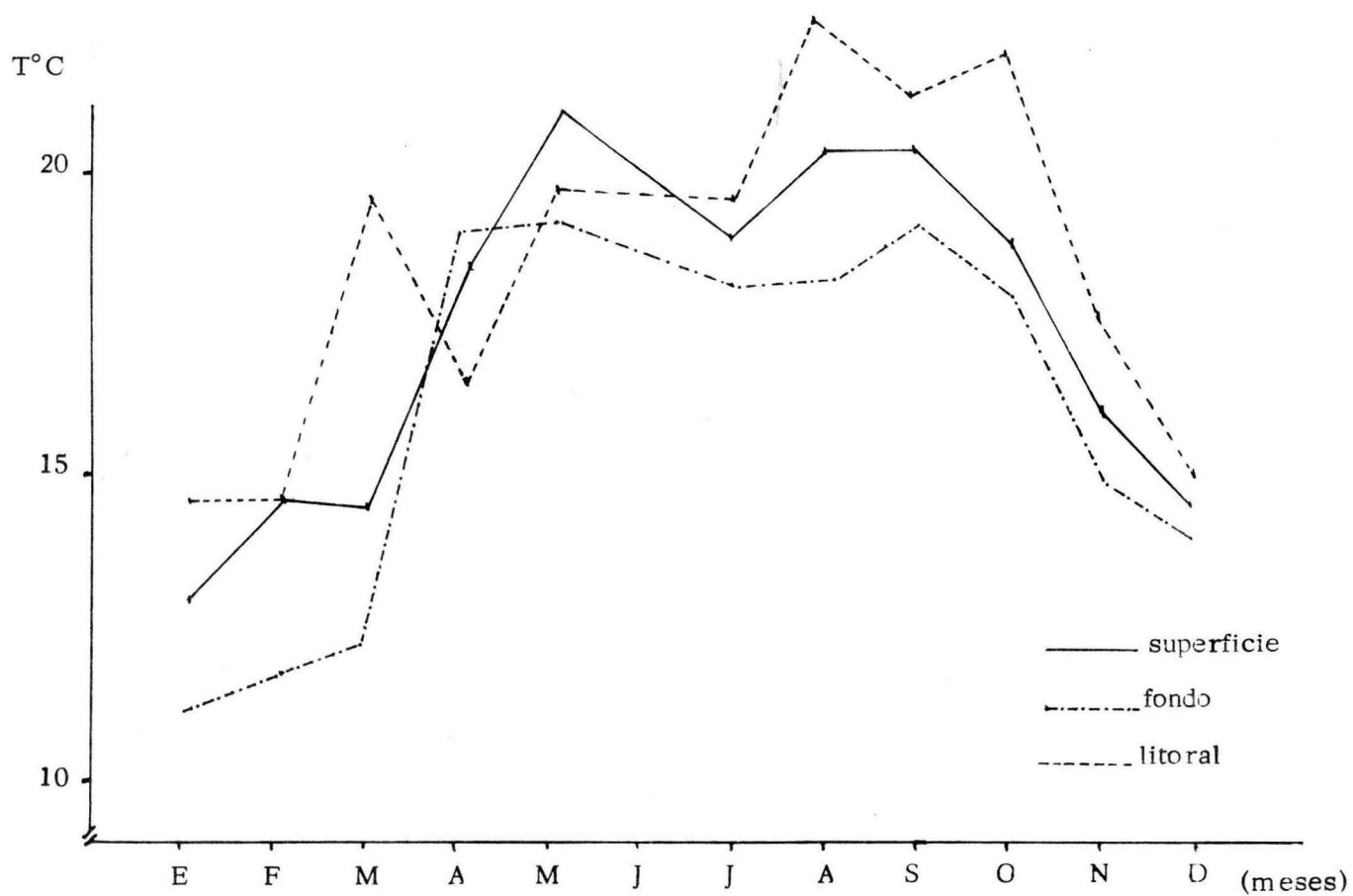


Fig. 5 Fluctuaciones en el comportamiento de la temperatura a lo largo del año de estudio.

del viento sobre la masa de agua y situación geográfica del embalse, que van a ocasionar una distribución homogénea del calor a lo largo de la columna de agua.

Con respecto a la concentración de oxígeno disuelto (Fig. 6), el máximo valor se registró en enero (10.1 ppm) en la región superficial y el mínimo en abril y septiembre (6.0 ppm) en la superficie y fondo respectivamente; el patrón de distribución del gas en ambos niveles de la región limnética fué practicamente paralelo a lo largo del año de estudio por lo que de acuerdo al criterio establecido por Hutchinson (1957) y Reid y Wood (1976), el embalse pertenece a la categoría de ortógrado. En la región litoral las concentraciones registradas fueron ligeramente más elevadas, como consecuencia probable del oleaje.

El porcentaje de saturación de oxígeno fluctuó entre un máximo de 118.32 % en enero y un mínimo de 88.4 % en abril (Fig. 7); los porcentajes que en general oscilan cerca del 100 % son efecto también de la baja profundidad y fuerte actividad eólica que mantienen a la cubeta en agitación constante, permitiendo a los organismos disponer del espacio en su totalidad al no existir barreras químicas (anoxia) que limiten su distribución vertical (Kochsiek, 1971; Cole, 1979).

El pH en general se mantuvo constante a lo largo del año y varió ---

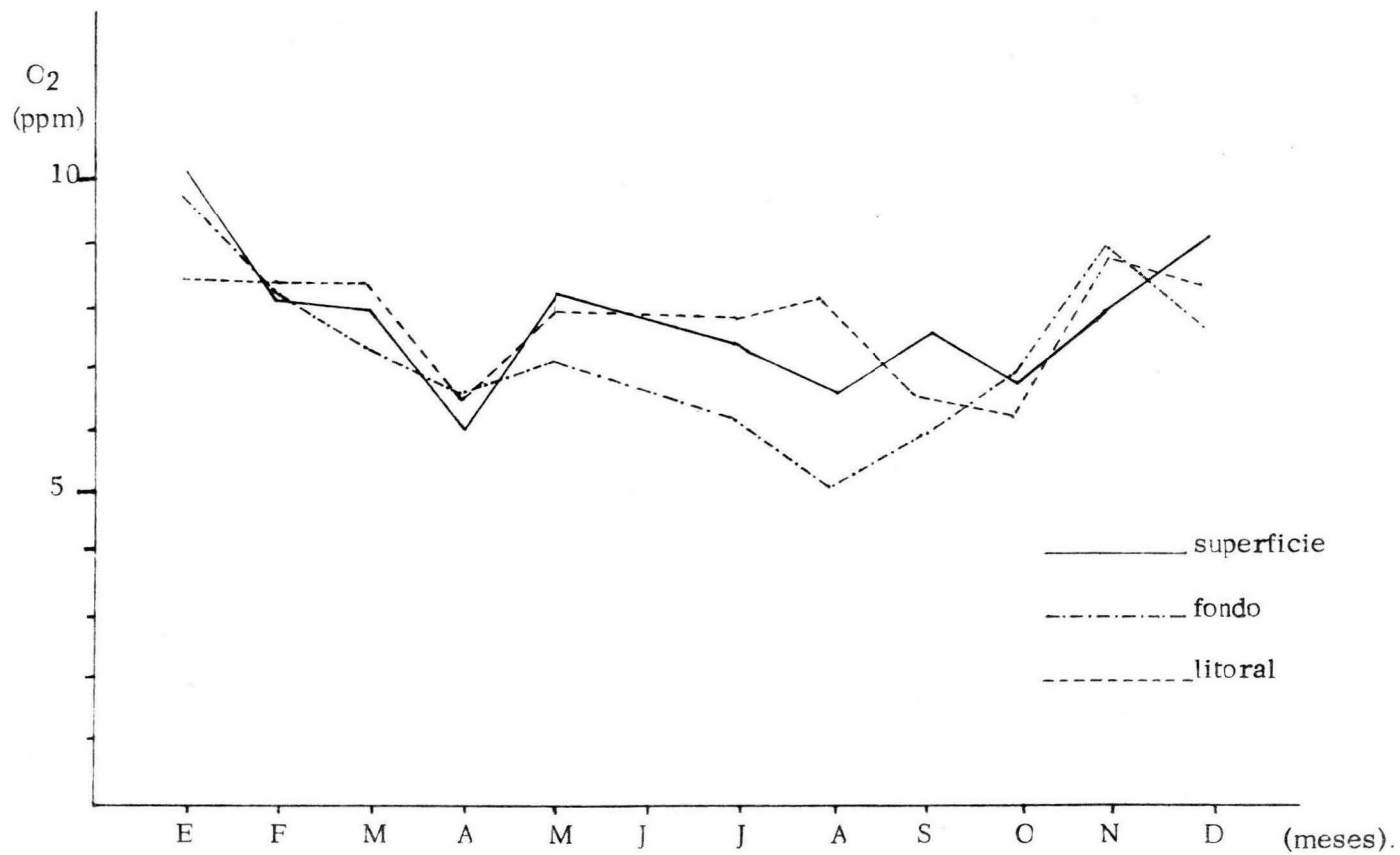


Fig. 6 Fluctuaciones en el comportamiento del oxígeno disuelto a lo largo del año de estudio

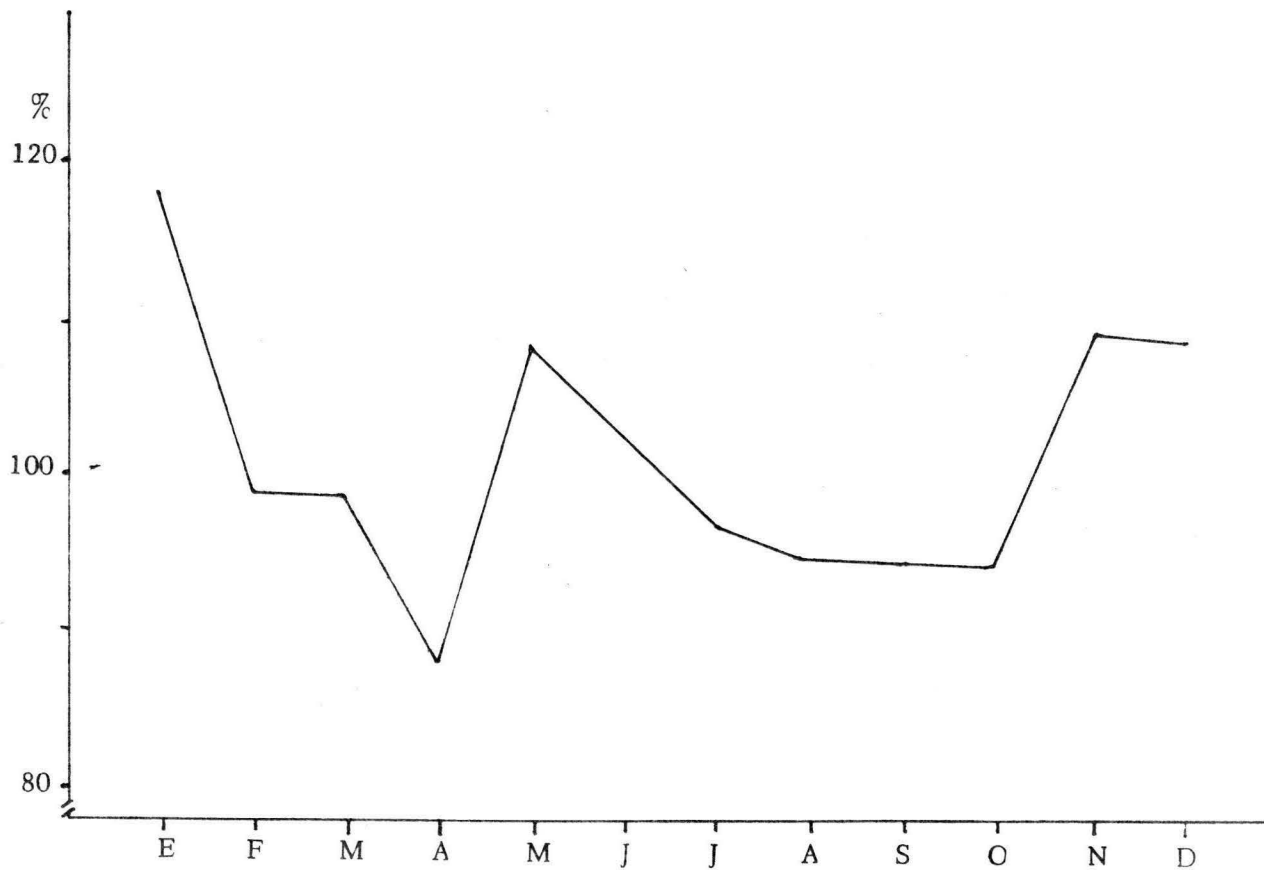


Fig. 7 Comportamiento del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto a lo largo del año de estudio.

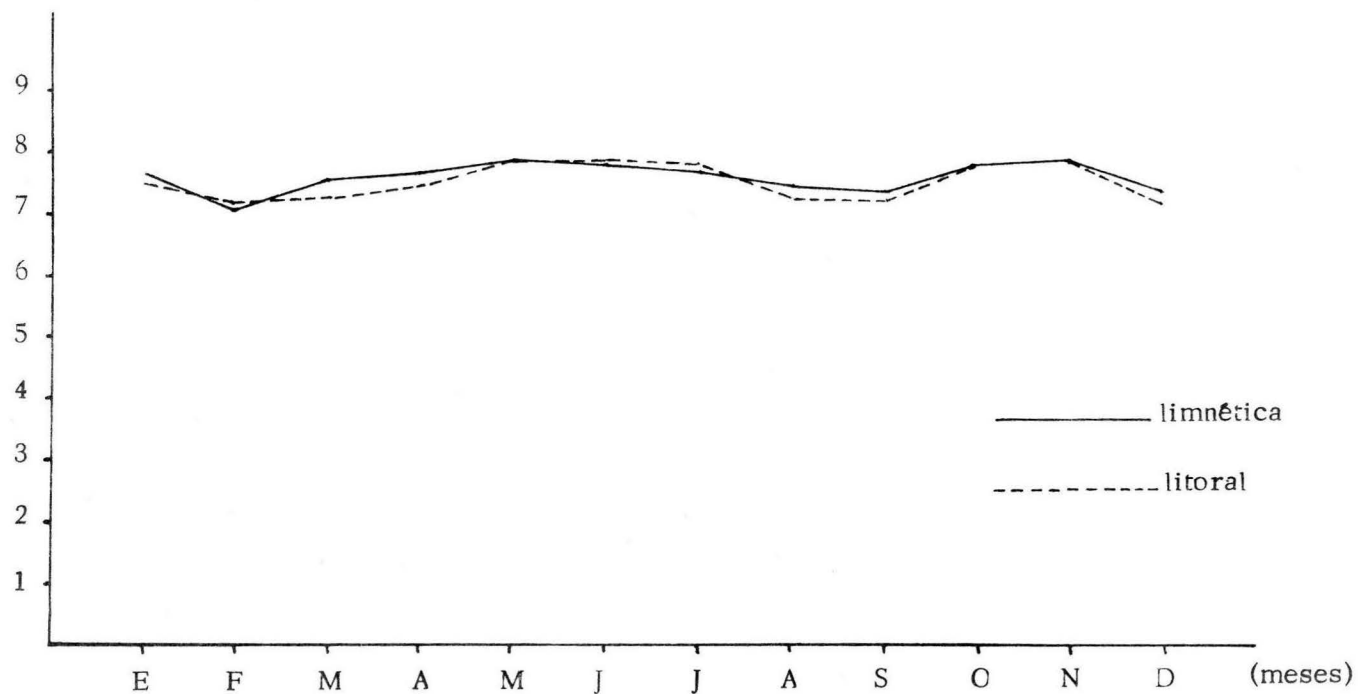
entre 7.08, detectado en febrero y 7.8 en mayo y noviembre (Fig 8), -- por lo cual de acuerdo al criterio propuesto por Margalef (1983), las a_guas del sistema son ligeramente básicas.

El análisis de agrupamientos aplicado a los parámetros físicos y quí_micos a lo largo del año forma dos conjuntos: el primero, incluye a los meses de abril, mayo, julio, agosto y octubre, donde se registraron -- temperaturas altas, bajas concentraciones de oxígeno disuelto y bajas - transparencias, y el segundo agrupa los meses de enero, febrero, mar_ zo, septiembre, noviembre y diciembre, cuando se presenta n tempera_turas más bajas, concentraciones de oxígeno disuelto elevadas y mayo_res transparencias (Apéndice I).

Durante el período de estudio se capturó un total de 2191 organismos incluidos en cinco especies del género Daphnia, a saber: D. ambigua -- (Scourfield, 1947), D. dubia (Birge, 1879), D. laevis (Herrick, 1895), D. parvula (Fordyce, 1901) y D. pulex (Leydig, 1860, enmend. Scourfield, 1942), con abundancias relativas anuales que se ilustran en la -- figura 9.

En la Fig. 10 se muestra la abundancia relativa anual de cada espe_cie en el nivel superficial; durante el estudio se censaron 830 organis_

PH



36

Fig. 8 Fluctuaciones en el comportamiento del pH a lo largo del año de estudio.

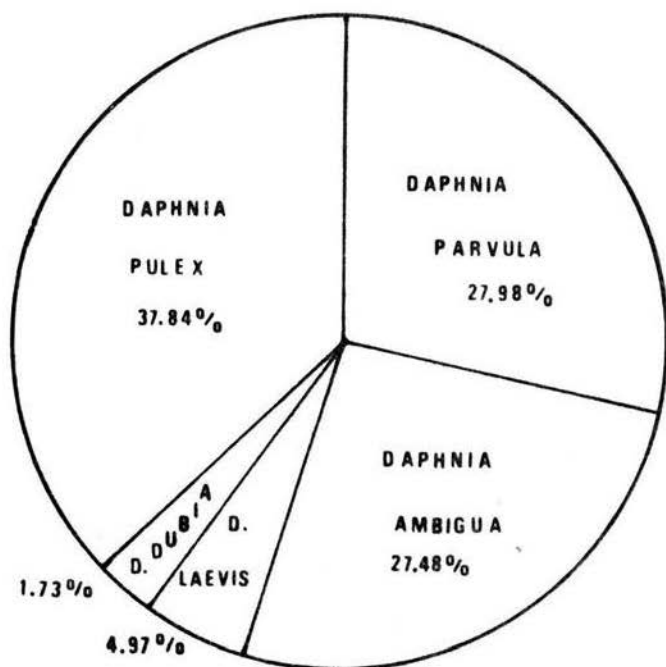


Fig. 9 Abundancia relativa anual de cada una de las especies del género Daphnia en el Embalse Danxho, E. M.

mos de los cuales el 66 % corresponde a D. pulex y D. ambigua

En el fondo se censó un total de 853 organismos y en la Fig. 11 se aprecia que D. pulex fué la especie mas abundante y que la proporción de D. ambigua y D. parvula disminuye ligeramente en relación al nivel superficial. La dominancia de D. pulex en esta región se debe principalmente a su capacidad para resuspender las partículas alimenticias sedimentadas con el movimiento de sus apéndices, lo que no es posible para D. ambigua ni D. parvula, quienes por ello viven asociadas a la parte superior de la columna de agua donde el alimento está suspendido (Hebert, 1978).

En la región litoral el número de organismos es bastante menor, -- con un total de 380 individuos; D. pulex es nuevamente la especie con densidad más elevada, seguida por D. parvula y D. ambigua; D. laevis y D. dubia son sumamente escasas (Fig 12).

Es interesante hacer notar que las cinco especies se encontraran -- distribuidas en las regiones limnética y litoral, consecuencia de la homogeneidad de los parámetros físicos y químicos, y que en la región limnética el número de organismos fuera similar en la superficie y -- fondo, mientras que en la zona litoral la cantidad fué mucho menor; -- estadísticamente el análisis de varianza entre las tres regiones no re--

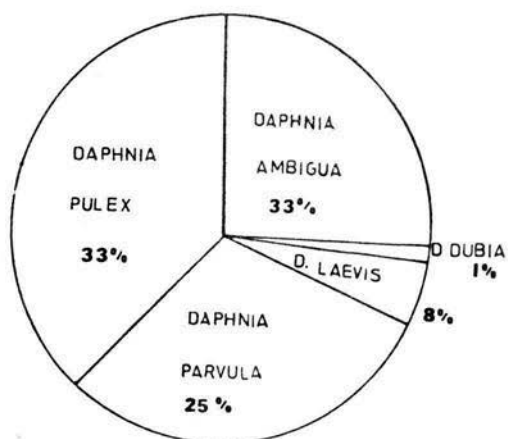


Fig. 10 Abundancia relativa anual de cada especie de Daphnia en el nivel superficial

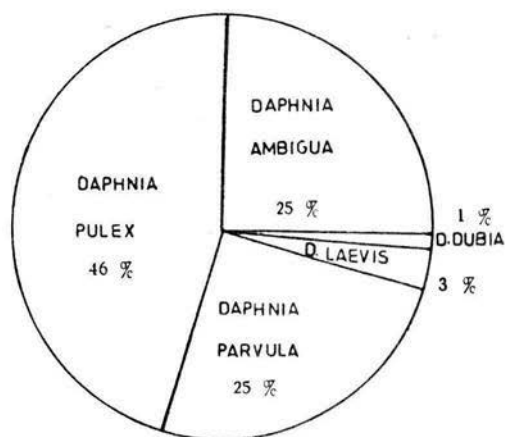


Fig. 11 Abundancia relativa anual de cada especie de Daphnia en el nivel de fondo.

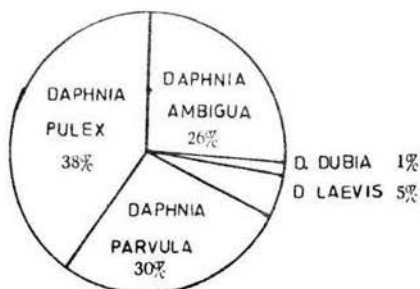


Fig. 12 Abundancia relativa de cada especie de Daphnia en la región litoral.

gistra diferencias significativas (Apéndice II), si bien una explicación a la baja cantidad de organismos en la región litoral es que Daphnia es un género típicamente limnético (Hebert, 1978; Kaestner, 1970) y que no ocupa la zona litoral porque la columna de agua disponible es de menor tamaño, evitando directamente a los depredadores como insectos, larvas de peces y otros vertebrados que tienden a concentrarse en ese sitio (Tappa, 1965; Mellors, 1975).

Las cinco especies aquí reportadas han sido registradas en otros embalses del Estado de México, si bien esta es la asociación más grande que se conoce hasta el momento. Elfas (1982) reporta las siguientes: D. ambigua en la presa Brockman; D. pulex en las presas Alzate y Taxhimay; D. laevis y D. parvula en la presa Ñado; D. parvula y D. pulex en la presa La Gavia; D. ambigua, D. laevis y D. pulex en la presa Huapango y D. ambigua, D. laevis, D. dubia y D. pulex en la presa de Guadalupe; Rodríguez y Elfas (1986), registraron a D. ambigua,

D. pulex y D. parvula en la presa La Goleta.

Tappa (1965), menciona que este tipo de asociaciones donde se encuentran varias especies del mismo género no es raro, si bien solo -- unas pocas son dominantes. En el embalse Danxho se observó que las tres especies más numerosas tienen poblaciones grandes y definidas espacialmente, y que D. laevis y D. dubia son sumamente escasas y de distribución limitada.

Es posible explicar la baja densidad de las dos últimas especies si consideramos que los embalses son cuerpos de agua creados en poco tiempo, donde la llegada y establecimiento de la comunidad planctónica depende del azar (Armengol, 1979), y una especie puede ser desplazada en un tiempo muy corto, pues la presión selectiva sobre las especies en desventaja es tan fuerte que pueden incluso desaparecer (Borecky, 1956), antes de que el sistema logre llegar al equilibrio (Abrams, 1983; Turner, 1983).

El análisis de agrupamiento aplicado a los datos biológicos en el tiempo (Apéndice III), divide a los meses de estudio en dos conjuntos: el primero de enero a mayo (invierno -primavera) y el segundo de julio a diciembre (verano-otoño*) coincidiendo con la distribución tem

*Se considera a diciembre como parte del otoño porque el muestreo se realizó antes del día 22.

poral de las especies que será discutida posteriormente; ambos conjuntos se utilizaron para definir la distribución espacial en el área del embalse.

En la Fig. 13 se observa que durante el período invierno-primavera D. pulex, D. ambigua y D. parvula ocuparon el espacio de manera homogénea y que D. ambigua es la especie más abundante en prácticamente todas las estaciones, mientras D. dubia y D. laevis se localizan en el centro y norte siendo sumamente escasas. La mayor cantidad de organismos se registró en la estación 6, que coincide con la desembocadura del Arroyo Ojo de Agua y en la estación 5, que se localiza cerca de la cortina; la situación de ambas estaciones podría ser favorable para la recepción de los nutrientes acarreados por las corrientes.

En la Fig. 14 se ilustra la distribución horizontal de las especies en el período verano-otoño; las tres especies dominantes se localizan nuevamente a todo lo largo del sistema, si bien D. ambigua reduce su densidad al tiempo que D. pulex y D. parvula incrementan sus poblaciones. D. laevis se registró en todas las estaciones, excepto en la número 9, si bien con densidades bajas. D. dubia continúa siendo la especie menos abundante y se concentró en la región centro y norte. El mayor número de individuos apareció en las estaciones 6 y 9; ambas coinciden con la desembocadura de los arroyos Ojo de Agua y Chi

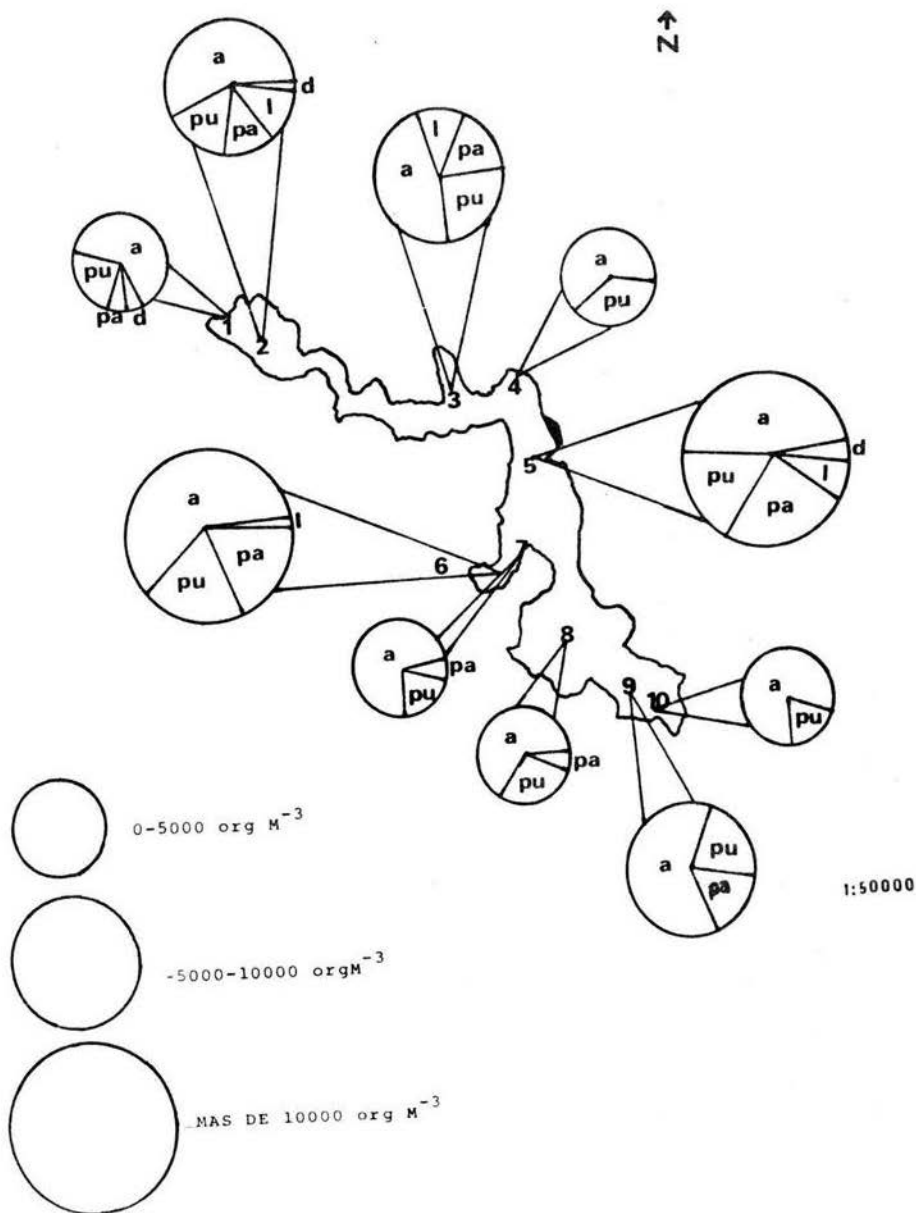


Fig. 13 Distribución y abundancia relativa de cada especie del género *Daphnia* en cada una de las estaciones de muestreo, en el período -- invierno-primavera, donde a= *D. ambigua*, d= *D. dubia*, l= *D. laevis*, pa= *D. parvula* y pu= *D. pulex*.

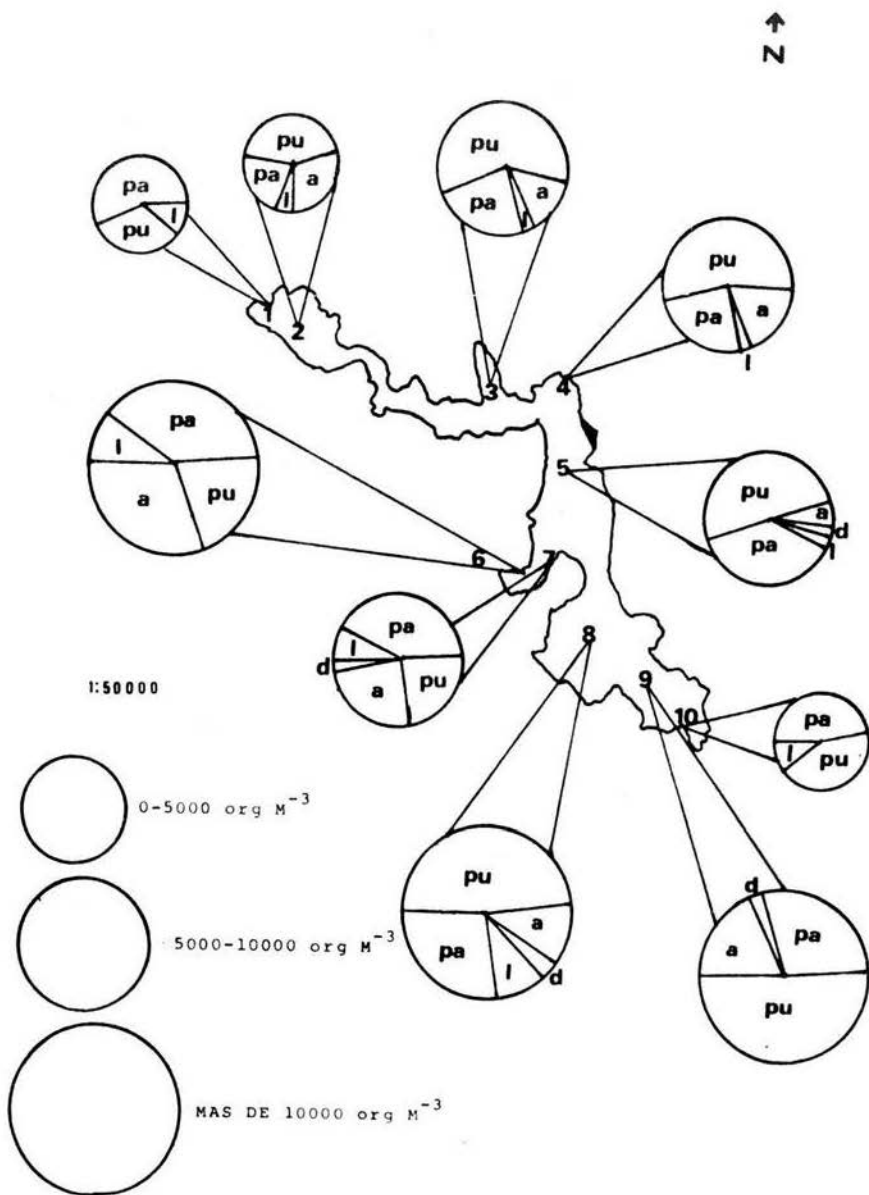


Fig. 14 Distribución y abundancia relativa de cada especie del género *Daphnia* en cada una de las estaciones de muestreo, en el período verano-otoño, donde a= *D. ambigua*, d= *D. dubia*, l= *D. laevis*, --- pa= *D. parvula* y pu= *D. pulex*.

quito respectivamente, lo cual permitiría asociarlas con una gran cantidad de nutrientes.

La localización y desplazamiento horizontal del plancton depende en gran medida de las corrientes de agua dentro del sistema (Cifuentes y cols. 1987), sin embargo, el número de individuos por especie en cada estación no tiene diferencias notables entre ambos periodos; esto permitiría inferir dos situaciones: la primera se referiría a que las corrientes del embalse no son tan fuertes como para desplazar a las poblaciones grandes distancias y la segunda argumentaría el hecho de que las especies tienen una distribución prácticamente homogénea debido a las condiciones medioambientales.

Con respecto a la distribución temporal de las cinco especies (Fig. 15), se encontró que en enero y febrero todas ellas tienen densidades bajas; en marzo, D. ambigua presentó un incremento en su densidad (9 300 org/m³) y su número disminuye en abril y mayo; en este mes se registró una caída en la cantidad de organismos de todas las especies, que coincide con un aumento en la población de Bosmina longirostris que alcanzó hasta 39 500 org/m³ (González, 1987); entre Bosmina y Daphnia existen relaciones de competencia, principalmente por alimento y espacio y quienes resultan más afectados son los estadios juveniles de D. ambigua (DeMott, 1982, 1983; Lynch, 1978). En julio, D.

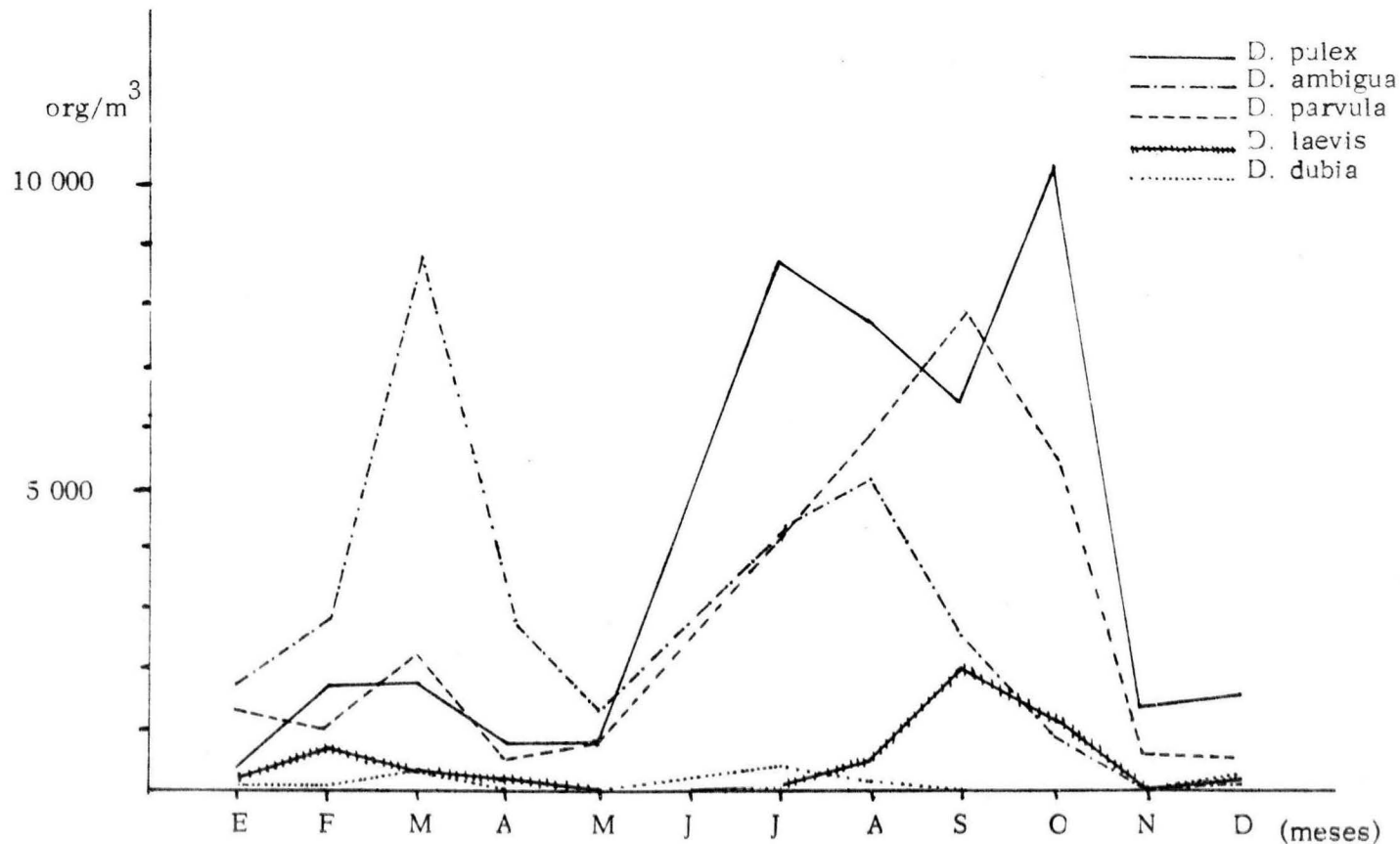


Fig. 15 Fluctuaciones en la densidad de las cinco especies registradas a lo largo del año de estudio.

pulex presentó un pulso en su densidad y a partir de ese momento se convierte en la especie más abundante; en agosto y septiembre esta especie disminuye ligeramente al tiempo que D. parvula comienza a incrementarse para alcanzar su máxima densidad en septiembre (8 000 org/m³); en octubre D. parvula disminuye su cantidad y D. pulex registra su segundo máximo (9 300 org/m³); en noviembre y diciembre todas las especies tienen un decremento en sus poblaciones que alcanzan niveles similares a los registrados en enero y febrero, lo que permitiría inferir un comportamiento cíclico.

En las Fig. 16 y 17 se muestra la variación estacional en los niveles superficial y fondo; la principal diferencia entre ambos radica en que D. ambigua es más abundante en la superficie, mientras D. pulex lo es en el fondo; también es posible observar que D. parvula se encontró en ambos niveles pero la mayor cantidad se presentó en la superficie; D. laevis aunque escasa es más común en la superficie y D. dubia apareció también en los dos estratos.

En la región litoral (Fig. 18), se aprecia claramente que las densidades de todas las especies son bajas hasta el mes de julio y a partir de agosto comienzan a registrarse mayores cantidades de organismos, principalmente de D. ambigua, D. pulex y D. parvula.

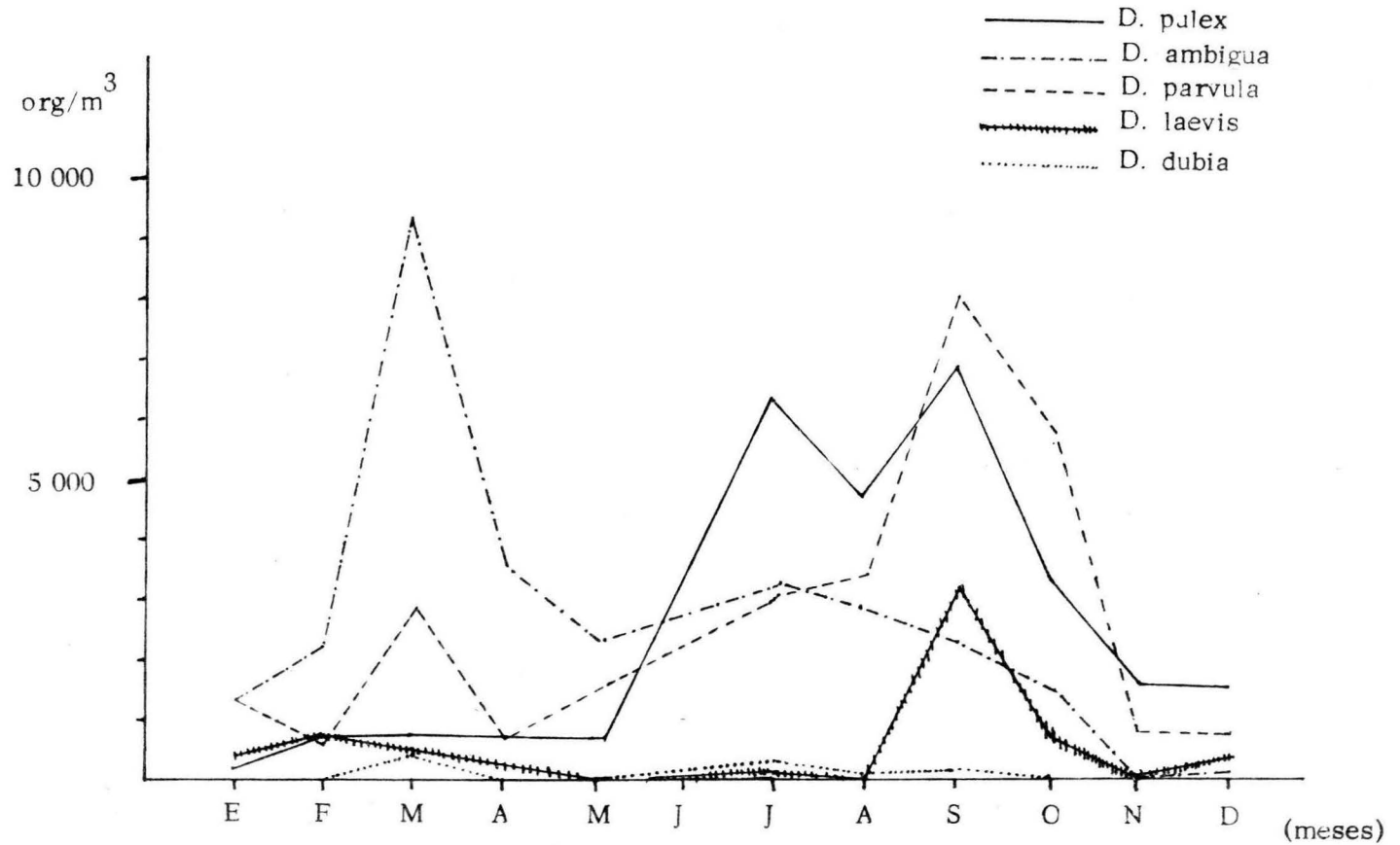


Fig. 16 Fluctuaciones en la densidad de las cinco especies registradas en el nivel superficial a lo largo del año de estudio.

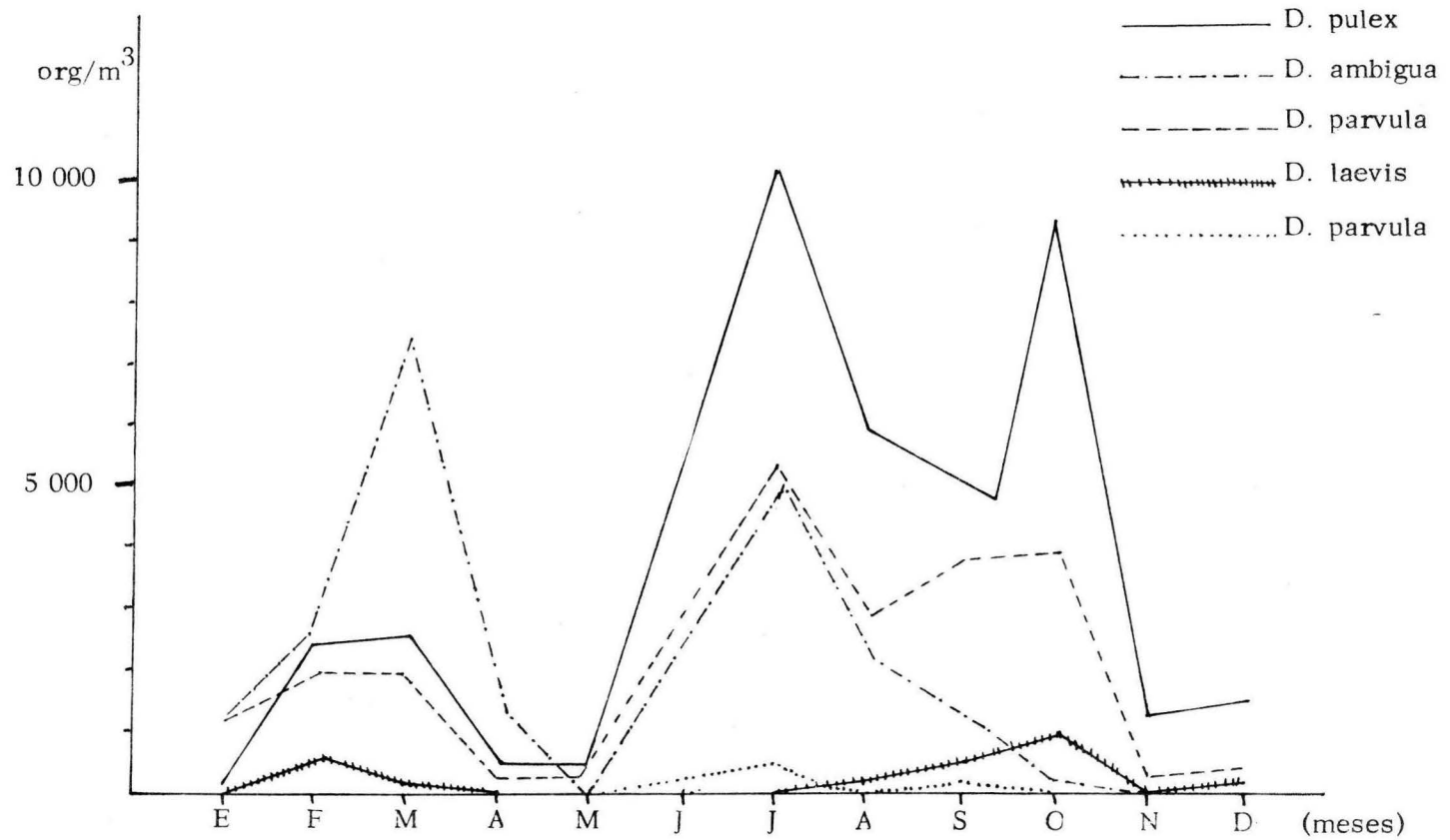


Fig. 17 Fluctuaciones en la densidad de las cinco especies registradas en el nivel de fondo a lo largo del año de estudio.

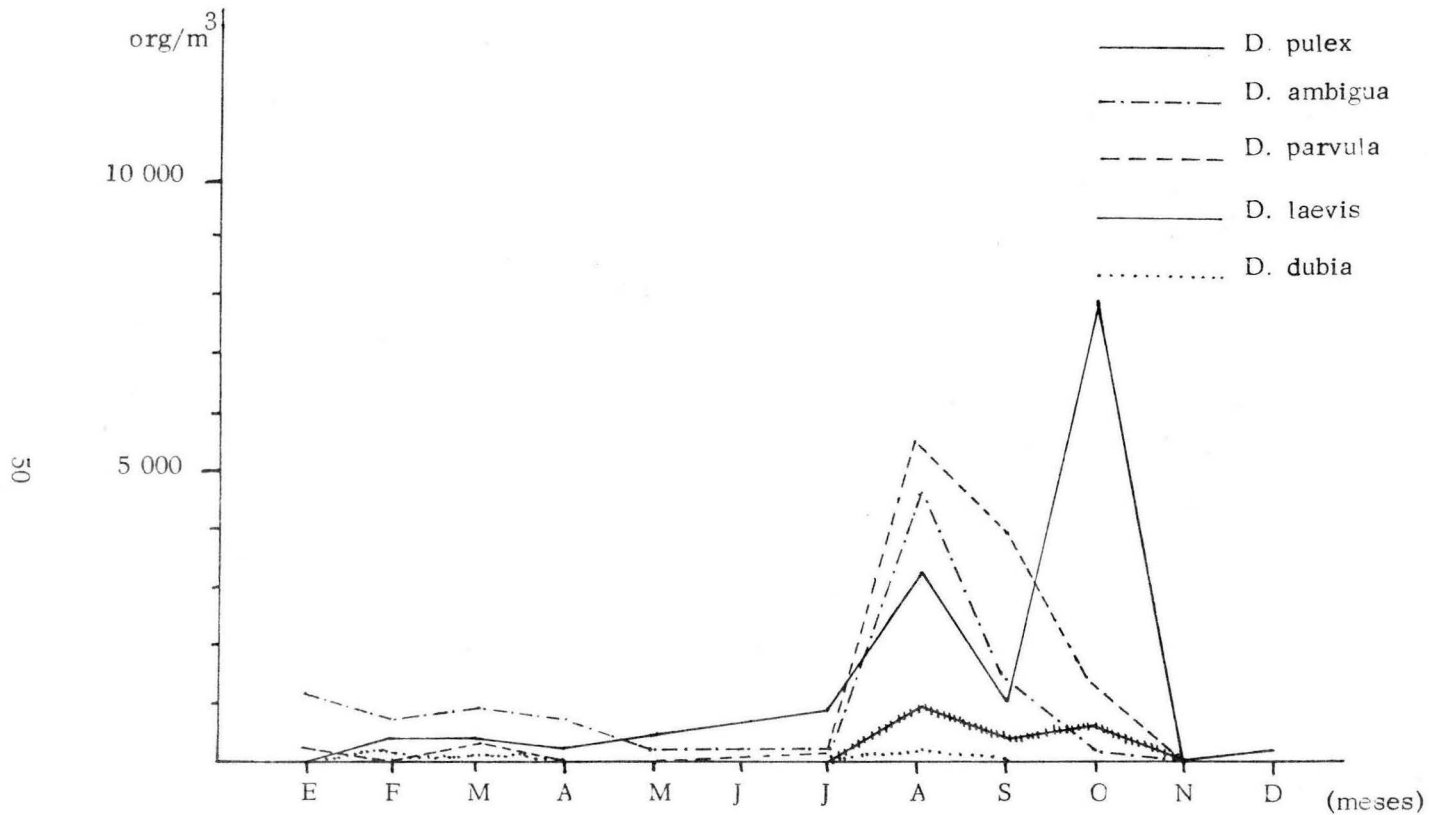


Fig. 18 Fluctuaciones en la densidad de las cinco especies registradas en la región litoral a lo largo del año de estudio.

El análisis de agrupamiento aplicado a los parámetros biológicos (Apéndice II), forma dos conjuntos, el primero de enero a mayo y el segundo de julio a diciembre, los cuales coinciden con la distribución temporal de las especies. En el período invierno-primavera D. ambigua domina por su densidad y en el período verano-otoño D. parvula y D. pulex son las especies dominantes.

La variación estacional es definida como la sustitución de una especie por otra que desempeña la misma función en el ecosistema (Margalef, 1977), y ha sido descrita no solo en comunidades acuáticas sino también en otras compuestas por vertebrados, insectos, etc. (Tappa, 1965). Se ha encontrado una serie de factores que al parecer la variación estacional del género Daphnia y con los datos obtenidos se realizó un análisis de correlación entre las especies registradas y los parámetros estudiados (Apéndice IV):

A) Se ha comprobado que un incremento en la temperatura del agua beneficia a algunas especies de Daphnia como D. galeata mendotae y D. hyalina (Jacobs, 1977), al permitirles una mayor tasa de reproducción y una reducción en el número de días necesarios para su desarrollo (Kibbi, 1976; Burns, 1969; Allan, 1973). En el embalse Danxho el análisis de correlación entre la temperatura y los organismos arrojó

los siguientes resultados: D. pulex tuvo un coeficiente de correlación de 0.6545 y D. parvula de 0.6398 ($p < .95$), valores que aunque bajos coinciden con el hecho de que ambas especies incrementaron sus poblaciones en los meses más cálidos.

B) En relación a la concentración de oxígeno disuelto se ha reportado que una disminución drástica ocasiona que estos organismos produzcan hemoglobina para compensarla con una mayor eficiencia respiratoria sin alterar su metabolismo (Kring y O'Brien, 1976b), la carencia total del gas sí afecta su distribución; sin embargo en el embalse Danxho las fluctuaciones de este parámetro no fueron de magnitud considerable y no se registraron condiciones de anoxia.

C) Existen evidencias de que la transparencia puede influir en la periodicidad de algunos eventos entre los cladóceros al relacionarse con los fotoperíodos (Bell, 1983); D. laevis tuvo un coeficiente de correlación de 0.61 ($p < .90$); estadísticamente es un valor bajo, sin embargo se observó que esta especie tiende a concentrarse en la superficie, si bien se desconocen los mecanismos exactos que influyen en este fenómeno (Hazelwood y cols. 1961).

D) Con respecto a la profundidad, Tappa (1965) menciona que existen especies como D. ambigua que tienen la capacidad de utilizar toda

la columna de agua y resultan afectadas cuando esta se reduce; los resultados obtenidos muestran que esta especie disminuye su población al tiempo que la profundidad comienza a reducirse, aunque la correlación no es estadísticamente significativa.

E) La depredación va a ejercer una gran influencia sobre la dinámica poblacional de Daphnia al incrementar en ocasiones drásticamente la tasa de mortalidad (Brooks y Dodson, 1965; Kerfoot, 1981). Los principales depredadores de esta especie son rotíferos, ciclopoideos, algunos insectos, larvas de peces, peces e incluso algunos anfibios como salamandras y sapos quienes llegan a consumirla en grandes cantidades principalmente durante sus épocas de reproducción y crecimiento. Daphnia tiene como desventaja en la relación predador-presa su tamaño promedio (2.5 mm) y que sus movimientos no son tan ágiles como los de otros cladóceros (Hall, 1964), además de la depredación diferencial de que son objeto, pues se ha comprobado que algunos peces las prefieren sobre Bosmina y Ceriodaphnia (Kwik y Carter, 1975; Threlkeld, 1979; Lewis, 1978; Kochsiek y cols. 1971; Hazelwood, 1961; Jacobs, 1977). En el embalse Danxho existen algunos de los depredadores de Daphnia, si bien no se evaluó la relación que mantienen, por lo que no es posible descartar su impacto sobre las poblaciones de Daphnia.

F) La competencia por alimento y espacio no solo intraespe

eficaz sino también con otras especies de cladóceros como Bosmina sp. (Neill, 1975) y Ceriodaphnia sp. (Lynch, 1978), es determinante en la variación estacional de Daphnia (Brooks y Dodson, 1965). En el sistema estudiado se encontró que cuando la población de Bosmina longirostris se incrementa en marzo, la densidad de D. ambigua disminuye notablemente. Durante el segundo semestre D. ambigua reduce su población mientras D. pulex y D. parvula incrementan las suyas; no es posible establecer si el patrón observado se debe a las relaciones de competencia, pues si bien D. ambigua fué desplazada, cabe resaltar que no desapareció del sistema y en agosto y septiembre encontramos a las tres especies. D. pulex y D. parvula logran coexistir porque la primera está asociada al fondo del embalse, mientras la segunda se localizó principalmente en la superficie. Por lo tanto podemos inferir que si existen relaciones de competencia entre las especies dominantes deben ser débiles.

DeMott (1983) y Tappa (1965) proponen que la distribución vertical diferencial y la utilización de recursos diferentes son estrategias que tienden a reducir la competencia entre dos especies similares permitiéndoles coexistir en el mismo espacio al mismo tiempo.

A continuación se describen los patrones anuales de comportamiento para cada una de las cinco especies de Daphnia en cada uno de los

tres niveles de muestreo.

Daphnia ambigua tuvo un comportamiento diácrico (Fig. 19), en marzo registró su máxima abundancia anual ($9\ 300\ \text{org}/\text{m}^3$ y $7\ 300\ \text{org}/\text{m}^3$ para superficie y fondo respectivamente); en julio-agosto alcanzó el segundo pulso ($5\ 000\ \text{org}/\text{m}^3$ en el fondo y $4\ 600\ \text{org}/\text{m}^3$ en la región litoral). Esta especie estuvo presente todo el año y el patrón estacional descrito coincide parcialmente con los de otras regiones, por ejemplo, en Michigan, EUA, el mayor número se registró en marzo (Allan, 1977) y en Kansas, EUA, se presentó en mayo (Bruner, 1984); en Ontario, Canadá no se presentó antes de mayo con sus máximas abundancias entre julio y octubre (Kwik y Carter, 1975); en todos los sistemas anteriores es monácrica y desaparece por completo en algunos meses, principalmente en otoño e invierno.

Durante el período invierno-primavera D. parvula se presentó en cantidades regulares y su mayor densidad fué observada en julio ($5\ 300\ \text{org}/\text{m}^3$) en la región de fondo, agosto ($5\ 500\ \text{org}/\text{m}^3$) en la región litoral y septiembre ($8\ 000\ \text{org}/\text{m}^3$) en la superficie (Fig. 20), coincidiendo con las temperaturas más elevadas. En Michigan, EUA (Allan, 1977), y en Kansas, EUA, (Bruner, 1984), presentó patrones monácricos que en julio alcanzaron la mayor densidad.

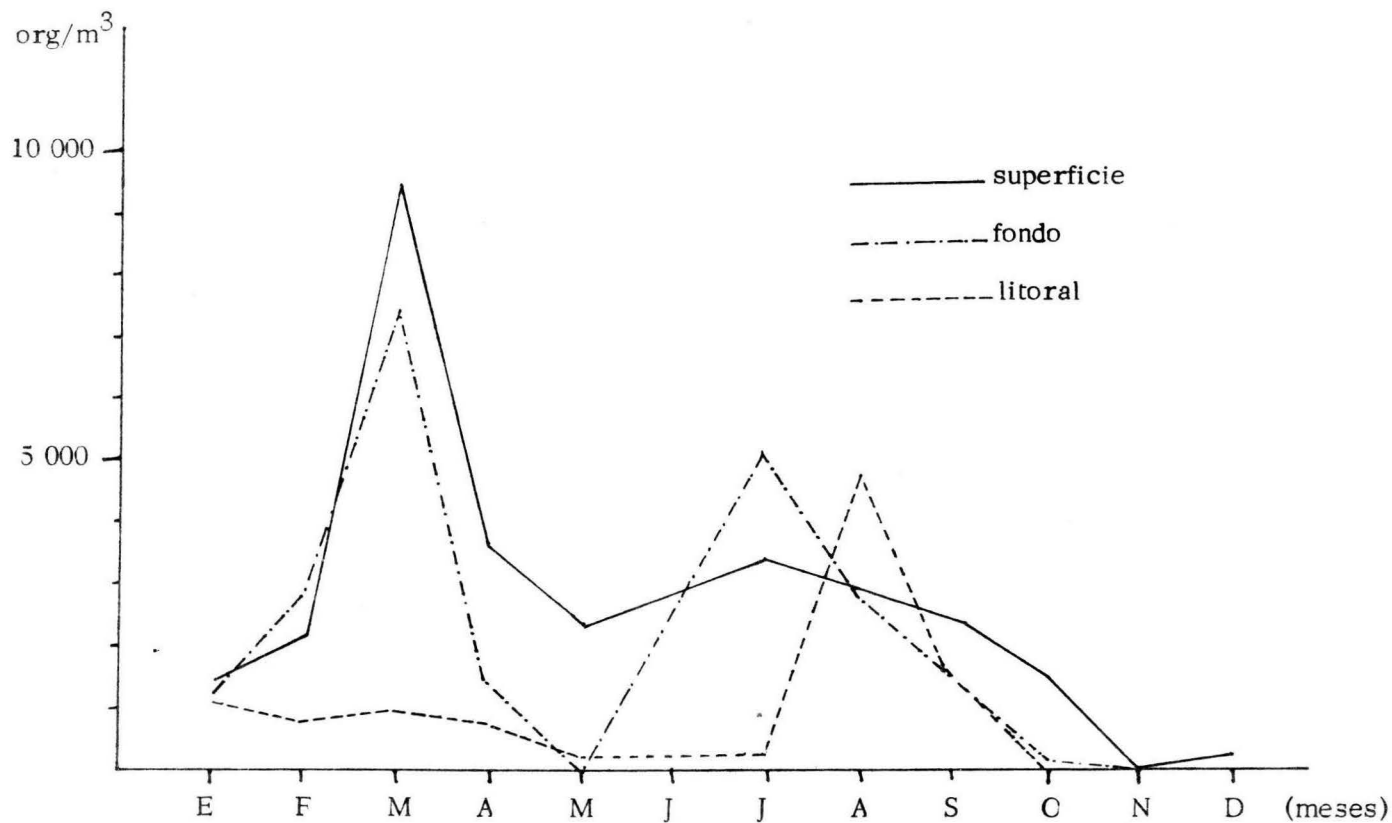


Fig. 19 Fluctuaciones en la densidad de Daphnia ambigua a lo largo del año de estudio.

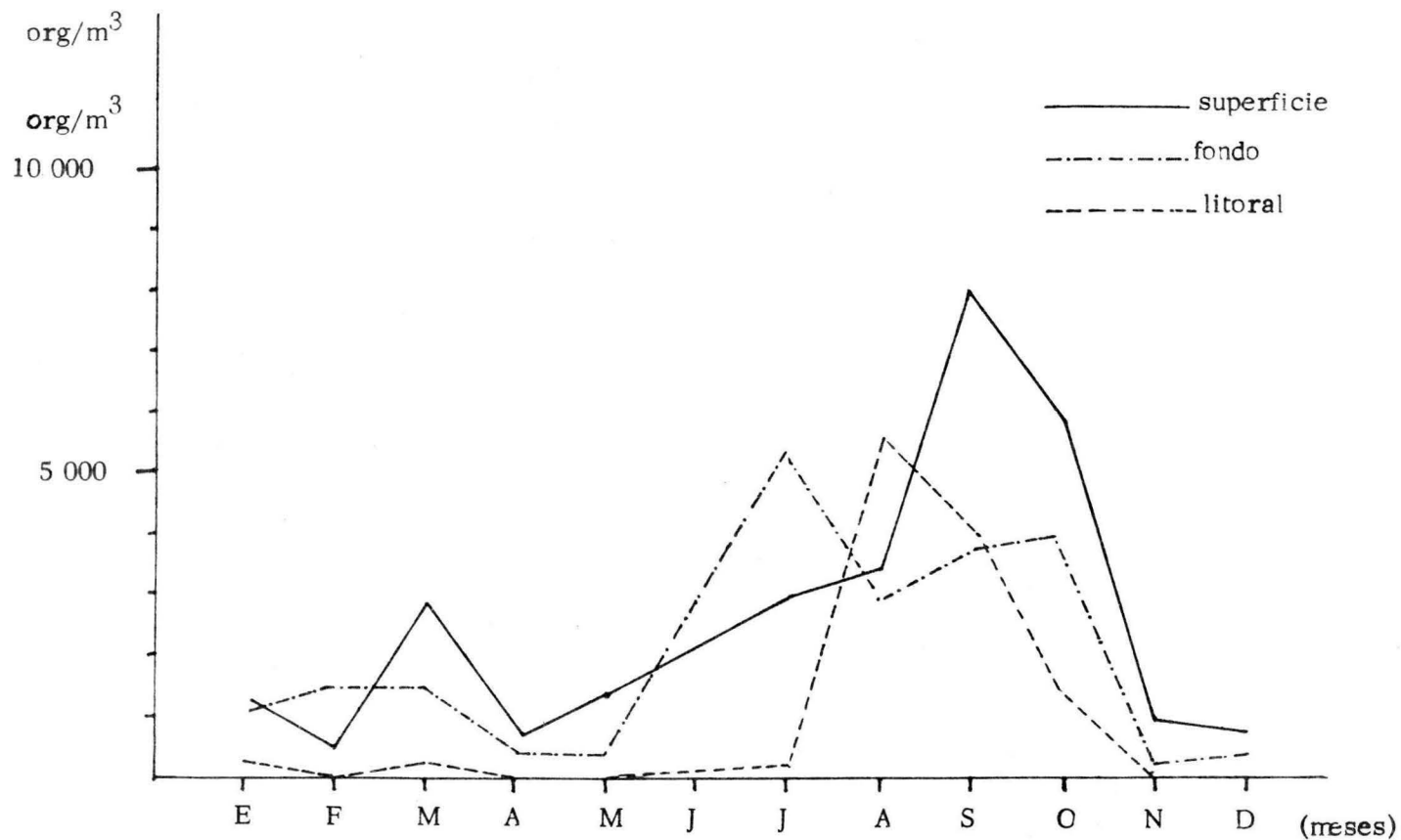


Fig. 20 Fluctuaciones en la densidad de *Daphnia parvula* a lo largo del año de estudio.

Daphnia pulex (Fig. 21), es una especie diácmica; el mayor número de organismos se encontró en julio ($10\ 200\ \text{org}/\text{m}^3$) en el fondo y - octubre ($9\ 300\ \text{org}/\text{m}^3$) en la región litoral y de fondo. La preferencia de esta especie por el fondo radica en su capacidad para alimentarse de las partículas sedimentadas que puede resuspender con el movimiento de sus apéndices (Armengol, 1978; Hebert, 1978). El patrón de esta especie difiere de los reportados en otras regiones; en Texas, EUA, Smith y Fitzpatrick (1979), encontraron la máxima densidad en febrero-marzo; en Minnessota, Lynch (1978), registró el mayor pulso en - julio, en ambos casos dentro de un patrón monácmico.

Daphnia laevis tiene un solo máximo de abundancia ($1\ 000\ \text{org}/\text{m}^3$), registrado en septiembre en el nivel superficial (Fig. 22); esta es una especie escasa que en mayo y noviembre desaparece del sistema.

Daphnia dubia (Fig. 23), fué la especie menos abundante, con un comportamiento diácmico y un promedio de $300\ \text{org}/\text{m}^3$ a lo largo del año. El primer incremento lo presentó en marzo para la región superficial ($400\ \text{org}/\text{m}^3$), mientras en el fondo y región litoral mantiene densidades bajas hasta julio cuando se registra el segundo aumento ($500\ \text{org}/\text{m}^3$), esta vez en el fondo. D. dubia desaparece por completo del sistema en abril, mayo, octubre y noviembre.

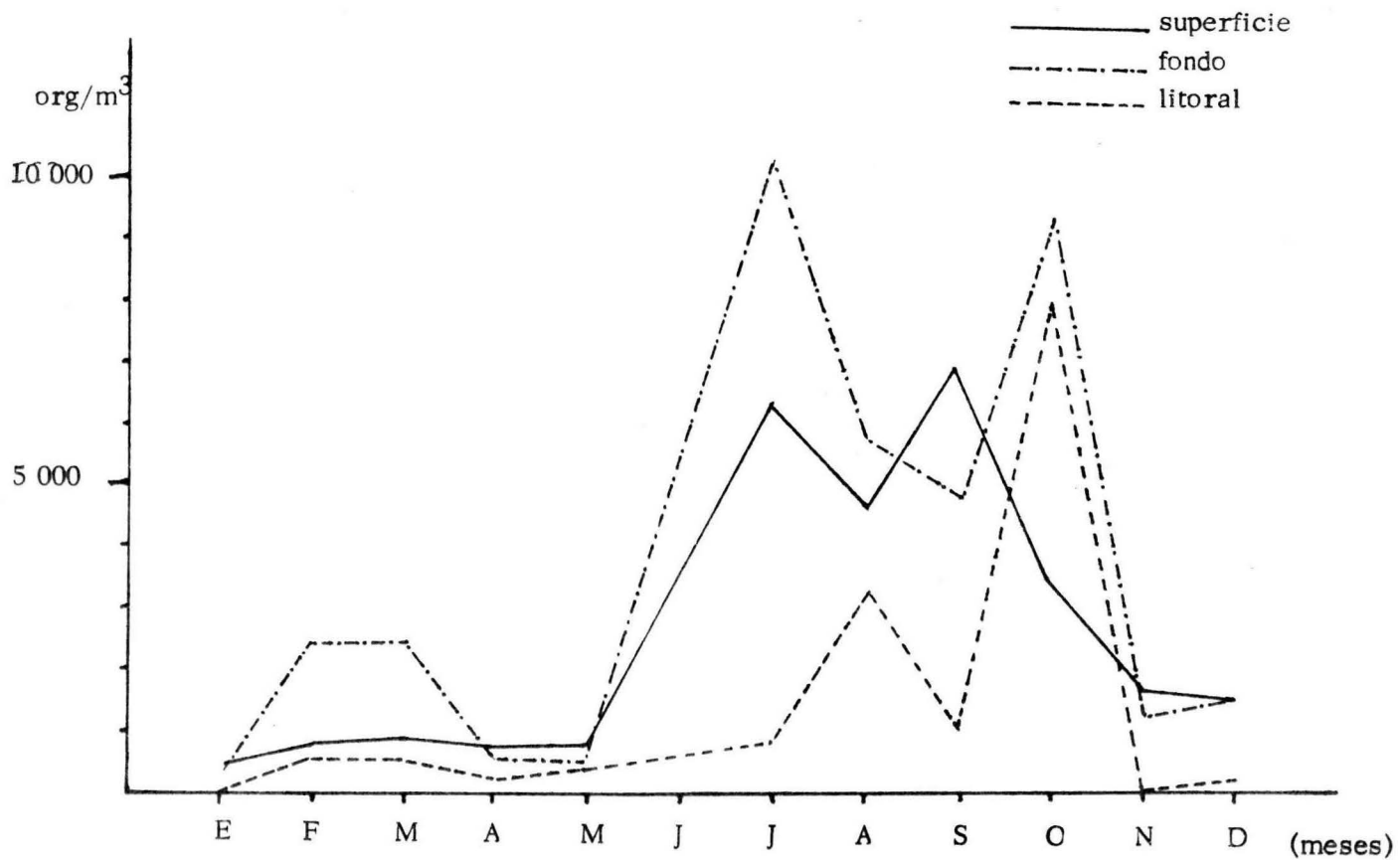


Fig. 21 Fluctuaciones en la densidad de Daphnia pulex a lo largo del año de estudio.

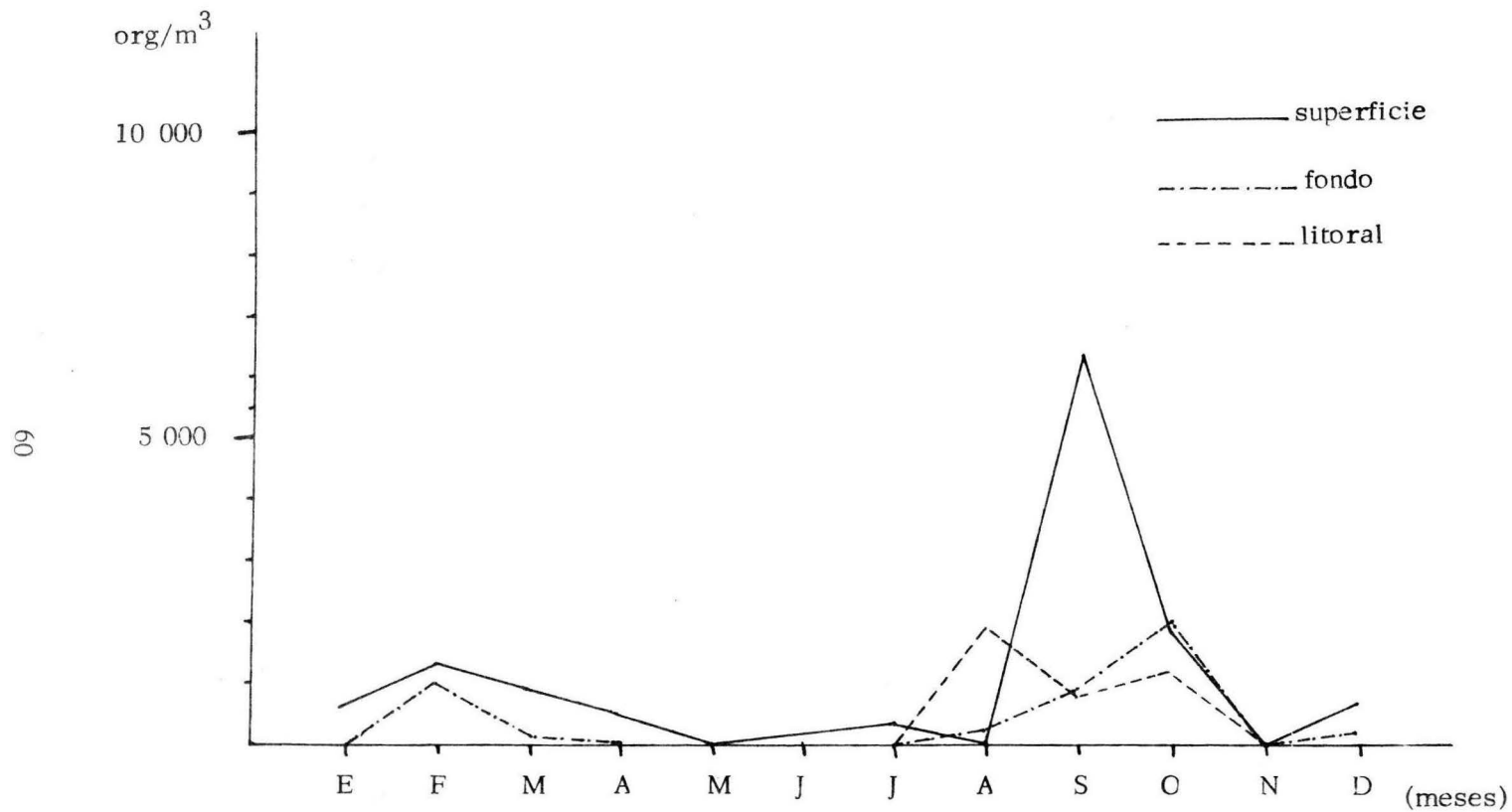


Fig. 22 Fluctuaciones en la densidad de Daphnia laevis a lo largo del año de estudio.

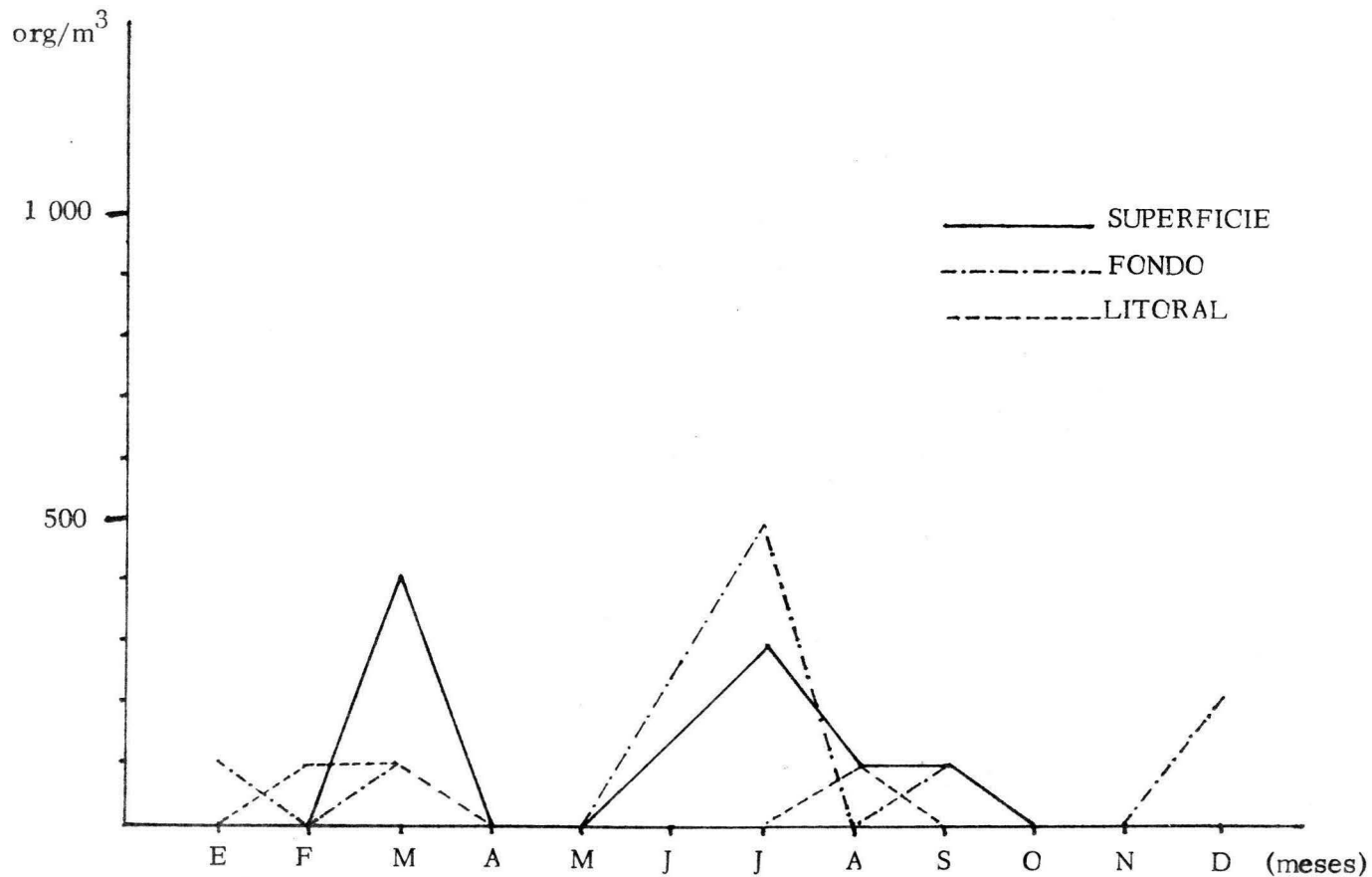


Fig. 23 Fluctuaciones en la densidad de Daphnia dubia a lo largo del año de estudio.

El comportamiento poblacional de las especies registradas a lo largo del año no coincide con los descritos en otras regiones, principalmente en los aspectos de variación estacional, presencia de efipios y época de reproducción sexual.

Es probable que las causas principales de estas diferencias se deban a que las condiciones geográficas y climáticas de nuestro país no se parecen a las que existen en latitudes más altas; un ejemplo de ello es la ausencia de períodos de estratificación térmica y mezcla o de congelamiento en la superficie del cuerpo de agua, ambas condiciones típicas en los sistemas localizados en regiones con estacionalidad marcada.

CONCLUSIONES

- El embalse Danxho, Edo. de Mex. es un cuerpo de agua poco profundo, de baja transparencia, ortógrado, subtropical y con pH ligeramente básico.

- Los parámetros físicos y químicos con excepción de la profundidad tienen un comportamiento casi constante a lo largo del año.

- Se registraron cinco especies del género Daphnia, a saber: D. ambigua, D. pulex, D. parvula, D. dubia y D. laevis; entre las tres primeras formaron el 93.6 % de la abundancia relativa total.

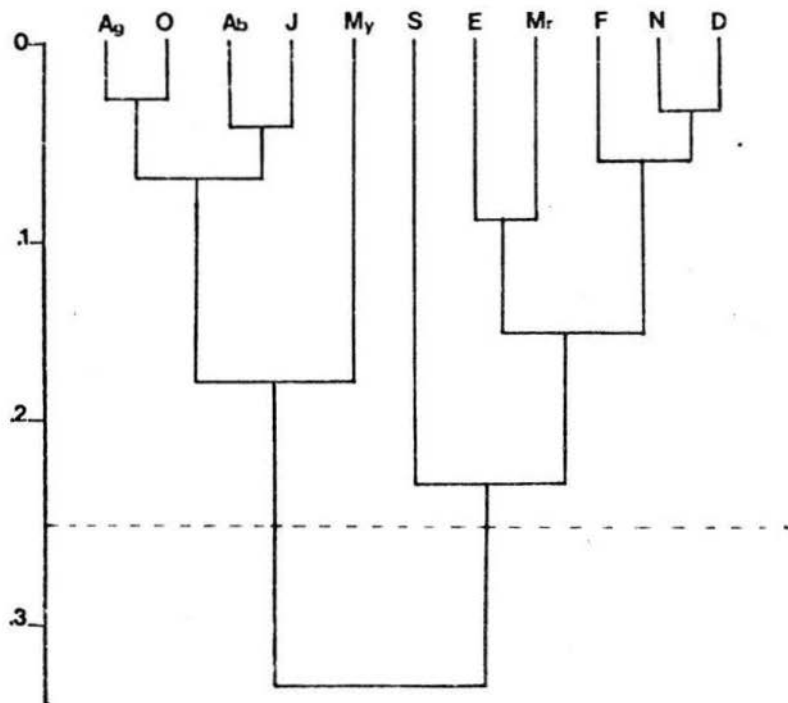
- En lo que se refiere a la distribución espacial de las especies en el área del embalse se encontraron de manera homogénea aunque fueron escasas en la región litoral.

- Con respecto a la variación estacional se observaron dos periodos: el primero comprendido por los meses de enero a mayo (invierno-primavera), dominado por Daphnia ambigua, y el segundo comprendido por los meses de julio a diciembre (verano-otoño), donde D. ambigua es desplazada por D. pulex y D. parvula.

- La correlación simple aplicada entre ambas series de datos (biológicos y parámetros) permite inferir que D. parvula y D. pulex tienen ciclos de vida favorecidos por el incremento de la temperatura y que D. laevis se relaciona con la transparencia.

- D. pulex se localizó principalmente en la región de fondo; D. ambigua, D. parvula y D. dubia se asociaron a la región superficial y D. laevis se distribuyó en ambos niveles.

APENDICE I



Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamientos aplicado a los parámetros físicos y químicos evaluados en el embalse Danxho, E. M., en 1986. La línea punteada indica el nivel en que se hizo la separación de grupos.

APENDICE II

Resultados del análisis de varianza aplicado al número de organismos de cada una de las cinco especies del género Daphnia registrados en las regiones superficial, de fondo y litoral en el embalse Danhxó.

Daphnia ambigua: No hay diferencia significativa

$$S.C. = 1672.9697$$

$$E.S. = 13497.0903$$

$$S_{tot} = 15170.0606$$

$$F_{calc} = 1.86$$

Daphnia dubia: No hay diferencia significativa

$$S.C. = 2.26060606$$

$$E.S. = 44.7272727$$

$$S_{tot} = 47.3333333$$

$$F_{calc} = 0.8739$$

Daphnia laevis: No hay diferencia significativa

$$S.C. = 105.915132$$

$$E.S. = 1053.44454$$

$$S_{tot} = 1158.9697$$

$$F_{calc} = 1.5024163$$

Daphnia pulex: No hay diferencia significativa

$$S.C. = 1368.42425$$

$$E.S. = 12574.6364$$

$$S_{tot} = 13948.0606$$

$$F_{calc} = 1.6317$$

Daphnia pulex: No hay diferencia significativa

$$S.C. = 2730.96972$$

$$E.S. = 23883.2727$$

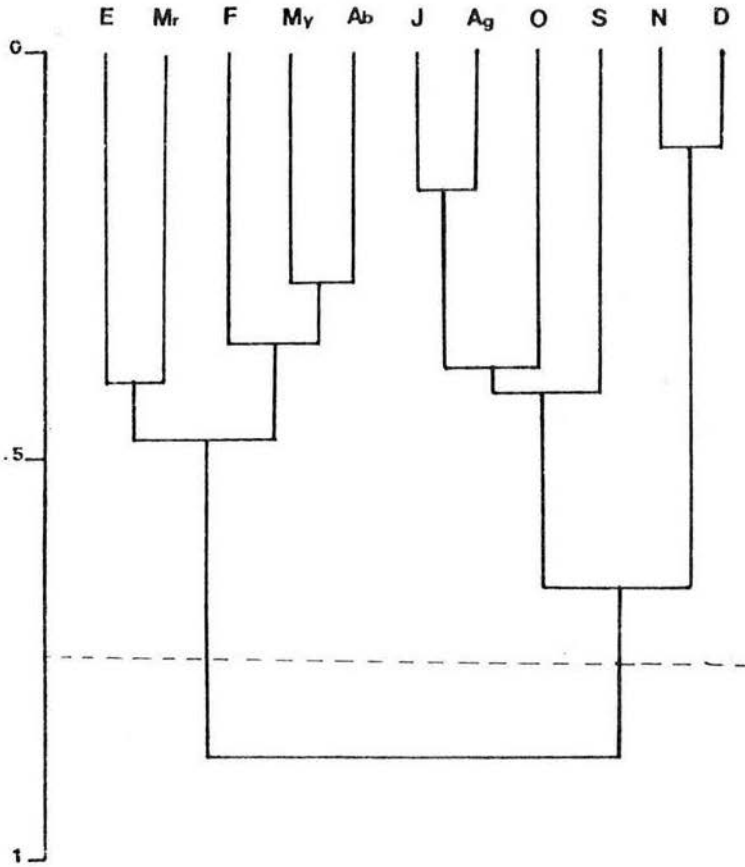
$$S_{tot} = 26614.2424$$

$$F_{calc} = 1.71519$$

nl = 30

F = 3.32

APENDICE III



Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamientos aplicado al número de organismos de las cinco especies de Daphnia registradas en el embalse Danxho, E. M., en 1986. La línea punteada indica el nivel en que se hizo la separación de grupos.

APENDICE IV

Matriz de correlación simple entre los cinco parámetros físicos y químicos y la densidad de cada una de las especies del género Daphnia registrados en el embalse Danxho, Edo. de Mex. en 1986.

	I									
II	0.6816	II								
III	-0.0035	-0.1980	III							
IV	0.2300	0.1655	0.8077	IV						
V	0.1292	0.2852	0.5387	0.8545	V					
VI	-0.2043	-0.0554	0.6123	0.3730	0.0938	VI				
VII	0.5617	0.1564	0.1634	0.0749	-0.1083	0.2904	VII			
VIII	-0.2201	-0.0640	-0.4687	-0.6722	-0.7186	0.0924	0.5182	VIII		
IX	0.0040	-0.0241	0.3497	0.6389	0.6545	-0.1711	-0.6222	-0.8326	IX	
X	-0.1960	0.0554	-0.3736	-0.0908	0.1985	-0.4104	0.4182	-0.1410	0.3171	X

I Daphnia ambigua
 II Daphnia dubia
 III Daphnia laevis
 IV Daphnia parvula
 V Daphnia pulex

VI transparencia
 VII profundidad
 VIII concentración de O₂
 IX temperatura
 X pH

$p_{90} < 0.6146$

$p_{95} < 0.6324$

LITERATURA CONSULTADA

- Abrams, P., 1983: Theory of limiting similarity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **14**: 359-376.
- Allan, J. D., 1973: Competition and the relative abundances of two cladocerans. *Ecology*, **54**(1): 484-498.
- Allan, J. D., 1976: Life history patterns in zooplankton. *Am. Nat.* **110**: 165-180.
- Allan, J. D., 1977: An analysis of seasonal dynamics of a mixed population of *Daphnia* and the associated cladoceran community. *Freshwater Biology* **7**: 505-512.
- APHA, AWWA and WPCF, 1980: Standard methods for the examination of water and wastewater., 15th Ed. American Public Health Association Pub. Washington, U. S. A
- Armengol, J., 1978: Los crustáceos del plancton en los embalses españoles. *Oecologia Aquatica* **3**: 8-25.
- Armengol, J., 1979: Ecología del zooplancton de los embalses. *Mundo Científico* **2**(11): 168-178.
- Bell, G., 1983: Measuring the cost of reproduction III. The correlation structure of the early life history of *Daphnia pulex*. *Oecologia* **60**: 378-383.
- Borecky, G. W., 1956: Population density of the limnetic cladocera of Pyramidning Reservoir. *Ecology* **37**(4): 719-727.
- Bowman, T. E., Abele, L. G., 1982: The classification of recent crustacea. en: Bliss, D., *The biology of crustacea* Vol. I, Academic Press New York, U. S. A.
- Brooks, J. L., 1959: Cladocera. en: Edmonson, N. C., *Freshwater Biology*. John Wiley & Sons, New York, U. S. A.
- Brooks, J. L., Dodson, S. I., 1965: Predation, body size and composition of plankton. *Science* **150**: 28-35.
- Bruner, G., 1984: Coexistence strategies of *Daphnia* in Lake Reading, Kansas. *Emporia State Research Studies* **32**(3): 5-21
- Burns, C., 1969: Relation between filtering rate, temperature and body size in four species of *Daphnia*. *Limnol. Oceanog.* **14**: 693-700.
- Cifuentes, J. L., Torres, G. M., Frias, M. M., 1987: El océano y sus recursos. Tomo V, Plancton. Ed. Fondo de Cultura Económica, D. F. México.
- Cole, G. A., 1976: Text book of limnology . The C. V. Mosby Co., USA
- Chávez, A. M., 1986: Contribución al conocimiento de la estructura y composición de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- DeMott, W. R., 1982: Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnol. Oceanog.* **27**(3): 518-527.

- DeMott, W. R., 1983: Seasonal succession in a natural Daphnia assemblage. Ecol. Monog. 53(3): 321-340.
- Dodson, S. I., Normandin, J., 1976: Zooplankton: specific distribution -- and food abundance. Limnol. Oceanog. 21(2): 309-313.
- Elias, G. M., 1982: Contribución al conocimiento de los cladóceros del Estado de México con algunas notas ecológicas. Tesis de Licenciatura, ENEP-Iztacala, UNAM.
- Egloff, D. A., Palmer, D. S., 1971: Size relation of the filtering area -- of two Daphnia species. Limnol. Oceanog. 16(6): 900-905.
- Franco, L. J., 1981: Contribución al conocimiento de la estructura y -- composición de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de Licenciatura, ENEP-Iztacala, UNAM.
- Franco, L. J., de la Cruz, A. G., Cruz, G. A., et. al., 1985: Manual de prácticas de ecología. Ed. Limusa, D. F., México.
- Gaviño, G., 1982: Técnicas biológicas selectas para laboratorio y campo. Ed. Limusa, D. F., México.
- González, I. M., 1987: Algunos aspectos de la biología de los bostmfidos del embalse Danxho, Estado de México. Tesis de Licenciatura ENEP-Iztacala, UNAM.
- Hall, D. J., 1964: An experimental approach to the dynamics of a natural population of Daphnia galeata mendotae. Ecology, 45(1): 94-112.
- Hazelwood, D., Parker, R., 1961: Population dynamics of some fresh -- water zooplankton. Ecology, 42(2): 266-274.
- Hebert, P., 1978: The adaptative significance of cyclomorphosis in --- Daphnia: more possibilities. Freshwater Biology 8:313-320.
- Hutchinson, G. E., 1957: A treatise on limnology, Vols. I y II. John -- Wiley & Sons Inc. New York, USA.
- Jacobs, J., 1977: Coexistence of similar zooplankton species by differen -- tial adaptation to reproduction and scape in an environment with fluctuating food and enemy densities II. Field data analysis of Daphnia. Oecologia, 30: 313-329.
- Kaestner, A., 1970: Invertebrate zoology. Vol. III, John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
- Kerfoot, W. C., 1981: Long term replacement cycles in cladoceran communities: a history of predation. Ecology, 62(1): 216-233.
- Kibbi, H. R., 1976: Effect of temperature on the feeding behavior of -- Daphnia rosea. Limnol. Oceanog. 16:580-581.
- Kochsiek, K., Wilhm, J., Morrison, R., 1971: Species diversity of -- net zooplankton and physiochemicals conditions in Keystone Reservoir, Oklahoma. Ecology, 52(6) 1119-1125.
- Kring, R., O'Brien, J. W., 1976a: Accommodation of Daphnia pulex to -- altered pH conditions as measured by feeding rate. Limnol. Oceanog. 21(2): 313-315.

- Kring, R., O'Brien, J. W., 1976b: Effect of varying oxygen concentrations on the filtering rate of Daphnia pulex. Ecology 57: 808-814.
- Kwik, J. K., Carter, J. C., 1975: Population dynamics of limnetic cladocerans in a Beaver pond. J. Fish. Res. Board Can. 32: 341-346
- Legendre, P., Dallot, S., Legendre, L., 1985: Succession within a community: Chronological clustering, with applications to marine and freshwater zooplankton. Am. Nat. 125 (2):257-288.
- Lewis, W. M., 1978: Comparison of temporal and spatial variations in the zooplankton of a lake by means of variance components. Ecology, 59(4): 666-671.
- Lynch, M., 1978: Complex interactions between natural coexploiters -- Daphnia and Ceriodaphnia. Ecology, 59(3): 552-564.
- Margalef, R., 1977: Ecología. 2a. Ed. Ed. Omega, Barcelona, España.
- Margalef, R., 1983: Limnología Ed. Omega, Barcelona, España.
- Matteucci, S., Colma, A., 1982: Metodología para el estudio de la vegetación. Programa regional para el desarrollo científico y tecnológico, OEA., Washington, DC, EUA.
- McLaughlin, P., 1979: Comparative morphology of recent crustacea. W. H. Freeman and Co. San Francisco, USA.
- Mellors, W. K., 1975: Selective predation of ephippial Daphnia and the resistance of ephippial eggs to digestion. Ecology, 56: 974-980.
- Neill, W. E., 1975: Experimental studies of microcrustaceans competition, community composition and efficiency of resource utilization. Ecology, 56: 809-826.
- Pennak, R. W., 1963: Freshwater invertebrates of the United States, 2nd. Ed. John Wiley & Sons Co. pc. 350-418.
- Reid, G., Wood, R. D., 1976: Ecology of inland waters and estuaries. -- 2nd. Ed. D. Van Nostrand Co. New York, USA.
- Ridgman, W. J., 1975: Experimentation in biology. John Wiley & Sons. - New York, USA.
- Rodríguez, R. E., Elfas, G. M., 1986: Comparación del ciclo primavera-verano para el género Daphnia en embalses del Estado de México. VI Coloquio Interno de Investigación, ENEP-Iztacala, UNAM, México.
- Smith, G. A., Fitzpatrick, L. C., 1979: Structure and composition of a zooplankton community in a small North Texas pond ecosystem. The Southwestern Naturalist 24 (1): 1-16.
- Sokal, R. R., Sneath, P. H., 1973: Numerical taxonomy and practice of numerical classification Freeman, San Francisco, USA.
- SRH, 1976: Presas construidas en México. Ed. Resendiz, DF, México.
- Tappa, D. W., 1965: The dynamics of the association of six limnetic -- species of Daphnia in Aziscoos Lake, Maine. Ecol. Monog. 35(4): 395-423.

- Tessier, A., 1986: Comparative population regulation of two planktonic cladocera (Holopedium gibberum and Daphnia catawba). Ecology, 67 (2): 285-302.
- Threlkeld, S. T., 1979: The midsummer dynamics of two Daphnia species in Wintergreen Lake, Michigan. Ecology, 60(1): 165-179.
- Turner, T., 1983: Complexity of early and middle successional stages in a rocky intertidal surfgrass community. Oecologia 60: 56-65.
- Vergberg, F., Verberg, W., 1983: Freshwater adaptations, en: Bliss, D., The biology of crustacea. Vol. III. Academic Press, New York, USA.
- Wright, J.C., 1965: The population dynamics and production of Daphnia in Canyon Ferry Reservoir, Montana. Limnol. Oceanog. 10(4): 583-590.