



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala

CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LA  
COMUNIDAD BENTONICA DEL  
"LAGO NABOR CARRILLO"  
TEXCOCO, MEX.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**BIOLOGA**

P R E S E N T A

*Marisol Tamayo Vázquez*

Director de Tesis: Biol. Mário Chávez Arteaga



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.

**CON CARIÑO**

- A MIS PADRES** GRACIAS, no sólo por darme la oportunidad de vivir, sino por la confianza y paciencia que en mí han depositado durante toda mi existencia.
- A MIS HERMANAS** Por la confianza y apoyo que siempre me han brindado, además las quiero mucho.
- A MARINA** Porque sé que donde quiera que se encuentre festejará conmigo este momento.
- A MIS SOBRINOS** Sandra, Omar, Michel, Alejandro, Benjamín, Brenda, Jessica y Roberto, porque sólo necesitan aprovechar todo cuanto tienen.
- A GUEDELIA RAMIREZ** Por su invaluable ayuda y amistad.
- A MI ESPOSO** Porque a su manera, me da el apoyo necesario para seguir adelante.
- A MI HIJO JUANITO** Con todo el amor que tengo para él.

## AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A LAS SIGUIENTES PERSONAS, PORQUE DE CADA UNA DE ELLAS OBTUVE GRAN AYUDA EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

- Al C. Vicealmirante Gilberto López Lira por las facilidades proporcionadas para concluir este trabajo de Tesis Profesional, así como sus valiosos comentarios y sugerencias.
- Al Biol. Mario M. Chávez Arteaga, su atención y paciencia en la dirección de este trabajo de Tesis.
- Al Fondo de Estudios e Investigaciones Ricardo J. Zevada, quién con su apoyo económico no. 147/86 sustentó en parte el presente estudio.
- Al Ing. Gerardo Cruickshank García, Vocal Ejecutivo del Proyecto Texcoco por las facilidades brindadas para el desarrollo del trabajo de Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA).
- Al Biol. Antonio Gil Zurita y en general al personal del Centro de Datos e Información Oceanográfica de la Dirección General de Oceanografía Naval, por las facilidades y gran ayuda brindada durante la elaboración de este trabajo.
- Al C. Rodolfo Solís Hernández por su invaluable apoyo en la elaboración de las tablas, gráficas y dibujos que contiene el presente trabajo.
- Al personal del Laboratorio Analítico de la Dirección de Aprovechamiento de Aguas del Proyecto Texcoco por la ayuda brindada en el análisis físico-químicos del agua.
- Al personal del Departamento de Manejo de Recursos Bióticos de la Comisión del Lago de Texcoco, por su ayuda en el desarrollo del muestreo biológico.
- Al Biol. Anibal Huerta por su ayuda y asesoramiento en el muestreo biológico realizado.
- A la M. en C. Esperanza Núñez Fernández, por sus atinadas sugerencias y comentarios en la corrección del presente trabajo.
- A todos y cada uno de mis profesores y amigos que directa o indirectamente me ayudaron a seguir adelante.

## INDICE

PAGINA

<b>RESUMEN</b>	
<b>1. INTRODUCCION</b>	
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Antecedentes.....	4
1.3 Area de estudio.....	8
1.4 Objetivos.....	10
<b>2. MATERIAL Y METODOS</b>	
2.1 Programa de trabajo de campo.....	11
2.2 Procedimiento de laboratorio.....	11
2.3 Análisis y manejo de datos.....	12
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
3.1 Parámetros físico-químicos	
3.1.1 Caracterización físico-química.....	14
3.1.2 Comportamiento espacial y temporal.....	16
3.1.3 Parámetros importantes.....	18
3.2 Sustrato	
3.2.1 Composición granulométrica.....	34
3.2.2 Contenido de materia orgánica en sedimentos.	36
3.3 Composición bentónica	
3.3.1 Sistemática.....	38
3.3.2 Abundancia y frecuencia.....	39
3.3.3 Diversidad.....	43
3.3.4 Correlación entre organismos y organismos con parámetros físico-químicos.....	44
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA CITADA</b> .....	<b>53</b>
<b>7. APENDICES I y II</b> .....	<b>61</b>

## RESUMEN

La Zona Federal del ex-vaso de Texcoco se encuentra en vías de rehabilitación parcial, debido a la total desecación que sufrió este cuerpo de agua del Valle de México. Una de las facetas del programa es la construcción de embalses artificiales que sirvan de receptores de agua para mejoramiento del ambiente y su posible abastecimiento a la zona metropolitana. Se realizó un estudio de reconocimiento de la población de macroinvertebrados bentónicos del embalse "Nabor Carrillo", ubicado en la zona de Texcoco y su relación con algunos parámetros físico-químicos del sistema; las colectas se realizaron mensualmente en la zona del fondo de siete estaciones de muestreo durante el ciclo anual (mayo 86 - mayo 87).

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el análisis de componente principal (ACP) y de correlación aplicados, el embalse presenta una marcada zonación desde el punto de vista físico-químico, entre la periferia y el área central relativamente más profunda; en tanto que estacionalmente, no se registró un patrón de comportamiento definido, presentando una elevada mezcla de masas de agua, debidas a las condiciones climáticas de la región. Asimismo, el proceso de mineralización en el área de estudio, parece ser el factor principal de las características hiposalinas que presenta el embalse, además de la alta alcalinidad y dureza del agua.

El aporte orgánico también resultó ser muy importante en el sistema, dada las características del agua proveniente de la planta de tratamiento que lo abastece, con altas concentraciones de fosfatos, sulfatos y nitratos.

La abundancia de especies bentónicas total, fué de 8084 organismos determinados taxonómicamente en 4 Clases, 7 Ordenes y 13 Géneros, la mayoría de ellos distribuidos en la periferia del embalse (ZONA A). en tanto que en la ZONA B localizada en la parte central, esta abundancia biológica se encuentra restringida a unos cuantos dípteros. Para el análisis estadístico de la comunidad, se desarrolló el Diagrama de Abundancia-Frecuencia de Omisted Tuckey, el cuál mostró cuales grupos fueron abundantes en relación con su frecuencia; siendo las larvas de díptero Chironomus y los oligoquetos (Tubificidos), así como el ostrácodo Cypris occidentalis. Asimismo, se calculó el índice de Shannon-Weaver, el cuál reflejó las diferentes condiciones ambientales de la zona central con valores de 0.1177 a diferencia de los alrededores que presentaron valores de diversidad de 0.6542.

El embalse "Nabor Carrillo", es un sistema acuático polimíctico hiposalino, con una intensa carga orgánica, además de presentar una baja diversidad biológica en su zona profunda.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Generalidades

Desde el origen de la humanidad, el hombre ha dependido de los cuerpos de agua continentales como son ríos y lagos, ya que de ellos ha obtenido los recursos necesarios para subsistir. Los lagos como sistemas cerrados que son, presentan características estructurales propias que los diferencian de los ríos, ya que contienen aguas relativamente quietas con ritmos anuales de estancamiento y circulación, que traen como resultado variaciones en toda su dinámica. Otra diferencia es la caracterización geomorfológica de estos cuerpos de agua, la cual varía de acuerdo con los procesos físicos, químicos y biológicos que en ellos se suceden, además de jugar un papel muy importante en el control del metabolismo de las cubetas lacustres en conjunto con los patrones climáticos de su localización (Wetzel, 1981).

Estos sistemas dulceacuícolas albergan gran cantidad de comunidades acuáticas que interactúan con el medio circundante para establecer un equilibrio ecológico-dinámico. En este sentido, la variación de los parámetros ambientales que se presenten será de gran importancia en el mantenimiento de dicho equilibrio; por otra parte, los organismos vivos no sólo están expuestos a la variación y al efecto de estos factores sino que interactúan unos con otros, formando comunidades que presentan especies que pueden dominar o influir entre sí (Schwoerbel, 1975).

Dentro de la clasificación ecológica de la biota de agua dulce, el bentos está representado por organismos que viven fijados en el sedimento del fondo o que permanecen enterrados en él (Odum, 1984). Una de las poblaciones significativamente más abundantes es la de los macroinvertebrados, organismos mayores de 0.595 mm que está constituida principalmente por: insectos, gusanos, moluscos, crustáceos y larvas de insectos, entre otros; de los grupos anteriores, los insectos presentan la particularidad de englobar varios estadios de desarrollo, de los cuales no todos completan su ciclo de vida en el agua (EPA, 1973).

La comunidad bentónica es de gran importancia en el estudio de las aguas dulces, ya que su distribución está en relación con las condiciones necesarias para su desarrollo, tales requerimientos están íntimamente ligados a los cambios estacionales que repercuten en el sustrato o en aguas adyacentes (EPA, 1973; Wetzel, 1981). La distribución y abundancia de los organismos bénticos se encuentra regulada por diversos factores físicos, químicos y biológicos, los cuales pueden estar actuando individualmente o en conjunto en el sistema para producir los diferentes patrones de respuesta. Dentro de estos factores se encuentran: la precipitación, la penetración de luz en el sistema, la concentración de oxígeno, el pH, la profundidad, el contenido de materia orgánica y el tipo de

sedimento; todo esto, sin tomar en cuenta la presiones internas a las que estos organismos estan sujetos, como es la competencia interespecifica con otros miembros de la comunidad (Tessmer y Wefring, 1981).

Los organismos del bentos han desarrollado ciertos mecanismos adaptativos, por medio de los cuales tienen la capacidad de reaccionar y acoplarse a los cambios de calidad del agua en que habitan, hasta el restablecimiento de las condiciones fisiológicamente más favorables. Lo anterior se debe en gran medida, a que la mayoría de los organismos bénticos presentan un ciclo de vida relativamente largo, lo que les permite adoptar características que incluyen tolerancias a los cambios de calidad del agua, (Hynes, 1974; EPA, 1973; Wiederholm, 1980).

El abastecimiento de agua destinado a una población en aumento se torna cada vez más complejo. Desde tiempos remotos, se ha optado por alternativas resolutiveas, creando para ello embalses artificiales que sirven entre otras cosas como controles de flujo fluvial y de producción de energía así como aporte de agua. Dichos sistemas presentan un comportamiento similar al de las cubetas lacustres naturales y a diferencia de éstas, normalmente son pequeños y someros (generalmente con profundidades inferiores a de 20 m), lo cual les permite tener mayor superficie de interacción con los diferentes procesos metabólicos del suelo y de los sedimentos (Ponce *et al*, 1990). Los embalses pueden considerarse como una mezcla de las características de un lago y un río, ya que el flujo es regulado y retardado, de manera que se extiende formando de una capa de agua que alcanza un equilibrio muy avanzado, tanto en relación con el entorno físico como con la biota (Margalef, 1983).

Los embalses reciben entradas considerables de material externo de tipo alóctono en relación con su volumen (Hutchinson, 1957). Este material acumulado que constituye el sedimento, puede ser considerado como una mezcla compleja de diferentes fases sólidas que incluyen arenas, arcillas, silicio, material orgánico, óxidos metálicos, carbonatos y sulfuros, además de abundantes poblaciones bénticas; con el paso del tiempo, los sedimentos van aumentando su cantidad de materia orgánica lábil, mezclada con materiales más estables, y son -en conjunto- utilizados como fuente de carbono para los organismos heterótrofos que habitan en el sedimento generando así una alta demanda y consumo de oxígeno.

Estos cuerpos presentan una fuerte tendencia a la eutrofización, debido a su proximidad con aquellas actividades humanas relacionadas con el manejo de agua además de recibir cantidades variables de nutrimentos y dada la poca circulación, de modo que en forma natural se propicia una alta producción de material orgánico que se acumula en las capas profundas (Margalef, 1977). Lo anterior propicia el desarrollo de condiciones desfavorables para el medio acuático, principalmente para la zona



del fondo y sus poblaciones, afectando la calidad del agua (Lechuga, 1987). Sin embargo, en la mayoría de los estudios realizados para determinar la calidad del agua de los embalses, no se han tomado en cuenta las reacciones que se llevan a cabo en los sedimentos, los cuales juegan un papel muy importante en su evolución (Forsberg, 1989).

## 1.2 Antecedentes

En el Estado de México se localiza una gran cantidad de cuerpos de agua dulce de gran importancia por los recursos comerciales o silvestres que producen, trátase de embalses o de formaciones lacustres naturales de la región. Uno de ellos es muy conocido por la vasta extensión que ocupaba en la época prehispánica, el antiguo lago de Texcoco; desafortunadamente, ésta reserva ha ido desapareciendo paulatinamente debido a las condiciones ambientales de la zona noroeste del área metropolitana, así como a la descontrolada explotación del hombre.

Esta formación lacustre estaba constituida de numerosos lagos comunicados entre sí, entre los que se encontraban: los lagos de Zumpango y Xaltocan, al norte; Xochimilco y Chalco, al sur, y México y Texcoco al centro, ocupando una área aproximada de 200 Km<sup>2</sup>. Había también, una gran abundancia de recursos bióticos que sostenían la economía de las poblaciones aledañas. Los mismos pobladores aztecas capturaban pescado blanco y charal, así como ranas, ajolotes y demás productos de origen animal y vegetal de los alrededores y del lago mismo, manteniéndose siempre en equilibrio (SARH, 1983).

Desafortunadamente, las alteraciones drásticas de este sistema lacustre -iniciadas con el drenaje de las aguas durante la época de la conquista de México hasta su desecación total-, modificaron negativamente la ecología regional de la zona, provocando la extinción de la mayoría de los recursos silvestres y afectando el equilibrio ecológico y socio-económico de la región (Leyva, 1985); incluso cronistas, como Fray Bernardino de Sahagún y Bartolomé de las Casas, mencionan la gran riqueza faunística del Valle de México (Granillo, 1985); dentro de estos recursos se citan: el charal, el mexclapique, insectos varios, moscos para pájaro, acociles, pulgas de agua y alga espirulina entre otros (Memorias del Drenaje Profundo, citado en: Ojendis, 1986).

Herrera caracterizó al Valle de México, en 1890 -incluyendo los lagos de Texcoco, San Cristóbal, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco y Chalco-, como una gran provincia zoológica y florística. En este trabajo además se reportan varias familias de las Clase Insecta, como Coleóptera, Lepidóptera, Hemíptera, Neuroptera, Ortóptera y en menor cantidad, otros grupos como Arácnidos, Miriápodos, Crustáceos, Moluscos y gusanos Anélidos, y aún cuando no reportan cifras numéricas, las menciona como especies muy abundantes. A este respecto, la Comisión Coordinadora para el desarrollo del Distrito Federal ha registrado pérdidas de muchos de estos recursos, hasta llegar al punto crítico de ponerlos en peligro de extinción, como sucedió con la sobre-explotación de pez "amarillo" (Granillo, 1985; Leyva, 1985).

La problemática actual de la zona del ex-lago de Texcoco, la cual se extiende a toda la cuenca del Valle de México, se enfoca principalmente a la explotación desmedida de los acuíferos y aguas subterráneas que desde los años treinta se practicaban en la región (Cruickshank, 1971); esto se debe en gran medida, al incontrolable crecimiento demográfico en el Valle que demanda un mayor volumen de agua para los servicios más elementales (Ladislao, 1985). Hasta el momento, tal demanda ha sido cubierta extrayendo alrededor de 70 m<sup>3</sup>/seg de agua subterránea por bombeo de diferentes pozos que se encuentran en la zona (Cruickshank, 1984); sin embargo, de continuar con la extracción de agua subterránea como hasta ahora, a corto plazo bajará aún más el manto freático de la zona (Corro, 1985). Aunado a lo anterior, la importante variación climática que ha sido de intensas épocas de sequía alternadas con niveles de evaporación muy superiores al régimen pluvial, ha provocado la reducción total del lago de Texcoco (Rangel, 1934; Osorio-Tafall, 1946; SARH, 1983)

Los trabajos ecológicos realizados en la zona del ex-lago de Texcoco se remontan a la década de los treinta, cuando diversos autores -como Alhston en Osorio Tafall, 1942, contribuyeron a la caracterización de la fauna protozoológica y macrobentónica de los diferentes vasos lacustres, entre los que se encontraban los lagos de Texcoco y el Salto, junto con el río Lerma. Otra fuente de datos hidrológicos y climatológicos de las principales cuencas del país, fue realizada por la Comisión Nacional de Irrigación durante los años cuarenta, en ellos se registra la variación de los diferentes parámetros físico-químicos que caracterizaban estas cuencas, sin embargo, en aquel entonces era escaso el enfoque biológico que se le daba a estos estudios (Osorio-Tafall, 1944).

También se han realizado otros estudios, referentes al uso del suelo y la importancia de las altas concentraciones de sales que se producían en la zona, como el tequesquite, la sal común, la sal de Glober y la sosa cáustica; dichos estudios recalcan la poca factibilidad del cultivo de especies arbóreas en la zona (Rangel, 1934; Laríos, 1938; Orozco y Medinaveitia, 1941). A este respecto, Tirado y colaboradores (1970), realizaron un estudio sobre los parámetros físico-químicos y biológicos del suelo, en donde ratifican sus malas condiciones, las cuales afectan los procesos microbiológicos más importantes para la fertilidad y desarrollo de vegetales, como podría ser el proceso de fijación de Nitrógeno.

En años más recientes, los estudios realizados en el área de Texcoco se deben a la Comisión de Lago de Texcoco, la cuál fué creada en el año de 1971 como "Plan Texcoco" (Cruickshank, 1984; Cárdenas, 1985). Dentro de los planes de rehabilitación de la zona que llevará a cabo esta Comisión, se encuentra el tratamiento y distribución de aguas residuales domésticas, motivo por el cuál se han creado cuatro embalses o lagos artificiales de poca profundidad y gran superficie expuesta que sirvan como reguladores de los escurrimientos de los ríos que confluyen al ex-vaso de Texcoco.

Además de almacenar aguas tratadas que ya sea en conjunto o por separado, surtan las demandas de agua para el riego agrícola, e industrialmente para el enfriamiento de plantas de energía de gran capacidad (Nacional Financiera, 1969; Cruickshank, 1984). Estos embalses son: el Lago "Nabor Carrillo", el lago de Regulación Horaria, el Lago Churubusco y el Lago de Desviación Combinada; asimismo, se contempla la creación de otros dos lagos con los que se podrá incrementar la actual capacidad de almacenamiento de 60 millones de m<sup>3</sup> de agua aproximadamente (SARH, 1983; Valero, 1985).

Hasta la fecha, se ha elaborado un plan general para determinar el estado ecológico de la zona, no obstante su importancia, no existen estudios ecológicos formales al respecto (Chávez y Huerta, 1985). En dicho plan se considera la evaluación de las características físico-químicas del agua de los embalses y del suelo, así como de su variación climática. En cuanto a los componentes bióticos, las actividades de la Comisión del Lago de Texcoco se enfocan sólo a aquellos recursos que proporcionan alimento y abrigo a las aves migratorias y que corresponden a la vegetación de macrofitas, acompañadas en ocasiones de animales del bentos, en su mayoría insectos acuáticos (Chávez y Huerta, 1985).

En este sentido, los hábitats artificiales formados con aguas tratadas a nivel secundario, como es el caso del embalse "Nabor Carrillo", han observado una alta producción de invertebrados; sin embargo, se ha comprobado que la fauna presente es poco diversa a diferencia de aquellos sistemas que contienen agua de lluvia o escurrimientos, además de presentar gran variedad de fauna y proporcionar indirectamente mayor capacidad para albergar altas densidades de aves silvestres (Lack, 1966; en Chavéz y Huerta, 1984).

En el estudio realizado por Ojendis (1985), en una fracción del evaporador solar "El Caracol", describe las características de las poblaciones bentónicas de esa zona, las cuales forman parte significativa de los hábitos alimenticios del godeido Girardinichthys viviparus, también conocido como "mexclapique"; entre las especies reportadas destacan las larvas de díptero (quironómidos), podócopos y de la clase crustácea ciclopoideos y efipios, entre los más importantes.

Recientemente, el Centro de Investigación y Entrenamiento y Control de la Calidad del Agua (CIECCA), dependiente de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, ha llevado a cabo diversos estudios de calidad del agua del lago "Nabor Carrillo", enfocando sus actividades a bioensayos, biomonitoreos, tratamiento de aguas residuales e indicadores biológicos, entre otros (Díaz, 1984).

Uno de los trabajos más recientes, realizado en el lago en estudio, destaca que la calidad del agua del afluente -es decir, el agua proveniente de la planta- es de mala calidad, ya que los valores de los parámetros físico-químicos registrados se incrementan notablemente, sobre todo en lo referente a la carga orgánica de nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo en sus diferentes formas, de tal manera que lo clasifican como un embalse de aguas mezcladas en un estado avanzado de eutrofización (Díaz, 1987). El mismo autor menciona que dicho estado eutrófico, puede mejorar si la calidad del agua del afluente se mejora a su vez en un 100% con respecto a la renovación de estos nutrientes, para lo cual se requiere que la recirculación del agua se efectúe en un menor tiempo de retención hidráulica, es decir, que tenga entrada y salida de agua constante.

### 1.3 Area de estudio

El área federal del ex-lago de Texcoco comprende una extensión de aproximadamente 11 600 has, ocupando la porción oeste de la mesa central del Valle de México (Fig. 1). El ex-vaso se encuentra a una elevación de 2 236 msnm y presenta un clima semi-seco con verano cálido y lluvioso; la temperatura de la zona oscila entre los 12° y 18° C con valores máximos de 25°C y 32°C y mínimos de 5°C y 8°C, en tanto que la precipitación anual es entre 500 y 600 mm con una evaporación que varía de 1 800 a 2 000 mm, siendo muy superior esta última a la precipitación anual registrada (Chávez y Huerta, 1985; Díaz, 1987). Los vientos dominantes del área de Texcoco corren en dirección NE y NW, con una velocidad de entre 10 y 20 Km/h que en ocasiones llega a 80 Km/h (Rzedowski, 1957; Jauregui, 1975).

El suelo de ex-lago de Texcoco es de tipo salino-sódico con altas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos de sodio, razón por la cual el tipo de vegetación se reduce a pastizales bajos y densos de tipo halófito (Mata, 1986); la capa del suelo está formada de sedimentos lacustres arcillosos blandos y altamente plásticos e impermeables, cuyo espesor crece desde 18 m de profundidad, en el Caracol, hasta 40 m en el Bordo de Xochiaca, (Castillo, 1985).

En esta zona el manto freático se encuentra a 1.5 m de profundidad, razón por la cual existen vastos depósitos de agua salobre rica en carbonatos y cloruros de sodio, debidos principalmente al proceso natural de lavado de los suelos, aunado a la intensa intemperización de los márgenes de la ciudad de México, (Tirado, 1970; Pereira, 1985; Tarín, 1986). Hasta la profundidad de 60 m el agua es igualmente salina, presentando una concentración de sales de 54 ppm., de las cuales el 50% son de carbonatos y bicarbonatos de sodio con cantidades menores de cloruro de sodio y demás compuestos (Castillo, 1985; Ladislao, 1985).

El "Lago Nabor Carrillo" se ubica dentro de la zona Federal del Lago de Texcoco, entre las coordenadas 19° 28' 00" de latitud norte y 98° 58' 00" de longitud oeste, ocupando una extensión de 920 has, de las 8 200 has que tiene designadas la Comisión del Lago de Texcoco (Nacional Financiera, 1969; SARH, 1983); al igual que el embalse "Churubusco", fue construido extrayendo agua de las arcillas del subsuelo mediante el bombeo ininterrumpido de 180 pozos someros, dispuestos en una superficie de 3000 X 1200 m provocando con ello el hundimiento y consolidación del terreno y alcanzando un máximo de cuatro metros de profundidad y una capacidad de 12 millones de m<sup>3</sup> (Ladislao, 1985).

Como se puede observar en la figura 1, la forma del embalse es rectangular con 9,4016 m<sup>2</sup> cuadrados de superficie, alrededor del cual se construyó un bordo perimetral tipo presa de baja

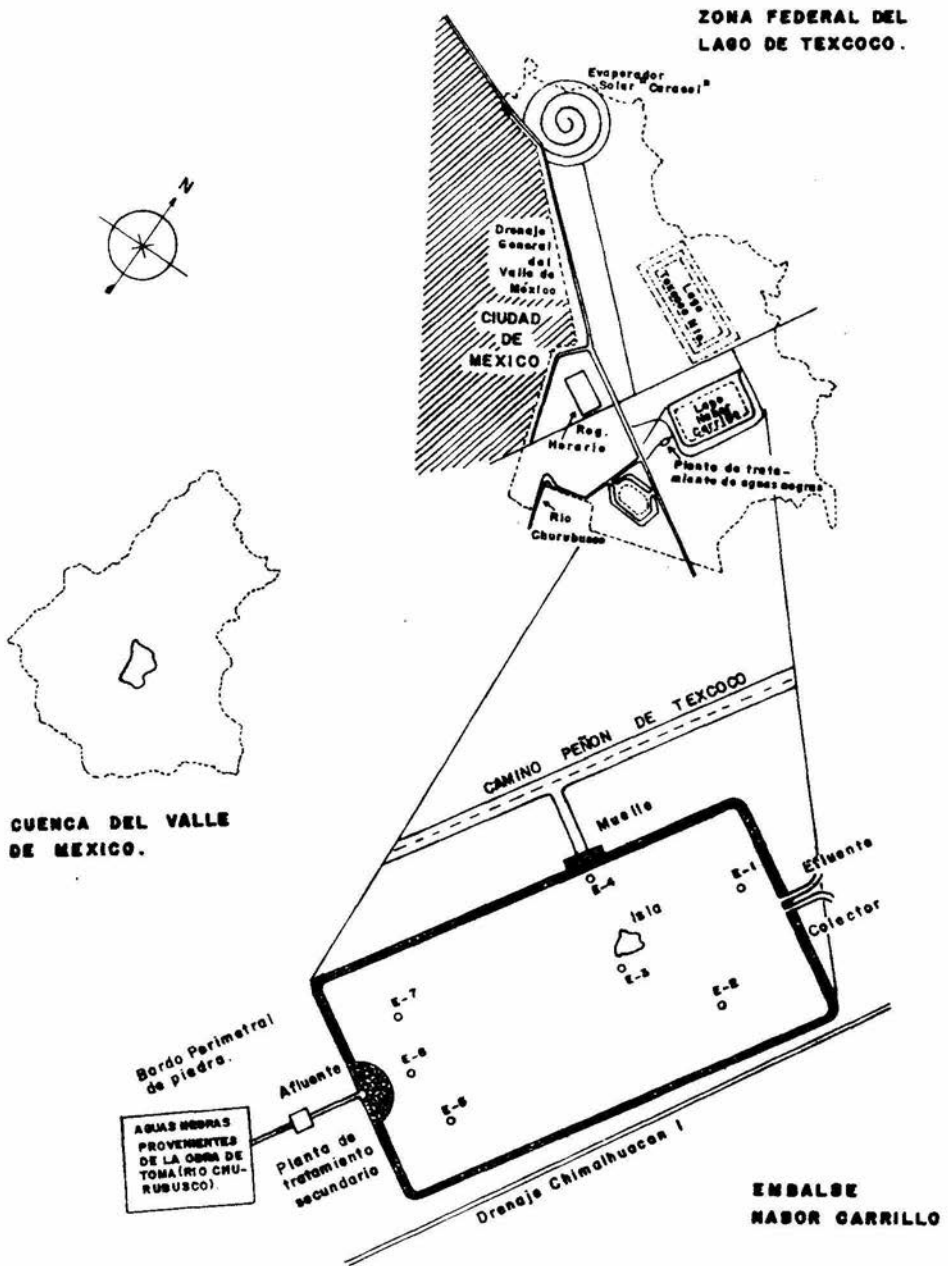


Fig. 1 UBICACION DEL "LAGO NABOR CARRILLO" EN LA ZONA FEDERAL DEL EX-VASO DE TEXCOCO, MEXICO.

altura, aumentando así su capacidad de almacenamiento a 21 millones de m<sup>3</sup>, con una profundidad media de 2.29 m (Ladislao, 1985; Díaz, 1987); además, en la parte central se localiza una isleta planeada para uso recreativo.

El aporte principal de agua que llena el embalse en estudio, proviene de la planta de tratamiento que allí se localiza y que tiene un promedio actual de producción de agua de 1 m<sup>3</sup>/seg; las aguas que sirven de materia prima para dicha planta, provienen de un ramal del río Churubusco y el sistema con el que se tratan estas aguas, es el llamado "Lodos activados" a nivel secundario convencional con aereación mecánica superficial (Ladislao, 1985).

Durante el proceso antes descrito, se remueven teóricamente entre el 80% y 90% de la materia orgánica contenida en el agua por mecanismos físicos y biológicos integrados, de los cuales se obtiene agua transparente que sólo conserva un mínimo de contaminantes, según datos de calidad de agua realizados anteriormente (Ladislao, 1985; Murillo, 1984). Finalmente, en los extremos más angostos del embalse se encuentran la entrada o afluente y salida o efluente de aguas tratadas, que posteriormente son enviadas a campos agrícolas aledaños, como sucede actualmente con el poblado de Texcoco (Corro, 1985).

Tomando en cuenta sus condiciones poco comunes de ser artificial y de tener como aporte principal aguas tratadas que le confieren características particulares, sobre todo en la dinámica de la zona del fondo, las comunidades bentónicas juegan un papel muy importante en la evaluación de las condiciones ecológicas.

Dada la importancia actual de la zona de estudio y de sus recursos hidráulicos, es de gran interés el llevar a cabo investigaciones que tiendan a un mayor conocimiento de este tipo de sistemas acuáticos. Para ello, se plantearon los siguientes objetivos:

#### 1.4 Objetivos

- \* Caracterizar la fauna de macroinvertebrados bentónicos que alberga el embalse "Nabor Carrillo".
- Establecer la relación de esta población con la variación de los parámetros físico-químicos anuales que rigen a la zona de Texcoco, principalmente en la zona del fondo donde se llevan a cabo gran cantidad de reacciones químicas.



## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1 Programa de trabajo en el campo

Se llevaron a cabo muestreos mensuales en el embalse "Nabor Carrillo" a partir del mes de mayo de 1986 hasta mayo de 1987. Se delimitaron siete estaciones de muestreo, localizadas en diferentes puntos del embalse (Fig. 1), tomando en cuenta la entrada y salida de agua, así como la morfometría del propio sistema, como propone Margalef (1977). Para el análisis de sedimento solo se muestrearon cuatro meses representativos del ciclo anual, que fueron mayo, julio y septiembre de 86 y febrero de 87.

En cada una de las estaciones de muestreo se llevó el registro de los parámetros físico-químicos "in situ", como son: profundidad con ayuda de una sondaleza; transparencia con Disco de Secchi; temperatura con termómetro de mercurio; conc. de oxígeno disuelto con oxímetro YSI modelo 51B y potencial Hidrógeno (pH) con un potenciómetro Digi-Sense mod. 5985. Asimismo, fueron extraídas muestras de agua con botellas Van Dorn de 2.5 litros de capacidad a una profundidad de 0.5 metros sobre el fondo, para la determinación de los parámetros físico-químicos de laboratorio.

También fueron colectadas dos muestras de sedimento del fondo del lago, con ayuda de una draga Eckman de 15.2 X 15.2 cm (231 cm<sup>2</sup>). Ambas fueron colocadas en bolsas de polietileno para su posterior tratamiento y análisis biológico y sedimentológico.

### 2.2 Procedimientos de laboratorio

Los parámetros fueron cuantificados por el personal del Departamento de Análisis Químico de la Comisión del Lago de Texcoco, siguiendo las técnicas de análisis físico-químico descritas en el Manual de Normas de Análisis de aguas (SARH, 1982), y en los Métodos Estandar (APHA, 1986); estos parámetros fueron los siguientes:

PARA M E T R O	M E T O D O
NITROGENO AMONICAL	Macrokjieldall
NITRATOS	Método de Brucina
NITROGENO ORGANICO	Macrokjieldall
FOSFATOS	Colorimétrico
SULFATOS	Turbidimétrico con BaCl
ALCALINIDAD	Potenciométrico
DUREZA TOTAL	Titulométrico con EDTA
SALINIDAD	Suma total de sales
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	Incubación a 20°C
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	Volumétrico de reflujo

Algunos parámetros no fueron evaluados durante el bimestre diciembre-enero, por las malas condiciones climáticas y por tanto no se contó con esos registros. De las muestras de sedimento una se empleo para el análisis granulométrico usando la técnica de textura de suelos propuesto por Wentworth (1922, en: Folk, 1969); a través de tamices estándar de 0.59, 0.25, 0.177, 0.074 y 0.038 mm de abertura de malla con los cuales se separaron los diferentes tamaños de los sedimentos secos y tamizados en el agitador Ro-tap durante un intervalo de tiempo de 10 min. Los porcentajes de cada una de las fracciones de la muestra agitada, se representaron en el Triángulo de Textura de Shepard, para la determinación del tipo de sedimento.

Asimismo, fue determinado el porciento de contenido orgánico de las muestras de sedimento de la fracción mas superficial de cada una de ellas durante todos los meses de muestreo por el método de pérdida de peso -por ignición a 550° C libre de cenizas, descrito en los Métodos Estándar (APHA, 1976)-. Basandose en la pérdida de peso de una fracción de sedimento que es secado en una estufa durante 24 horas a una temperatura de 103°C, posteriormente se incineran en una mufla de alta temperatura a 550° C por un período de 2 a 3 horas; la diferencia de peso resultante durante el proceso de ignición es representado en porciento (Dean, 1974).

La segunda muestra de draga fue utilizada para la obtención de organismos macroinvertebrados presentes en cada estacion, estos fueron separados con ayuda de un tamiz estándar de 0.59 mm de abertura de malla (EPA, 1973); los organismos fueron preservados en alcohol al 80% con 5% de glicerina para su posterior identificación taxonómica, con el uso de bibliografía especializada (Brinkhurs, 1963; Edmonson, 1959; Hungerford, 1940; Mason, 1973; Merrit y Cummins, 1984; Pennak, 1953; Usinger 1956).

### 2.3 Análisis y manejo de datos

A los resultados físico-químicos se les aplicó un análisis de componentes principales (ACP) (Jeffers, 1978); con el cual se estableció el orden de importancia de todas las variables cuantificadas, condensadas al máximo a partir de las correlaciones lineales existentes entre cada par de parámetros; para ello se uso el coeficiente de correlación Producto-Momento de Pearson (Sokal y Rohlf, 1980). Se obtuvieron los vectores característicos de la matriz general de correlación -valores eigen-. Para el análisis posterior, se consideró solamente aquellos componentes que satisficieran el criterio propuesto por Kaiser (1958).

Para la determinación de las variaciones físico-químicas espaciales y temporales del embalse, se utilizó un sistema de clasificación por semejanza, con base en el método aglomerativo de grupos "clustering", para análisis de agrupamientos (Crisci y López, 1983).

Los resultados biológicos obtenidos fueron analizados para establecer la caracterización biótica y su relación con los parámetros físico-químicos del embalse "Nabor Carrillo"; para ello se siguieron los siguientes procedimientos:

- a) a la comunidad bentónica se le determinó la abundancia absoluta con respecto al total de organismos colectados en cada una de las estaciones de muestreo, así como la frecuencia estadística de aparición de los diferentes géneros encontrados. Se les ubicó dentro de la clasificación de abundancia propuesta por Olmstead Tukey (Steel y Torrie, 1985), en donde los géneros encontrados se ordenaron de acuerdo a su abundancia y frecuencia.
- b) Para determinar la diversidad de la comunidad bentónica del embalse, se usó el Índice de Shannon-Weaver ya que como menciona Tramer (1969), permite determinar cuál o cuáles componentes de la población, -en este caso bentónica-, juega el papel más importante dentro de la misma y sus cambios, de acuerdo con a la riqueza de especies, incluso resulta ser el índice más adecuado para estudios de diversidad de macroinvertebrados, como lo sugiere Weber (1973).
- c) En cuanto a las condiciones ambientales preferentes para cada organismo, se determinaron relacionando la presencia y frecuencia de los géneros encontrados con los parámetros físico-químicos de la estación de colecta, por medio de un análisis de correlación.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1 Parámetros físico-químico

##### 3.1.1 Caracterización físico-química

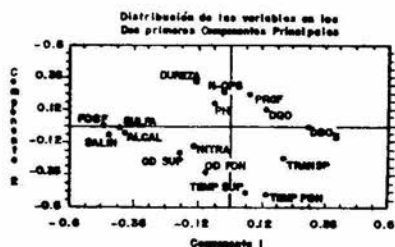
Se realizó un análisis de componente principal (ACP) a los 17 parámetros físico-químicos registrados. Dicho análisis nos permitió ordenarlos de acuerdo con su participación en la variación del ecosistema, y como propone Ponce y Arredondo (1986), este tipo de análisis multivariado es muy adecuado para el tratamiento de datos limnológicos. De acuerdo con el método gráfico propuesto por Kaiser (Mardia, 1979) resultarán ser los seis primeros componentes los que explican la heterogeneidad del sistema muestreado, con un 75.27% de varianza acumulada, así como el carácter de dicha heterogeneidad (Fig. 2).

El primero de ellos tuvo 20.16% de variación y estuvo representado por la salinidad, la alcalinidad y las concentraciones de fosfatos y sulfatos, en tanto que para el segundo componente que tuvo 16.72% se refirió a la temperatura del agua tanto de superficie como de fondo, así como su dureza total; el tercero que representó el 12.11% correspondió a la concentración de oxígeno de fondo en relación con la profundidad y el pH del agua embalse. El cuarto componente tuvo una variación de 10.28% y estuvo representado por la demanda química de oxígeno, y por último para el quinto y sexto componentes se registró una variación de 9.46% y 6.53% respectivamente y correspondieron a la concentración de nitratos y la demanda bioquímica de oxígeno. De acuerdo con lo anterior se encontró que son 13 los parámetros (Fig. 2) que más intervienen en la variabilidad del sistema por lo que serán estos los que se discutirán en este trabajo. Los datos obtenidos de los 17 parámetros físico-químicos registrados se muestran en las tablas (APENDICE I, tablas 1 al 7).

Dos de los parámetros que forman parte del primer componente (salinidad y alcalinidad) caracterizan la composición iónica del embalse en estudio, estas se encuentran referidas a los elementos conservativos y no conservativos que permanecen disueltos en las aguas y que además son responsables de su equilibrio químico (Margalef, 1980). Por otra parte, es notoria la importancia que tiene en este mismo componente la dinámica trófica, representada por los elementos nutritivos como son los fosfatos en forma de ortofostafos, y la concentración de sulfatos en sus compuestos más asimilables. Ambos reflejan el estado trófico y metabólico del sistema, principalmente en lo que se refiere a las zonas profundas ya que éstos nutrimento proviene en su mayoría de la liberación de los sedimentos, o de manera directa como resultado de la descomposición de la materia orgánica que llega al sistema (Wetzel, 1981).

## ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Número Componente	Porcentaje de Variación	Porcentaje Acumulado
1	20.16133	20.16133
2	16.72052	36.88185
3	12.10901	48.99086
4	10.28449	59.27535
5	9.46225	68.73760
6	6.53235	75.26995
7	5.93966	81.20961
8	4.04502	85.25463
9	3.30881	88.56344
10	2.89990	91.46333
11	2.59667	94.06000
12	1.64435	95.70435
13	1.35361	97.05796
14	1.27954	98.33750
15	.85996	99.19746
16	.65209	99.84955



PARAM.	COMPONENTE 1	COMPONENTE 2	COMPONENTE 3	COMPONENTE 4	COMPONENTE 5	COMPONENTE 6
Temp.Sup.	0.0336064	<b>0.458418</b>	-0.0756155	0.3191	0.133128	-0.104962
Temp.Fond.	0.142575	<b>0.43019</b>	-0.152909	0.0139528	-0.036915	-0.358669
Profund.	0.0744495	-0.249189	<b>0.417044</b>	0.253301	-0.0626837	0.180475
Transp.	0.175116	0.266136	0.366521	0.22717	0.276951	-0.13394
Salinidad	<b>-0.483849</b>	0.113307	0.0931446	0.0317894	-0.0410187	-0.130713
Cl.Dis.Sup.	-0.166324	-0.182231	-0.346137	<b>0.228405</b>	0.18616	<b>0.469315</b>
Cl.Dis.Fond.	-0.0706618	0.291844	<b>0.424362</b>	<b>-0.329279</b>	-0.106347	0.0449539
DBO <sub>5</sub>	0.259759	-0.0764165	-0.0596898	<b>0.003645</b>	0.362616	<b>-0.534743</b>
DQO	0.109803	-0.157979	-0.215174	<b>0.606935</b>	-0.13163	-0.0275001
Nitratos	0.180468	-0.0710612	-0.147176	-0.109663	<b>0.664908</b>	0.362302
Nitr. Org.	-0.324261	-0.236438	-0.195741	3.93335E-4	0.114199	-0.230922
Dureza	-0.141855	<b>-0.425031</b>	-0.169496	-0.123317	0.300967	-0.266862
Fosfatos	-0.413142	0.0826105	0.120699	-0.0757063	-0.0434924	-0.119652
Sulfatos	-0.392082	0.0388577	0.137134	0.148546	0.154741	-7.0675E-3
Alcalinidad	<b>-0.390073</b>	0.122099	0.110931	0.189358	0.31784	-5.1526E-3
PH	-4.2347E-3	-0.205735	<b>-0.407487</b>	0.388999	-0.145643	-0.11492
Nitro.Ama.	0.0865695	0.0517372	0.0614509	-0.0865562	0.100113	-0.0198134

Fig. 2 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE PRINCIPAL (ACP) DE LOS PARAMETROS FÍSICO - QUÍMICOS DEL AGUA.

El hecho de que la dureza total se encuentre dentro del segundo componente, reitera la importancia que representa el efecto de la mineralización en la composición iónica en el embalse Nabor Carrillo, ya que representa la cantidad calcio y magnesio disueltos en el agua. La influencia del patrón climático sobre las características del embalse quedan evidenciadas a través de la importancia de la temperatura en este componente.

El tercer componente está constituido por el oxígeno disuelto, el pH y la profundidad del embalse, lo cuál indica la importancia de sus características metabólicas, relacionadas con su morfometría. Los registros de los dos primeros regulan de manera directa la distribución y crecimiento de los organismos acuáticos, además de influir en gran manera sobre la solubilidad de muchos nutrimentos inorgánicos, todo a su vez regulados por las variaciones estacionales (Wetzel, 1981).

El cuarto y el sexto componente, representados por la demanda química y bioquímica de oxígeno respectivamente, indican la procedencia del agua que alimenta al embalse (agua tratada), lo que le aporta gran cantidad de materia orgánica oxidable. Sin embargo la influencia sobre el cuerpo de agua es menor que la produce la mineralización de ahí que se encuentre en componentes menos importantes.

La concentración de nitratos como parte del quinto componente, refleja la elevada productividad de las aguas del embalse Nabor Carrillo en función de sus componentes tróficos, los cuales dependen en mayor o menor grado del contenido de nitrógeno y fósforo en sus diferentes formas (Forsberg, 1989).

De acuerdo con lo anterior, se denota que para el embalse la mineralización del suelo juega un papel muy importante dentro de su dinámica hidrológica; la composición iónica parece estar determinando el comportamiento del embalse en estudio. Además, también es importante la acción de los parámetros ambientales como son la evaporación y la precipitación anual que para la zona de Texcoco es de 1247 mm y 600 mm respectivamente, (Mata, 1986).

### 3.1.2. Comportamiento espacial y temporal

Se llevó a cabo un análisis aplicando el método de cluster a los registros físico-químicos, para establecer la zonación espacial del embalse, del cuál se obtuvo el dendrograma correspondiente que lo redujo a dos zonas de las siete estaciones de muestreo iniciales, cabe aclarar que el porcentaje de similitud entre ellos fué siempre mayor del 95% (Fig. 3), pero se decidió considerar la separación debido a las observaciones hechas en el campo, quedando como sigue: la ZONA A formada por las estaciones 1,2,4,5,6 y 7; y la ZONA B representada por la estación 3 (área central).

# ESTACIONES

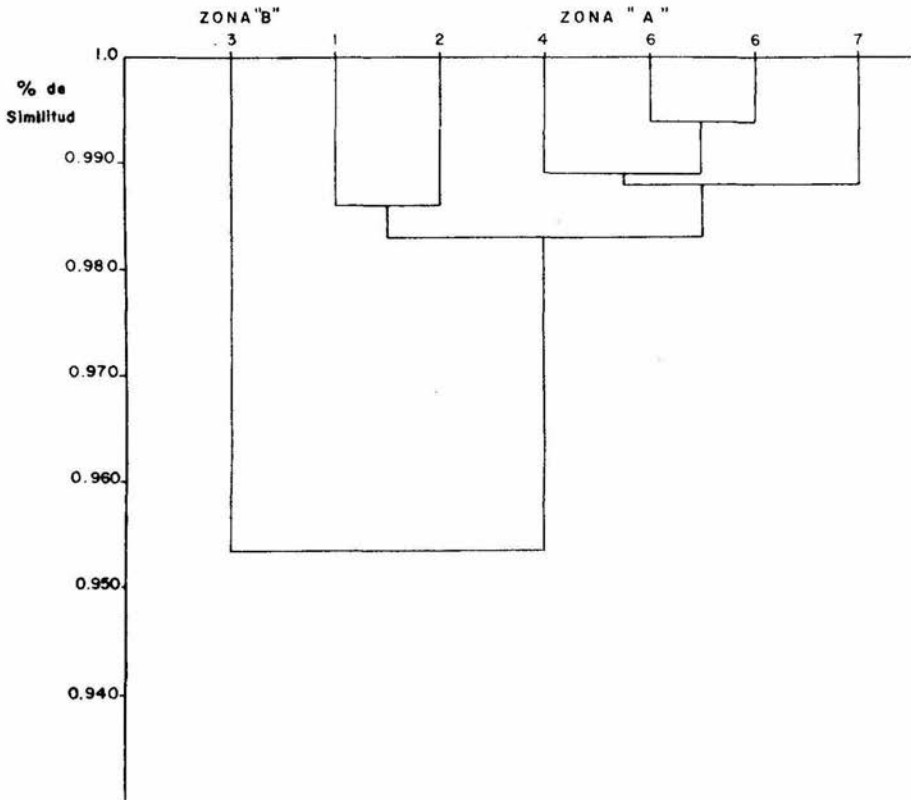


Fig. No. 3 Dendrograma Espacial del embalse "NABOR - CARRILLO" Ex-lago de Texcoco.

Para el caso del análisis temporal, éste no permitió el establecimiento de una estacionalidad definida de acuerdo con el comportamiento físico-químico del lago. Este resultado puede estar reflejando un comportamiento muy homogéneo del lago Nabor Carrillo que puede deberse a las condiciones climáticas de la zona, como puede ser el viento que es determinante en la mezcla de las masas de agua y por la poca profundidad que presenta.

### 3.1.3. Parámetros importantes

A continuación se describe la caracterización físico-química del embalse "Nabor Carrillo" de acuerdo con la ordenación del análisis de componente principal, considerando promedios mensuales de cada parámetro para las zonas resultantes, sus valores máximos, mínimos y desviación estandar respectivos; del mismo modo las representaciones gráficas a lo largo del año.

El registro de salinidad presentó un promedio anual de  $3477.5 \pm 518$  mg/l para la zona A con un mínimo de 2677 mg/l en el mes de agosto de 1986; posteriormente la concentración de sales empezó a incrementarse hacia los primeros meses del año siguiente, alcanzando el valor máximo de 4961.1 mg/l durante el mes de abril del año 87. Para la zona B, el promedio fué ligeramente mayor con  $3504.5 \pm 477.1$  mg/l con el mínimo de 3083.6 mg/l y máximo de 4633.4 mg/l registrados durante los meses de octubre de 86 y abril de 87 respectivamente; de acuerdo con esto, los valores más altos se encontraron en la zona A que es más somera, sin embargo, es notoria la dilución de las sales durante los meses lluviosos (Fig. 4), cuando se llega a modificar la concentración de algunos componentes iónicos.

Estas altas concentraciones de salinidad, sólo son comparables con los datos registrados en los lagos salinos australianos como el Martín que presentan valores similares de 2900 a 3580 mg/l, así como el lago Koriat y Bullen Merri con 4400 mg/l y 5000 mg/l respectivamente (Deckker y Williams, 1988), lo mismo sucede en los lagos centroamericanos como el Coatepeque en el Salvador que presenta un promedio de 1870 mg/l (Juday, 1916), el lago salino de Sambar en la India con 5400 mg/l (Jackher *et al.*, 1990); los lagos Canadienses que presentan 3420 mg/l para el lago Wakan y 3000 mg/l para el Humboldt (Hammer *et al.*, 1990).

De acuerdo con la clasificación propuesta por Hammer (1983), en: Williams (1981), el embalse Nabor Carrillo corresponde a un lago hiposalino con concentraciones que van de 2600 a 4600 mg/l, tomando en cuenta que según la definición se consideran lagos salinos los que presentan 3000 mg/l como mínimo.

Es importante destacar que dentro de las características iónicas del embalse Nabor Carrillo, la composición salina no sigue los patrones iónicos normales establecidos para las aguas dulces naturales (Margalef, 1983). En la mayoría de lagos salinos del



LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
SALINIDAD

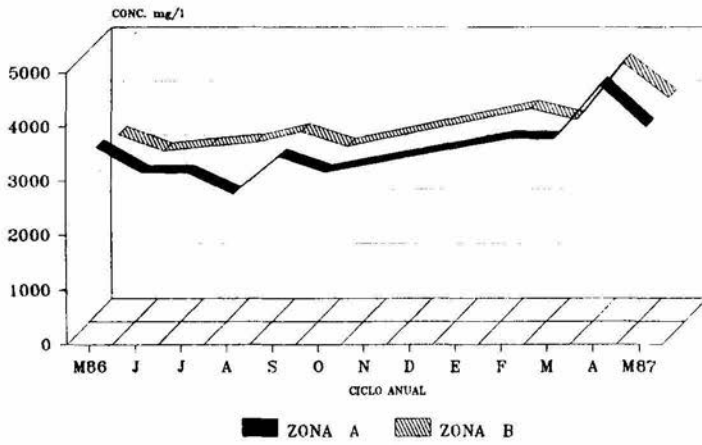


FIGURA No. 4

mundo la proporción de los iones es  $\text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+$  para los cationes y  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$  para los aniones, tal es el caso de los lagos mexicanos de Pátzcuaro y Chapala (Saavedra, 1985) y el Lago Gallocanta en España (Comín *et al.*, 1990). En cambio, el Nabor Carrillo, la proporción de cationes es  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+}$ , mientras que los aniones están  $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$ . El Lago Didwana en la India presenta una caracterización catiónica similar, pero la aniónica es  $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{SO}_4^{2-}$  (Jakhel *et al.*, 1990) teniendo menor preponderancia los sulfatos, mientras que en el Lago Salado de Utha, E.U.A. (Stephens, 1990), sucede lo contrario con  $\text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- > \text{CO}_3^{2-} > \text{HCO}_3^-$ .

También la alcalinidad resultó ser parte de este componente, lo cual muestra el importante papel que juegan los carbonatos en este embalse para mantener la capacidad amortiguadora. La zona A presentó un promedio anual de  $1023.77 \pm 107$  mg/l, registrando el valor mínimo de 465.56 mg/l durante el bimestre julio-agosto de 86, sin embargo, al mes siguiente estos valores se incrementaron en forma importante hasta llegar al valor máximo de 1404.53 mg/l. Para la zona B, se presentó un promedio anual de  $1039.97 \pm 67$  mg/l, con un mínimo de 944.5 mg/l igualmente en el mes de julio y el máximo de 1149.06 mg/l durante mayo del siguiente año (fig. 5).

Concentraciones alcalinas similares se han reportado en el lago salino de Sambar en la India (Jakhel *et al.*, 1990), con valores de 1290 mg/l, presentando además altas concentraciones de carbonatos sódicos. En los lagos alemanes la alcalinidad total oscilan entre 900 y 1100 mg/l (Wetzel, 1981).

Considerando los valores de pH registrados en el embalse (mayores a 9.0) son los carbonatos los que dominan el sistema amortiguador ácido carbónico-carbonatos de las aguas (Wetzel, 1981). En condiciones de salinidad y pH como las del embalse, normalmente la alcalinidad del agua está dada por carbonato sódico como resultado de la mineralización del suelo (Margalef, 1983), lo que produciría la abundancia con que se encuentran esos iones.

La concentración de fosfatos resultó ser de gran importancia en el embalse Nabor Carrillo y presentó un promedio de  $2.47 \pm 0.38$  mg/l y  $2.46 \pm 0.26$  mg/l para las zonas A y B respectivamente. Los valores más bajos fueron de 1.82 mg/l para la zona A en el mes de julio y 2.06 mg/l para la zona B durante agosto, mientras que los máximos registrados fueron de 3.89 mg/l y 2.97 mg/l para las zonas A y B respectivamente, ambas en el mes de abril. En términos generales las concentraciones de fosfatos fueron bajas de mayo a octubre, incrementándose paulatinamente a partir de enero hasta el máximo de abril, volviendo a decrecer en los meses posteriores (Fig. 6).

Los fosfatos son altos en comparación con los registros de lagos salinos australianos como el lago Martín y Weranganut con concentraciones de 0.23 mg/l y 1.7 mg/l respectivamente (Decker,

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
ALCALINIDAD

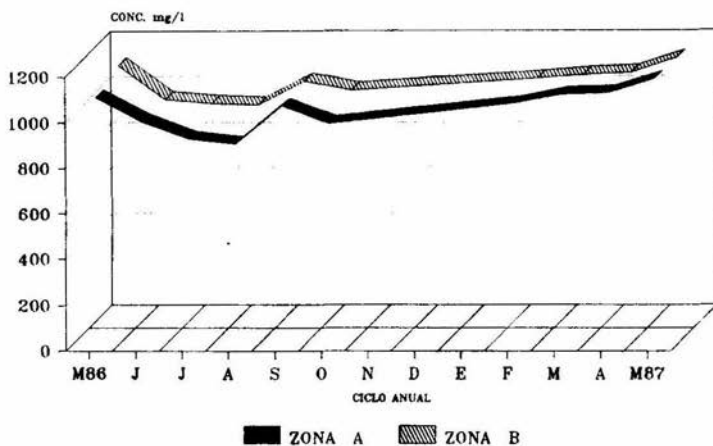


FIGURA No. 5

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
FOSFATOS

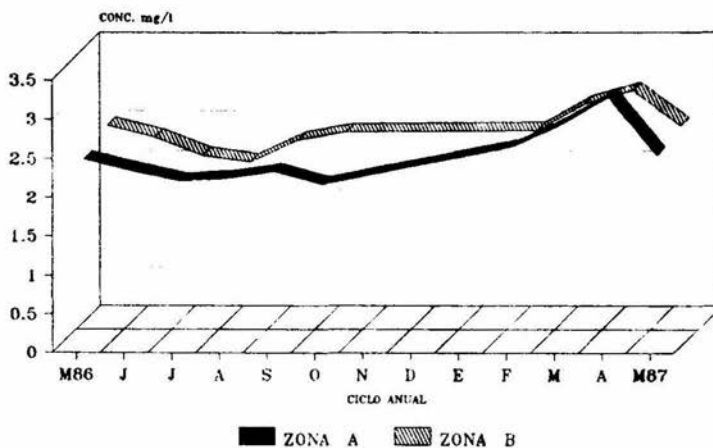


FIGURA No. 6

1988); el embalse Los Lavaderos ubicado en el Estado de Morelos, México (Ponce y Arredondo, 1986) con 1.91 mg/l, y el Lago de Chapultepec en el Distrito Federal de 2.25 mg/l (Alcocer y Kato, 1988), aún y cuando el aporte de agua de éste último proviene de una planta de tratamiento, condición similar a la del embalse "Nabor Carrillo". Sin embargo también existen lagos salinos con alta carga de fosfatos como el lago australiano Kariat con cifras de entre 1.70 - 2.60 mg/l (Deckker, 1988).

Las principales fuentes de fosfatos al embalse son los proveniente de los aportes de la planta de tratamiento, y los desperdicios de las aves migratorias que llegan año con año al embalse, permaneciendo allí, hasta mediados del mes de marzo (Chávez y Huerta, 1985). Sin embargo, estas fuentes parecen no ser las responsables de las fluctuaciones registradas por este parámetro, dado que su funcionamiento es constante en el caso de la primera y los aportes de la segunda se presentan en meses de bajas concentraciones.

La abundante concentración de carbonato sódico contribuye a la precipitación de los fosfatos cuando están en exceso, con la consiguiente acumulación en el fondo que -a manera de trampa- deja almacenado parte de ese fósforo (Forsberg, 1989). Es posible que las altas temperaturas y las bajas concentraciones de oxígeno disuelto registradas en el embalse pudieran favorecer la liberación de fósforo soluble procedente de los sedimentos, como llega a suceder en sistemas con cierta estratificación de oxígeno disuelto (Wetzel, 1981), produciendo las fluctuaciones que se presentaron en el embalse. En la zona del fondo la variación en la concentración adquiere mayor importancia, y aún cuando no se tomó el registro de éste en sedimentos durante el estudio, dicho valor debe presentar mayor concentración que en forma disuelta (Wetzel, 1981).

De acuerdo con estas cifras, el embalse se encuentra clasificado como Eutrófico según Mc. Neely (en: Díaz, 1987), quien considera como cuerpos de agua muy contaminados a aquellos que sobrepasan los 0.01 mg/l.

Los sulfatos presentan un promedio anual de  $207.73 \pm 18.29$  y  $211.83 \pm 18.93$  mg/l para las zonas A y B respectivamente. Presenta los valores mínimos de 154 mg/l, durante el mes de agosto para la zona A y de 170 mg/l en octubre, para la zona B, mientras que los máximos fueron de 245.09 mg/l para la zona A y 235.29 mg/l para la zona B durante febrero. Los sulfatos son los que presentaron una mayor variación anual, con una disminución de junio a agosto, y tendiendo a aumentar paulatinamente en los meses posteriores hasta el máximo en febrero (fig. 7).

Los valores de sulfatos en el embalse están por arriba de las concentraciones reportadas para aguas naturales de 5 a 30 mg/l (Hutchinson, 1957). Cifras cercanas a las registradas se han reportado en los lagos salinos australianos como el Gnarpurt con

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
SULFATOS

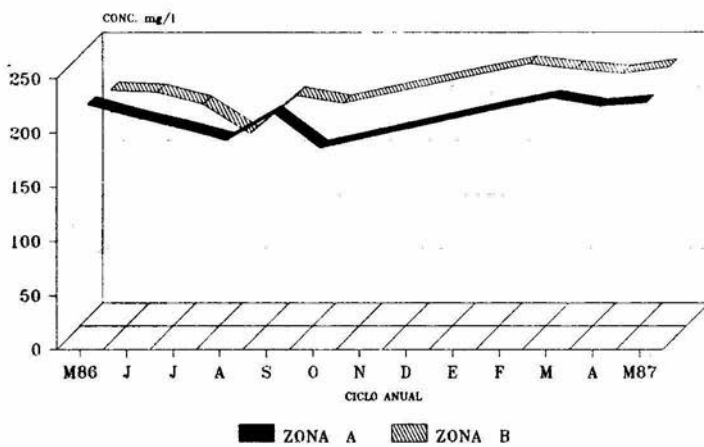


FIGURA No. 7

292 mg/l y el Kariat con rangos de 260-330 mg/l (Decker, W., 1988), así como en el lago Titicaca con concentraciones de 244-274 mg/l (Serruya y Pollinger, 1983), estas altas concentraciones se producen por la mineralización que se da en este tipo de sistemas con alta evaporación, la cuál no es compensada con la precipitación pluvial anual.

En el embalse las altas concentraciones de sulfatos parecen provenir de las sustancias activas que contienen los detergentes no eliminados y de la mineralización de la materia orgánica durante el tratamiento de aguas más que de la degradación del suelo. Ojendis en 1985, reportó cifras de entre 115.5 y 153.4 mg/l de sulfatos en el evaporador solar (almacenamiento artificial de agua localizado en la misma zona), aún cuando la influencia del suelo salino es igual para ambos cuerpos de agua, el tipo de agua que los abastece es diferente, lo que apoyaría la procedencia de los sulfatos del aporte de agua.

En el segundo componente se encuentra la temperatura, tanto de superficie como del fondo. La temperatura superficial registró un promedio anual de  $21.2 \pm 2.6^\circ\text{C}$  para la zona A y  $21.1 \pm 2.5^\circ\text{C}$  para la zona B. Los valores máximos se presentaron de  $30^\circ\text{C}$  en mayo 87 en la zona A y de  $25^\circ\text{C}$  en septiembre en la zona B. Los valores mínimos fueron de  $16.5^\circ\text{C}$  en diciembre en la zona B y de  $15.5^\circ\text{C}$  en marzo en la zona A.

Como se observa en la Fig. 8, los valores fluctuaron durante los meses de mayo a septiembre en ambas zonas, de octubre a marzo es notorio el descenso general de este parámetro hasta alcanzar los valores más bajos, para posteriormente incrementarse paulatinamente hasta volver a alcanzar valores altos, incluso el más alto para la zona A.

La temperatura del fondo siguió un patrón similar al de la superficie, presentando valores promedio de  $19.1 \pm 2.49^\circ\text{C}$  con un máximo de  $29.5^\circ\text{C}$  en mayo, con un mínimo de  $15^\circ\text{C}$  en enero para la zona A. La zona B presentó un promedio de  $17.9 \pm 1.7^\circ\text{C}$ , con un mínimo de  $15.5^\circ$  en enero y el máximo de  $20.5^\circ\text{C}$  en julio.

Los valores superficiales y de profundidad no presentan mayor diferencia en su comportamiento, siendo muy similar a lo largo del año, esto sugiere una alta circulación y mezcla de las aguas del embalse lo cuál, aunado a la poca profundidad del sistema, permite un comportamiento muy homogéneo (fig. 9). Las pequeñas diferencias que se presentan entre los valores es atribuible a la diferencia de hora de muestreo (de 8:00 a 14:00 horas) en que se toman los datos de cada una de las estaciones.

La dureza del agua presentó un promedio anual de  $117 \pm 12$  mg/l para la zona A y  $120 \pm 13$  mg/l para la zona B. Presentó los valores mínimos en el mes de julio con 94 y 101 mg/l para las zonas A y B respectivamente; los máximos se presentan en febrero con 154 mg/l

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
TEMPERATURA DE SUPERFICIE

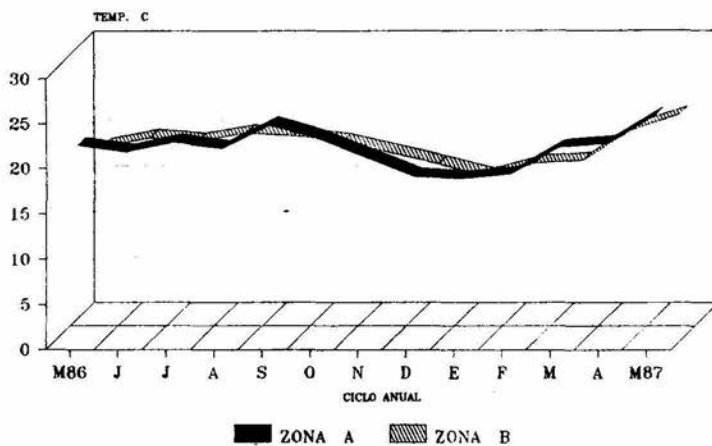


FIGURA No. 8

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
TEMPERATURA DE FONDO

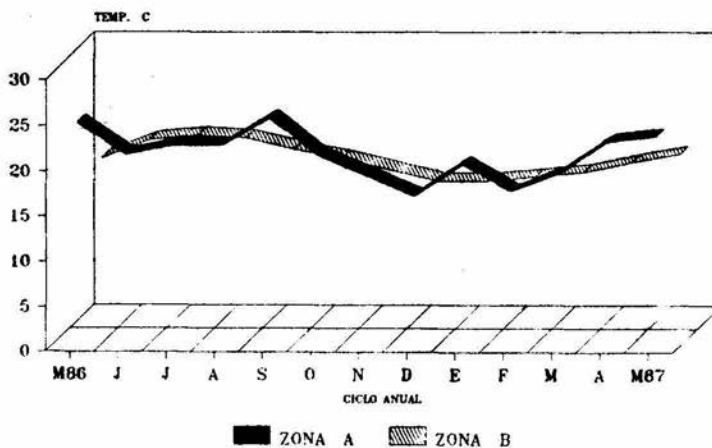


FIGURA No. 9

para la zona A y 143 mg/l para la B.

La dureza presentó un comportamiento muy heterogéneo, con disminuciones y aumentos durante todo el año, comenzó disminuyendo hasta alcanzar los valores más bajos en julio, posteriormente se incremento la concentración hasta septiembre después del cual nuevamente se redujo hasta noviembre, para nuevamente subir hasta alcanzar los valores máximos durante febrero. Finalmente, la dureza disminuye nuevamente hacia los meses de abril y mayo de 87, terminando así el ciclo anual (fig. 10). Un comportamiento similar presenta el lago de Pátzcuaro en Michoacán, aunque sólo llega a registrar 178 mg/l como máximo y un promedio anual de 150 mg/l.

En el tercer componente se presentó el oxígeno disuelto del fondo, el cual presenta para la zona A un promedio de  $7.92 \pm 4.2$  mg/l con valores extremos de 4.22 y 11.74 mg/l, cifras registradas durante junio y mayo 87 respectivamente. En la zona B, los valores fueron más bajos, con los valores extremos de 0.4 mg/l en diciembre y 6.2 mg/l en enero y el promedio para esta zona fué de  $2.23 \pm 1.93$  mg/l. La zona A registró una elevada cantidad de oxígeno disuelto durante casi todos los meses del muestreo, debido principalmente a la poca profundidad que la caracteriza (1 m en promedio).

Como se puede observar en la Fig. 11, ambas zonas presentaron un comportamiento similar, las concentraciones de oxígeno fueron bajas de mayo 86 a octubre, mientras que de noviembre a enero las concentraciones aumentaron paulatinamente. A partir de enero los comportamientos fueron diferentes para cada zona, mientras que en la zona B, que tiene su máxima concentración, comienza a disminuir. En la zona A, por el contrario, continua aumentando hasta llegar a su máximo valor en mayo 87.

Concentraciones de oxígeno disuelto tan variables y bajas se han registrado para estas latitudes en la laguna de Valle de Bravo, con intervalos de 3-11 mg/l (Chávez, 1986), en los bordos de Santa Cruz, el Móvil y los Lavaderos (en el Edo. de México), con valores entre 2.3 y 13.2 mg/l (Ponce, Z., y Robledo, F., 1982); así como el embalse Requena en el Edo. de Hidalgo con valores de 2.5 a 15 mg/l. También se presentan estos valores en los lagos salinos de la India como el Sambar, reportado como lago anóxico, ya que tiene valores entre 0.64 y 11.5 mg/l de oxígeno disuelto (Jakhel, *et al.*, 1990).

Por otra parte, la concentración salina que presenta el embalse también puede estar influyendo en la baja concentración del oxígeno disuelto que se registró en el fondo, ya que este parámetro tiende a reducir en forma exponencial la solubilidad de este gas (Wetzel, 1981); esto adquiere gran importancia en lagos salados y aunque el embalse no se considera en este nivel, su concentración salina es alta, y esto puede ser un factor importante que impida el desarrollo de comunidades biológicas más diversas, por la poca concentración de oxígeno específicamente en la zona central.



LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
DUREZA

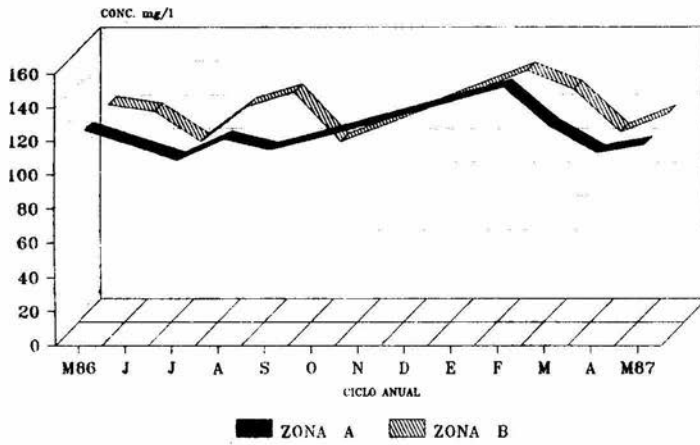


FIGURA No. 10

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
OXIGENO DISUELTO DE FONDO

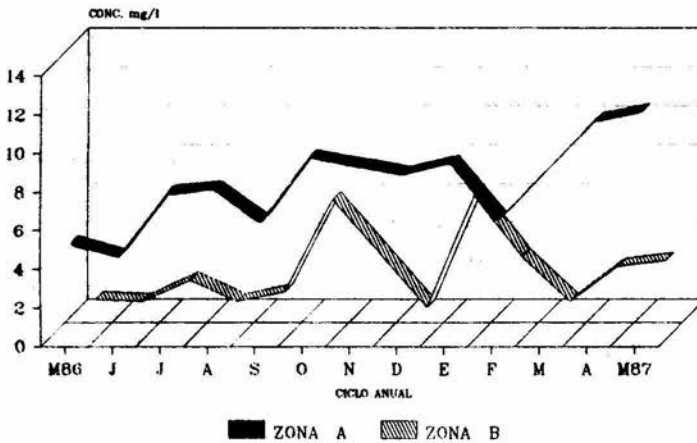


FIGURA No. 11

Debido a que en el embalse Nabor Carrillo las concentraciones más bajas fueron de 0.8 mg/l, se da pauta a considerar que se presentan períodos de anoxia comparables con las condiciones de poca o nula concentración de oxígeno disuelto que se presentan en los estanques de estabilización de Ixtapan de la Sal, los cuales oscilan alrededor de 1 mg/l, cuando existe oxígeno en el medio (Lugo, V., 1984; Martínez, Z., 1990).

Todos estos resultados muestran que la distribución de oxígeno en el embalse es muy variable tanto horizontal como estacionalmente ya que los complejos mecanismos hidrodinámicos que regulan este sistema dependen gran medida de las características de descarga de agua, además de otros factores morfométricos y climáticos como sucede con la mayoría de los embalsamientos (Wetzel, 1981). Dentro de estos factores se encuentra la cantidad de sales disueltas, el intenso régimen de vientos que corren en la zona de Texcoco (con dirección norte-noroeste), que permite una fuerte mezcla de las aguas del embalse, (SARH, 1983); la poca protección orográfica de los alrededores, la disminución de la temperatura (hay una relación inversa con la disolución de oxígeno (Hutchinson, 1957)), la poca profundidad y la extensa superficie expuesta (Martínez, 1993).

Otro parámetro del tercer componente fue la profundidad, la cual tuvo un promedio de  $1.19 \pm 0.53$  m para la zona A y de  $3.5 \pm 0.25$  m para la zona B. Lo anterior denota una clara zonación en el embalse en cuanto a la profundidad se refiere, entre los extremos someros que constituyen la zona A, y la zona central más profunda, que corresponde a la zona B. Las variaciones que se presentaron en el año fueron significativas (fig. 12), ya que, a pesar de que el aporte de agua proveniente de la planta de tratamiento es regular y constante durante todo el año (Ladislao, 1985), se presentó una disminución notable, sobre todo en la zona somera, producida por la elevada evaporación que tiene lugar (de 1800 a 2000 mm anuales) la cual no es compensada por la precipitación (500-600 mm anuales) (Chávez y Huerta, 1985).

Dadas estas características, el embalse Nabor Carrillo asemeja las condiciones que se presentan en los lagos salinos endorréicos del noroeste de España, con valores de precipitación de 300 mm y de evaporación mayores de 1000 mm por año (Comín, y Alonso, 1988), y también en mexicanos como en el de Chapultepec con 672 mm de precipitación y 1919 mm de evaporación (Alcocer, y Kato, 1988).

El pH presentó un promedio anual de  $10.12 \pm 0.25$  y  $10.07 \pm 0.25$  unidades de pH para las zonas A y B respectivamente, los valores máximos fueron de 10.36 y 10.43 para las zonas A y B en febrero, mientras que los mínimos fueron, para la zona A de 9.76 en agosto y para la B de 9.23 en octubre. De acuerdo con esto, se puede ver que la variación a lo largo del año fue mínima (fig. 13), confirmando lo que establece Margalef (1983), en el sentido de que las aguas con una alcalinidad alta, tienen una elevada reserva alcalina, lo que les permite mantener su pH sin grandes alteraciones.

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
 PROFUNDIDAD

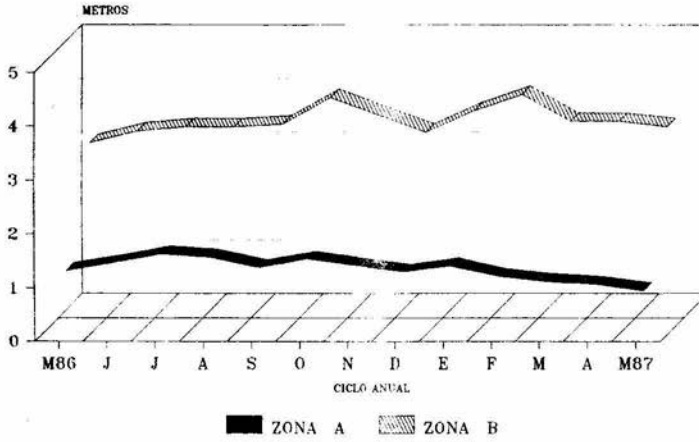


FIGURA No. 12

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
 pH

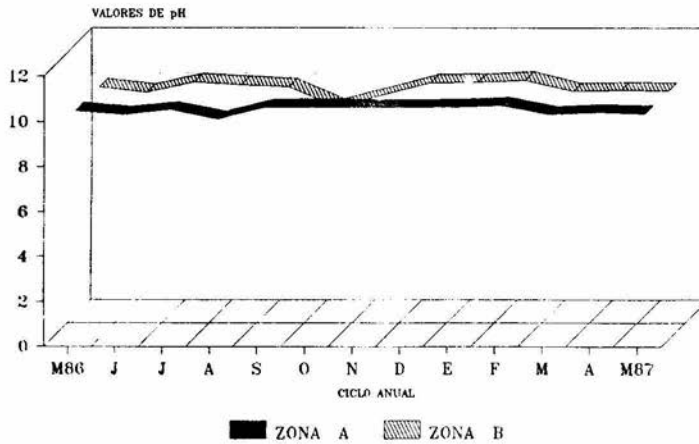


FIGURA No. 13

Condiciones similares se presentan en el lago Didwana en la India con intervalos de 7.6-10.2 (Jakhel, *et al*, 1990), aunque estos altos valores se asemejan también a los lagos salinos de Australia y Canadá con 7-9.4 y 8.1-9.6 respectivamente (Decker, W., 1988) y (Hammer, *et al*, 1990); e incluso el lago Pyramid en Nevada, que presenta promedios de 9.2 de pH.

El pH del agua del embalse está íntimamente ligado al pH del suelo (valorado entre 9.5-11 por Tarín y Velazquez, 1986), además, de estar en equilibrio con los componentes carbonatados asociados al ión disuelto más abundante, el sodio. Esto mismo sucede en lagos de regiones endorréicas donde el pH refleja la alta concentración de sosa en el suelo producto de la mineralización de suelos de tipo salino-sódicos (Wetzel, 1981) como el de Texcoco.

La demanda química de oxígeno (DQO) conformó el cuarto componente principal registrando valores altos, con promedios de  $188 \pm 63$  y  $208 \pm 105$  mg/l para las zonas A y B respectivamente. Los valores máximos fueron de 393 mg/l para la zona A y 477 mg/l para la zona B, ambos durante el mes de septiembre y los mínimos de 83 mg/l en la zona A en agosto, y de 71 mg/l en la zona B en junio.

La DQO mostró un comportamiento irregular (fig. 14) con oscilaciones constantes de mayo 86 a agosto, alcanzando los valores máximos durante el mes de septiembre (cuando se reportaron las temperaturas más altas). Posteriormente se presenta una disminución hasta llegar a los valores más bajos en abril. La zona B presentó mayor variación. Este comportamiento se debe principalmente a la intensa demanda de oxígeno en la zona de los sedimentos, ya que según la bibliografía en condiciones aeróbicas el oxígeno actúa como aceptor universal de hidrógeno de las reacciones microbianas, pero en condiciones anaeróbicas, estas relaciones son más complejas puesto que en esas condiciones el aceptor de  $H^+$  es transferido a otras sustancias y complejos orgánicos metabólicos intermedios (Wetzel, 1981).

El quinto componente incluye a los nitratos los cuales presentaron un promedio anual de  $0.16 \pm 0.08$  mg/l y  $0.24 \pm 0.06$  mg/l para la zona A y B respectivamente. Los valores máximos registrados fueron de 0.54 mg/l en la zona A y de 0.34 mg/l en la B durante mayo 86, los mínimos fueron en abril de 0.08 mg/l y 0.10 mg/l en las zonas A y B respectivamente.

El comportamiento general resultó muy homogéneo, de mayo 86 a septiembre decreció la concentración en ambas zonas, aunque en menor proporción en la zona B, teniendo un repunte en octubre para posteriormente volver a descender hasta registrar sus valores más bajos en abril (fig 15). Se presentan diferencias entre la zona A más somera y la zona B más profunda, con una mayor concentración resultado del efecto de acumulación de compuestos nitrogenados en el fondo, ya que, al igual que otros nutrimentos como el fósforo, tienden a aumentar en la zona profunda (Forsberg, 1989).

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

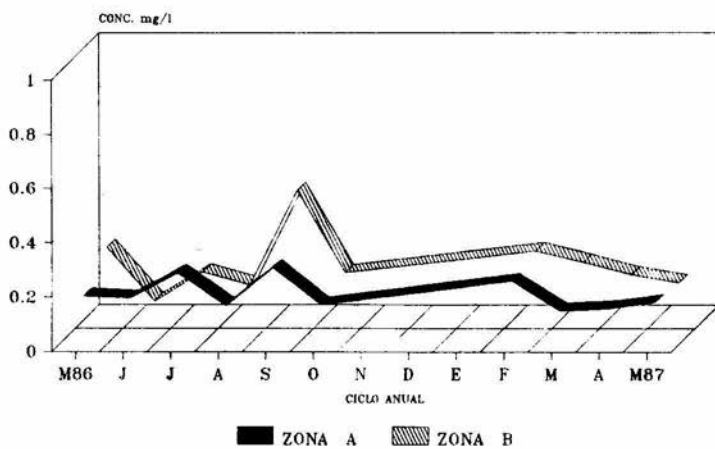


FIGURA No. 14

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
NITRATOS

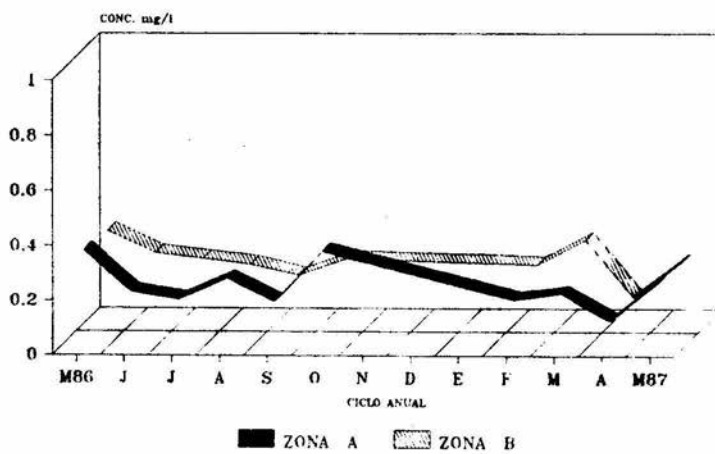


FIGURA No. 15

La fuente de nitratos en el embalse es consecuencia del proceso de nitrificación de los compuestos nitrogenados (que llegan en las aguas procedentes de la planta de tratamiento) a nitratos (Wetzel, 1981), propiciando una concentración alta de estos últimos, que por ser químicamente más estables, son viables para la asimilación de los organismos, especialmente las algas y los macrofitos de la zona del fondo. Sin embargo, como la cantidad presente en el Nabor Carrillo es mayor que lo que son capaces de metabolizar los organismos, se tienden a acumular, produciendo efectos de eutroficación en el sistema (Odum, 1984).

En cuanto a la relación N:P, se encontró que esta es de 0.25:1, quedando el nitrógeno como elemento limitante sobre el fósforo (Hutchinson, 1957 y Wetzel, 1975 señalan que una proporción menor de 7:1 de N:P, indica el dominio del nitrógeno), cosa que sucede en todos cuerpos de agua que tienen como aporte aguas tratadas.

Por último, el sexto componente representado por la demanda bioquímica de oxígeno presentó un promedio anual de  $20 \pm 6$  mg/l y  $19.5 \pm 5$  mg/l para cada una de las zonas resultantes, los valores máximos fueron de 33 mg/l en abril para la zona A y 27 mg/l en mayo para la zona B. Los valores mínimos son, para la zona A de 8 mg/l en marzo y para la B de 11 mg/l en mayo 87.

El comportamiento anual del parámetro fue homogéneo, con descenso brusco de la concentración de mayo 86 a julio y una subida también brusca hasta alcanzar el más alto valor en agosto, posteriormente los registros disminuyeron hasta registrar los valores mínimos (Fig. 16).

De acuerdo con lo anterior, el comportamiento de este parámetro está determinado por las variaciones climáticas de la zona de Texcoco, así como la constante demanda de oxígeno que se consume en la columna de agua y en la zona profunda cercana a los sedimentos, esto coincide con lo reportado por Hall, K., (1972) en: Wetzel (1981), en cuanto a la mayor actividad heterótrofa (organismos bentónicos tienen lugar en los meses de verano, cuando la temperatura del agua excede los  $10^{\circ}\text{C}$  y es directamente proporcional al consumo bacteriano de oxígeno). El detritus orgánico particulado consume el triple de oxígeno por unidad de peso seco que la arena (Hargrave, 1972), lo cual está relacionado inversamente con el contenido de carbono y nitrógeno de las partículas orgánicas.

Aún cuando el análisis temporal no presentó épocas bien definidas, sí se mostró una cierta oscilación de algunos parámetros físico-químicos determinados, como la alcalinidad, salinidad y temperatura relacionadas con las variaciones climáticas lo que permite plantear, al menos para estos parámetros, una cierta temporalidad, hecho que se llega a reflejar en en la distribución y abundancia de las especies biológicas presentes.

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

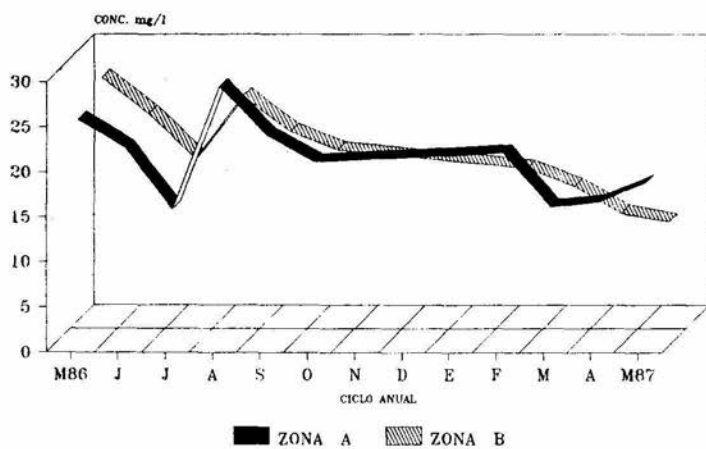


FIGURA No. 16

### 3.2 Sustrato

#### 3.2.1. Composición granulométrica

Para la caracterización del área del fondo del embalse Nabor Carrillo se consideró el análisis granulométrico y el contenido orgánico de los sedimentos. Los datos de los cuatro meses tomados como referencia estacional, representaron en forma general un tipo de sedimento arenoso que contiene de 73 a 90 % de arenas y de 10 a 27 % de limos, según el triángulo de textura de suelos (fig. 17) propuesto por Folk (1969). De acuerdo con lo anterior, la consistencia del sedimento del embalse es de tipo areno-limoso, dada la cantidad de arenas muy finas y limos que contiene.

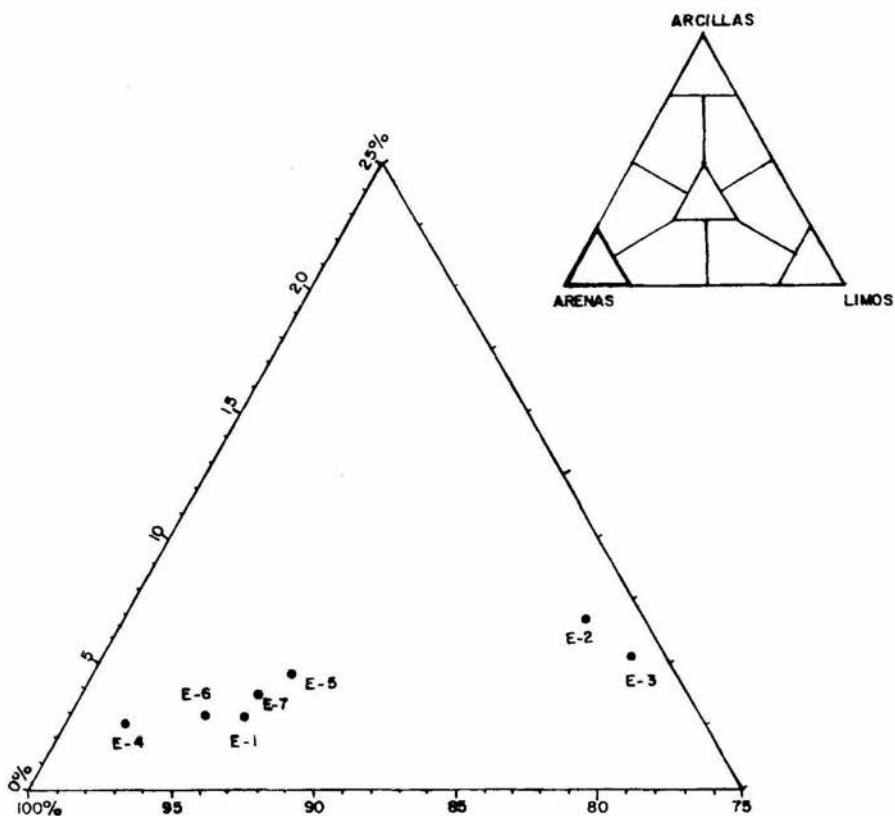
Sin embargo, se presentaron diferencias sedimentológicas entre ambas zonas. En la zona A la granulometría se presenta con un 90 % de arenas y 10 % de limos, en la estructura predominan las arenas muy finas con porcentaje de 37 %, le siguen las arenas medias con 21 %, las gruesas y por último las finas; la fracción limosa está constituida esencialmente por limos gruesos (8.85 %). En tanto que la zona B, las arenas se encuentran en una proporción del 74 % y los limos en 26 %, en esta zona también predominan las arenas muy finas, aunque en menor cantidad (29 %), sobre las otras categorías; en cambio la proporción de limos gruesos adquiere mayor importancia con una proporción de 23 % (APENDICE I, tabla 8).

Estas características sedimentológicas areno-fangosas se presentan comúnmente en los embalsamientos, como el de Requena en el Estado de Hidalgo con arcillas verdes y tobas limosas (Salazar. M., 1981), además de lagos australianos como el Way, con predominio de arcillas y arenas muy finas; o en sistemas lacustres con alto acarreo de arcillas, como sucede con el lago de Valle de Bravo en el Estado de México (Chavez, 1986), y en tanques de estabilización de tratamiento de aguas (Sanchez, 1985).

La gran cantidad de aportes de materiales al embalse provoca dos situaciones en él. Por un lado los materiales tienden a acumularse en la periferia del embalse, como es la entrada de agua del afluente que proviene de la planta de tratamiento (estaciones 5,6 y 7 del grupo A) y en mayor medida en la zona central del embalse (zona B), donde la mayor profundidad relativa del sistema propicia no sólo la acumulación sedimentaria, sino también su degradación, ya que dentro de estos compuestos acarreados se encuentran materiales minerales y orgánicos, así como materia orgánica en distintos estadios de descomposición (Wetzel, 1981).

Por otro lado, gran cantidad de material queda en suspensión proporcionando un mayor grado de turbiedad que no permite la penetración de luz a la columna de agua y, por lo tanto, con menor capacidad fotosintética, como ocurre en los lagos salados de regiones semi-áridas con baja transparencia (Hutchinson, 1957).





**Fig.17 CLASIFICACION DE SEDIMENTO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" DE ACUERDO AL TRIANGULO DE TEXTURA (FOLK , 1969).**

Además, como señala Margalef (1980), tal degradación llega a ser muy intensa en sedimentos finos de tipo limoso con altas concentraciones de materia orgánica según la fisiología de los sedimentos, proceso que puede estar sucediendo es la zona central del embalse donde se presentan estas condiciones de sustrato arenoso muy fino y limosos, además de una baja concentración de oxígeno disuelto.

El estudio de los sedimentos es de gran relevancia en las interacciones ecológicas de los ambientes acuáticos, no sólo por la formación de hábitats para poblaciones de plantas y animales bentónicos, sino también, porque influyen en los procesos bióticos de organismos de otros niveles tróficos (Pérez, et al, 1990).

### 3.2.2. Contenido de materia orgánica en sedimentos

El metabolismo de la materia orgánica detritica establece un complejo ciclo de carbono que domina tanto la estructura como la función del sistema lacustre (Wetzel, 1981). Debido a la cantidad de materia depositada sin una aparente degradación posterior en los sedimentos y la permanente importancia del metabolismo microbiano en la mineralización directa de la materia orgánica del ciclo bioquímico inorgánico de los nutrientes, la composición orgánica de los sedimentos lacustres es muy importante en especial para los invertebrados que forman parte del bentos, ya que su distribución y crecimiento se basa en el tamaño de las partículas orgánicas e inorgánicas de estos sedimentos (Cummins, 1962 en: Wetzel, 1981).

El embalse Nabor Carrillo presentó un alto porcentaje de material orgánico en sedimento, con 13.8 % para la zona A y 20.6 % para la zona B. Sin embargo existe una alta variación entre las estaciones de muestreo que conforman el grupo A, mostrándose el porcentaje máximo de material orgánico en la estación 4 (localizada en el muelle de embarque del lago), en tanto que los mínimos se registraron en las estaciones: 5 con 9.33 % y 6 con 10.83% respectivamente y que se encuentran localizadas en la zona de influencia de la planta de tratamiento de aguas (APENDICE I, tabla 8).

Para la estación 3 (zona B) el porcentaje fue mucho mayor que en la periferia, pues como se ha observado, en esta zona el tipo de sedimento en conjunto con la mayor profundidad y demanda bioquímica de oxígeno, propician un mayor metabolismo bacteriano en los sedimentos, ya que la relación entre la densidad poblacional de estos organismos y su actividad metabólica respecto al incremento de la concentración de materia orgánica de los sedimentos superficiales es directa y muy significativa (Lenhard, et al, 1962 en: Wetzel, 1981).

Los datos granulométricos registrados reflejan la alta cantidad de materia orgánica sedimentada del fondo del embalse, hecho que coincide con lo reportado por Trask, (1939), referente a la textura de los sedimentos puede servir como índice indirecto del contenido orgánico, ya que en forma general, este aumenta más o menos en forma progresiva conforme al tamaño de grano es más fino, y en muchas áreas el cambio de contenido orgánico es proporcional al cambio de texturas del sedimento.

Dentro de las principales causas del registro tan alto de material orgánico en sedimentos, se encuentra el constante aporte de este material proveniente de la planta de tratamiento, pues aún cuando la oxidación de la materia orgánica es muy activa (datos de DBO5), al parecer no es completa y tiende a acumularse en los sedimentos, de allí su alto porcentaje.

### 3.3 COMPOSICION BENTONICA

#### 3.3.1. Sistemática

Los resultados biológicos se enfocaron a los grupos que presentaron mayor porcentaje de abundancia y que por ser dominantes reflejan mejor la dinámica comunitaria del fondo del embalse "Nabor Carrillo".

Se muestrearon un total de 8084 organismos pertenecientes a siete grupos taxonómicos entre los que se encuentran, en orden decreciente de abundancia larvas de dípteros con 12 especies, gusanos oligoquetos, crustáceos ostracodos, larvas de coleópteros y turbelaridos así como anfípodos y hemípteros representados por una especie (Tablas 9 a 15, APENDICE II).

Los siete grupos taxonómicos clasificados fueron:

FILO: Platelmita  
CLASE: Turbellaria  
ORDEN: Rhabdocoela  
SUBORDEN: Mesostoma  
FAMILIA: Turbellaridae  
GENERO: Macrostonum

FILO: Anelida  
CLASE: Oligochaeta  
ORDEN: Plesiopora  
SUBORDEN: Tubificina  
FAMILIA: Tubificidae  
GENERO: Tubifex

FILO: Artropoda  
CLASE: Crustácea  
SUBCLASE: Ostrácoda  
ORDEN: Cipris  
FAMILIA: Cypridae  
GENERO: Cyprois  
ESPECIE: C.occidentalis

FILO: Artrópoda  
CLASE: Crustacea  
SUBCALSE: Malacostraca  
SUPERORDEN: Peracárida  
ORDEN: Anfípoda  
SUBORDEN: Grammaridae  
FAMILIA: Talitridae  
GENERO: Hyaella  
ESPECIE: H.azteca

FILO: Artropoda  
CLASE: Insecta  
ORDEN: Hemiptera  
FAMILIA: Corixidae  
GENERO: Krizousacorixa  
ESPECIE: K. femorata

FILO: Artrópoda  
CLASE: Insecta  
ORDEN: Coleóptera  
FAMILIA: Hydrophilidae

FILO: Artrópoda  
CLASE: Insecta  
ORDEN: Díptera  
FAMILIA: Chironomidae o Tendipedidae

SUBFAMILIAS: Tendipedinae	GENERO: <u>Chironomus</u>
Hydrobaeninae	GENERO: <u>Cricotopus</u>
Tendipedinae	GENERO: <u>Dicrotendipes</u>
Tendipedinae	GENERO: <u>Glyptotendipes</u>
Hydrobaeninae	GENERO: <u>Kiefferulus</u>
Tendipedinae	GENERO: <u>Polipedium</u>
Tanypodinae	GENERO: <u>Tanypus</u>

### 3.3.2. Abundancia-frecuencia

Del número total de organismos, el 97% de la comunidad se distribuyó en la periferia del embalse zona A, predominando las larvas del díptero con el 49.8%, Tubifex con 28.%, Cyprois occidentalis con 17.6%, menores porcentajes presentó Hyaella azteca de 1.2%, el Turbellarido con 0.25%, el coleóptero Hydrophilido con 0.12% y Krizousacorixa femorata con un mínimo de 0.04% durante el año de muestreo. En la zona B (central), la abundancia así como la diversidad se ven reducidas a un 2.94% del total, de los cuales el 97% pertenecen son larvas de los díptero de los géneros Chironomus spp. 1,2,4 y 5, Kiefferulus, Tanipus, y sólo el 3% del oligoqueto Tubifex.

De acuerdo con lo anterior, en la parte central del embalse, la presencia de especies bentónicas se encuentra restringida. Sin embargo, es notorio el predominio de las poblaciones de larvas de dípteros (quironómidos) y gusanos redondos (oligoquetos) en la comunidad del fondo del embalse debido quizás a las adaptaciones morfofisiológicas y tolerancia reportadas en estos grupos en cuanto a la cantidad de materia orgánica y oxígeno disuelto presente en las aguas que habitan como se discutirá mas adelante.

Para la clasificación de esta comunidad biológica, se ubicó a cada población en una gráfica de asociación del cuadrante de Olmstead Tukey (Steel y Torrie, 1985). Esta es una prueba no paramétrica que nos ayudo a asociar a las especies presentes en el embalse de acuerdo a su abundancia y frecuencias de aparición en el muestreo.

De esta asociación se obtuvo la Fig. 18, en donde se puede observar que dentro de la comunidad se encuentran organismos dominantes que presentaron alta abundancia y frecuencia, en este grupo se ubicaron los Chironomus sp.1, Chironomus sp.2, Chironomus sp.4, Kiefferulus sp. así como el gusano tubificado Tubifex sp. y el ostrácodo Cyprois occidentalis. En el grupo de organismos constantes con baja abundancia y alta frecuencia, se ubicaron tres especies de larvas de díptero, Chironomus sp.3, Chironomus sp.5 y Tanyptus sp. Por último el grupo de los organismos raros, los cuales tanto su abundancia como su frecuencia fueron bajas, se encuentran los nueve taxa restantes, Hyalella azteca, la larva de coleóptero de la familia Hydrophylidae, las larva de díptero Cricotopus sp., Dicrotendipes sp., Glyptotendipes sp., Polipedium sp., Krizousacorixa femorata y el representante de la familia Turbellaridae.

Gráficamente algunas especies de macroinvertebrados bentónicos del embalse Nabor Carrillo presentaron preferencias temporales como muestran las Fig. 19, ya que están presentes en determinados meses del año como sucede con el anfípodo Hyalella azteca que se encontró durante los meses de marzo, abril y mayo de 87 en cifras muy bajas, después de sólo haber aparecido en el inicio del muestreo y en el mes de diciembre; los organismos de la clase Turbellaria, estuvo presente durante los últimos dos meses de muestreo (abril y mayo de 87). Lo mismo sucedió con Cyprois occidentalis, que presentó una abundancia muy elevada durante el mes de agosto, aunque estuvo presente prácticamente durante todo el año; sin embargo, es notoria su disminución poblacional durante los meses invernales cuando se registraron los valores mínimos del ciclo. Por último, el grupo de las larvas de dípteros al igual que el de los gusanos oligoquetos, aún cuando estuvieron presentes en forma dominante durante todo el ciclo, llegan a ser mas abundantes sus poblaciones durante febrero, marzo, abril y mayo de 87.

La poca abundancia de coleópteros y hemípteros durante la colecta puede deberse a la técnica de muestreo con draga utilizada durante el estudio. Además, como cita Hungerford (1940) estos grupos se incluyen dentro de la "fauna intermedia" ya que presentan órganos de locomoción con las que son capaces de dar frecuentes zambullidas a zonas más profundas, causa por la cual es frecuente su captura.

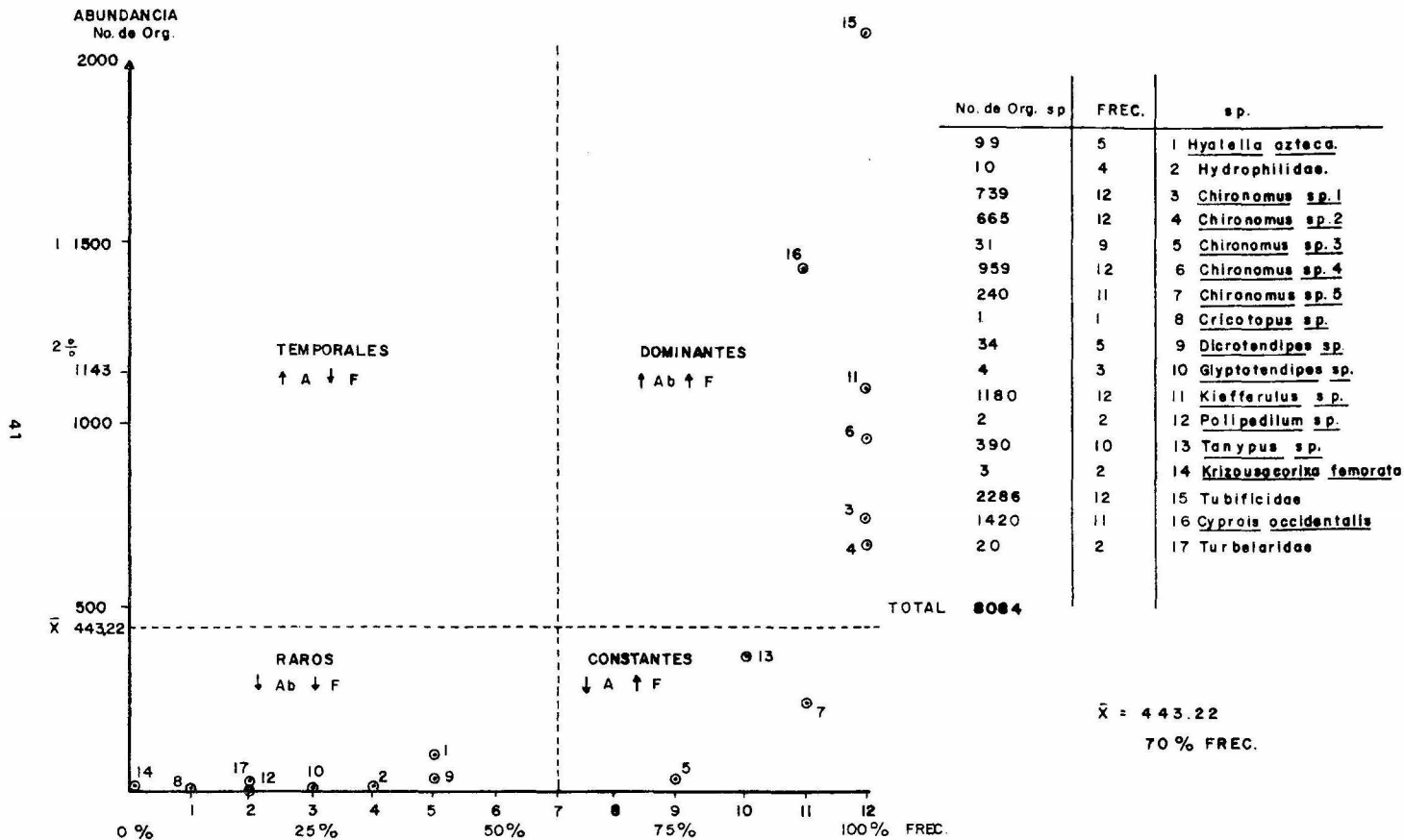
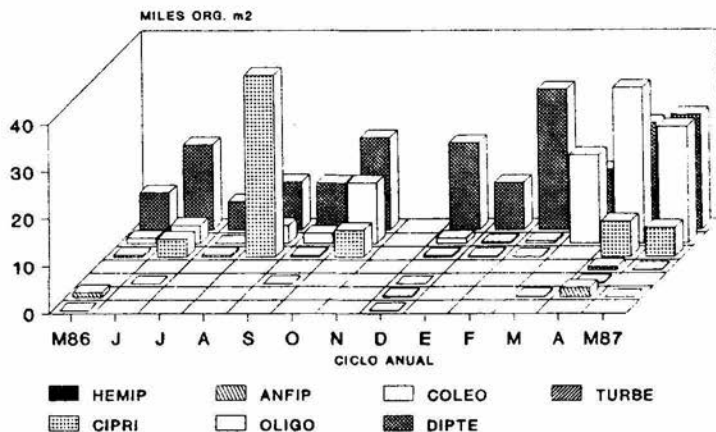


Fig. 18 GRAFICA DE ABUNDANCIA- FRECUENCIA DE ESPECIES SEGUN (OLMSTEAD - TUKEY, 1985)

LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
COMUNIDAD BENTONICA ZONA A



LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
COMUNIDAD BENTONICA ZONA B

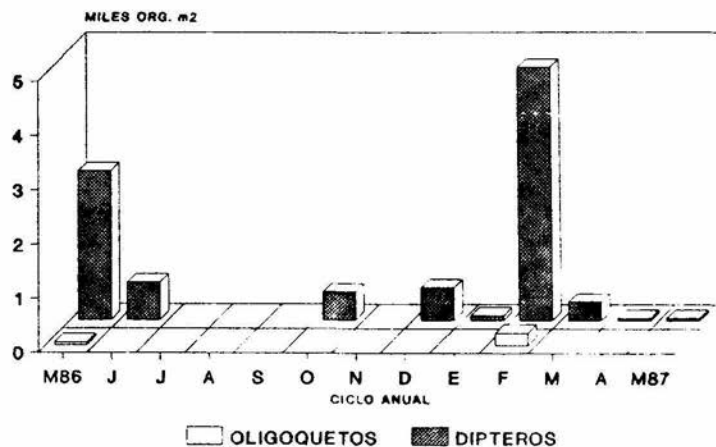


FIGURA No. 19



### 3.3.3 Diversidad

Las muestras biológicas colectadas mostraron que la comunidad bentónica es poco diversa, y al igual que todos los cuerpos de agua artificiales, refleja la poca complejidad de la estructura biológica (Díaz, 1989).

La diversidad se estimó con base en el índice de Shannon-Weaver (Odum., 1984), cuyo valor osciló en un intervalo muy amplio. El mayor valor del índice de diversidad se presentó en el extremo oriente del embalse, alcanzando cifras de 0.65, en tanto que en la zona central (zona B), es notoria la baja diversidad que presentó el valor bajo de 0.12. Esta diversidad de especies aplicada a comunidades biológicas indica que cuando este valor sea alto con abundancia similar para todas las especies presentes, se hablará de comunidad o ecosistema relativamente estable; comunidades con poca diversidad de especies y/o dominancia de sólo algunas de ellas, será indicio de poca estabilidad ecológica del sistema o estado de alteración que se manifiesta en un bajo número de especies (Brower y Zar, 1980; Wilhm, 1970).

La mayor abundancia está dada por los dípteros, oligoquetos y ostracodos, lo cual ratifica el dominio de estos grupos en el sistema y; además, de reflejar las condiciones de alto contenido orgánico que presenta el embalse "Nabor Carrillo", ya que según lo reportado por la EPA (1975), uno de los indicios de existencia de contaminación acuática de este tipo es la tendencia a incrementarse el número de organismos algunas especies tolerantes a las nuevas condiciones del agua en que habitan.

Asimismo, indica un cierto grado de estrés, causa por la que se restringe la variabilidad del embalse a unos cuantos grupos presentes como señala Odum (1984) para sistemas acuáticos con estas características.

De acuerdo con lo anterior, el embalse se encuentra en un estado inestable que se refleja con la poca diversidad de su fauna bentónica y dominancia de ciertos grupos resistentes a condiciones de contaminación orgánica. El estrés que se presenta en esta comunidad también puede estar influenciado por otros factores como lo son la interacción de las poblaciones existentes, depredación, competencia específica por espacio o alimento, etc. e incluso por las condiciones de reciente creación del embalse, el cual puede presentar sucesiones de poblaciones biológicas que sea capaces de adaptarse a las condiciones extremas que presenta este sistema.

En el caso muy particular del embalse en estudio, éste presenta características muy específicas, tanto de aporte de agua como de origen e influencia de los suelos del ex-lago, y al igual que cualquier embalsamiento, presenta condiciones de eutroficación elevada de los sedimentos, alta turbulencia y nivel medio del agua muy variable, (Ladislao, 1985; Margalef, 1976). Este tipo de sistema

sólo resulta comparable con condiciones artificiales controladas por el hombre, como son los estanques de maduración de los sistemas de tratamiento de aguas típico, así como con "algunos" rasgos limno-hidrológicos tradicionales de las aguas continentales.

Aunado a lo anterior, el elevado aporte de elementos nutritivos que presenta el sistema hecho que repercute en la diversidad de su comunidad bentónica, ya que estos compuestos tienden a acumularse en los sedimentos del fondo del embalse.

### 3.3.4 Correlación entre organismos y organismos con parámetros físico-químicos.

Se llevó a cabo un análisis de correlación para encontrar la posible relación entre la presencia de las especies, y la variación conforme a la variación de los parámetros físico-químicos. Se encontró que ésta no fué significativa, alcanzando los valores más altos de  $-0.48$ ) y  $-0.42$  entre las especies Dicrotendipes sp. y Hyalella azteca, con el potencial de hidrógeniones (pH). El pH se mantuvo constante durante todo el año de muestreo, lo cuál que denota que, estadísticamente, hay una baja interdependencia entre la presencia de especies con respecto a la relativa fluctuación de los parámetros físico-químicos determinados.

Interespecíficamente sí se presentaron algunas correlaciones positivas altas que se pueden interpretar indirectamente como semejanza de preferencias ambientales. Los valores de correlación que fueron mayores de 50% se presentaron entre diferentes especies de larvas de díptero como son: el Chironomus sp. 1, el Chironomus sp. 2, el Chironomus sp. 4 y el Chironomus sp. 5 con 79%, 73%, 58% y 54% de porcentaje de correlación con la especie Kiefferulus sp. respectivamente, Chironomus sp. 1 con Chironomus sp. 2 con 60%; la mayoría de estas especies de larvas resultaron ser dominantes según la tabla de Olmstead-Tukey, lo cuál refleja la interconexión y dinámica poblacional que se presenta en la zona del fondo del embalse Nabor Carrillo.

También se correlacionaron positivamente Dicrotendipes sp. con Krizousacorixa femorata con un 58%, Chironomus sp. 5 con Tubifex sp. con un 55% y Cricitopus sp. con Hyalella azteca con un 54%, lo cual puede significar, no sólo la similitud de requerimientos ambientales, como es el caso del segundo par de especies correlacionadas, sino su poca aparición en el muestreo de K. femorata por no ser una especie estrictamente bentónica, con la larva de díptero Chironomus sp.5 que fué poco abundante.

La distribución y abundancia de los macroinvertebrados bentónicos en diferentes puntos del embalse está regida por las características morfométricas de éste, así como por las tolerancias metabólicas y fisiológicas de estas comunidades. Dentro de los requerimientos para su desarrollo se encuentran el tipo de sustrato

y la relativa diferencia de profundidad, esto en relación con la disponibilidad de oxígeno disuelto y el papel de la materia orgánica presente como fuente básica de alimentación de los organismos bentónicos, razón por la cual la gran mayoría de estos taxa se encuentra distribuido en la periferia del embalse.

En los últimos años, diversos estudios han enfocado su atención a compilar los requerimientos y tolerancias ecológicas que presentan muchas especies de dípteros, en especial los organismos de estadios inmaduros y larvarios, ya que son los mas extensamente distribuidos y ocupan diferentes microhábitats. Con frecuencia son los macroinvertebrados dominantes en los sistemas de aguas lénticas (EPA, 1977), como sucede en el embalse "Nabor Carrillo".

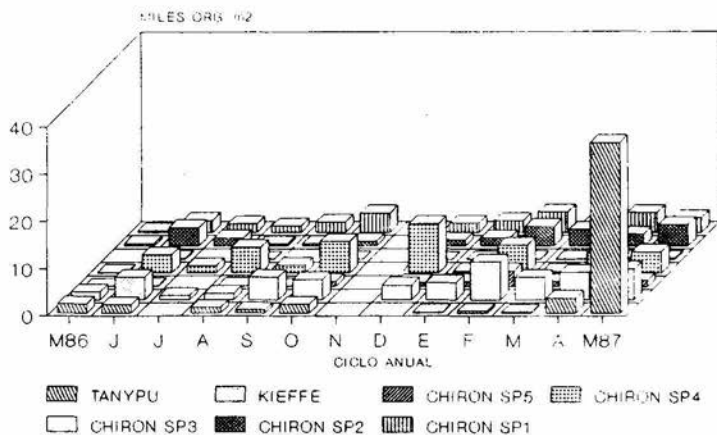
En estudios específicos realizados en diferentes especies de quironómidos han demostrado que estos organismos responden individualmente ante diferentes condiciones ecológicas que, en mayor o menor grado, pueden tolerar. De acuerdo a la publicación de la EPA (1977), existen preferencias ambientales de las diferentes géneros de larvas de díptero, así como las condiciones extremas a las que están sujetos para desarrollarse, (Tabla 9). En este sentido las especies de larvas de díptero encontrados en el sistema en estudio, corroboran las condiciones eutróficas que se propician en los sedimentos del embalse en estudio.

Existen algunas preferencias poco marcadas entre las condiciones de resistencia de cada género y aún cuando se tomó el criterio de la mayoría de ellos por falta de registro de especies, todos los autores concuerdan en que son organismos tolerantes a diferentes condiciones ambientales (Tabla 9), además de desarrollan ampliamente en condiciones de alta concentración de elementos nutritivos, esto en conjunto con el aumento de oxígeno la alta turbulencia del sistema.

El género Tanypus sp. tiene afinidad por áreas con mayor concentración de oxígeno disuelto, ya que en estudios realizados en embalses españoles (Margalef, 1980), se reporta su preferencia por lugares con mayor mezcla de agua donde aumenta la concentración de este gas; durante el estudio, este género presentó mayor abundancia que los demás géneros de dípteros durante el mes de mayo de 87 en la zona A y en mayo de 86 para la zona B (Fig. 20). Esto coincide con lo reportado por Welch (1970), en cuanto a que estos organismos pasan el período de invierno en estado larvario y vienen a emerger durante la primavera y verano, fenómeno que está influenciado principalmente por los fotoperíodos y el incremento de la temperatura.

Otra población de chironomidos dominante fueron Kiefferulus, Chironomus sp.1 y sp.2, los cuales presentaron mayor abundancia durante el mes de febrero, siendo mas notorio este incremento en la zona B, donde se registró el mayor contenido de material orgánico en sedimentos como se encuentra reportado en los requerimientos de

**LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
ABUNDANCIA DE LARVAS DE DIPTERO ZONA A**



**LAGO "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
ABUNDANCIA DE LARVAS DE DIPTEROS ZONA B**

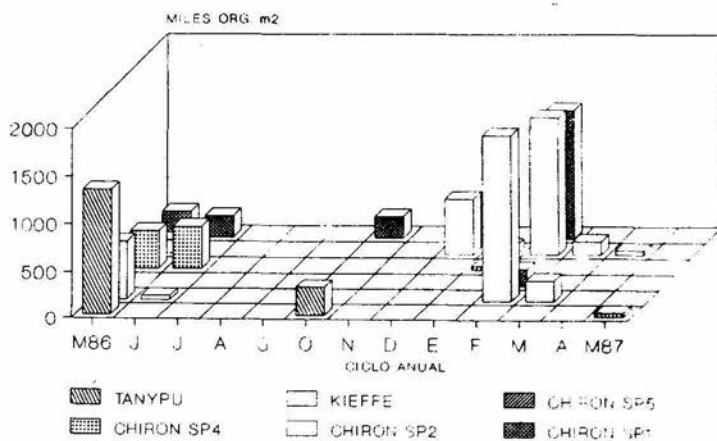


FIGURA No. 20

este género, encontrado en aguas estancadas y embalsamientos. También la tolerancia a moderadas y bajas concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, justifican la presencia abundante de estos géneros, aún cuando se registraron valores mínimos de 0.4 mg/l en esa zona.

Los géneros de quironómidos encontrados en el embalse, pueden servir como indicadores de la mala calidad sanitaria del agua, pero para ello se requiere de la total identificación taxonómica hasta nivel de especie, ya que la bibliografía existente presenta poco fundamento, dadas las diferentes condiciones ambientales que se pueden presentar en diferentes sistemas acuáticos como el estudiado.

Dentro de las adaptaciones que presentan estos organismos bentónicos a condiciones de contaminación orgánica, se encuentra la producción de hemoglobina, razón por la cual presentan un color rojo intenso de su cuerpo, el cual sirve como indicador de la mayor o menor concentración de oxígeno en su hemoglobina. Por lo anterior, estos organismos resisten bajas concentraciones de este gas en los hábitats que ocupan (Margalef, 1980). La producción de hemoglobina en estos organismos se ve favorecida con el ascenso de la temperatura, en conjunto con la escasez de oxígeno de cualquier sistema, (Margalef, 1980), condiciones que se presentan en el embalse, por lo que no es casual que estas poblaciones de macroinvertebrados resistentes a vivir en aguas contaminadas, florezcan y se desarrollen en este embalse artificial llenado con aguas tratadas; independientemente de las variaciones físico-químicas que se presentan a lo largo del año.

Las larvas de díptero presentan también otro tipo de respiración cutánea, es decir, respiran a través del tegumento o en su defecto, por medio de unas estructuras denominadas "cuernos respiratorios" estructuras que también funcionan como reguladores iónicos (Wetzel, 1981). Estas adaptaciones resultan ser de gran ayuda para que los organismos sobrevivan en condiciones de hiposalinidad como se presenta en el embalse "Nabor Carrillo"; aunque se les considera como organismos cosmopolitas, ya que se ha reportado su presencia en zonas muy variadas de alta alcalinidad, con bajas concentraciones de oxígeno, al igual que al gusano oligoqueto (Margalef, 1980).

Cabe mencionar que las condiciones ambientales antes mencionadas son comunes en tanques de oxidación, lagos eutróficos y aguas contaminadas (Díaz, 1987; Hynes, 1974 y Margalef, 1983); incluso forman parte de la fauna característica de los sistemas de aguas negras e indicadores de contaminación orgánica, especialmente en lugares en donde ésta, aún no inicia su proceso de oxidación.

Los quironómidos y los oligoquetos son altamente reproductivos y pueden poblar cualquier área rápidamente, aún después de que ha pasado algún período anóxico (Brinkhurst, 1965 en Welch, 1970).

Muchos autores como Hynes (1974); Pennak (1979) y Wetzel (1981), han reportado que ambos grupos presentan preferencias por habitar lugares que presentan concentraciones altas de materia orgánica, de allí su denominación como "fauna de aguas contaminadas" o "gusanos de cieno".

Las larvas de dípteros, al igual que el tubificido, fueron muy abundantes en todo el embalse con diferentes condiciones ambientales lo cuál corrobora la tolerancia ante diferentes condiciones ambientales. Su amplia distribución en todo lo largo del embalse, proporciona un enfoque de las condiciones ambientales prevalecientes en la zona A, en relación con la zona B, principalmente en lo referente a los requerimientos metabólicos de las poblaciones bentónicas como son el tipo de sustrato y el material orgánico disponible para su desarrollo; en este sentido es importante recalcar que las condiciones físicas e hidrológicas que presenta la parte central del embalse son evidentemente diferentes al resto de puntos de muestreo.

Por un lado, el sustrato que se encuentra en el fondo del embalse Nabor Carrillo es de tipo areno-limoso, además de ser poca la corriente que se registra en ese punto, aunado a la mayor profundidad de 3.5 m en promedio, razón por la que se favorece la acumulación de cieno y otros materiales, formando un fondo blando poco favorable para el desarrollo de la biota bentónica, a pesar de que en este tipo de sustratos se establece gran cantidad de bacterias y microalgas que sirven de alimento para este tipo de organismos detritófagos (Odum, 1984).

Lo anterior se refuerza con los reportados por Winnell y Jude (1984), en donde se cita la preferencia de estos organismos por sustratos conformados por arenas burdas y medias de entre (0.5 mm y 0.25 mm), esto resulta principalmente para algunos dípteros como el género Glyptotendipes sp. que tiende a construir residencias con pequeños granos de arena con las que envuelven todo su cuerpo para protegerse de la depredación (Margalef, 1983).

Sin embargo, estudios recientes, se ha reportado también que en sustratos que poseen abundante materia orgánica particulada digerible y macrofauna asociada a ésta, el área superficial por unidad de volumen se incrementa con la disminución del diámetro de la partícula, por lo tanto, los lodos limosos y arcillosos representan un medio propicio para el establecimiento de ciertas poblaciones bentónicas de invertebrados. las cuales se puede ubicar de acuerdo a su forma de vida (García, 1989).

#### 4. CONCLUSIONES

- El embalse "Nabor Carrillo" presenta una clara zonación físico-química entre los extremos someros y la parte central más profunda, formando dos grandes grupos con características propias. Este no presentó un comportamiento estacional definido, sin embargo, las variaciones climáticas influyen notoriamente en la concentración de algunos parámetros y por ende en la distribución de su comunidad biológica.
- El lago "Nabor Carrillo" es de tipo alcalino con registros de pH básico, dureza moderada y alta salinidad conferida por el tipo de suelo de la zona de Texcoco, consecuencia del proceso de mineralización sódica dominante. Este es un embalse polimíctico, cálido con oxigenación superficial saturada, presentando un comportamiento clinógrado de éste gas en todo el año a pesar de la fuerte mezcla de la masa de agua, provocada por el viento y su poca profundidad.
- Existe una entrada considerable de elementos nutritivos al sistema debido a las aguas tratadas que lo alimentan, causa por la cuál el consumo de oxígeno en el fondo es mayor, ya que los altos valores de la DQO y DBO5 de la zona del fondo, muestran la intensa tasa de descomposición de materia orgánica que llega a los sedimentos del embalse.
- El nitrógeno y sus derivados se encuentran funcionando como elemento nutritivo limitante en las aguas del embalse; en este sentido, el proceso de nitrificación es uno de los más importantes en el metabolismo del sistema.
- El sedimento que conforma el embalse, presenta un tipo de fondo arenoso muy fino con menor porcentaje de limos, presentando estos últimos mayor porcentaje en la zona B (central), en tanto que el contenido orgánico en el sedimento es alto en comparación con los sistemas naturales, lo cuál muestra un evidente efecto de acumulación de elementos nutritivos en la zona profunda, debido quizás a la alta carga superficial de estos elementos procedentes de la planta de tratamiento.
- De los 12 géneros de dípteros encontrados, al rededor del 50% fueron relativamente más abundantes y están representados por: Chironomus spp. 1, 2, 3 y 4, Kiefferulus sp. y Tanipus sp., lo cuál muestra su gran capacidad de adaptación a condiciones ambientales extremas.
- De la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, los dípteros, oligoquetos y ostracodos, fueron los grupos mas abundantes durante el año de estudio, debido quizás a las adaptaciones metabólicas que presentan.

- De acuerdo a índices de diversidad bajos, el embalsamiento es pobre en especies, pero muy abundante en cuanto al número de organismos, lo cuál da indicio de condiciones de inestabilidad de la comunidad bentónica con dominancia de algunos grupos.



## 5. RECOMENDACIONES

- En el estudio limnológico del "Lago Nabor Carrillo", se le debe de considerar como un sistema artificial con características propias, que incluyen el análisis de condiciones extremas como son la alta salinidad y alcalinidad del sistema, así como la elevada concentración de elementos nutritivos. A este respecto, se requiere que se realicen estudios comparativos de las presas y embalses del territorio nacional que permita obtener una tipificación mas exacta de estos sistemas acuáticos y ubicarlos en criterios de clasificación de acuerdo a sus características.
- Aún cuando en estudios recientes se ayuda a establecer las principales relaciones entre los parámetros químicos, biológicos e hidrodinámicos que influyen en la calidad del agua de los embalses, este conocimiento debe ser aplicable a las condiciones ambientales de nuestro medio, ya que cada región tiene sus características muy propias y de acuerdo con esto nos permitiría operar de manera racional los embalses actuales y cuales son las tendencias de comportamiento con el paso del tiempo.
- El uso de análisis de Componentes Principales resulta ser muy adecuado para establecer de manera mas o menos precisa el o los componentes que rigen la dinámica hidrológica de los embalsamientos.
- El aprovechamiento del "Lago Nabor Carrillo", debe estar considerado únicamente como zona de reserva ecológica, donde puedan arriar las aves migratorias, ya que el uso recreativo futuro para el que se tiene contemplado, es poco recomendable dada las características físico-químicas del agua tratada que lo alimenta; o en su defecto, destinarlo como almacén de aguas de reuso, como alternativa de suministro de riego o uso agrícola.
- Intensificar las investigaciones sobre su comportamiento hidrológico de los embalsamientos, que incluyan el uso combinado de evaluación físico-química en relación con la sucesión biológica de especies, ya que son los mejores indicios del éxito o fracaso de este tipo de sistemas, como alternativa de bajo costo en el suministro de agua en el futuro.

- Las especies bentónicas y su variación, pueden servir en la caracterización del embalse de acuerdo con los cambios de tipo climático a los que se encuentran sujetos.
- Emprender investigaciones mas detalladas de las condiciones de la interfase agua-sedimento, que requieren el tránsito de nutrimentos y metales diversos ( $Fe^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ , etc.), del sedimento a el agua y visceversa, con el objeto de evaluar la productividad e intercambio iónico que se lleva a cabo en las zonas profundas de los embalsamientos.
- Es conveniente optimizar el funcionamiento de la planta de tratamiento que alimenta el embalse "Nabor Carrillo" buscando la forma de incrementar su productividad y reducir su alta retención de los elementos nutrimentos que se le aportan.
- De esta forma, se podrá realizar con mayor efectividad una introducción adecuada de organismos aptos a desarrollarse en este tipo de sistemas, sobre todo si se trata de especies de importancia comercial o consumo humano como sucede actualmente con los estanques de cultivo de mojarra de la zona de Texcoco.

## 6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- APHA, AWWA, y WPCF., 1976. Standar Methods for the examination of water and wastewater. 14 Ed. American Public Health Association Pub. Washington. E.U.A. 1193 pp.
- ALCOCER, J. KATO, E., ROBLES, E. y VILA CLARA, G., 1988. Estudio preliminar del efecto del dragado sobre el estado trófico del lago viejo de Chapultepec. Contam. Ambient. 4: 43-56.
- ALFRED, J. R. 1973. On the food of *Chironomus costatus* (Chironomidae: Díptera) from a shallow freshwater pond in south India. Freshwater Biol. 4: 337-342.
- BECK, W. M. 1977. Enviromental requirements and pollution tolerance of common fresh-water chironomidae EPA. Cincinnati. 150 pp.
- BRINKHURST, R. O. 1963. A guide for the identification of british aquatic oligoqueta. Sci. Publ. Freshwater Biol. Assoc. 22: 1-52.
- 1987a. Aerobic and anaerobic metabolism of the fresh-water oligochaeta *Tubifex sp.* Hydrobiología. 155: 157-158.
- 1987b. Physiological reactions of aquatic oligochaetes enviromental anoxia. Hydrobiología. 155: 155-175.
- BROWER y ZAR, 1980. Field and laboratory methods of general ecology. Ed. Madrid. 136-139 p.
- CARDENAS, R., 1985. El ex-vaso de Texcoco. Un nuevo pulmón para la capital. Biósfera. 5:1 7-9 p.
- CASTILLO, C., 1985. Experiencias sobre la operación de un relleno sanitario en el ex-vaso de Texcoco. Biosfera 5:1 13-17 p.
- CHAVEZ, A., 1986. Contribución al conocimiento de la estructura y composición de las comunidades planctónicas de Valle de Bravo, Edo. Mex. Tesis.
- CHAVEZ, C., HUERTA, L., 1985. Estudios ecológicos previos a la creación de un refugio de vida silvestre en el ex-lago de Texcoco. Memorias IV Nal. de ingeniería sanitaria ambiental 1984. Soc. Mex. Ing. Amb. octubre 641-647.

- COMIN, F. y ALONSO, M., 1988. Spanish salt lakes: Their chemistry and biota. Hydrobiologia 158: 237-245.
- CORRO, L., 1985. Aguas que renacen de la oscuridad. Información Científica y Tecnológica 7: 107 31-32.
- CRISCI, J., y Colab. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Sría. Gral. de Estados. Americanos. Programa Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, monografía no. 26 132 p.
- CRUICKSHANK, G., 1984. Proyecto Texcoco. Memorias IV Nal de ingeniería sanitaria ambiental octubre 1984. 680-684.
- CRUZ, L., 1989. Estudio de algunos aspectos de la biología de los calanoideos del embalse Danxho, Edo. Mex. Tesis.
- BAYLY, I., Williams, W. 1966. Chemical and biological studies on some saline lakes of south-east Australia. Aust. J. Mar. Fresh-water Res. 17: 177-228.
- DEAN, W., 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediment and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. Journal of Sedimentary Petrology 44:1 242-248 p.
- DE BUEN, F., OSORIO TAFAL, 1944. Biodinámica del lago de Pátzcuaro I. Ensayo de interpretación de sus relaciones tróficas. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Tomo V Núm. 3-4 197-227 p.
- DECKKER, P., WILLIAMS, W. 1988. Physicochemical limnology of eleven mostly saline permanent lakes in western Victoria, Aus. Hydrobiología. 162: 275-286 p.
- DE VICTORIA, J., 1984. Influencia de la hidrodinámica de embalses en la evolución de la calidad del agua. Serie del Inst. de Ingeniería. Núm. 480 UNAM. 23 p.
- DIAZ, Z., 1984. Los indicadores biológicos de la contaminación y su posible uso en México. CIECCA. 7-14 p.
- 1984a. Una década de investigaciones biológicas en los problemas de contaminación del agua 1973 - 1983. CIECCA. Memorias del IV Congreso Nal. de Ing. Amb. Oct. 1984. México. 117-121p.
- 1987. Informe final del proyecto: Control de Malezas Acuáticas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). SARH. 81 p.

- 1989. Estado actual del manejo de lagos y presas en México. Inst. Mex. de Tecnología del Agua (IMTA). Memorias del Curso Intenacional de Eutroficación de Lagos y Embalses. Chapala, Jal. Mex. Mayo 89.
- EDMONSON, W., 1959. Fresh-water biology. 2a. Ed. U.S.A. 1200 p.
- EPA., 1973. BIológica field and laboratory methods for measuring the aquatic of surface waters and effluents. Cincinnati, Ohio. EPA. 670/ 4-73: 190 p.
- 1975. 430/1-75-005. Fresheater biology and pollution ecology. Training manual U.S. EPA. Water Program Operations 234 p.
- 1982. A guide to the freshwater Tubificidae (Annelida: Clitellata: Oligochaeta) of North America. Cincinnati, Ohio. 61 p.
- FOLK, 1969. Petrology of sedimentary rocks. Aus. Hemphills. 450 pp.
- FOSBERG, C. 1989. Importance of sediments in understanding nutrient ciclings in lakes. Belgium. Hydrobiología 176/177: 263 - 277.
- GARCIA, B., 1989. Materia orgánica en los sedimentos de la plataforma sureste del Golfo de California, relaciones Ecológicas y granulométricas. Tesis.
- GRANILLO, V. S., 1985. De paisaje lunar a pradera, Las Tolvaneras visten de gris el Valle. Información Científica y Tecnológica. 7:(107), p. 41-43.
- HAMMER, U., SHEARD, J. y KRANABETTER, J., 1990. Distribución and abundance of littoral benthic fauna in canadian prairie saline lakes. Hydrobiuologia 197: 173-192.
- HERRERA A. 1890. El Valle de México considerado como Provincia zoológica. La Naturaleza 2da. Serie 1: 299-377.
- HUNGERFORD, H. B., 1940. The Corixidae of western Hemisphere. Univ. Sci. Pull. 33: 1 pp. 827.
- HUTCHINSON, G. E., 1957. A trataise on Limnology. Vols. I y II. Willey Interscience Pub. J. Willey Sons. 1015 p.
- HYNES, H. B. 1974. The biology of Polluted waters. Univ. Toronto Press. Ontario, Canadá. 199 p.

- JAKHEL, G., BHARGAVA, S. y SINHA, R., 1990. Comparative limnology of Sambhar and Didwana lakes (Rajasthan, NW India. Hydrobiologia 197: 245-256.
- JAUREGUI, O., 1975. Las zonas climatológicas de la Cd. de Mxico. Bol.Inst.Geofísica.Vol.6 UNAM. Mxico.
- JEFFERS, R., 1978. An introduction to systems Analysis, with ecological applications. Univ. Park. Press. Baltimore, USA.
- JUDAY, C., 1916. Limnological studies on some lakes in central Amer. Trans. wis. Acad. Sci. Lett. 18: 214-250.
- KAISER, H., 1958. The varimax criteria for analytic rotation in factor analysis. Psychometrica 23: 187-200.
- LADISLAO, U., 1985a. Los hijos adoptivos de Texcoco, lagos artificiales. Información científica y tecnológica. 7: (107) 21 - 23.
- 1985b. Tratemos bien el agua, sistemas de limpieza. Información científica y tecnológica. 7 (107): 34-37.
- LARIOS, H., 1938. Importancia de las sales del Lago de Texcoco, Mex. Agricultura 1(8): 77-81.
- LECHUGA, V., 1987. Liberación de compuestos de sedimentos anaerobios y su importancia en la calidad del agua de la presa Rodrigo Gámez, La boca. Tesis.
- LEYVA, J. A., 1985. El pez chico que sobrevivió a los grandes. Inform. cient. y tec. 7 (107): 29-30.
- LORA, S., MIRA, C., 1978. Técnicas de defensa del medio ambiente Labor S.A. Madrid. Vol I y II 721 pp.
- LUGO, V., 1984. Estudio cualitativo y cuantitativo de los protozoarios zooflagelados presentes en las aguas negras almacenadas en una laguna de estabilización facultativa. Tesis.
- MARGALEF, R., 1977. Limnología de los embalses españoles. Dir. Gral. de Obras Hidráulicas. Ministerio de Obras Públicas. Madrid.
- , 1980. Ecología. Edit. Omega. 3a. Reimpresión. Barcelona,. España. 951 p.
- 1983. Limnología. Ed. Omega. Barcelona. 1010 p.

- MARTINEZ, T. B., 1993. Contribuci3n al estudio de Clad3ceros y C3ppodos del lago Nabor Carrillo, Estado de Mxico. Tesis Profesional Enep Iztacala. UNAM. TESIS 72 p.
- MARTINEZ, Z., 1990. Estudio de la fauna protozol3gica presente en un sistema de estanques de estabilizaci3n facultativos, en Ixtapan de la Sal, Edo. Mex. Tesis.
- MASON, W. T., 1973. An Introduction to the identification of chironomid larvae, aquatic biologist. Analytical quality control. Lab. Nal. Envirom. Protecc. Agency. Cincinnati, Ohio. 523 p.
- MATA, G. M., 1986. Condiciones hidrol3gicas y perspectivas de utilizaci3n de las aguas subterr3neas en el rea del ex-lago de Texcoco Mxico. I.P.N. Tesis.
- MERRIT, R., CUMMINS, K., 1984. An introduction to the insects of north-America. 2nd. Kendall/Hunt Pub. Duboque Iowa. U.S.A. 220 P.
- MURILLO, F., 1984. Aspectos geotcnicos de una planta de tratamiento en el Lago de Texcoco. Memorias del IV Congreso Nal. de Ing.Sanitaria Ambiental. p. 329 - 336.
- NACIONAL FINANCIERA, S.H.C.P., 1969. Proyecto Texcoco. Mxico. Memoria de los trabajos realizados y conclusiones. Edici3n Especial. 215 p.
- NORTHCOTE, T. y HALL, K., Vernal microstratification patterns in a meromictic saline lake: their causes and biological significance. Hydrobiologia 197: 105-114.
- ODUM, E. 1984. Ecolog3a. Interamericana 3a. Ed. Mxico, 640 p.
- OJENDIS, G., 1985. Contribuci3n al conocimiento de la biolog3a de mexclapique "Girardinichthys viviparus"; con algunos aspectos ecol3gicos de la parte norte del ex-lago de Texcoco. Tesis. 96 p.
- OROZCO, F., MADINAVEITIA, A., 1941. Trabajos respecto a los cambios de pH en los lagos alcalinos. Anal. Inst. Biol. de Mxico. Mxico. Tomo XII n3m. 2 pp. 429-438.

- OSORIO, TAFALL, B., 1942. Trabajos sobre condiciones ecológicas de algunos lagos alcalinos de México. In: "Rotíferos planctónicos de México. Tomos I, II, III. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. Vol. III nums. 1-4. pp. 23 - 79.
- 1944. Los estudios hidrobiológicos en México y la conveniencia de impulsarlos. Rev. de la Soc. Mex. de Historia Natural. Tomo V n.º 1. pp. 1-2. pp. 127 - 153.
- 1946. Anotaciones sobre algunos aspectos de hidrobiología mexicana. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 7 (1-4): pp. 139 - 165.
- PARKER, D. T., 1939. Organic content of recent marine sediments. Symposium the American Association of petroleum Geologist. pp. 428-453.
- PENNAK, P., 1979. Fresh-water invertebrates of the United States. Wiley Intersciences New York. 803 p.
- PEREYRA, R., 1985. Pasto salado y ganadería, mas all de la aridz. Información Científica y Tecnológica. 7 (107) 39-41.
- PEREZ, R., COMAS, R. y GONZALEZ, V., 1990. Folleto de análisis granulométricos y de comparación de resultados estadísticos para distintos ambientes modernos de depósito. U.A.M. Iztapalapa. Lab. Hidroecología.
- PONCE, Z. y ROBLEDO, F., 1982. Variación estacional y abundancia fitoplanctónica de los Bordes Sta. Cruz, Los Lavaderos, Chacaltzingo y El Movil en el Estado de Morelos, México. Tesis.
- PONCE, P. y ARREDONDO, F., 1986. Aporte al conocimiento limnológico de un embalse temporal tropical, por medio de la aplicación de modelos multivariados. An. Inst. del Mar y Limnol. UNAM. 13: (2) 47-66.
- RANGEL, H., 1934. El lago de Texcoco y su alcalinidad. México. Memorias y Rev. de la Academies Nal. de Ciencias "A. Alzate. 54 (10/11/12): 497-504.
- ROSAS, I., Et al. 1984. Benthic organisms indicators of water quality in lake Ptzcuaro, Mich. México.
- RZEDOWSKI, J., 1957. Algunas asociaciones vegetales de los terrenos del lago de Texcoco. Bol. Soc. Bot. México 21: 19 - 33.



- SAAVEDRA, S., 1985. Estudio de la poblaci3n de macroinvertebrados bent3nicos de Lago de Ptzcuaro, Mich., Tesis.
- S.A.R.H., 1982. Manual de Tcnicas de an lisis f3sico-qu3mico para aguas. 5th.Ed. Subsecretaria de Planeaci3n. Dir. Gral. Usos de Agua y Prevenci3n de Contaminaci3n. Mxico. 321 p.
- 1983. Comisi3n del Lago de Texcoco. Proyecto Texcoco. Ed. Esp. Mxico. pag. 1 - 16.
- SALAZAR, M., 1981. Contribuci3n al conocimiento de la biolog3a de Girardichthys innominatus (Bleeker, 1960) Pisces Godeidae, del embalse Requena, Estado de Hidalgo. Tesis.
- SANCHEZ, R., 1985. An lisis protozool3gico (phylum Ciliophora) de las aguas de desecho domstico de un estanque de estabilizaci3n facultativo en el Estado de Mexico. Tesis.
- SCHWOERBER, J., 1975. Mtodos de Hidrobiolog3a. Ed. Blume. Madrid, Espa3a. 262 p.
- SERUYA, C. & U. POLLINGHER. 1983. Lakes of warm Belt. Cambridge Univ. Press. New York.
- SOKAL, R., ROHLF F., 1980. Introducci3n a la bioestadística Ed. Revert Barcelona, Espa3a. 362 p.
- S.P.P., 1971. Anexo Cartogr fico del Valle de Mxico. Localizaci3n geogr fica y mapas del S.P.P. Escala 1:50,000. Dir. Gral. de Geograf3a e Inform tica. Texcoco-Mxico- Tlaxcala.
- STEEL, R., TORRIE, J., 1985. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Mc. Graw Hill. 2 ed. Ed. Colombia. p. 537 - 540.
- STEPHENS, W., 1990. Changes in lake levels, salinity and the biological community of Great Salt Lake (Utha, USA), 1847-1987. Hydrobiologia 197: 139-146.
- TARIN, V. 1986. Lavado de suelos en el ex-lago de Texcoco. Rev. Ingenier3a Hidráulica. IIEPOCA 1(3): 30-49 p.
- TESMER, M., WEFRING, D., 1981. Annual macroinvertebrate sampling a low-cost tool for ecological assessment of effluent impact. Ed. American Society for Testing and material 264-279 pp.

- TRAMER, E., 1969. Bird species diversity: components of Shannon's formula. Ecology. 50 (5):927 - 929.
- TIRADO, F. ECHEGARAY, A. 1970. Estudio biológico de algunos suelos del lago de Texcoco. Rev. Latinoamericana de Microbiol. y Parasitología. 22 (2): 93-101.
- USINGER, R., 1956. Aquatic insects of California. Ed. Univ. Calif. Press. Berkeley U.S.A. 508 p.
- VALERO, J. M., 1985. Rescate de una ciudad devastada. Información científica y tecnológica. 7 (107): 17-19.
- WEBER, C., 1973. Biological field and laboratory Methods for measuring the quality of surface waters and effluents. Ed. National Environmental Research Center. Cincinnati, Ohio. U.S.A. 298 p.
- WELCH, R., 1970. Ecological effects of waste-water. Cambridge. Univ. Press. U.S.A. 337 P.
- WETZEL, R. 1981. Limnología. Ed. Omega. Barcelona, Esp. 679 p.
- WIEDERHOLM, T., 1980. Use of benthos in lake monitoring. Jour. WPCF. 52 (3) : 537 - 547.
- 1983. Chironomidae of Holarctic region. Key and diagnoses part 1 larvae. Ent. Scand. Suppl. no. 19.
- WILHM, L., 1970. Range of diversity index in benthic macroinvertebrate populations. Jour. Water Poll. Control Fed. 42: 221-223.
- WILLIAMS, W., 1981. Salt lakes. Proceedings of the international Symposium on Athalassic. (Inland) salt lakes, held at Adelaide, Aust. Dr. Junk Pub. 444 p.

# A P E N D I C E I



TABLA 2. ABUNDANCIA DE ESPECIES BENTONICAS DEL ENBALSE MADOR CARRILLO TEXCOCO  
ESTACION NO. 2

ESPECIES / MESES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTALES
<b>AMFIPODA</b>													
<i>Hyalella azteca</i>											7		7
<b>COLEOPTERA</b>													
FAM: Hydraphylidae													0
<b>DIPTERA</b>													
<i>Chironomus</i> sp. 1		8	5	3	5	2	6	10		3	16	13	71
<i>Chironomus</i> sp. 2	6	9	4		3		18	3	22	10	19	6	100
<i>Chironomus</i> sp. 3		1								1	1		3
<i>Chironomus</i> sp. 4		20	3		1		6			1	55	20	111
<i>Chironomus</i> sp. 5	5										9	3	12
<i>Cricotopus</i> sp.													0
<i>Microtendipes</i> sp.											13	1	14
<i>Glyptotendipes</i> sp.								1				1	2
<i>Kiefferulus</i> sp.	8	23	5		8	2	26	6	8		49	9	144
<i>Polypedilum</i> sp.													0
<i>Tanipus</i> sp.	11	20		4	8			5		2	7	2	67
<b>HEMIPTERA</b>													
<i>Krisouzaacorixa fenorata</i>													
<b>OSTRACODA</b>													
<i>Cipris occidentalis</i>				251				5			27	71	354
<b>OLIGOQUETA</b>													
FAM: Tubificidae		1	1		2				2		99	5	110
<b>TURBELARIA</b>													
FAM: Turbellariidae											1	1	2





TABLA 5. ABUNDANCIA DE ESPECIES BENTONICAS DEL EMBALSE "HABOR CARILLO" TEXCOCO  
ESTACION NO. 5

ESPECIES / MESES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRENO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTALES
<b>ANFIPODA</b>													
<i>Hyalella arteca</i>							7						7
<b>COLEOPTERA</b>													
FAR: Hidrophylidae		1									7		8
<b>DIPTERA</b>													
<i>Chironomus</i> sp. 1	3	38					8	15	19	8	17	10	118
<i>Chironomus</i> sp. 2	1	28		5				20	24	7	6	2	93
<i>Chironomus</i> sp. 3				2				3	2				7
<i>Chironomus</i> sp. 4		23		17			75	5			1		121
<i>Chironomus</i> sp. 5				1			1	18	17	9	15	3	64
<i>Cricotopus</i> sp.													0
<i>Bicrotendipes</i> sp.							1				7		8
<i>Glyptotendipes</i> sp.									1				1
<i>Kiefferulus</i> sp.	18	40		5			1	40	45	19	30	16	219
<i>Polipefilum</i> sp.	1												1
<i>Tanipus</i> sp.		11		7							1		19
<b>HEMIPTERA</b>													
<i>Krizensacarina fenorata</i>													0
<b>OSTRACODA</b>													
<i>Ciparis occidentalis</i>		85		25			7		3		5	25	150
<b>OLIGODETA</b>													
FAR: Tubificidae	20	65		28			6	2		10	236	118	485
<b>TURBELARIA</b>													
FAR: Turbellaridae											7		7



TABLA 6. ABUNDANCIA DE ESPECIES BENTONICAS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO  
ESTACION NO. 6

ESPECIES / MESES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OTUBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTALES
<b>ANFIPODA</b>													
<i>Hyalella arteca</i>										6	38		44
<b>COLEOPTERA</b>													
FAM: Hydrophilidae													
<b>DIPTERA</b>													
<i>Chironomus</i> sp. 1	1	2		5	27	23	13	11	12	20	2	17	133
<i>Chironomus</i> sp. 2		6		1	5	1	2	2	10	19		9	56
<i>Chironomus</i> sp. 3		1								1			2
<i>Chironomus</i> sp. 4	1	6		31	13			5	3	7		21	87
<i>Chironomus</i> sp. 5	2			1	2	6	5		3	5	1	17	42
<i>Cricotopus</i> sp.													0
<i>Dicrotendipes</i> sp.							1			2			3
<i>Glyptotendipes</i> sp.													0
<i>Kiefferulus</i> sp.	6	3		7	48	24	11	7	36	19	7	48	217
<i>Polipedium</i> sp.													0
<i>Tanipus</i> sp.				3				1					4
<b>HEMIPTERA</b>													
<i>Kriensacorixa foveolata</i>							2						2
<b>OSTRACODA</b>													
<i>Cypris</i> sp.				220		60							280
<b>OLIGOCHAETA</b>													
FAM: Tubificidae													
	1	14		56	46	21	1		2	38	97	272	598
<b>TURBELLARIA</b>													
FAM: Turbellariidae													
											3	1	4

TABLA 7. ABUNDANCIA DE ESPECIES BENTONICAS DEL EMBALSE "NABOR CARILLO" TEXCOCO  
ESTACION NO. 7

ESPECIES / MESES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTALES
<b>ANFIPODA</b>													
<i>Nyalella azteca</i>													
<b>COLEOPTERA</b>													
FAM: Hydrophylidae						1							1
<b>DIPTERA</b>													
<i>Chironomus sp. 1</i>	4		12	13			23		44	10	48	12	166
<i>Chironomus sp. 2</i>	1		9	3					52	32	22	15	134
<i>Chironomus sp. 3</i>										1	5	1	7
<i>Chironomus sp. 4</i>	1		28			8			60		28	9	114
<i>Chironomus sp. 5</i>									20	2	5	4	31
<i>Cricotopus sp.</i>													0
<i>Dicrotendipes sp.</i>												1	1
<i>Glyptotendipes sp.</i>									1				1
<i>Kiefferulus sp.</i>	11		9	11	4	2	3		70	56	42	47	255
<i>Polypedilum sp.</i>													0
<i>Tanipus sp.</i>		2			3				11	5	43	10	74
<b>HEMIPTERA</b>													
<i>Kriensacorixa femorata</i>													0
<b>OSTRACODA</b>													
<i>Cypris occidentalis</i>			9	70	8						114	22	225
<b>OLIGOQUETA</b>													
FAM: Tubificidae	3						48				17	22	91
<b>TURBELARIA</b>													
FAM: Turbellariidae											6	1	7

Tabla No. 3 - PERCENTAJES PROMEDIO DE TEXTURA Y CONTENIDO ORGANICO EN SEDIMENTOS  
 LAZO "MAJON CARRELL" TEXCOCA

		SANDUCHECILLA 1967				Z MATERIA ORGA	
		ARENAS Y ARENAS ZARZAMAS Y ARENAS Y LIMOS Y LIMOS		GRUESAS MEDIAS FINAS MUY FINAS GRUESOS FANOSOS			
<b>ZONA A</b>							
EST. 1	23.48	35.75	9.4	21.85	7.2	1.5	16.72
EST. 2	20.50	16.45	8.9	37.33	11.85	2.7	15.53
EST. 4	18.50	24.95	12.48	33.9	8.45	1.15	17.55
EST. 5	19.55	14.94	10.13	41.88	10.83	1.83	9.33
EST. 6	9.00	13.1	17.5	52.83	6.23	0.98	10.83
EST. 7	16.55	20.85	18.15	34.15	8.55	1.38	13.45
<b>PROMEDIOS</b>							
	18.01	20.99	12.76	37.01	8.85	1.46	13.90
MAXIMOS	23.48	35.75	18.15	52.83	11.85	2.70	17.55
MINIMOS	9.00	13.10	8.90	21.85	6.23	0.98	9.33
DESV. STD.	4.54	7.66	3.76	9.55	1.95	0.59	3.91
<b>ZONA B</b>							
EST. 3	17.43	18.43	7.7	28.03	23.03	3.3	20.8

## A P P E N D I C E II

TABLA 1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 1

MUESTREO	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRANSP. m	pH U. pH	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DBO 5 mg/l	DBO mg/l	N NITRA mg/l	N ORGAN mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	20.5	18.0	0.6	0.15	9.6	11.8	5.5	26	160	0.32	6.66	0.05	2.40	229	1081	124	3490
JUN 86	21.0	21.0	0.9	0.28	9.8	5.0	4.3	20	152	0.20	7.83	0.05	2.50	209	976	114	3193
JUL 86	19.0	19.0	1.5	0.13	10.1	8.4	7.5	12	259	0.14	7.98	0.05	2.10	200	950	102	3016
AGO 86	19.5	18.9	1.5	0.22	10.1	7.2	1.5	28	183	0.15	9.10	0.05	2.20	193	937	124	3229
SEP 86	23.0	20.0	0.5	0.30	10.2	9.0	1.5	24	280	0.20	7.37	0.05	2.30	204	1038	116	3393
OCT 86	18.5	18.0	1.5	0.20	10.2	14.2	1.4	18	221	0.20	7.00	0.05	2.30	175	1020	110	3203
DIC 86	17.5	16.0	0.6	0.10	10.3	14.0	5.4										
ENE 87	18.0	15.0	1.0	0.20	10.2	15.0	7.5										
FEB 87	20.0	17.5	0.6	0.10	10.2	12.0	3.8	20	226	0.16	15.92	0.05	2.70	214	1040	149	3600
MAR 87	20.5	17.5	0.4	0.15	9.9	15.0	14.5	14	92	0.28	9.46	0.05	2.90	223	1046	126	3580
ABR 87	21.0	18.5	0.6	0.20	10.1	15.0	9.2	14	120	0.10	10.51	0.05	2.60	226	1111	106	4703
MAY 87	23.0	20.0	0.4	0.20	10.0	15.0	10.5	16	156	0.19	12.02	0.05	2.40	224	1205	117	3763
PROMEDIO	20.1	18.3	0.8	0.19	10.0	11.8	6.1	19	185	0.19	9.39	0.05	2.44	210	1040	119	3517
DESV STD	1.7	1.6	0.4	0.06	0.2	3.4	3.8	5	57	0.06	2.69	0.05	0.23	16	76	13	451
VALOR MAX	23.0	21.0	1.5	0.30	10.3	15.0	14.5	28	280	0.32	15.92	0.05	2.90	229	1205	149	4703
VALOR MIN	17.5	15.0	0.4	0.10	9.6	5.0	1.4	12	92	0.10	6.66	0.05	2.10	175	937	102	3016

TABLA NO. 2 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 2

MUESTREO	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. cm	TRANSP. m	pH ca	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DBO 5 mg/l	DDO mg/l	N NITRAT. mg/l	N ORGAN mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	19.00	17.50	2.06	20.00	9.94	12.80	5.50	26.00	190.00	0.28	10.00	0.05	2.56	220.00	1093.88	123.87	4142.1
JUN 86	21.00	21.50	2.25	30.00	9.78	5.20	2.00	22.00	160.00	0.19	6.61	0.05	2.30	209.00	969.79	117.42	3095.2
JUL 86	20.50	19.00	2.25	12.00	10.10	13.50	5.50	16.00	214.00	0.15	8.08	0.05	2.18	200.00	957.42	93.73	3086.5
AGO 86	20.30	19.00	2.20	20.00	10.26	5.80	5.00	30.00	155.00	0.15	8.06	0.05	2.10	169.90	944.49	122.24	3127.7
SEP 86	23.00	19.00	2.20	30.00	10.27	14.40	1.50	23.00	393.00	0.18	9.30	0.05	2.09	204.40	1037.53	117.20	3335.7
OCT 86	19.50	18.00	2.25	20.00	10.09	12.80	6.90	22.00	221.00	0.25	9.04	0.05	2.07	194.30	1019.64	112.54	3099.8
DIC 86	17.00	16.00	1.90	15.00	10.17	11.40	2.00										
ENE 87	18.50	15.00	2.20	10.00	10.31	15.00	7.00										
FEB 87	18.00	16.00	2.00	10.00	10.36	9.50	3.80	23.00	252.00	0.16	16.53	0.05	2.53	200.00	1059.27	150.15	3924.1
MAR 87	21.00	16.00	2.40	20.00	9.92	15.00	6.60	23.00	164.00	0.16	9.66	0.05	2.84	232.10	1059.87	126.25	3693.1
ABR 87	21.00	19.50	1.75	20.00	10.03	15.00	7.00	16.00	150.00	0.12	9.89	0.05	3.36	213.60	1103.23	108.65	4821.2
MAY 87	25.00	19.00	0.80	25.00	10.12	15.00	12.20	21.00	156.00	0.23	11.04	0.05	2.44	224.90	1160.44	113.07	3566.5
PROMEDIO	20.32	17.96	2.02	19.33	10.11	12.12	5.42	22.20	205.50	0.19	9.82	0.05	2.45	206.82	1040.56	118.51	3589.19
DESV STD	2.09	1.82	0.41	6.51	0.17	3.37	2.83	3.94	70.53	0.05	2.53	0.05	0.39	16.76	65.93	13.72	544.10
VALOR MAX	25.00	21.50	2.40	30.00	10.36	15.00	12.20	30.00	393.00	0.28	16.53	0.05	3.36	232.10	1160.44	150.15	4821.20
VALOR MIN	17.00	15.00	0.80	10.00	9.78	5.20	1.50	16.00	150.00	0.12	6.61	0.05	2.07	169.90	944.49	93.73	3086.50

TABLA 3. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DE LA ESTACION NO. 3

ESTACION NO. 3

MUESTREO	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRANSP. m	pH U. pH	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DBO 5 mg/l	DQO mg/l	N ORGAN mg/l	N NITAT mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	24.50	18.00	3.10	20.00	10.12	15.00	0.80	27.00	268.00	10.00	0.34	0.05	2.52	210.83	1117.69	123.87	3298.6
JUN 86	21.00	20.00	3.32	28.00	9.88	4.50	0.70	23.00	71.00	10.99	0.26	0.05	2.37	209.09	967.54	119.62	3101.2
JUL 86	22.00	20.50	3.40	13.00	10.33	12.50	1.80	18.00	178.00	10.38	0.24	0.05	2.14	198.18	950.12	101.54	3086.4
AGO 86	22.00	20.20	3.40	20.00	10.22	6.00	0.70	25.00	131.00	8.70	0.22	0.05	2.06	170.81	944.49	122.62	3161.1
SEP 86	25.00	19.00	3.45	30.00	10.13	15.00	1.20	21.00	477.00	10.82	0.18	0.05	2.34	206.22	1047.21	130.96	3353.2
OCT 86	21.00	18.00	3.95	20.00	9.23	11.20	6.00	19.00	176.00	7.63	0.24	0.05	2.44	199.05	1007.06	101.54	3083.6
DIC 86	16.50	15.50	3.30	10.00	10.31	10.50	0.40										
ENE 87	20.00	15.50	3.70	10.00	10.33	15.00	6.20										
FEB 87	17.00	16.00	4.00	10.00	10.43	7.50	3.00	17.00	257.00	14.41	0.22	0.05	2.46	235.29	1058.21	143.65	3777.2
MAR 87	19.00	16.50	3.50	29.00	9.93	14.60	0.70	15.00	216.00	13.14	0.31	0.05	2.80	230.36	1074.93	132.84	3570.8
ABR 87	22.50	17.60	3.50	15.00	9.97	15.00	2.50	12.00	170.00	10.04	0.10	0.05	2.97	226.42	1083.35	107.40	4633.4
MAY 87	23.00	18.50	3.40	25.00	9.96	15.00	2.80	11.00	140.00	12.54	0.28	0.05	2.52	232.08	1149.06	118.15	3979.8
PROMEDIO	21.13	17.94	3.50	19.17	10.07	11.82	2.23	18.80	208.40	10.87	0.24	0.05	2.46	211.83	1039.97	120.22	3504.53
DESV STD	2.54	1.71	0.25	7.28	0.31	3.73	1.93	5.04	105.41	1.93	0.06	0.05	0.26	18.94	67.04	13.07	477.17
VALOR MAX	25.00	20.50	4.00	30.00	10.43	15.00	6.20	27.00	477.00	14.41	0.34	0.05	2.97	235.29	1149.06	143.65	4633.40
VALOR MIN	16.50	15.50	3.10	10.00	9.23	4.50	0.40	11.00	71.00	7.63	0.10	0.05	2.06	170.81	944.49	101.54	3083.60

TABLA NO. 4 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 4

MUESTREO	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRANSP. cm	pH U. pH	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DBO 5 mg/l	DQD mg/l	N ORGAN. mg/l	N NITRA. mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	21.00	18.00	1.00	15.00	10.24	19.00		24.00	196.00	9.04	0.54	0.05	2.47	220.00	1113.90	118.90	3534.6
JUN 86	21.00	18.00	1.50	15.00	10.11	5.50		22.00	143.00	7.22	0.18	0.05	2.26	209.09	973.17	114.11	2677.3
JUL 86	19.50	17.00	1.50	13.00	10.04	9.00		14.00	226.00	8.24	0.21	0.05	2.28	200.00	952.36	100.57	3113.4
AGO 86	22.00	20.00	1.00	20.00	9.20	9.20		24.00	113.00	8.65	0.18	0.05	2.13	190.22	465.56	112.01	3116.8
SEP 86	23.00	20.00	1.50	30.00	10.26	10.80		21.00	182.00	7.21	0.14	0.05	2.30	217.78	1039.47	102.52	3158.9
OCT 86	22.00	19.00	1.50	20.00	10.66	12.40		17.00	227.00	7.63	0.27	0.05	2.20	199.05	1019.64	106.20	3159.8
DIC 86	20.00	17.50	1.50	10.00	10.22	8.60											
ENE 87	19.00	16.00	1.50	10.00	10.33	15.00											
FEB 87	19.00	16.00	1.50	10.00	10.32	9.00		19.00	216.00	15.32	0.23	0.05	2.68	200.00	1050.22	140.04	3500.7
MAR 87	25.00	21.00	1.00	20.00	10.09	15.00		22.00	139.00	10.34	0.18	0.05	2.54	223.21	1108.05	123.73	3696.8
ABR 87	19.50	18.50	0.70	15.00	10.01	6.00		11.00	120.00	10.42	0.10	0.05	3.37	213.63	1152.22	105.95	4961.1
MAY 87	20.00	18.50	1.50	15.00	10.00	13.20		12.00	140.00	11.70	0.24	0.05	2.72	224.14	1126.22	115.78	3770.1
PRMEDIO	20.92	18.29	1.31	16.08	10.12	11.06		18.60	170.20	9.58	0.23	0.05	2.50	209.71	1000.08	113.98	3468.95
DESV STD	1.74	1.49	0.28	5.51	0.33	3.82		4.61	42.02	2.38	0.11	0.00	0.35	11.22	188.90	11.14	586.79
VALOR MAX	25.00	21.00	1.50	30.00	10.66	19.00		24.00	227.00	15.32	0.54	0.05	3.37	224.14	1152.22	140.04	4961.10
VALOR MIN	19.00	16.00	0.70	10.00	9.20	5.50		11.00	113.00	7.21	0.10	0.05	2.13	190.22	465.56	100.57	2677.30



TABLA NO. 5 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 5

MUESTREO	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRANSP. cm	pH U pH	OXDIS S. mg/l	OXDIS F. mg/l	DBO 5 mg/l	DBO mg/l	N ORGAN mg/l	N NITRA. mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	22.00	18.00	1.00	19.00	10.10	20.00	0.80	23.00	160.00	9.04	0.34	0.05	2.60	220.00	1104.48	118.92	3309.4
JUN 86	21.00	20.50	1.10	30.00	10.01	12.10	5.20	23.00	160.00	6.91	0.22	0.06	2.26	200.00	957.43	114.51	2988.9
JUL 86	22.50	20.50	1.20	13.00	10.29	19.00	8.00	14.00	214.00	8.95	0.25	0.05	1.82	186.36	846.11	117.17	2747.3
AGO 86	22.50	22.00	1.10	20.00	10.28	14.50	13.00	30.00	196.00	9.66	0.26	0.05	2.30	188.44	960.23	112.76	3125.9
SEP 86	25.00	20.00	1.00	30.00	10.38	17.00	9.40	31.00	261.00	7.00	0.18	0.05	2.28	213.33	1035.60	110.93	3200.5
OCT 86	20.00	19.00	1.00	15.00	10.28	15.00	15.00	23.00	136.00	8.46	0.54	0.05	1.99	154.54	861.47	125.14	2825.6
DIC 86	18.00	17.50	1.00	15.00	10.28	15.00	14.20										
ENE 87	18.00	16.00	1.00	10.00	10.29	15.00	8.50										
FEB 87	17.00	17.00	1.00	10.00	10.46	15.00	3.40	27.00	257.00	16.53	0.18	0.05	2.76	245.09	1064.60	145.25	3599.5
MAR 87	20.00	16.50	1.00	15.00	9.93	15.00	8.50	15.00	113.00	9.85	0.22	0.05	2.90	223.21	1086.37	126.50	3568.9
ABR 87	23.00	22.00	0.70	20.00	10.07	15.00	15.00	33.00	145.00	10.61	0.08	0.05	3.28	190.90	935.82	116.62	4071.8
MAY 87	27.00	25.00	0.60	20.00	9.93	15.00	15.00	25.00	161.00	12.25	0.27	0.05	2.54	221.33	1157.43	110.23	4189.7
PROMEDIO	21.33	19.50	0.98	18.08	10.19	15.63	9.67	24.40	180.30	9.93	0.25	0.05	2.47	204.32	1000.95	119.80	3362.75
DESV STD	2.83	2.57	0.16	6.33	0.17	2.02	4.66	5.99	47.66	2.67	0.12	0.00	0.41	24.26	99.49	9.93	466.64
VALOR MAX	27.00	25.00	1.20	30.00	10.46	20.00	15.00	33.00	261.00	16.53	0.54	0.06	3.28	245.09	1157.43	145.25	4189.70
VALOR MIN	17.00	16.00	0.60	10.00	9.93	12.10	0.80	14.00	113.00	6.91	0.08	0.05	1.82	154.54	846.11	110.23	2747.30

TABLA NO. 6 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 6

MUESTREOS	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRAMSP. m	pH U. pH	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DBO 5 mg/l	DBO mg/l	N ORGAN. mg/l	N NITRAT. mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	24.50	21.00	1.10	15.00	10.33	15.00	7.60	27.00	169.00	10.47	0.26	0.05	2.26	210.09	980.62	128.83	3131.5
JUN 86	21.50	21.00	0.60	28.00	9.90	10.50	7.60	22.00	196.00	6.61	0.26	0.05	2.30	209.09	969.79	110.99	3121.8
JUL 86	26.00	22.00	1.00	13.00	10.22	15.00	11.00	18.00	330.00	7.99	0.16	0.05	2.23	181.92	930.44	111.54	2979.7
AGO 86	22.00	22.00	1.20	25.00	9.40	15.00	13.50	31.00	83.00	8.80	0.24	0.05	2.13	188.44	961.36	111.49	3135.9
SEP 86	26.00	22.00	0.70	30.00	10.27	15.00	9.40	21.40	287.00	7.27	0.18	0.05	2.22	213.33	1046.24	105.11	3345.4
OCT 86	20.00	22.00	0.60	15.00	10.33	15.00	15.00	23.00	284.00	8.78	0.39	0.05	2.00	174.22	868.72	125.34	2774.1
DIC 86	19.00	18.00	0.60	15.00	10.37	15.00	15.00										
ENE 87	16.50	16.00	0.60	10.00	10.37	15.00	13.40										
FEB 87	19.00	18.00	0.50	10.00	10.50	12.40	10.00	16.00	226.00	15.72	0.18	0.05	2.61	245.09	1043.31	146.15	3663.2
MAR 87	22.00	18.00	0.60	15.00	9.98	15.00	8.20	8.00	108.00	9.85	0.20	0.05	2.76	225.00	1099.01	124.10	3553.1
ABR 87	24.00	24.00	0.60	20.00	10.09	15.00	15.00	12.00	130.00	10.18	0.10	0.05	3.18	225.42	1134.54	107.84	4592.5
MAY 87	30.00	29.50	0.50	15.00	10.04	15.00	15.00	19.00	167.00	13.10	0.24	0.05	2.32	205.33	1134.54	110.23	3558.8
PROMEDIO	22.54	21.13	0.72	17.58	10.15	14.41	11.73	19.74	198.00	9.88	0.22	0.05	2.40	207.79	1016.86	118.16	3385.60
DESV STD	3.60	3.38	0.23	6.41	0.28	1.38	2.95	6.43	78.28	2.61	0.07	0.05	0.33	20.52	84.87	12.10	482.55
VALOR MAX	30.00	29.50	1.20	30.00	10.50	15.00	15.00	31.00	330.00	15.72	0.39	0.05	3.18	245.09	1134.54	146.15	4592.50
VALOR MIN	16.50	16.00	0.50	10.00	9.40	10.50	7.60	8.00	83.00	6.61	0.10	0.05	2.00	174.22	868.72	105.11	2774.10

TABLA NO. 7 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS DEL EMBALSE "NABOR CARRILLO" TEXCOCO

ESTACION NO. 7

MUESTREOS	TEMP. S C	TEMP. F C	PROFUN. m	TRANSP. cm	pH U. pH	OXDIS S mg/l	OXDIS F mg/l	DDO 5 mg/l	DDO mg/l	N ORGAN. mg/l	N NITRA mg/l	N AMONIA mg/l	FOSFAT. mg/l	SULFAT. mg/l	ALCALIN. mg/l	DUREZA mg/l	SALINIDAD mg/l
MAY 86	23.50	21.00	1.25	20.00	10.53	15.00	5.00	24.00	178.00	8.56	0.40	0.05	2.34	215.41	1090.32	118.92	3299.7
JUN 86	21.00	20.50	1.55	29.00	10.17	6.00	2.00	22.00	196.00	6.92	0.18	0.05	2.35	209.09	986.66	109.26	3008.9
JUL 86	25.00	20.00	1.50	20.00	10.23	15.00	5.50	16.00	333.00	8.24	0.16	0.05	2.19	200.00	941.68	101.54	3110.9
AGO 86	22.00	21.00	1.50	20.00	9.30	6.50	5.80	29.00	113.00	8.49	0.20	0.05	2.23	186.67	973.73	119.60	3199.3
SEP 86	24.00	20.00	1.50	30.00	10.30	15.00	8.40	19.40	287.00	6.90	0.14	0.05	2.54	213.33	1047.21	110.37	3456.6
OCT 86	20.00	18.00	1.50	20.00	10.16	15.00	8.60	19.00	221.00	8.05	0.43	0.05	2.16	176.61	991.58	114.72	3088.3
DIC 86	18.00	17.00	1.30	15.00	10.28	12.00	6.00										
ENE 87																	
FEB 87	18.00	18.00	0.75	10.00	10.37	9.60	9.80	23.00	216.00	15.67	0.16	0.05	2.70	195.45	1037.98	154.47	3562.8
MAR 87	20.50	15.50	1.40	15.00	10.02	15.00	5.60	10.00	118.00	9.27	0.16	0.05	2.45	223.21	1090.58	129.91	3701.5
ABR 87	23.00	22.00	1.20	15.00	10.03	15.00	10.00	9.00	115.00	10.52	0.10	0.05	3.90	235.85	1126.71	105.88	4704.5
MAY 87	25.00	21.00	1.00	20.00	9.94	15.00	6.00	15.00	145.00	11.42	0.28	0.05	2.64	224.01	1152.57	114.60	4284.2
PROMEDIO	21.82	19.45	1.31	19.45	10.12	12.65	6.61	18.64	192.20	9.40	0.22	0.05	2.55	207.96	1043.90	117.93	3541.67
DESV STD	2.41	1.94	0.24	5.66	0.31	3.44	2.26	5.96	70.99	2.49	0.11	0.05	0.48	17.35	66.66	14.32	527.97
VALOR MAX	25.00	22.00	1.55	30.00	10.53	15.00	10.00	29.00	333.00	15.67	0.43	0.05	3.90	235.85	1152.57	154.47	4704.50
VALOR MIN	18.00	15.50	0.75	10.00	9.30	6.00	2.00	9.00	113.00	6.90	0.10	0.05	2.16	176.61	941.68	101.54	3008.90

GENEROS	P. H.	SALINIDAD	NUTRIENTES	NIVEL TROFICO	CONC. O <sub>2</sub>	TEMP °C	TURBIEDAD	HABITAT	ALIM.	EST. MUES
CHIRONOMUS	Indiferentes y c/valores 7	Alrededor de 500 mg/l sales hasta 30,000 mg/l.	Alta y moderada Conc.	Sapropilico c/baja Conc. 10 <sub>2</sub>	Bajas y Moderadas	15°-30°	Aguas altas y moderadas.	Aguas estancadas embalses charcos	Plantas y animales muertos.	
CRICOTOPUS	Indiferentes y c/valores 7	Alrededor de 500 mg/l sales.	Alta y moderada Conc.	Sapropilico c/baja Conc.	Altas y moderadas y bajas.	15°-30°	Aguas Altas y moderadas.	Aguas estancadas lagos y embalses.	Animales y plantas pequeñas.	
DICROTENDIPES	c/valores 7.	Alrededor de 500 mg/l sales.	Alta concentración en Mat. húmico.	Sapropilico c/baja conc.	Moderadas y bajas.	15°-30°	Aguas poco turbias.	Aguas estancadas lagos y embalses.	Animales y plantas pequeñas.	
GLYPTOTENDIPES	Indiferentes	Alrededor de 500 mg/l sales.	Alta concentración.	Facultativo	Moderadas	15°-30°	Aguas Altas y Moderadas.	Aguas estancadas lagos y embalses	Material animales y Plantas Muertas	
KIEFFERULUS	c/valores 7.	Alrededor de 500 mg/l sales hasta 30,000 mg/l.	Alta y Media Conc. de Nutrient.	Facultativo	Moderadas	15°-30°	Aguas moderadas	Aguas estancadas lagos y embalses.	Material Animales y plantas muertas.	
POLIPEDILUM	Indiferentes y c/valores 7.	Alrededor de 500 mg/l sales hasta 30,000 mg/l.	Alta y Media concentrac. nutrientes c/mat. húmico.	Saproxeno c/baja Conc. O <sub>2</sub>	Moderadas	15°-30°	Aguas alta y medianamente.	Aguas estancadas c/algas especies de agua	Material Animal y Plantas muertas.	
TANIPUS	Indiferentes c/valores 7	Alrededor de 500 mg/l sales hasta 30,000 mg/l.	Alta y media concentrac. nutrientes.	Facultativo Saproxeno c/baja conc.	Moderadas Bajas y Ausentes.	15°-30°	Aguas Alta y medianamente.	Aguas estancadas lagos y embalses	Animales pequeños.	

TABLA No. 8 REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES Y TOLERANCIAS A CONTAMINACION DE DISTINTOS GENEROS DE CHIRONOMIDOS DULCEACUICOLAS (WILLIAM M. BECK, 1977) EPA.