

2 ej 54



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
BIOLOGIA

VARIACION DE LA COMUNIDAD PLANCTONICA DE LA PRESA REQUENA, HIDALGO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A :

Luis Antonio Chang Wong

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
PREFACIO	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE ESQUEMAS	VI
INDICE DE TABLAS	VII
RESUMEN	IX
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	5
3. OBJETIVOS	7
DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO	8
4.1 <u>Características de la cuenca</u>	8
4.1.1 <u>Localización</u>	8
4.1.2 <u>Morfología</u>	8
4.1.3 <u>Hidrología</u>	8
4.1.4 <u>Clima</u>	8
4.1.5 <u>Vegetación y uso potencial</u>	9
4.1.6 <u>Suelos</u>	9
4.1.7 <u>Geología</u>	9
4.2 <u>Características de la presa</u>	9
4.2.1 <u>Localización</u>	9
4.2.2 <u>Morfología</u>	10
4.2.3 <u>Hidrología</u>	10
4.2.4 <u>Utilización</u>	11
4.2.5 <u>Clima</u>	11
4.2.6 <u>Vegetación y uso potencial</u>	11
4.2.7 <u>Suelos</u>	11
4.2.8 <u>Geología</u>	12
5. MATERIAL Y METODOS	13
5.1 <u>Muestreo y análisis fisicoquímicos</u>	13
5.2 <u>Muestreo y análisis de plancton</u>	14
5.3 <u>Análisis de datos</u>	15
6. RESULTADOS Y DISCUSION	17
TESIS LACHW	IV

6.1	<u>Estación Tapeji</u>	17
6.2	<u>Estación muelle</u>	20
6.3	<u>Estación Salto</u>	23
6.4	<u>Estación Cortina</u>	25
6.5	<u>Resumen de las estaciones de muestreo</u>	27
6.6	<u>Análisis de la presa</u>	28
6.7	<u>Comparación entre los periodos 81-82 y 87-88</u>	33
7.	CONCLUSIONES	36
	PERSPECTIVAS	38
	BIBLIOGRAFIA	39
	APENDICE DE ESQUEMAS	45
	APENDICE DE TABLAS	54
	ANEXO	79

INDICE DE ESQUEMAS

	PAGINA
ESQUEMA 1. Localización de la cuenca de la presa Requena	45
ESQUEMA 2. Cuenca de la presa Requena, Hidalgo	46
ESQUEMA 3. Localización de las estaciones de muestreo en la presa Requena, Hidalgo	47
ESQUEMA 4. Gráfica de temperatura y precipitación promedio mensuales, de la presa Requena, de 1985 a 1987	48
ESQUEMA 5. Indices de diversidad calculados por estación para el fitoplancton.	49
ESQUEMA 6. Indices de diversidad calculados por estación para el zooplancton	50
ESQUEMA 7. Indice de diversidad mensual de la comunidad planctónica.	51
ESQUEMA 8. Porcentaje de dominancia mensual del fitoplancton.	52
ESQUEMA 9. Porcentaje de dominancia mensual del zooplancton	53

INDICE DE TABLAS

		PAGINA
TABLA 1.	Resultados del análisis mensual para la estación Tepeji.	54
TABLA 2.	Resultados del análisis mensual para la estación Muelle.	55
TABLA 3.	Resultados del análisis mensual para la estación Salto	56
TABLA 4.	Resultados del análisis mensual para la estación Cortina	57
TABLA 5.	Promedios mensuales de los parámetros fisicoquímicos encontrados en el embalse	58
TABLA 6.	Promedio anual de los parámetros fisicoquímicos determinados en el embalse.	59
TABLA 7.	Valores establecidos para la protección de la vida acuática y uso recreativo en agua dulce	60
TABLA 8.	Porcentaje de dominancia de los organismos fitoplanctónicos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo.	61
TABLA 9.	Porcentaje de dominancia de los organismos zooplanctónicos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo.	65
TABLA 10.	Organismos fitoplanctónicos más dominantes por estación (%).	68
TABLA 11.	Organismos zooplanctónicos más dominantes por estación (%).	69
TABLA 12.	Porcentaje de dominancia mensual de los organismos fitoplanctónicos encontrados en el embalse.	70
TABLA 13.	Porcentaje de dominancia mensual de los organismos zooplanctónicos encontrados en el embalse.	71
TABLA 14.	Índice de diversidad del fitoplancton por estación y por mes	72
TABLA 15.	Índice de diversidad del zooplancton por estación y por mes	72

TABLA 16. Índice de similitud fitoplanctónico entre los meses de estudio para una misma estación de muestreo (%)	73
TABLA 17. Índice de similitud zooplanctónico entre los meses de estudio para una misma estación de muestreo (%)	74
TABLA 18. Índice de similitud fitoplanctónico entre las estaciones de muestreo para cada uno de los meses.	75
TABLA 19. Índice de similitud zooplanctónico entre las estaciones de muestreo para cada uno de los meses	76
TABLA 20. Índice de similitud fitoplanctónico mensual.	77
TABLA 21. Índice de similitud zooplanctónico mensual.	77
TABLA 22. Organismos planctónicos encontrados en el periodo 81-82	78

RESUMEN

Durante 10 años y hasta 1985, en la presa Requena, Hgo., se presentaron descargas masivas de aguas residuales, provocando una proliferación excesiva del lirio acuático Richhornia crassipes, cubriendo en 1986 el 80% del embalse. A mediados del mismo año se introdujo una máquina picadora de lirio, eliminándolo completamente a finales de 1987. De acuerdo a esto, se observó la variación de la comunidad planctónica y se obtuvieron análisis fisicoquímicos del embalse, de marzo de 1987 a febrero de 1988; con lo cual se consiguió una idea general acerca de la calidad del agua.

De los resultados fisicoquímicos obtenidos se observó que la estación de muestreo Tepeji, es la de mayor contaminación, por la presencia de descargas de aguas residuales provenientes del río del mismo nombre.

Los organismos que dominaron durante un mayor número de meses fueron Melosira granulata var. angustissima y Planktosphaeria gelatinosa (por parte del fitoplancton), cuyos porcentajes de dominancia llegaron a ser a veces superiores al 90%; y, las larvas de copépodos con el género Diaptomus, hasta con un 50% de dominancia.

Con respecto al índice de similitud, no se encontró una diferenciación de especies que caractericen a una estación de muestreo en particular, sino que las cuatro estaciones se encuentran representadas por los mismos organismos dominantes.

Los índices de diversidad del plancton comparados con la tabla de calidad del agua de Wilhm y Dorris, muestran en promedio, una zona de contaminación media para el embalse.

Por la presencia de organismos dominantes fitoplanctónicos (Melosira granulata, Navicula cryptocephala, Navicula gracilis, Cyclotella meneghiniana, Planktosphaeria gelatinosa, Microcystis aeruginosa, Volvox aureus) y zooplanctónicos (Daphnia pulex, Epistylis sp., Cyclops sp., Diaptomus sp., Conochilus unicornis y Ceriodaphnia reticulata), se identifica a la presa, dentro de un estado eutrófico y de contaminación orgánica.

Se comparó la comunidad planctónica actual (1987-1988) con la existente en 1981-1982, encontrándose que la calidad del agua era contaminada con presencia de materia orgánica; además, dentro de los estados mesotrófico y eutrófico. Hubo poca diferencia de especies entre el periodo anterior y el actual, mostrándose en el último, organismos con capacidad de desenvolverse en medios alcalinos y de aguas duras.

La importancia de este trabajo radica en su posible uso como una herramienta metodológica para la evaluación de los embalses en México, con base en la estructura de la comunidad planctónica.

1. INTRODUCCION

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para los seres vivos, cubre aproximadamente el 71 % de la superficie de la Tierra, de los cuales el 99 % forma parte de los océanos, y menos del 1 % se encuentra representada por agua dulce de ríos y lagos, que a pesar de su cantidad relativamente pequeña, mantiene a la vida terrestre y es utilizada en las actividades productivas del hombre.

Existe una ciencia que se encarga, en un sentido amplio, del estudio de las aguas interiores (incluye tanto corrientes -hábitats lóticos-, como aguas estáticas -hábitats lénticos-), de las reacciones funcionales y de la productividad de las comunidades bióticas (dentro del cuerpo de agua) en relación a los parámetros físicos, químicos y bióticos ambientales, llamada Limnología -del griego limne: lago o estanque- (Limón, 1982).

El hombre para aprovechar al máximo el recurso, ha construido embalses, cuyos usos van desde agua para consumo (potable), riego agrícola, generación de energía eléctrica, usos industriales, recreación, pesca y hasta la regularización de los flujos para evitar inundaciones.

La limnología también se encarga de estudiar dichos embalses y aunque muchas características de éstos son fundamentalmente distintas de las de los lagos (una vida más corta, mayor fluctuación en el nivel del agua, sedimentación acentuada, menor tiempo hidráulico de retención y otras), desde el punto de vista biológico, un embalse equivale -hasta cierto punto- a un lago (Margalef, 1982).

En nuestro país, además de la irregularidad en la distribución geográfica y el uso irracional, el recurso hidráulico se ha visto muy afectado por todos los contaminantes que en él han sido depositados; los cuales pueden alterar las características químicas, físicas y biológicas de los cuerpos de agua; que en algunos casos ha producido pocos efectos, y en otros, dependiendo del tipo y concentración del contaminante los efectos pueden ser, o han sido letales (Contreras, 1983).

Así tenemos, que las 200 cuencas hidrológicas existentes en México, en mayor o menor grado, se encuentran deterioradas; y en niveles graves, son catorce de ellas donde se descargan aguas residuales de más de 90,000 industrias que vierten un volumen de aguas del orden de 4,000 millones de m³ al año, que junto con las aguas de retorno agrícola, que se emplean en regar 5 millones de hectáreas y las aguas residuales de más de 80 millones de habitantes, están provocando serias alteraciones en nuestros ríos, lagos y presas (Díaz, et al., 1987).

De tal manera, es necesario hacer estudios de los sistemas acuáticos de nuestra República, con el fin de tipificarlos (clasificarlos), llegar así al conocimiento de una serie de

características de composición y dinámica de los mismos, con lo cual podemos ejercer un control funcional de los sistemas acuáticos a través de normas o seguimientos necesarios para controlar y prevenir la contaminación, y resguardar, además, el equilibrio ecológico. Así, Wetzel (1981) menciona que el objetivo final que la mayoría de los trabajos limnológicos buscan, es la capacidad de predecir los cambios en el funcionamiento de los sistemas acuáticos cuando existan perturbaciones en el medio.

Una forma de conocer la calidad del agua y una parte importante de la tipificación de un sistema acuático es a través de los organismos que en él se encuentran (entendiéndose por calidad del agua a la condición analítica, cualitativa y cuantitativa en que se encuentra el agua en determinado momento para ser utilizada en un fin específico -Contreras, 1983-), ya que existe una repercusión de ésta sobre la abundancia y diversidad de los organismos, así como en su estabilidad, productividad y condiciones fisiológicas (APHA, 1980). Por otra parte, Sládeček (1979), menciona también que todos los organismos acuáticos sirven como indicadores biológicos de contaminación, si se conocen sus requerimientos ambientales.

De acuerdo a Margalef (1974) y Odum (1972), un lago posee cinco comunidades que son: perifiton, neuston, bentos, necton y plancton. En donde esta última comunidad se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones fisicoquímicas del cuerpo de agua, presenta un ciclo de vida corto de sus pobladores, responde rápidamente a cambios ambientales, forma parte de los primeros eslabones de la cadena alimenticia, y además, por su pequeño tamaño y gran número influyen sobre ciertos aspectos no biológicos tales como pH, color, olor y sabor; por lo que los efectos de las descargas de aguas residuales o cualquier otro aspecto que altere a los cuerpos acuíferos trascienden en gran medida sobre su distribución en el tiempo y en el espacio. Por consiguiente, la aparición o desaparición de los organismos que conforman dicha comunidad (sucesión), ofrecen una idea de los cambios ocurridos en el sistema acuático.

De tal forma, las comunidades expresan la integración de factores que actúan durante cierto tiempo y en base a esto se podría pronosticar otras alteraciones similares que pudiesen presentarse posteriormente.

El plancton es una comunidad de pequeños organismos autótrofos (fitoplancton) y de pequeños organismos heterótrofos (zooplancton), usualmente sumergidos o suspendidos en el agua, sin motilidad o insuficientemente móviles, por lo que pueden ser transportados por las corrientes.

El fitoplancton de las aguas continentales se presenta en formas unicelulares, coloniales o filamentosas, y se encuentra representado principalmente por los siguientes grupos: cianofitas, clorofitas, crisofitas y euglenofitas.

Mientras que el Zooplancton lacustre está formado por tres grupos taxonómicos dominantes que son: los protozoarios, los rotíferos y los crustáceos (principalmente copépodos y cladóceros).

Los factores físicos, químicos y biológicos constantemente influyen sobre la diversidad y abundancia del plancton; de los cuales los principales son: la luz, la temperatura, el pH, los nutrientes orgánicos e inorgánicos, las variaciones fisicoquímicas del medio y los factores biológicos de competencia y depredación; que, por lo tanto, en mayor o menor grado, regulan el crecimiento y la sucesión.

Las características primordiales de la comunidad planctónica es la coexistencia simultánea de numerosas poblaciones en un mismo hábitat lacustre. Cada especie tiene un nicho basado en sus necesidades fisiológicas en relación con las variaciones de los factores del hábitat (Wetzel, 1981). El mantenimiento de una determinada población expresada en número de individuos o en biomasa, se puede considerar como una medida del éxito de la ocupación de cierto ambiente por una especie (Margalef, 1983). Sin embargo en los ecosistemas acuáticos, en donde nunca se alcanza el equilibrio, alguna o algunas de las especies que coexisten con las dominantes, dominan sobre las existentes, haciendo que la dirección de la competencia se vea continuamente invertida; a esto es lo que Hutchinson denominó "la paradoja del plancton" (Hutchinson, 1961).

Además de constituir, esta comunidad, un indicador de la calidad del agua, refleja las condiciones de rehabilitación del sistema por la presencia de organismos fotosintetizadores, que incorporan oxígeno al medio acuático, y permite, de acuerdo a la estructura planctónica, indicar el rendimiento piscícola que puede ser sostenido.

En este trabajo se pretende observar la variación de la comunidad planctónica de la presa Requena, localizada en el estado de Hidalgo, porque en ella se presentaron descargas de aguas residuales, provenientes de la ciudad de México, que fueron alojadas durante 10 años, con un gasto aproximado de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ y que hasta el año de 1985 cesaron; por lo que los siguientes años, aunado a las descargas de aguas residuales provenientes del río Tepeji, provocó una proliferación masiva del lirio acuático *Richardsonia crassipes* que cubrió cerca del 80 % de la superficie del embalse en 1986 (Gutiérrez, en Díaz et al, 1987), y que fue, más tarde, por métodos mecánicos (máquina picadora), devastado; presentándose en la actualidad el embalse completamente libre de lirio. De acuerdo a lo ocurrido, una comunidad fitoplanctónica actual nos daría una idea general

acerca de la calidad del agua, y comparada con la comunidad que existía hace 6 años se observarían los cambios que ha sufrido, en relación a los factores que lo propiciaron y se podrían predecir futuras alteraciones, con lo que se evitaría un riesgo o gasto innecesario en la utilización de dicha agua, que podría afectar tanto a las comunidades acuáticas, como a la economía y/o salud de las poblaciones humanas.

2. ANTECEDENTES

La Limnología, que nació a orillas del Lago Ginebra a fines del siglo pasado, de acuerdo al trabajo publicado por Forel en 1882, trataba más acerca de aspectos ambientales que de biota lacustre; no es sino, hasta principios de siglo en que empiezan a relacionar, en norteamérica, poblaciones de microcrustáceos con las características fisicoquímicas en el lago Mendota, por E.A. Birge y C. Juday (Limón, 1982).

En México, los primeros trabajos realizados de tipo limnológico fueron a principios del siglo XX, como el de Seurat (1900) sobre la fauna de los lagos y lagunas del Valle de México, y el de Zipcy (1901) sobre la explotación de estanques y lagos. Muchos fueron los investigadores que siguieron aportando estudios interesantes sobre limnología, destacando entre ellos al Dr. Fernando de Buen que realizó trabajos que abarcaron todos los aspectos; y Osorio Tafall que se dedicó también a esta disciplina, trabajando sobre fitoplancton, zooplancton y fauna acuática de las cuevas (Chávez, 1986).

Sin embargo, no es sino hasta los años sesentas, en que los problemas de contaminación, necesidades de riego, suministro de agua potable, etc. hacen que diferentes dependencias del gobierno mexicano e instituciones de investigación, comiencen a realizar estudios sobre los embalses, como son: la Presa Brockman, Edo. de México (Cruz, 1966); Presa Infiernillo, Michoacán (Cortéz y Arredondo, 1976); Presa Vicente Guerrero (Malamoco, 1980); Presa Taxhimay, Edo. de México (Jiménez, 1984); Presa Rodrigo Gómez, Nuevo León (Olvera y Díaz, 1984); Presa Valle de Bravo, Edo. de México (Chávez, 1986); Presa Valle de Bravo y Lago Nabor Carrillo, Edo. de México (Olvera y Bravo, en : Díaz *et al.*, 1987); Presas: Villa Victoria, Madín y Endhó (Olvera, Bravo y Sánchez, en : Díaz *et al.*, 1988) entre otros.

En 1976, Ruiz A. y Lemus, H. presentan el trabajo "Microdensitometría de película infrarroja en la determinación de sólidos suspendidos en la presa Requena por percepción remota", dentro del Congreso Nacional de Investigación en Física, Mazatlán, Sin., donde realizan una correlación lineal entre la transmisibilidad de la película infrarroja de falso color y la concentración de sólidos suspendidos en el cuerpo de agua; dentro de este trabajo se menciona la baja población, casi nula del lirio acuático, que existía en esa época.

El primer estudio biológico que se tiene de la presa Requena, Hidalgo, es el realizado en el Laboratorio de Ecología Marina de la E.N.C.B. del I.P.N., por Moncayo y Hernández (1978), sobre aspectos pesqueros de Quirostoma.

Siguiendo a este trabajo, se realizó una tesis, acerca del análisis cuantitativo mensual del plancton, por Lucero (1982), en donde también se menciona el aporte de aguas negras provenientes del Valle de México.

Los trabajos más recientes son los realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA-SARH), sobre: (1) Evaluación de la Biomasa del Lirio Acuático (Díaz, 1986) en donde se busca predecir la cantidad de máquinas necesarias para controlar la maleza en un tiempo determinado, tomando en cuenta las dimensiones del cuerpo de agua, el área infestada por la maleza (cobertura), su tasa de crecimiento y densidad en diferentes épocas del año, y, la tasa de cosechado y capacidad de extracción de la o las máquinas; (2) Estado Eutrófico* de la presa en 1987 (Díaz, et al), cuyo objetivo fue establecer las relaciones causa-efecto de la proliferación del lirio y fitoplancton como una manifestación de la eutroficación, evaluada con base a la dinámica de nutrientes, como un antecedente del control de la calidad del agua; y (3) un monitoreo realizándose actualmente (Chávez, 1988), con el cual se pretende verificar la calidad del agua, debido a que el lirio al ser despedazado, permanece un tiempo flotando y en poco más de una semana, estos trozos se hunden y comienzan a degradarse, lo que provoca un consumo de oxígeno y otras alteraciones que hacen necesaria la vigilancia de dicho sistema acuático.

Por otra parte muchos han sido los investigadores que han valorado la calidad del agua mediante comunidades de organismos, ya sean planctónicos y/o bentónicos a través de los llamados indicadores de contaminación: Kolkwitz y Marsson (1908-1909); Palmer 1955, 1975; Cairns y Dickson (1971, 1973); James (1979); Sládeček (1979); entre otros (García, 1985).

Todos estos estudios han ido colaborando para acrecentar el conocimiento de las comunidades de los cuerpos acuíferos, sus requerimientos fisiológicos, cambios sucesionales de acuerdo a cambios en la estructura física y química del agua, etc.

En la presa Requena por las singularidades que ha sido causa, provoca un interés en el conocimiento de la estructura planctónica actual, que es a la vez una herramienta que proporciona información del estado de calidad del agua de la presa.

* La eutroficación es el proceso por el cual se ve aumentada, en el medio acuático, la producción primaria a través del incremento de nutrientes; y se clasifica generalmente en tres estados: oligotrófico, pocos nutrientes; eutrófico, abundancia de nutrientes, y; mesotrófico, término medio entre los anteriores.

3. OBJETIVOS

- 1) Determinar cualitativa y cuantitativamente la estructura planctónica actual y las fluctuaciones que hubo durante el periodo de muestreo, comprendido entre abril de 1987 a febrero de 1988.
- 2) Realizar una comparación entre la comunidad planctónica actual y la existente en 1982, involucrando el aspecto histórico del lirio y de las aguas residuales.
- 3) Caracterizar por medio de parámetros fisicoquímicos y biológicos la presa Requena, con la finalidad de proponer indicadores de calidad del agua.
- 4) Evaluar de forma general las características de calidad del agua que presenta la presa.

4. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

De acuerdo al Boletín Hidrológico No. 45. (SARH, 1971) y a las Cartas Edafológicas, Geológicas, Topográficas, de Uso Potencial y de Uso del Suelo E-14-A-19 de Zumpango de Ocampo y E-14-A-18 de Tepeji del Río, se obtuvieron las características de la cuenca y de la presa, que a continuación se describen:

4.1 Características de la cuenca

4.1.1 Localización

La cuenca de la presa Requena se encuentra localizada dentro de la cuenca del río Tula, y aproximadamente entre las coordenadas de 99° 25' - 99° 17' longitud oeste y 19° 52' - 19° 57' latitud norte (esquema 1). Dentro del estado de Hidalgo, en el municipio de Tepeji del Río.

4.1.2 Morfología

Su forma más aproximada es la de un trapecoide (esquema 2), con el vertice izquierdo más alargado que el derecho. Limitada al norte por el efluente de la presa Requena y al sur por el afluente proveniente de la presa Taxhimay (al norte del poblado Tepeji del Río). El área drenada de la cuenca es de aproximadamente 74 Km².

4.1.3 Hidrología

Por la parte sur, proveniente de la presa Taxhimay, se encuentra el río Tula; mientras que por la parte este derivan sus aguas sobre la presa Requena, el río El Salto y anteriormente el canal con aguas residuales proveniente de la ciudad de México.

Del lado este provienen los arroyos El Tejocote (superior) y canal El Pueblo (inferior) (esquema 2).

4.1.4 Clima

Clima semiseco, con invierno seco, templado, sin estación invernal bien definida ver (4.2.5).

Las lluvias están comprendidas entre los meses de junio y octubre, con máximos en julio y septiembre. En los meses restantes del año, las láminas de lluvias son bajas o nulas.

Temperatura con valores extremos promedio de 12.5°C hasta 43.9°C. Las temperaturas mínimas ocurren principalmente de diciembre a febrero con valores bajo cero y las máximas de marzo a mayo.

4.1.5 Vegetación y uso potencial

Presenta vegetación secundaria de matorral subinerme-nopalera, agricultura de temporal y de riego, pastizal inducido, con vegetación secundaria de matorral espinoso, con parches de erosión hidrica fuerte. En general, la mayor parte cubierta por vegetación tipo chaparral y cultivos.

Se encuentran parches pequeños con capacidad de uso de suelo sólo para vida silvestre, además, la cuenca presenta porciones regulares de agricultura intensa, moderada y limitada.

4.1.6 Suelos

Suelos de 30 a 53 cm. de espesor, limitado por cementación y roca de textura media y fina, tipo vertisol pélico (suelo arcilloso de color negro gris oscuro, con grietas en la época de sequía), cambisol éutrico (formado por material suelto diferente del aluvial reciente) y feozem háplico (capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y nutrientes), con fase física lítica (lecho rocoso de entre 10 y 50 cm. de profundidad y dúrica (duripán a menos de 50 cm. de profundidad).

4.1.7 Geología

Suelo de tipo aluvial con roca ígnea de basalto en la parte suroeste y norte; suelo de arenisca-conglomerado en el este y ocupando la mayor parte de la cuenca se encuentran rocas sedimentarias de arenisca y roca ígnea de toba.

4.2 Características de la presa

4.2.1 Localización

La presa Requena se sitúa en el estado de Hidalgo, aproximadamente a 80 Km al nornoroeste de la ciudad de México, a 6 Km aguas abajo de la población Tepeji del Río, dentro del municipio del mismo nombre.

Sus coordenadas son 99° 18' 44" longitud oeste y 19° 51' 49" latitud norte, a una altitud aproximada de 2110 m.s.n.m., (SARH, 1971).

Su acceso se realiza a través de la autopista México-Queretaro, tomando la desviación hacia Tula, recorriendo 8 Km. aproximadamente hasta la población de Tepeji del Río y desviándose a la derecha por un camino revestido.

4.2.2 Morfología

Como se puede observar en el esquema 3, la presa es más larga que ancha, teniendo su mayor dimensión sobre el eje noreste-suroeste, con la cortina de la presa en la parte norte y el río Tepeji en la parte sur.

La superficie del embalse es de aproximadamente 740 hectáreas, con una longitud máxima de 7 km., un ancho máximo de 3 km. y una profundidad media de 5 metros. ; dimensiones que se ven reducidas hasta cerca de un tercio en la época de estiaje (secas), debido también al uso que se le da (irrigación), en los meses comprendidos entre noviembre y marzo.

Originalmente fue construida de 1919 a 1922, con una capacidad de 35 millones de m³ y sobreelevada en 1926 para un almacenamiento total de 71 millones de m³. El volumen promedio, comprendido entre los años de 1950-1986 es de 30.3 ± 8.6 millones de m³ correspondientes a un área de 542 hectáreas.

4.2.3 Hidrología

La presa Requena pertenece a un conjunto de presas (Taxhimay, Requena, Endho, Las Golondrinas, etc.) que forman parte del colector general de la región Hidrológica No. 26; éstas son alimentadas, por las aguas del río Tula, que inicialmente se conoce como el río San Jerónimo y nace a una altitud de 3,800 m.s.n.m., en el Cerro de San Pablo, y La Bufa, que forman parte de la Sierra de La Catedral; al pasar por la presa Taxhimay es conocido con el nombre de río Tepeji y posteriormente, después de atravesar la presa Requena, con el nombre de río Tula, que al recibir las aportaciones del río San Juan del Río, se conoce como río Moctezuma y en la llanura costera, como río Panuco; llegando a desembocar en el Golfo de México.

La presa Requena capta por el sur, como se mencionó, las aguas del río llamado Tepeji, que trae los escurrimientos de la presa Taxhimay del orden de 7 m³/seg.; además de las descargas de aguas residuales del municipio de Tepeji del Río y de la actividad industrial del mismo que recaen en la parte oeste; recibe a la vez, por el sureste, los escurrimientos de cinco pequeños manantiales que aportan un gasto aproximado de 1 m³/seg.

Por el lado noreste de la presa se tiene conocimiento de que el Canal de El Salto, vertía aguas residuales de la ciudad de México, del orden de $10 \text{ m}^3/\text{seg.}$, el cual fue suspendido en 1985. (Díaz et al., op. cit.).

Através de la cortina se va regulando la cantidad de agua que sale de la presa y que va a formar el llamado río Tula.

4.2.4 Utilización

Su objeto principal es regularizar las aguas del río Tula y las que derivan del río El Salto (control de avenidas), e irrigar, en combinación con la presa Taxhimay, una parte del Distrito de Riego No. 3 del río Tula, comprendido entre los ríos Tula y Salado, con un escurrimiento medio anual de 81.8 millones de metros cúbicos.

4.2.5 Clima

Según clasificación climática de Köppen, modificado por García (1973), la presa Requena presenta un clima templado, semisecc con lluvias en verano y escasas a lo largo del año; temperatura promedio anual y mensual menores a 18°C en el mes más cálido, con porcentaje de precipitación invernal menor de 5 mm; con verano frío. Las variaciones de temperatura mínima y máxima promedio anual de 1973 a 1986 han sido respectivamente $5.8 \pm 0.6^\circ\text{C}$ y $24.6 \pm 0.6^\circ\text{C}$, presentándose heladas principalmente de diciembre a marzo (Esquema 4).

4.2.6 Vegetación y uso potencial

De acuerdo al clima existe una dominancia de vegetación xerófila, vegetación secundaria de matorral subserme-nopalera.

Al norte, noreste y este de la presa existe una pequeña franja con uso forestal. Mientras que en la parte noroeste, oeste y sureste, se observa la agricultura de temporal permante (dominante), y la agricultura de riego anual.

Presenta agricultura limitada con capacidad de suelo clasificado como 4ª clase por la deficiencia de agua; con 3ª y 2ª clase por pendiente del terreno y obstrucciones; con algunas partes erosionadas.

4.2.7 Suelos

En la parte sureste y norte del embalse se encuentran suelos de tipo litosol (menos de 10 cm. de profundidad, limitado por roca, tepetate o caliche duro), con cambisol cálcico (suelo

calcárico en todas sus capas, capa superficial de color claro y pobre en materia orgánica) y litosol con regosol calcárico (formado por materiales calcáreos de distinto origen), respectivamente. Y lo restante se encuentra rodeado por suelo tipo feozem háplico y calcárico (capa oscura, suave, rica en materia orgánica, y con material calcáreo), de textura media y fina; con fase física lítica y dúrica.

4.2.8 Geología

Presenta suelo aluvial rodeando a toda la mitad sur de la presa, mientras que la mitad norte se encuentra formada por roca sedimentaria: arenisca, y; roca ígnea: toba; y sólo una pequeña franja en el noreste de roca ígnea: basalto.

5. MATERIAL Y METODOS

Para la realización de este trabajo se seleccionaron 4 estaciones de muestreo dentro de la presa (esquema 3), de acuerdo a su longitud, batimetría, afluentes al embalse y de una manera equidistante:

- Estación Tepeji.- Se localiza en la parte sur del embalse y es la estación más cercana al afluente principal, río Tepeji, del que se alimenta.
- Estación Muelle.- Se encuentra frente a un pequeño muelle, casi en el centro de la presa.
- Estación Salto.- De acuerdo a que anteriormente se descargaban aguas residuales provenientes del Canal el Salto, esta estación se ubica casi enfrente del mismo.
- Estación Cortina.- Se sitúa en el norte del embalse, cerca de la cortina.

Los muestreos se realizaron mensualmente durante 11 meses, a partir de marzo de 1987 hasta febrero de 1988, a excepción del mes de enero. En el mes de agosto se hicieron dos muestreos fisicoquímicos (al inicio y fin de mes) por ser la época de lluvias en la cual la calidad del agua cambia mayormente en el embalse. Se tomaron muestras de agua en cada una de las estaciones para realizar análisis fisicoquímicos y biológicos, de acuerdo a las técnicas recomendadas por los Métodos Estándar (APHA, AWWA, WPCF, 1980), SARH (1982 a,b), Schwoerbel (1975) y Castagnino (1982).

5.1 Muestreo y análisis fisicoquímicos

Las muestras fueron tomadas a dos diferentes profundidades, hasta llenar un recipiente de plástico de 3 litros de capacidad, previamente enjuagada con agua de la misma muestra:

- Muestra "A" o superficial.- Tomadas al doble de la profundidad del Disco Secchi, utilizando el método de manguera.
- Muestra "B" o profunda.- Tomada a medio metro arriba del fondo lacustre, con una botella Van-Dorn.

El análisis fisicoquímico se realizó en los laboratorios de la Subcoordinación de Calidad del Agua perteneciente al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-SARH.

A continuación se enlistan los parámetros determinados y las técnicas empleadas, de acuerdo a métodos estandar (APHA, AWWA..., 1980):

<u>PARAMETRO</u>	<u>METODO</u>
pH	Potenciómetro
O. D.	Iodométrico o Winkler
D. B. O. 5	Winkler modificado
D. Q. O.	Dicromato de Potasio
P-orto	Método Colorimétrico
P-Total	Cloruro estanoso
NH ₃ y N-org.	Kjeldahl
NO ₃	Ac. Sulfanilico
NO ₂	Método de Griess
Sulfatos	Turbidimétrico
Conductividad	Conductímetro (puente de Wheatstone)
Dureza total (CaCO 3)	Volumétrico por titulación con EDTA
Sólidos suspendidos fijos, volátiles y totales	Gravimétrico
Alcalinidad total (CaCO 3)	Volumétrico por neutralización con H ₂ SO ₄
Turbiedad	Turbidímetro de Jackson y Hellige

5.2 Muestreo y análisis de plancton

El muestreo de plancton se llevó a cabo, con una frecuencia mensual, a partir de abril de 1987 y hasta febrero de 1988, durante 9 meses, (con excepción de los meses de marzo y agosto), utilizando para el arrastre una red de plancton # 20, con abertura de malla de 76 μ , sobre una lancha con motor fuera de borda, haciendo círculos sobre la estación de muestreo, a la profundidad que marcaba el disco de Secchi (superficial), durante dos minutos. La muestra obtenida se depositó en frascos de vidrio de boca ancha con capacidad de 125 ml., preservándolos inmediatamente con 5 ml. de formol con concentración comercial del 35%, para obtener así una concentración del 4%.

Análisis cualitativo del plancton. - Para la identificación del plancton, se siguieron las claves y los criterios morfológicos de: APHA, op cit; Barnes (1977); Bourrelly (1970, 1972); Collins (1909); Desikachary (1959); Edmonson (1959); Frémy (1929); Germain (1981); Hindák (1984); Kudo (1966); Ortega (1984); Osorio Tafall (1942); Patrick & Reimer (1966, 1975); Pennak (1953); Philipose (1967); Prescott (1960, 1962, 1975); Samuel & Hudson (1961); Sarode & Kamat (1984); Smith (1977); Stuttgart (1983); Tiffany & Britton (1951), y; Weber (1971).

Análisis cuantitativo del plancton. - El conteo de los organismos planctónicos se llevó a cabo por medio de una celda Sedgwick-Rafter y con la metodología referida en el Métodos Estandar (APHA op. cit.) y en el Manual de Técnicas de Muestreo y Análisis de Plancton y Perifiton (SARH, 1982 a y b).

5.3 Análisis de datos

Con los datos obtenidos de los organismos planctónicos, se llevó a cabo un análisis por medio del índice de diversidad de Shannon-Wiener sugerido por Krebs (1985); Lackey (1967); Margalef (1974); Odum (1972) y Pielou (1975).

La fórmula empleada para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener es la siguiente:

$$H' = - \sum (P_i) (\log P_i)$$

Donde:

H' = índice de diversidad (bits/individuos).

$P_i = \frac{\text{\# de organismos de la especie } i}{\text{\# de organismos de todas las especies}}$

Este índice de diversidad, ha sido muy utilizado para observar las variaciones de una comunidad o parte de ella ya sea acuáticas o terrestres; se basa también en la teoría de la información, cuyo objetivo principal es intentar la medición de la magnitud del orden (o desorden) de un sistema; además, una de las principales ventajas, es que puede manejarse expresando los taxas en términos de su densidad relativa o porcentajes, lo cual es muy útil cuando las mediciones del volúmen (en sistemas acuáticos) o área muestreada son inciertos.

Este método fue utilizado también porque los resultados que proporciona se han considerado estadísticamente confiables, según Cairns y Dickson (1973).

Para relacionar la calidad del agua con la comunidad a través del índice de diversidad, se utilizó la tabla de Wilhm y Dorris, mencionada en Persoone y De Pauw (1978):

bit/individuo	CALIDAD DEL AGUA
< 1	Altamente contaminada
1-3	Contaminación moderada
> 3	Aguas limpias

Se utilizó también, para comparar que tan similares fueron unas comunidades con otras, el coeficiente de similitud de Sorensen, que en el campo de la contaminación e impacto ambiental, tiene particular importancia, ya que permite dividir en pequeñas zonas, el área estudiada, empleando para ello las diferencias o semejanzas en la estructura y composición de las comunidades, de acuerdo a la presencia o ausencia de las especies.

Índice de Similitud de Sorensen:

$$I.S. = \frac{2c}{a+b} * 100$$

Donde:

a = # de especies de la muestra a

b = # de especies de la muestra b

c = # de especies comunes en ambas muestras

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos (tablas 1-6) se analizaron de acuerdo a los límites establecidos para la protección de la vida acuática, proporcionado por Olvera y Diaz (en Diaz, *et al.*, 1987), los cuales se muestran en la tabla 7; relacionados a la vez con la variación de la comunidad planctónica presentada durante el muestreo.

El análisis cualitativo del fito y zooplancton (esquemas y las características representativas de cada especie) se incluyen en el anexo.

La dominancia (abundancia relativa= # total de cada especie / # total de todas las especies X 100) hallada por estación de muestreo, del fitoplancton y zooplancton, se muestran en las tablas 8 y 9, respectivamente.

Se encontraron un total de 36 especies fitoplanctónicas, correspondientes a 29 géneros, y una población de cianofitas de la familia Nostocaceae, sin estructuras reproductoras. La diversidad del zooplancton es menor, representada por: 23 especies incluidas en 17 géneros, y larvas nauplio pertenecientes al grupo de los copépodos.

La relación a nivel taxa, se presentó de la siguiente manera:

Fitoplancton:

<u>División</u>	<u>No. de especies</u>
Clorophyta	12
Chrysophyta	19
Myxophyta	4 y una nostocal
Pyrrophyta	1

Zooplancton:

<u>Phyla</u>	<u>No. de especies</u>
Arthropoda	7 y larvas nauplio
Rotifera	14
Protozoa	2

6.1 Estación Tepetzi

Los parámetros fisicoquímicos para esta estación se encuentran en la tabla 1. Como se puede observar, la temperatura del agua a nivel superficial tiene una variación moderada, ya que existe un rango de 8°C, con la mínima en marzo de 17°C y la máxima en junio y julio con 23°C, y aumenta conforme a la época más calurosa (verano) que comprende junio, julio y agosto. Sólo

en el mes de diciembre la temperatura del agua sobrepasa a la ambiental, lo cual pudo deberse a las propiedades térmicas del agua de conservar más tiempo el calor que el aire.

La transparencia oscila entre los 16 cm y 1.05 m concordando con los datos de los sólidos suspendidos y la turbiedad, por lo que se presenta una relación directa entre ellos; además rebasan en los meses de junio y agosto los límites permisibles (tabla 7).

El oxígeno disuelto presenta valores bajos en todos los meses, exceptuando abril, el cual exhibe un valor elevado de 9.8 mg/l (que concuerda con el alto número de organismos fitoplanctónicos encontrados en dicho mes); estas bajas concentraciones pueden deberse a la alta demanda química de oxígeno (DQO) que existió durante los meses de muestreo, rebasando el límite permisible de 6 mg/l, con lo que hace pensar que la demanda va de acuerdo a la degradación química de los elementos que existen en el medio (SARH, 1982c), como por ejemplo la trituration del lirio acuático llevada a cabo en esos mismos meses. Esto da pauta a que se desarrollen los organismos con mayor resistencia a las bajas concentraciones de oxígeno.

El pH se encuentra dentro del rango de neutro y ligeramente alcalino, debido probablemente a la presencia de carbonatos (Wetzel, 1981), como se demuestra en los datos de dureza total (como CaCO_3) y la alcalinidad; de acuerdo a esto, los organismos acuáticos pueden aprovechar los carbonatos para ser incluidos dentro de su metabolismo.

El color (PtCo) concuerda también con la turbiedad y sólidos suspendidos en el embalse, y denota una gran cantidad de materia orgánica de acuerdo a sus valores (Wetzel, *op. cit.*).

Los valores altos de fosfatos encontrados en esta estación se deben a la cercanía que existe con el río Tepeji, el cual transporta grandes volúmenes de aguas residuales domésticas e industriales, que por lo tanto acarrearán grandes cantidades de fósforo.

Observando los datos de nitrógeno en todas sus formas, éstos se encuentran dentro de los límites permisibles para la protección de la vida acuática, exceptuando el NH_3 y el NO_3 , que factiblemente provienen de las aguas residuales del afluente mencionado, y que al mostrar valores elevados hace pensar que las bacterias no alcanzan a transformarlos en compuestos orgánicos nitrogenados (Wetzel, *op. cit.*).

Conforme a la conductividad, los datos fueron bajos con respecto a los valores permisibles, lo cual significa que existen pocos minerales disueltos en el embalse, otorgándole al agua una calidad excelente para usos de irrigación, según la escala propuesta por la SARH c, *op. cit.*.

La dominancia (considerada en este trabajo también como abundancia relativa, se define como la condición en que una o más especies, de acuerdo a su número, ejerce influencia considerable sobre las demás especies) del fitoplancton (tabla 10) en los meses de abril, mayo y junio, se encuentra representada por diatomeas (Navicula gracilis, Melosira granulata var. angustissima, Fragilaria crotonensis), mientras que en julio y diciembre lo hace una clorofita (Planktosphaeria gelatinosa); por otra parte, Microcystis aeruginosa (Myxophyta = Cyanophyta) empieza a sobresalir a partir de julio, siendo su máximo desarrollo en octubre, y; Volvox aureus (clorofita) llega a ser dominante sólo en el mes de noviembre.

La presencia de diatomeas en los primeros meses indican una calidad de agua eutrófica, con tendencia a una mayor eutrofia en los meses de julio a octubre, por la presencia de cianofitas, como Microcystis aeruginosa y una nostocal (según Wetzel, *op. cit.*), su mayor desarrollo es en los meses más calurosos), en noviembre las condiciones de calidad mejoran un poco y se presenta Volvox aureus como dominante. Todos ellos, con capacidad de desarrollarse en condiciones donde existe mucha materia orgánica, y con agua ligeramente alcalina (Hutchinson, 1967; Wetzel, *op. cit.*; Palmer, 1975).

El zooplancton presenta una dominancia (tabla 11) de Epistylis sp. en abril y mayo, que según Kudo (1966), es un organismo mesosapróbico, cuyas aguas contienen material orgánico. Para junio el rotífero Polyarthra vulgaris es el que se encuentra en mayores cantidades, seguido por una dominancia de copépodos (Diaptomus sp.), los cuales toleran bajas concentraciones de oxígeno; en noviembre y diciembre por Conochilus sp., cuyo hábitat se considera también dentro de aguas alcalinas (Hutchinson, *op. cit.*) y mesosaprobias (Kolkwitz y Marsson a, 1967). Por otro lado, las larvas nauplio de copépodos se presentan en mayores proporciones en los meses de mayo, junio y noviembre.

Los índices de diversidad, de la estación, para el fitoplancton, mostrados en la tabla 14 y graficados en el esquema 5, corresponden a valores muy bajos en los meses de abril y junio, que de acuerdo con la tabla 8, existen muchos organismos en el primer mes, pero sólo una especie llega a ser dominante (Melosira granulata var. angustissima, con el 90.60% de dominancia), demostrándose así, una zona altamente contaminada (esquema 5), de acuerdo a la escala propuesta por Wilhm y Dorris, mencionada en Persoone y De Pauw en 1978, en donde sólo subsisten organismos con características capaces de soportar dicho medio, y aquellos que no pueden hacerlo, desaparecen o quedan restringidos a muy poco número de organismos (Wetzel, *op. cit.*). En julio no ocurre esto, sino que el número de organismos fitoplanctónicos disminuye considerablemente, al mismo tiempo que el zooplancton se vuelve dominante.

En mayo se presenta un alto índice de diversidad fitoplanctónica (3.38 bit/ind), debido a que la comunidad se encuentra distribuida homogéneamente (es decir, la diversidad estuvo representada por un mayor número de especies que fueron dominantes), además de una mayor cantidad de organismos zooplanctónicos que dominaron también en ese mes. Los siguientes meses muestran que las aguas se encuentran medianamente contaminadas (esquema 5), con respecto a la escala de Wilhm y Dorris, con una ligera mejora en el mes de noviembre por la presencia de organismos fotosintetizadores como *Volvox aureus*, pero indicando que el embalse es de tipo eutrófico (Round, 1981).

Por otra parte, el índice de diversidad del zooplancton (tabla 15, esquema 6) se muestra con poca variación, dentro del rango de aguas medianamente contaminadas y cuyas distribuciones poblacionales son más homogéneas que las del fitoplancton.

En la tabla 16, se observa que el índice de similitud de la estación Tepeji, para el fitoplancton, es menor o ligeramente mayor al 50%, en la mayoría de los meses, por lo que existen en esos meses, aparición o desaparición de ciertas especies de acuerdo a la época del año, indicando así variaciones físicas y/o químicas que influyen sobre las poblaciones continuamente, pero siendo muy constantes los siguientes organismos: *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Microcystis aeruginosa*, *Elnanktosphaeria gelatinosa*, y *Botryococcus braunii*.

Por otra parte, el zooplancton presenta un índice de similitud mayor de 60% en casi todos los meses (tabla 17), y se debe a que la mayoría de los organismos se encuentran presentes en muchos de los muestreos, como lo son los siguientes: *Daphnia pulex*, *Diatomus* sp., *Cyclops* sp., *Epistylis* sp. y las larvas nauplio de copépodos.

En general, las condiciones que se presentan de nutrientes asimilables en grandes cantidades, favorecen el desarrollo de organismos autótrofos.

6.2 Estación muella

La temperatura del agua varía de acuerdo a la época del año, siendo los meses más calurosos los correspondientes a verano (junio, julio, agosto y septiembre). La mínima temperatura observada fué de 14°C en el mes de febrero y la máxima de 23°C en septiembre (tabla 2). Como es de esperar, las temperaturas permiten el desarrollo óptimo de los organismos.

La transparencia aumenta, con respecto a la estación anterior, con un mínimo de 0.30 m en febrero y una máxima en noviembre con 1.20 metros.

Los sólidos suspendidos también disminuyen con respecto a la estación antes mencionada, concordando con los datos de transparencia, lo que significa una penetración mayor de luminosidad, la cual puede ser aprovechada por los organismos fotosintetizadores.

El oxígeno disuelto al principio del muestreo (en marzo), denota valores bajos de 0.8 mg/l. que ponen en peligro a la biota acuática, pero conforme transcurren los meses, la concentración aumenta poco a poco, dando así en febrero de 1988 un valor de sobresaturación de 10 mg/l. Esto demuestra un aumento en la calidad del agua en esta estación, aunque puede deberse a que a menor temperatura existe una mayor disolución de oxígeno y también a la destrucción de lirio acuático, que al desaparecer permite la penetración de la luz y por lo tanto el desarrollo de organismos fotosintetizadores que producen oxígeno. Sin embargo, sigue existiendo una alta demanda química de oxígeno (DQO) y poca demanda bioquímica de oxígeno (DBC), por la materia orgánica que se está oxidando químicamente (SARH c. op. cit.).

El pH se registra con mayor tendencia a la alcalinidad que la estación de Tepeji y se refleja a través de la dureza del agua, que aumenta aún más, llegando a un promedio anual de 111.52 mg/l. dentro del rango de aguas duras según Arrignon (1979), por lo que la alcalinidad se debe al carbonato existente. Así mismo, los valores de este último parámetro aumentan, sin traspasar los límites permisibles (Arrignon, op. cit.), favoreciendo el desarrollo de algas verdes y diatomeas, ya que los iones calcio y magnesio constituyen una fuente de carbono utilizable por estos organismos (Margalef, 1974).

El color disminuye considerablemente presentándose sólo en el mes de agosto valores altos de 150 y 250 unidades, que pueden deberse a las lluvias que existen en esa época del año, que acarrearán sólidos hacia la presa.

El ortofosfato y fosfato total siguen manteniendo valores altos, aunque un poco menores que en la estación anterior, ya que esta se encuentra más retirada del afluente (rio Tepeji). Por lo que Vollenweider (1968), en Wetzel, op. cit., clasifica a estas dos estaciones de acuerdo a su productividad, con fósforo, como hipereutróficas. Los datos más altos se encuentran entre los meses de mayo a agosto y en febrero.

En la conductividad se denota un aumento conforme transcurren los meses llegando a un máximo de 480 μ mos/cm en febrero, lo cual indica una existencia mayor de iones metálicos en el agua, pero inferiores a los límites tolerantes, y de acuerdo a la escala propuesta por la SARH a, (op. cit.), se le otorga una calidad de agua excelente para usos de irrigación.

El nitrógeno orgánico y el nitrito se encuentran dentro de los límites permisibles; no así el NO_3 , que aunque con un nivel más bajo que en la estación anterior, sigue sobrepasando dicho límite; por otra parte el NH_3 ha aumentado, debido probablemente a que al morir los organismos fotosintetizadores como algas y macrofitas, el nitrógeno es liberado en forma de amoniaco (Wetzel, *op. cit.*) el cual es perjudicial para el desarrollo de la biota acuática.

Como se puede observar en la tabla 10, la dominancia del fitoplancton está representada principalmente por Melosira granulata var. angustissima, Microcystis aeruginosa, Planktosphaeria gelatinosa, y Volvox aureus, muy semejante a la estación anterior, con especies capaces de desarrollarse en aguas fértiles, con alto contenido orgánico, y con cierta resistencia a la dureza del agua (Margalef, 1983; Wetzel, *op. cit.*; Hutchinson, 1967; Kolkwitz y Marsson b, 1967).

Los organismos zooplanctónicos (tabla 11), muestran una dominancia de copépodos en los meses de junio a septiembre, por la presencia de Diaptomus sp. y larvas nauplio (ambos cosmopolitas y con gran resistencia a concentraciones bajas de oxígeno, alto contenido de materia orgánica y representantes de aguas duras); y aunque hasta febrero vuelven a ser dominantes, aparecen siempre en un segundo plano en los demás meses, en donde predomina el cladócer Ceriodaphnia reticulata (en octubre), y el rotífero Conochilus sp. (en noviembre y diciembre); de acuerdo a Hutchinson (*op. cit.*) este último, se alimenta de detritus húmicos.

El índice de diversidad de fitoplancton (tabla 14, esquema 5) se muestra con valores más bajos que los de la estación antes mencionada, y esto es debido a la existencia de un menor número de especies encontradas en esta estación, pero dentro del rango de aguas medianamente contaminadas (según escala de Wilhm y Dorris, mencionada por Persoone y De Pauw, *op. cit.*). La diversidad más baja fue detectada en los meses de junio y septiembre, cuya dominancia es muy marcada por Melosira granulata var. angustissima (97.37%) y Planktosphaeria gelatinosa (92.38%), respectivamente.

Los índices de diversidad del zooplancton (tabla 15) se muestran ligeramente más altos que los del fitoplancton, debido a que sus poblaciones presentan una mejor distribución en función del número de individuos, manteniéndose dentro del rango de aguas moderadamente contaminadas (esquema 6).

La similitud del fitoplancton (tabla 16) muestra que dos terceras partes de las relaciones entre estaciones se encuentran por arriba del 50% de semejanza, cuyas variaciones de especies son marcadas en ciertos meses, pero no existe una aparición de nuevas especies durante el muestreo, lo cual indica una constancia regular de organismos en la comunidad, como por

ejemplo: Melosira granulata var. angustissima, Planktosphaeria gelatinosa, Cyclotella meneghiniana, Microcystis aeruginosa, y Botryococcus braunii.

El zooplancton (tabla 17) presenta mayor similitud que el fitoplancton, ya que se observan valores muy altos hasta del 100% de semejanza, causado principalmente por las bajas fluctuaciones de las poblaciones ocurridas de un mes a otro. Esto también significa que el fitoplancton es mucho más susceptible a los cambios físicoquímicos y ambientales que el zooplancton.

6.3 Estación Salto

La temperatura del agua oscila entre los 14.5 y 24°C manteniéndose de acuerdo a la variación estacional anual (tabla 3). La transparencia ha aumentado con mayor intensidad, con respecto a las estaciones anteriores; esto puede ser a causa de la profundidad, que se incrementa en esta zona y de que exista una menor e igual remoción del sedimento, pero que sin embargo, por la profundidad, éste no alcanza a llegar a la superficie; además, al observar los valores de color y turbiedad, éstos han disminuido también, permitiendo así el paso de luz al sistema (SARH c, 1982), y por lo tanto favoreciendo el óptimo desarrollo del plancton.

Por otra parte, el oxígeno disuelto (OD) superficial ha aumentado, lo cual le confiere una buena calidad de agua para la vida acuática además de encontrarse una mayor existencia de organismos fotosintetizadores que produzcan oxígeno. Sin embargo, la alta demanda química de oxígeno (DQO) hace pensar que existe una gran cantidad de materia orgánica, que se está oxidando, proveniente tal vez, de la acumulación en forma de lodos bentales, que después de tantos años de haberse cerrado el canal "El Salto" (el cual acarrea grandes volúmenes de aguas residuales), se encuentre todavía en procesos puramente químicos de oxidación; por el contrario la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se mantiene muy por debajo del límite permisible, haciéndose notar al mismo tiempo que el consumo del oxígeno por la respiración bacteriana (que descompone la materia orgánica que se sedimenta) es muy bajo.

El pH sigue manteniéndose ligeramente alcalino, de acuerdo a los niveles de carbonatos, y dentro de los valores establecidos para un buen desarrollo de la biota acuática.

Los valores de fósforo (orto y total), sulfatos, NO₃, conductividad, dureza, sólidos suspendidos, alcalinidad y turbiedad se asemejan mucho a los datos de la estación Muelle, por lo que sus propiedades influyen de igual manera en ambas estaciones. Sin embargo, el nitrógeno orgánico disminuye aún más, debido tal vez a la existencia de microorganismos que convierten el nitrógeno en forma de nitrato, nitritos o

amoníaco. Por el contrario, aumenta el NH₃ lo que significa la existencia de desechos del metabolismo de los organismos y especialmente organismos muertos que lo liberan.

La dominancia en los meses de mayo, junio y julio (tabla 10) se sigue representando por las diatomeas pennadas (*Navicula criptocephala*) y las diatomeas centrales (*Melosira granulata* var. *angustissima* y *Cyclotella meneghiniana*) cuyos hábitats preferentes se encuentran en aguas duras y con concentraciones altas de nutrientes (Round, 1981). *Microcystis aeruginosa* persiste dominando los meses calurosos (Hutchinson, op. cit.), de julio a octubre, seguidos por *Volvox aureus* (lagos fértiles) y *Planktosphaeria gelatinosa* (aguas duras) cuyos grandes números de organismos sobrepasan a los demás.

El zooplancton continúa con organismos dominantes (tabla 11) muy semejantes a la estación anterior (*Diaptomus* sp., *Epistylis* sp. y *Conochilus* sp.), a excepción del mes de mayo en que predomina *Daphnia pulex*; esto puede deberse al aumento tan grande de oxígeno superficial que se presentó, de 9.6 mg/l, en ese mes. La dominancia sigue estando dada por los organismos mencionados anteriormente para los demás meses, concordando con los valores bajos de oxígeno disuelto y gran cantidad de materia orgánica presente, características en las cuales pueden desarrollarse (Kudo, 1966; Pennak, 1953). Cabe mencionar además que tanto *Diaptomus* como *Epistylis* y *Conochilus* son organismos tolerantes a la contaminación orgánica, a la presencia de aguas moderadamente duras, con hábitos holozoicos y saprofiticos, características que les permiten vivir en condiciones restrictivas (Hutchinson, op. cit.; Kudo, op. cit.; Kolkwitz y Marsson, op. cit.).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (tabla 14) graficados en el esquema 5, señala que el fitoplancton a través de los meses de muestreo varía ligeramente, siendo muy parecido al de la estación anterior y al mismo tiempo permaneciendo en la mayoría de los meses dentro de las aguas medianamente contaminadas, según la escala de Wihlm y Dorris; presentándose, también, los valores más bajos en los meses de junio y septiembre, por la poca cantidad de especies encontradas y el más alto en mayo que a pesar de haber pocos organismos sus abundancias son más equitativas.

El zooplancton presenta una diversidad (tabla 15) mucho más constante que el fitoplancton y siempre dentro de los límites de agua moderadamente contaminada (esquema 6); cuyos miembros poblacionales se caracterizan en aguas de tipo eutróficas y con mucha materia orgánica.

La similitud fitoplanctónica (tabla 16) en casi todos los meses se encuentra alrededor del 50%, debido principalmente a que los organismos fitoplanctónicos son más sensibles a los cambios ambientales y de contaminación. Sin embargo existe

solamente, casi un 50% de individuos de la misma especie entre mayo de 1987 y febrero de 1988, por lo que se puede deducir que la comunidad al ir cambiando constantemente, nunca alcanza el equilibrio, la dirección de la competencia se ve continuamente invertida (Hutchinson, *op. cit.*). Los organismos que más constancia presentan son: *Planktosphaeria gelatinosa*, *Cyclotella meneghiniana*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Mallomonas caudata* y *Microcystis aeruginosa*.

Por el contrario, el zooplancton presenta mayor similitud alrededor del 70%, con un mínimo del 50% (tabla 17), indicando con esto, pocos cambios en las poblaciones y por lo tanto una mayor resistencia a las condiciones adversas de estos organismos; los más constantes se encuentran representados por: *Diaptomus* sp., *Cyclops* sp., *Daphnia pulex*, *D. longispina*, *Epistylis* sp. y larvas nauplio.

6.4 Estación Cortina

Tanto la temperatura como la transparencia y el oxígeno se mantienen muy similares a la estación Salto (tabla 4), mientras que el pH sigue aumentando en su alcalinidad (condiciones que favorecen a la biota acuática), al presentarse carbonatos y bicarbonatos en solución, permitir el paso de luminosidad al sistema y valores de concentración de oxígeno por arriba de los establecidos para la protección de la vida acuática.

El color continúa disminuyendo coincidiendo con los sólidos suspendidos que también tienen valores más bajos, debido probablemente a que es la zona donde se encuentra la salida del agua del embalse, que provoca una mayor circulación de la misma.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) aumenta ligeramente, sobre todo en mayo y junio cuyos valores son de 10 y 9 mg/l y la demanda química de oxígeno (DQO) disminuye un poco debido a que existe menos materia orgánica en el medio, por que en esa zona los materiales son arrastrados fuera de la presa.

El fosfato sigue manteniéndose dentro de un rango de hipereutrofia, y al igual que en las estaciones Muelle y Salto, presentan valores semejantes de conductividad, dureza, alcalinidad y turbiedad, todos ellos dentro de los límites permisibles para la protección de la vida acuática, pero dentro de los rangos de calidad de agua eutrófica.

El nitrógeno orgánico aumenta ligeramente con respecto a la estación Salto, pero es menor que en las otras estaciones. Y al igual que en todas las estaciones de muestreo, el NH₃ presenta los valores más altos a partir de mayo y aumentan conforme transcurre el tiempo, con lo que se puede deducir la existencia

de una mayor desintegración de organismos en dichos meses, concordando a la vez con la trituration del lirio (la cual termina aproximadamente en diciembre).

También se puede observar un ligero aumento de NO₃ que concuerda con el incremento de la DBO (al utilizar los organismos bacterianos el oxígeno para la nitrificación).

La dominancia fitoplanctónica (tabla 10) se encuentra representada por Melosira granulata var. angustissima (diatomea central que se manifiesta en aguas eutróficas), Planktosphaeria gelatinosa (Clorofita caracterizada por presentarse en aguas duras, según Prescott, 1962), Microcystis aeruginosa y Oscillatoria amphibia (cianofitas presentes también en aguas duras y eutróficas, Hutchinson op. cit.; Round, op. cit.); y solamente en el mes de noviembre por la clorofita Volvox aureum (importantes en lagos muy fértiles).

La secuencia de dominancia se presentó de la siguiente manera: abril, junio y julio por Melosira; septiembre y diciembre por Planktosphaeria; Microcystis en octubre; Volvox en noviembre y Oscillatoria en febrero. Esto denota que existen constantemente fluctuaciones en el medio provocando que el ecosistema acuático nunca alcance el equilibrio.

El zooplancton (tabla 11) presenta una dominancia relativamente constante y muy parecida a las estaciones anteriores, con organismos como: Daphnia pulex, D. longispina, Vorticella sp., Epistylis sp., Cariodaphnia reticulata, Conochilus sp., y las larvas nauplio de los copépodos; este último hace ver la dominancia tan amplia que presenta durante todas las estaciones.

El índice de diversidad fitoplanctónico (tabla 14 y esquema 5) se presenta muy bajo en los meses de abril, junio y septiembre, debido a la gran dominancia de Melosira granulata var. angustissima en los dos primeros meses y por Planktosphaeria gelatinosa en el último mes mencionado; además, el número de especies halladas en esos meses es muy pequeña (máximo de ocho meses), manteniéndose entre una calidad de agua alta y moderadamente contaminada.

Los organismos zooplanctónicos siguen mostrando un índice de diversidad muy constante, con valores que van desde 1.07 hasta 2.26 bits/ind (tabla 15, esquema 6), lo que marca un rango de contaminación moderada, y cuyas especies se siguen representando por organismos con preferencia a aguas alcalinas y/o materia orgánica en abundancia (tolerantes).

El índice de similitud del fitoplancton presenta una gran variación entre las poblaciones (tabla 16) con valores desde 13 hasta el 89%, lo que significa que el medio es muy cambiante y

las especies que representan cada comunidad, al ser muy sensibles a los cambios, aparecen y desaparecen (se mantienen latentes o en un número menor que no puede ser detectado).

El zooplancton por el contrario presenta un índice de similitud con menos variación (tabla 17) por lo que la estructura de las comunidades entre mes y mes, son mas semejantes, arriba del 50%.

6.5 Resumen de las estaciones de muestreo

La estación que presenta los valores más altos establecidos para la protección de la vida acuática es la estación Tepeji, de acuerdo a su baja transparencia, menor cantidad de oxígeno disuelto, mayor color (PtCo) lo cual indica mayor contaminación (Wetzel op. cit.), mayor demanda química de oxígeno, valores de hipereutrofia de fósforo y valores altos de nitrógeno amoniacal, todo esto debido, a las descargas de aguas residuales industrial y de la población del municipio de Tepeji, que llegan a la presa a través del río Tepeji. De acuerdo a la dominancia del fitoplancton por estación (tabla 10) no existe una diferenciación de especies acuáticas que caractericen a una estación en particular, sino que las cuatro estaciones de muestreo se encuentran representadas por los mismos organismos dominantes.

La diversidad señala gran semejanza entre las estaciones y sus meses correspondientes, con un ligero aumento en sus valores hacia el mes de febrero, lo que hace pensar que existe un ligero aumento en la calidad del agua; mientras que la similitud muestra variaciones que indican cambios en las poblaciones debido a alteraciones ocurridas en el medio, demostrando así una mayor susceptibilidad del fitoplancton sobre el zooplancton a los transtronos ambientales. Por otra parte, la dominancia del zooplancton (tabla 11) en las cuatro estaciones se encuentra reflejada sobre los copéodos, por la presencia de *Diatomus* sp. y de las grandes cantidades de larvas nauplio, sin embargo, llegan a sobresalir también el rotífero *Conochilus* sp., el protozoario *Epistylis* sp. y el cladótero *Daphnia pulex* por lo que la competencia siempre se realiza entre dichos organismos, pero conservando una equidad numérica en sus poblaciones, como se muestra en el índice de diversidad (tabla 15), cuyos rangos permanecen dentro de las aguas moderadamente contaminadas. La similitud zooplanctónica señala grandes semejanzas entre sus poblaciones (por arriba del 60% en la mayoría de los casos) lo cual indica pocos cambios en su estructura.

6.6 Análisis de la presa

Los valores de temperatura aumentan y disminuyen de acuerdo a la época más calurosa (finales de primavera y todo el verano) y fría (invierno), que corresponde a los meses de mayo a septiembre y de diciembre a febrero, respectivamente (tabla 5).

El promedio de la transparencia varía de mes en mes, observándose el valor mínimo en agosto, debido probablemente a las lluvias que acarrean muchos materiales a la presa y a los afluentes que llegan a ella; además concuerda con los valores de turbiedad y sólidos suspendidos registrados, todos ellos favorables para la penetración de la luz y por lo tanto para el desarrollo de la biota acuática.

El dato registrado más bajo de oxígeno disuelto superficial, corresponde al mes de marzo con un promedio de 0.93 mg/l que va de acuerdo a la gran demanda química de oxígeno observada; mientras en los meses siguientes existen altas y bajas que en algunos casos rebasan el límite permisible. El valor más alto registrado ocurrió en el mes de febrero con 8.96 mg/l, que pudo deberse a las bajas temperaturas, que como se sabe, a menor temperatura existe una mayor disolución de oxígeno y a que la producción de oxígeno (por los organismos fotosintetizadores) es mayor que el consumo en la respiración de los organismos.

El pH se encuentra en casi todos los meses en un estado ligeramente alcalino, provocado principalmente por la presencia de carbonatos y bicarbonatos, observada también por los valores altos y ligeramente altos de la dureza total, así el valor más elevado del pH corresponde al valor más alto de dureza. Sin embargo los registros del análisis de alcalinidad y dureza no rebasan los límites establecidos para la protección de la vida acuática, pero se observa una tendencia a elevarse a partir de octubre.

El color según Wetzel (1981), en la escala de PtCo, muestra con agua limpia valores de cero unidades, mientras que aguas muy turbias alcanzan hasta 300 unidades. Como se denota en la tabla 5, el valor más alto de 500 unidades, corresponde al mes de agosto (primer muestreo) y es probablemente causado por la época de lluvias; y los demás se presentan con valores moderados.

La demanda bioquímica de oxígeno se mantiene por debajo del límite permisible, de 8 mg/l a excepción de junio, cuyo registro alcanza los 7.25 mg/l (probablemente al alto consumo bacteriano); por otro lado la demanda química de oxígeno sobrepasa por mucho los valores permisibles, demostrándose la existencia de grandes cantidades de materia orgánica provocada por la trituración del lirio acuático, que se encuentra oxidándose continuamente en un proceso puramente químico. Además de la existencia de lodos bentales, que en el "Reporte final de

malezas acuáticas de 1987" (Díaz, *et. al.*, 1987), se menciona una presencia del 16% de materia orgánica, en una columna de alrededor de dos metros.

El fosfato (orto y total) en la mayoría de los casos sobrepasa el límite permisible, influenciados principalmente por la descarga de aguas residuales provenientes del río Tepeji y por la acumulación de lodos bentales que existió durante mucho tiempo, a consecuencia de las descargas de aguas residuales del canal El Saito, procedentes de la cd. de México.

Los registros de nitrógeno orgánico siempre se mantuvieron por debajo del límite (10.0 mg/l), alcanzando sólo el máximo de 5.67 mg/l en junio y el mínimo de 0.31 mg/l en diciembre. Esto sugiere que existen pocos organismos con la capacidad de transformar el amoníaco, NO₂, NO₃ ó nitrógeno atmosférico en nitrógeno orgánico.

La existencia de valores altos de NH₃ en todos los meses muestreados (arriba del límite permisible de 0.02 mg/l) y con una tendencia a la alza a partir de septiembre, sugiere que el sistema presenta muchos organismos muertos (por ejemplo el lirio) que se encuentran en descomposición, liberando así mucho NH₃ (según Arrignon, 1979, a pH elevado aumenta la toxicidad del NH₃ para la flora y la fauna acuáticas); y a la vez, la existencia de microorganismos nitrificantes que lo transformen en NO₂ asimilable. Esto último se justifica, de acuerdo a los valores bajos (de NO₂) y dentro de los límites permisibles que se registraron.

Las cantidades de sulfatos halladas, se encuentran en niveles muy bajos que de acuerdo a Arrignon, (*op. cit.*), pertenecen a lagos cuya situación es normal, no afectando así a la biota acuática.

La conductividad permanece relativamente constante durante todos los meses y por debajo de los valores establecidos, por lo que existen pocos iones metálicos libres en el embalse, permitiéndole de esta manera un uso excelente del agua para la irrigación (SARH, 1982c).

En junio se observa que todos los parámetros, a excepción de alcalinidad, dureza, conductividad y los nitritos, se disparan en valores elevados, debido probablemente a la entrada masiva de alguna descarga de agua residual (con mucha materia orgánica) del río Tepeji, que alteró la mayor parte de la presa, como se muestra en las tablas 1,2 y 3.

De acuerdo al promedio anual (tabla 6) y a los análisis anteriores por estación y promedio mensual, se puede decir que el embalse se presenta en un estado eutrófico y en algunos casos hipereutrófico, con condiciones de oxígeno disuelto ligeramente por encima del mínimo permisible, pH ligeramente alcalino debido

a bicarbonatos y carbonatos con una gran demanda química de oxígeno por la materia en descomposición (lirio acuático, que también provoca una producción alta de NH_3), con grandes cantidades de fosfatos, con poca conductividad, y con una cantidad de sólidos suspendidos dentro de los límites permisibles. Otra consideración que se hace es que entre los valores de las muestras de fondo (muestra B) y las de la superficie (muestra A), no se observan diferencias significativas, por lo que se admite que ambas tienen la misma calidad de agua, a excepción del oxígeno disuelto, el cual presenta registros muy bajos (hasta de cero mg./l) en la muestra del fondo, corroborando con esto la existencia de una gran demanda química de oxígeno, por efecto de la descomposición del lirio triturado y de los lodos bentales existentes.

La dominancia mensual del fitoplancton se encuentra en la tabla 12, donde se puede observar que los organismos con mayor frecuencia de aparición en todo el muestreo fueron: Melosira granulata var. angustissima, Cyclotella meneghiniana, Microcystis aeruginosa, Botryococcus braunii, Ankistrodesmus falcatus, Planktosphaeria gelatinosa y Oscillatoria amphibia; la mayoría de ellos dominantes en varios meses.

En abril la dominancia pertenece a Melosira; en mayo a Navicula cryptocephala, N. gracilis y Cyclotella; en junio nuevamente a Melosira; en julio a Planktosphaeria, Melosira, Botryococcus y Microcystis; en septiembre a Planktosphaeria y Microcystis; en octubre a las cianofitas (Microcystis y una Nostoc); en noviembre a Volvox aureus y V. globator; en diciembre de nuevo Planktosphaeria, con Mallomonas y Melosira, y; en febrero de 1988 a Melosira, Cyclotella, Planktosphaeria y Oscillatoria. Todos ellos, organismos representantes de sistemas acuíferos en estado eutrófico, con materia orgánica y ligeramente alcalino (Margalef, 1983; Hutchinson, 1967; Round, 1981; Wetzel, 1981; Kolkwitz y Marsson b, 1967).

De acuerdo a esto existe una sucesión que va conforme a las estaciones anuales; diatomeas en primavera; clorofitas y cianofitas en verano (debido a altas temperaturas y mayor luminosidad); en otoño a cianofitas y clorofitas; y en invierno a organismos más resistentes a bajas temperaturas (como las diatomeas), ver esquema 8.

La tabla 13 muestra la dominancia mensual de los organismos zooplanctónicos y sus frecuencias de aparición, de los cuales, los que más se presentaron fueron: Diatomus sp., Cyclops sp., larvas nauplio, Daphnia pulex, D. longispina, D. magna, Ceriodaphnia reticulata y Epistylis sp.

La dominancia encontrada a través de los meses fué la siguiente: en abril Daphnia pulex y Epistylis; en mayo D. pulex, Epistylis y Cyclops; en junio Cyclops y Diatomus; en julio Diatomus, Epistylis y D. longispina; en septiembre y octubre

Diaptomus, Epistylis y Ceriodaphnia; en noviembre Conochilus, Diaptomus y Epistylis; en diciembre Conochilus y Diaptomus, y ; en febrero Diaptomus, Epistylis y Keratella yalga. Además, en todos los meses se presentan en gran número la larva Nauplio de copépodos, siendo su mayor auge en los meses de junio y octubre. Observando el esquema 9, se denota la gran dominancia de los artrópodos durante la mayor parte del año; con protozoarios y rotíferos compitiendo constantemente entre ellos.

De acuerdo a lo anterior los organismos más dominantes (como Diaptomus, Conochilus y Epistylis) son aquellos cuyas características de cosmopolita, resistencia a bajas concentraciones de oxígeno, alimentación de detritus y plancton, preferencia a la materia orgánica y a pH ligeramente alcalinos, los hacen ser preferentes al tipo de medio que presenta la presa (Kudo, 1966; Hutchinson, *op. cit.*; Kolkwitz y Marsson a, 1967).

El índice de diversidad fitoplanctónico mensual (tabla 14 y esquema 7) muestra variaciones en las comunidades debido principalmente a que el fitoplancton es mucho más susceptible a los contaminantes que el zooplancton, teniendo así respuestas rápidas al medio, pero que en promedio se caracterizan por encontrarse en el embalse dentro de una calidad de agua moderadamente contaminada.

La variación zooplanctónica es menor, como se observa en el índice de diversidad (tabla 15) pero encontrándose también dentro del agua moderadamente contaminada (Persoone y De Pauw, *op. cit.*), lo cual implica una mayor resistencia a los cambios ambientales.

El índice de similitud entre estaciones para cada uno de los meses, tanto para el fitoplancton como para el zooplancton (tablas 18 y 19) son casi siempre mayores al 60%, por lo que se puede decir que las comunidades son muy semejantes. La única excepción es el mes de abril del fitoplancton, en el cual se observa un índice de similitud del 35% entre las estaciones Tepeji y Cortina, pudiendo ser esto a causa de que la primera estación se encuentra muy cercana al afluente río Tepeji, que al descargar sus aguas residuales cambian constantemente la biota acuática, además de ser esta estación mucho menos profunda que la estación cortina, con lo que la luz, temperatura, turbiedad, etc., son muy diferentes en ambos y en una se registraron 28 especies diferentes (Tepeji) mientras que en la otra solamente seis (Cortina).

Los índices de similitud mensuales, mostrados en las tablas 20 y 21, para el fitoplancton y el zooplancton respectivamente, muestran que la mayoría de ellos tienen valores arriba del 55%, comprobando con esto que las comunidades son regularmente semejantes, con respecto al fitoplancton y mayormente semejantes con respecto al zooplancton.

De acuerdo a la tabla 5, se puede observar que el aumento del Nitrógeno orgánico en junio, seguido de la mineralización de éste, provoca una elevación en la concentración de NH₃ en los siguientes meses (aunada a la incorporación del NH₃ por el lirio triturado), más tarde, transformado en NO₂ y NO₃ por lo que se observan concentraciones altas de éstos y reducción del oxígeno disuelto (O.D.) en agosto. Este último se vio más reducido porque en julio hubo poca diversidad y abundancia del fitoplancton, dominando sobre ellos el zooplancton (ver en el esquema 9 el pico máximo de arthropodos), representado principalmente por el copépodo Diaptomus sp.

Los resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO), tabla 5, muestran alzas en sus concentraciones (en los meses de junio, septiembre, diciembre y febrero) que no hacen descender al O.D., debido probablemente a la producción de mucho más oxígeno, por los organismos fitoplanctónicos, de lo que se consume.

La dureza, alcalinidad y conductividad muestran un patrón muy semejante, observándose en los últimos meses una tendencia a elevarse, por lo que en esos meses se presentan organismos con mucho mayor resistencia a dichos parámetros, como son: Cyclotella, Melosira, Planktosphaeria y Oscillatoria, principalmente.

Observando la dominancia de las crysophytas (bacillariophyceas), en la tabla 12, y los datos de nitrógeno orgánico y fósforo, en la tabla 5, parece haber una relación entre ellos, porque cuando el fósforo y el nitrógeno orgánico comienzan a descender o aumentar también lo hacen las diatomeas. Al parecer otro de los parámetros que influyen o es consecuencia del crecimiento explosivo de la diatomea Melosira granulata var. angustissima es el oxígeno, ya que en abril, junio y febrero en donde existen incrementos de O.D. por arriba de los 6.0 mg/l, llega a ser dominante esta especie; y aunque en febrero no se observa una marcada abundancia de Melosira, si se denota un posible aumento en los meses posteriores, como se hace ver en la tabla 8 de dominancia, en el mes de febrero.

Existe también en septiembre una concentración elevada de oxígeno disuelto (8.07 mg/l) cuya consecuencia puede deberse a la abundante presencia de Planktosphaeria gelatinosa que también domina en diciembre, y a pesar de no contar con el dato de O.D. en ese mes, se puede observar cómo de noviembre a febrero existe una tendencia a elevarse.

En noviembre, mes en el cual se presenta la dominancia de Volvox aureus, también se observa la disminución de los arthropodos, el aumento de los rotíferos (esquema 8 y 9) y el registro máximo de NH₃ que se alcanza durante el muestreo.

Antecedidos, en octubre, por la abundancia de las cianofitas (*Microcystis aeruginosa* y una nostocal) que de acuerdo a Wetzel (1981), su máximo desarrollo es en épocas calurosas.

Siguiendo el estado trófico encontrado en el embalse y comparado (cada una de las estaciones) con la tabla de calidad del agua de Wilhm y Dorris, que se basa en el índice de diversidad, se observa que la contaminación moderada (con rango de 1-3 bits/individuo) queda dentro de la categoría de eutrófico; las aguas limpias (>3 bits/individuo) dentro de mesotrófico y oligotrófico; y las aguas altamente contaminadas (<1 bit/ind.) a un estado altamente eutrófico e hipereutrófico.

6.7 Comparación entre los periodos 81-82 y 87-88

A continuación se presenta la comparación entre la comunidad planctónica encontrada en 1981-82 (de mayo a marzo) por Lucero y Guerrero (1982) y la actual (abril de 1987 a febrero de 1988).

En el periodo 81-82 se hallaron un total de 51 especies (incluyendo larvas nauplio), de las cuales 28 forman parte del fitoplancton y 23 del zooplancton distribuidos de la siguiente manera:

Fitoplancton:	Periodo	
	81-82	87-88
<u>División</u>	<u>No. de Especies</u>	
Chlorophyta	15	12
Chrysophyta	5	19
Myxophyta	5	5
Euglenophyta	2	0
Pyrrophyta	1	1

Zooplancton:

<u>Phyla</u>	<u>No. de Especies</u>	
Arthropoda	7 y larva nauplio	7 y larva nauplio
Rotifera	15	14
Protozoa	0	2

Observando lo anterior, las clorofitas son las representantes del mayor número de especies en el fitoplancton dentro de periodo 81-82, mientras que para el 87-88, las especies de crisofitas son las de mayor manifiesto; debido principalmente

a que las diatomeas dominan la flora algal de los lagos de agua dura (Wetzel, *op. cit.*) y con mucho contenido húmico (Hutchinson, *op. cit.*).

En el zooplancton, en ambos periodos, el phylum dominante y además con el mayor número de especies es el de los rotíferos, cuyos representantes son denominados cosmopolitas (Pennak, 1953; Osorio Tafall, 1942).

Para el periodo 81-82, las especies con mayor dominancia son las siguientes: Microcystis aeruginosa, Cyclotella meneghiniana, Volvox globator, Melosira granulata, Closterium aciculare, Pediastrum simplex y Navicula gracilis; y para el 87-88: Melosira granulata var. angustissima, Navicula gracilis, Planktosphaeria gelatinosa, Microcystis aeruginosa y Volvox aureus; con respecto a la presencia de estos organismos, se observa muy poca diferencia acerca de la calidad de agua que presentan, unos mesotrófico y otros eutrófico, a excepción de Cyclotella meneghiniana cuya presencia ha sido clasificada como indicador de aguas oligotróficas, según Hutchinson (*op. cit.*), Wetzel, (*op. cit.*), SARH (1982, b) y Round (1981); sin embargo Palmer, 1975, considera a este género dentro de los 22 más tolerantes a la contaminación. Por otra parte, la comunidad zooplanctónica, difiere mayormente de un periodo a otro, localizándose en el primer periodo una dominancia casi absoluta de los rotíferos y en el segundo una superioridad de los copépodos. Los organismos dominantes del primer periodo son: Brachionus budapestinensis, Eilinia limnetica (= E. longiseta, según Edmonson, 1959), Keratella cochlearis, K. tropica, Polyarthra vulgaris y Daphnia nothacantha; para el periodo 87-88: Daphnia pulex, Epistylis sp., Cyclops sp., Conochilus sp. y larvas nauplio.

Las especies planctónicas halladas en el periodo 81-82 se muestran en la tabla 22, en donde se puede apreciar que existen 13 especies fitoplanctónicas y 13 especies zooplanctónicas comunes en los dos periodos (marcadas con asterisco). Utilizando el índice de similitud de Sorensen se obtuvieron los siguientes resultados:

Fitoplancton:

I.S. = 40.6%

Zooplancton:

I.S. = 55.3%

Comunidad total:

I.S. = 46.8%

La comunidad fitoplanctónica es relativamente menos semejante a la zooplanctónica por la presencia de un número mayor de especies diferentes encontradas en el periodo 87-88 cuyos representantes en su mayoría pertenecen a las diatomeas, mientras que en el periodo anterior las clorofitas son las de mayor abundancia. Esto nos da cierta idea de que la calidad del agua de la presa del primer periodo era de mesotrófico-eutrófico, con organismos con capacidad de desarrollarse en medios con abundante materia orgánica; sin embargo, la presencia de las diatomeas y de los otros organismos en el segundo periodo también nos demuestran un estado eutrófico, con la diferencia de poder desenvolverse estos organismos en medios alcalinos y de aguas duras.

En el zooplancton como se mencionó anteriormente, la dominancia se encuentra dada por los rotíferos, que en 1981-82 las especies diferentes (que no aparecen en el otro periodo) representan la mayoría de este grupo; mientras que en el periodo 87-88 (aunque se exhiben también otros rotíferos), la presencia de los protozoarios *Epistylis* sp. y *Vorticella* sp. confiere al sistema la existencia de mucha materia orgánica, por considerarse organismos meso y polisapróbicos, según Kolkwitz y Marsson, 1967a.

7. CONCLUSIONES

- A. De acuerdo a los grupos dominantes, se presenta una distribución homogénea de los organismos fitoplanctónicos y zooplanctónicos en las cuatro estaciones de muestreo.
- B. El grupo de las crisofitas representa el mayor número de especies, dentro del fitoplancton, sin embargo su dominancia se observa solamente en algunos meses por Melosira granulata var. angustissima, Navicula gracilis, N. criptocephala y Cyclotella meneghiniana; en otros meses por Planktosphaeria gelatinosa y Volvox aureus (clorofitas); y; Microcystis aeruginosa, Nostoc y Oscillatoria amphibia (cianofitas).
- C. La dominancia en el zooplancton se encuentra constituida principalmente por los copépodos Diatomus sp. y larvas Nauplio; el cladóceros Daphnia pulex; el rotífero Gonochilus; y el protozoario Epistylis.
- D. El índice de diversidad muestra mayor variación para la población fitoplanctónica que para la zooplanctónica, provocado por las respuestas rápidas a los cambios físicoquímicos y ambientales que presentan los primeros; pero los valores en su mayoría se encuentran dentro del rango de aguas moderadamente contaminadas.
- E. El índice de similitud, mensual y por estación, fitoplanctónico y zooplanctónico, muestra semejanzas en la mayoría de los casos por arriba del 55%, por lo cual las comunidades presentan pocos cambios en sus pobladores, pero se ven frecuentemente asediadas por los efectos ambientales, químicos y físicos.
- F. Se propone a Planktosphaeria gelatinosa y Cyclotella meneghiniana como organismos tolerantes a la contaminación orgánica, a la alcalinidad (ligera) y a las aguas duras (aunque ya Palmer, 1975, propuso al segundo organismo como tolerante a la contaminación orgánica).
- G. En el periodo 81-82 se presentó, de acuerdo a los organismos encontrados, un panorama de calidad del agua ligeramente mejor a la actual, más sin embargo, dentro de la contaminación orgánica y eutrofia, la diferencia en el segundo periodo es la presencia de organismos representantes de aguas duras.
- H. La estación Tepeji es la más contaminada de las cuatro estaciones de muestreo, debido a la entrada de aguas residuales provenientes del río Tepeji.

- I. La calidad del agua de la presa se ve claramente deteriorada, de acuerdo a los análisis fisicoquímicos, ocasionado principalmente por la entrada de aguas residuales del afluente, río Tepeji, por la presencia de lodos bentales (compuesto en un 16.5% de materia orgánica) y tal vez por la degradación del lirio acuático. Esto se confirma por la presencia de los organismos planctónicos mencionados, cuyos hábitats son representativos de dichas aguas.
- J. De acuerdo a los resultados fisicoquímicos obtenidos y a los organismos encontrados, la calidad del agua parece mejorar ligeramente (mes de febrero) pero dependerá en gran parte del tiempo de retención hidráulico de la presa y del suministro de agua (no contaminada) proveniente del río Tepeji.

PERSPECTIVAS

No existen muchos estudios en México que relacionen a los organismos con la calidad del agua y su productividad, por lo que puede utilizarse este trabajo como una herramienta metodológica para la evaluación de los embalses con base en la estructura de la comunidad planctónica.

Con este tipo de estudios se puede realizar un atlas de distribución del plancton (estudios florísticos y faunísticos) en embalses, que contribuya a tipificarlos y llevar un control tanto de factores bióticos como de abióticos, para poder predecir futuras alteraciones.

Enfocar en otro u otros tipos de análisis el plancton, para proporcionar diferentes tipos de información, mucho más detallada, como puede ser la utilización de otros índices de diversidad y de similitud que puedan ser más confiables, observar las asociaciones de organismos con organismos y con factores físicos particulares.

BIBLIOGRAFIA

- APHA-AWWA-WPCF, 1980. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 15a. edición. American Public Health Association. E.U. 1134 pp.
- ARRIGNON, J., 1979. Ecología y Piscicultura de Aguas Dulces. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 365 p.
- BARNES, R. D., 1977. Zoología de los Invertebrados. 3a ed. Editorial Interamericana. México, D.F., 826 pp.
- BOURRELLY, P., 1970. Les Algues D'eau Douce. Tomo III: Les Algues Bleues Et Rouges, Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Editions N. Boubée & Cie. 512 pp.
- BOURRELLY, P., 1972. Les Algues D'eau Douce. Tomo I: Les Algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie. 572 pp.
- CAIRNS, J., & DICKSON, K.L., 1973. Rapid biological system for determining aquatic community structure in receiving systems. En Cairns y Dickson (Eds.). Biological methods for the assessment of water quality (pp. 148-163). American Society for Testing and Materials. Philadelphia, U.S.A.
- CASTAGNINO, W. A., 1982. Investigación de los modelos simplificados de eutroficación en lagos cálidos tropicales. OMS/OPS/CEPIS, Lima, Perú. pp. 10-27.
- CHAVEZ, A. M. M., 1986. Contribución al Conocimiento de la Estructura y Composición de las Comunidades Planctónicas de Valle de Bravo, Edo. de México. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- CONTRERAS, M.R.J., 1983. Capítulo 1. Proyecto de Estudios sobre Tipos de Calidad del Agua, en: Manual del Curso: "Estudios de Calidad del Agua". S. A. R. H.
- COLLINS, F. S., 1909. The Green Algae of North America. Tufts College Studies, Vol II, No. 3. Published by The Charles Hyde Olmstead Fund. 480 pp.
- CORTES, A. R., y J.L. ARREDONDO, 1976. Contribución al Estudio Limnológico de la Presa "Adolfo López Mateos" (Infiernillo) en los Estados de Michoacán y Guerrero. Serie Técnica No. 2 FIDEFA, México.

- CRUZ, M. 1966. Estudio preliminar del plancton de "El Oro", Edo. de México. Bol. Pisc. Rural 14: 17-29.
- DESIKACHARY, T. V., 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, Nueva Delhi.
- DIAZ, Z. G. et al. 1966. Informe Final del Proyecto Malezas Acuáticas Diciembre 1966. SARH; SIH, IMTA. Coordinación de Investigación. (Informe técnico). México.
- DIAZ, Z. G. et al. 1967. Informe Final del Proyecto: Control de Malezas Acuáticas 1967. S.A.R.H., I.M.T.A. (Informe técnico). México. 74 pp.
- DIAZ, Z. G. et al. 1968. Informe Final del Proyecto: Control de Malezas Acuáticas 1968. S.A.R.H., I.M.T.A. (Informe técnico). México.
- EDMONSON, W. T., editor, 1959. Freshwater Biology. 2a. edición. E.U. 1248 pp.
- FREMY, P., 1929. Les Myxophycées de L'Afrique Equatoriale Francaise. En: Archives de Botanique. Tomo III. Publicado por René Viguier, Francia. 507 pp.
- GARCIA, C. J., 1965. Utilización del Plancton Como Herramienta Para el Conocimiento de la Calidad del Agua en la Cuenca del Alto Amacuzac. Edo. de Morelos. Tesis de Biología. Facultad de Ciencias UNAM. 91 pp.
- GARCIA, E., 1973. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 2a. edición. UNAM, México. 246 pp.
- GERMAIN, H., 1981. Flore Des Diatomées. Société Nouvelle des Editions Boubée. Paris, Francia 444 pp.
- HINDAK, F., 1984. Studies on the Chlorococcal Algae (Chlorophyceae). III. Veda, Publishing House of Slovak Academy of Sciences Bratislava.
- HUTCHINSON, G. E., 1961. The Paradox of The Plankton. Amer. Nat. 95: 137-146.
- HUTCHINSON, G. E., 1967. A Treatise on Limnology. Vol. 2. Introduction to Lake Biology and The Limnoplakton. John Wiley and Sons Co. New York.

- JIMENEZ, J.G. y RODRIGUEZ, G.J., 1984. Variación Estacional Fitoplanctónica y Algunas Consideraciones Sobre Pronósticos de Rendimiento Pesquero en la Presa Taxhimay. Edo. de México. 1981-1982. Tesis de Biología. ENEP, Zaragoza, México.
- KOLKWITZ, R., & MARSSON, M., 1967 (a). Ecology of animal saprobia. En U.S. Departmente of the interior (Ed.) and U.S. Joint Publications Research Services (Traduc.). Biology of water pollution. A collection of selected papers on stream pollution. Waste water and water treatment (pp. 85-95). Ohio, U.S.A.: Federal Water Pollution Control Administration.
- KOLKWITZ, R., & MARSSON, M., 1967 (b). Ecology of plant saprobia. En U.S. Departmente of the interior (Ed.) and U.S. Joint Publications Research Services (Traduc.). Biology of water pollution. A collection of selected papers on stream pollution. Waste water and water treatment (pp. 47-52). Ohio, U.S.A.: Federal Water Pollution Control Administration.
- KREBS, CH.J., 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Ed. HARLA. México. 753 pp.
- KUDO, R.R., 1966. Protozoología. Ed. C.E.C.S.A. México, D.F. 905 pp.
- LACKEY, J.B., 1967. Aquatic Biology and The Water Works Engineer. In U. S. Department of The Interior (Ed.) Biology of Water Pollution. A Collection of Selected Papers on Stream Pollution. Waste Water and Water Treatment (pp 236-239) Ohio, U.S.A: Federal Water Pollution Control Administration.
- LIMON, M.J.G., 1982. Introducción a la Limnología, en : Manual de Limnología. Centro de Estudios Limnológicos, S.A.R.H., Guadalajara, Jalisco.
- LUCERO y GUERRERO. R.G., 1982. Análisis Cuantitativo Mensual del Plancton del Embalse Reguena, Hidalgo. Tesis de Licenciatura en Biología. ENCB., IPN., México. 62 pp.
- MALAMOCO, G.M., 1980. Estudios Zooplanctónicos y su Relación con Factores Ambientales en la Presa Vicente Guerrero. Tesis de Biología Fac. Ciencias UNAM, México.

- MARGALEF, R., 1974. Ecología. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España.
- MARGALEF, R., 1982. Biología de los Embalses. Investigación y Ciencia. No. 11: 51-62 pp.
- MARGALEF, R., 1983. Limnología. Ediciones Omega. España. 1010 pp.
- MONCAYO, M.E. y S. HERNANDEZ, 1978. Aspectos Ecológicos y Pesqueros del Embalse "Reguena". Edo. de Hidalgo. Memoria del II Congreso Nacional de Zoología, México.
- ODUM, P.E., 1972. Ecología. 3a. Ed. Editorial Interamericana, México.
- OLVERA, V.V., y DIAZ, Z.G., 1984. Estudio Limnológico de la Presa Rodrigo Gómez en el estado de Nuevo León. Depto. de Bioecología, CIECCA. DGUAPC, SARH. (Informe técnico). México. 37 pp.
- ORTEGA, M.M., 1984. Catálogo de Algas Continentales Recientes de México. Dir. Gral. de Publicaciones UNAM. 566 pp.
- OSORIO TAFALL, B.F. 1942. Rotíferos Planctónicos de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Vol. III No. 1-4, Diciembre, 1942. pp. 23-79.
- PALMER, C.M., 1975. Keys to the water quality indicative organisms of the Southeastern U.S. Washington, U.S.A. Environmental Protection Agency. 29 p.
- PATRICK, R. and REIMER, CH.W., 1966. The Diatoms of The United State. Vol I. Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. U.S.A. 688 pp.
- PATRICK, R. and REIMER, CH.W., 1975. The Diatoms of The United State. Vol II. Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia. U.S.A. 213 pp.
- PENNAK, R.W., 1953. Fresh-water Invertebrates of the United States. The Ronald Press Co., New York. 769 pp.
- PERSOONE, G. y DE PAUW, N., 1978. Systems of Biological Indicators for Water Quality Assessment. In O. Ravera (Ed.). Biological Aspects of Freshwater Pollution (pp. 39-75). Pergamon Press New York, U. S. A.

- PHILIPOSE, M. T., 1967. Chlorococcales. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi, India. 365 pp.
- PIELOU, E. C., 1975. Ecological Diversity. John Wiley and Sons Pub. New York, U.S.A., 70 pp.
- PRESCOTT, G. W., 1960. The Freshwater Algae. Wm. C. Brown Co. Publishers. E. U. 348 pp.
- PRESCOTT, G. W., 1962. Algae of The Western Great Lakes Area. Wm. C. Brown Co. Publishers. E.U. 977 pp.
- PRESCOTT, G. W., y CROASDALE, H. T. y VINYARD, W. C., 1975. A Synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmideasea: Placodermac. Section 1 University of Nebraska Press. E. U. 275 pp.
- ROUND, F. E., 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press. Gran Bretaña. 653 p.
- RUIZ, A. P. y LEMUS, H. L., 1976. Microdensitometría Película Infrarroja en la Determinación de Sólidos Suspendedos en la Presa Requena Por Percepción Remota. En: XIX Congreso Nacional de Investigación en Física, Mazatlán, Sinaloa.
- SAMUEL, E. and HODSON, A. C., 1961. Taxonomic keys to the Common Animals of the North Central States. Burgess Publishing Company. 3ª ed. U.S.A. 162 pp.
- SANCHEZ, CH. J., 1988. Interpretación sobre la rehabilitación de la presa Requena. en : Informe final del Proyecto Control de eutroficación y malezas acuáticas, 1988. (Informe técnico). IMTA-SARH, México.
- SARH., 1971. Boletín Hidrológico NO. 45 Vol. II. Región Hidrológica No. 26 (Parcial). Cuenca del Río Tula. Tomo I y II. México.
- SARH., 1982 (a). Manual de Muestreo de Aguas y Determinaciones en el Campo (4ª ed.). Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento. México. 75pp.
- SARH., 1982 (b). Manual de Técnicas de Muestreo y Análisis de Plácton y Perifiton. (3a. ed.). Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento.

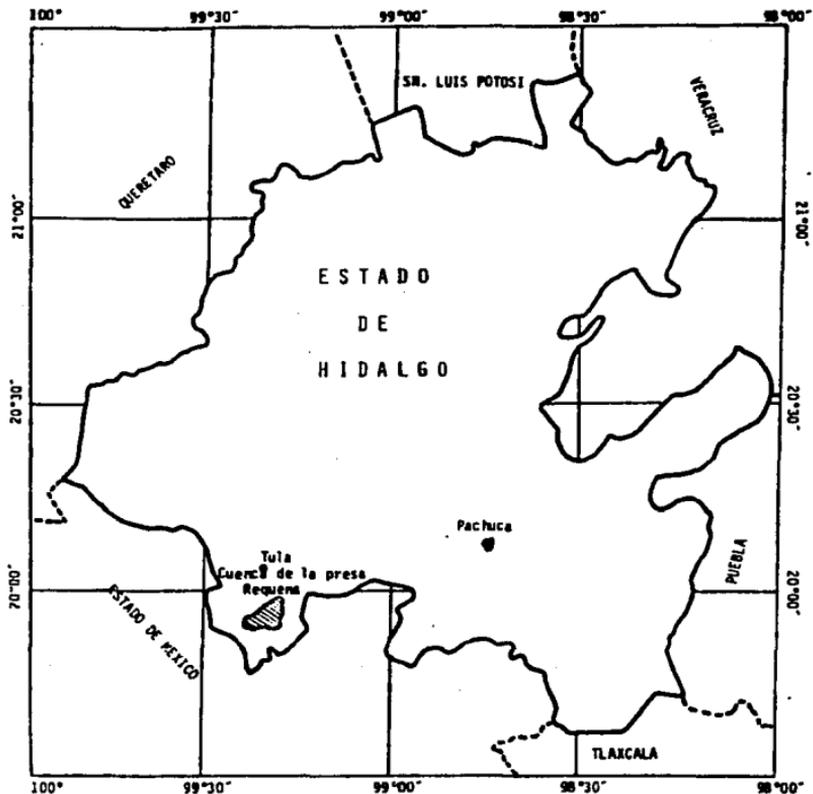
- SARH., 1982 (c). Técnicas de Análisis Fisicoquímicos Para Aguas. (5ª ed.). Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. México. 319 pp.
- SARODE, P.T. and Kamat, N.D., 1984. Freshwater Diatoms of Maharashtra. Ed. Saikripa Prakashan. Aurangabad, Maharashtra. 388 pp.
- SCHWOERBEL, J., 1975. Métodos de Hidrobiología. Ed. H. Blume. Madrid, España. 262 pp.
- SLADCEK, V., 1979. Continental systems for the Assessment of River Water Quality. En James, A. y Evison, L. (Eds.). Biological Indicators of Water Quality. New York, U.S.A. John Wiley and Sons Pub.
- SMITH, G.M., 1977. Phytoplankton of the Inland Lakes of Wisconsin. Ed. J. Cramer. Alemania. 277 pp.
- STUTTGART, ed., 1983. Das Phytoplankton Des Süßwassers. E. Schweizerbart'sche Verlags buch handlung. Alemania. 1044 pp.
- TIFFANY, L.H. y BRITTON, M.E., 1951. The Algae of Illinois. The University of Chicago Press. Chicago, E.U. 407 pp.
- WEBER, C.I., 1971. A Guide to the Common Diatoms at Water Pollution Surveillance System Station. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio. 101 pp.
- WETZEL, R.G., 1981. Limnología. Ediciones Omega. Barcelona, España. 678 pp.

TESIS LACHW

APENDICE DE

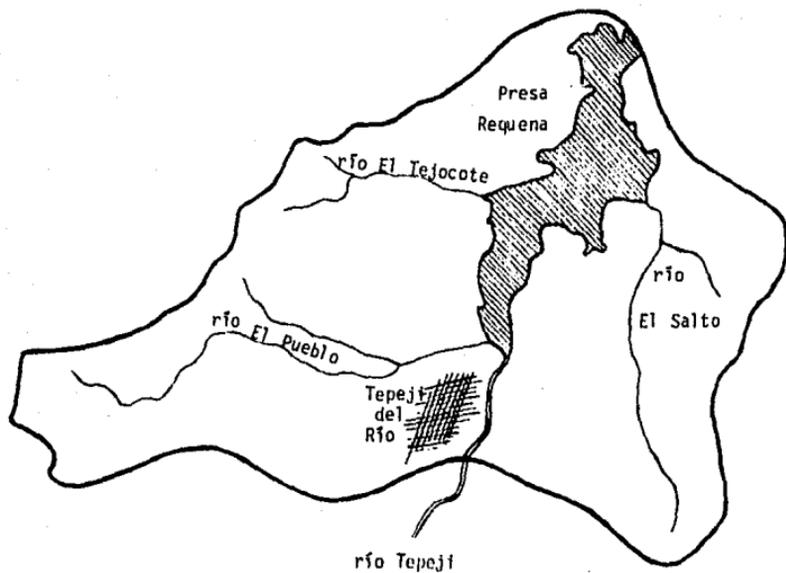
ESQUEMAS

ESQUEMA 1. Localización de la cuenca de la presa Requena, Hgo.

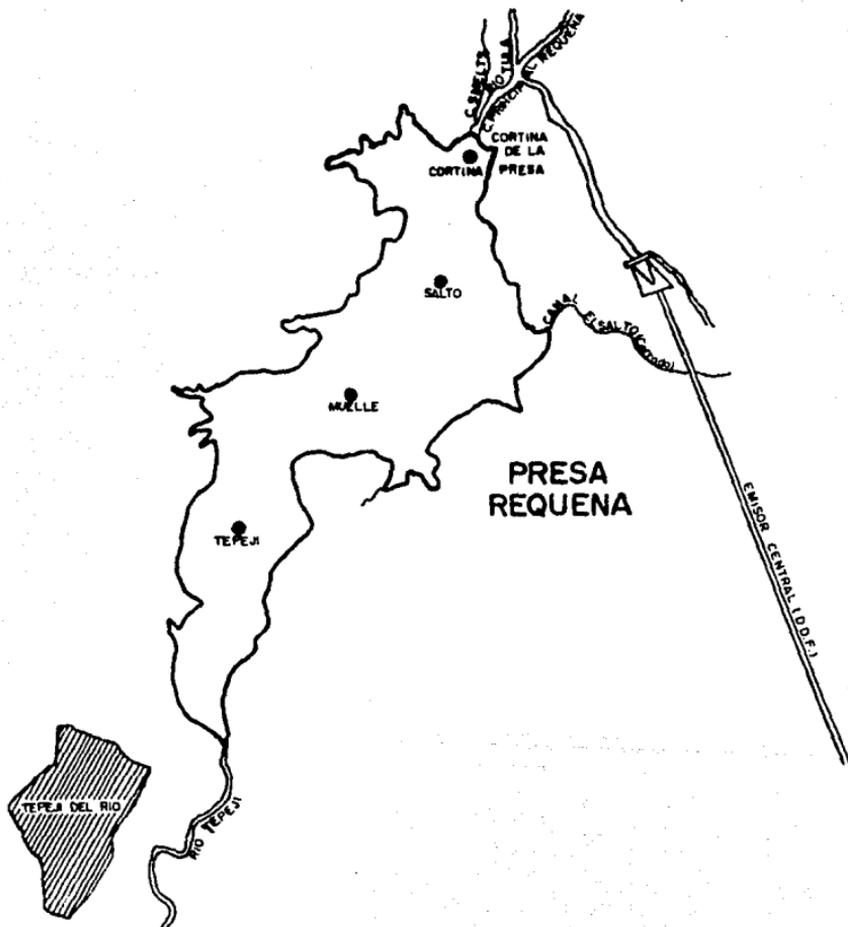


ESQUEMA 2. Cuenca de la presa Requena, Hgo.

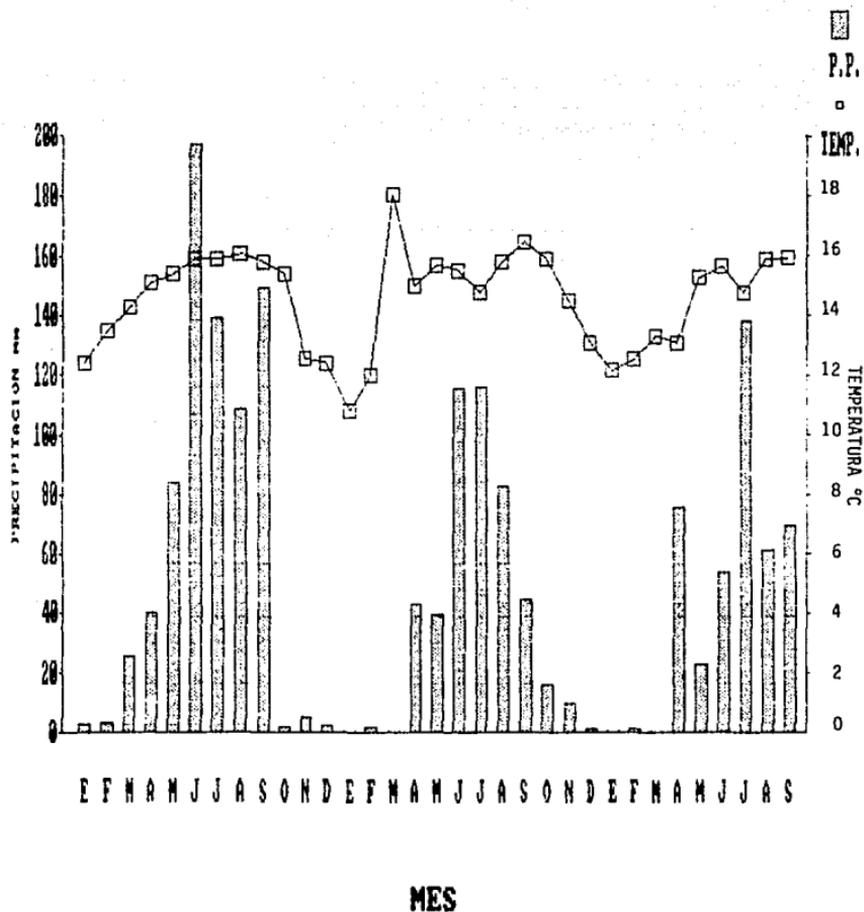
Area drenada = 74 Km²



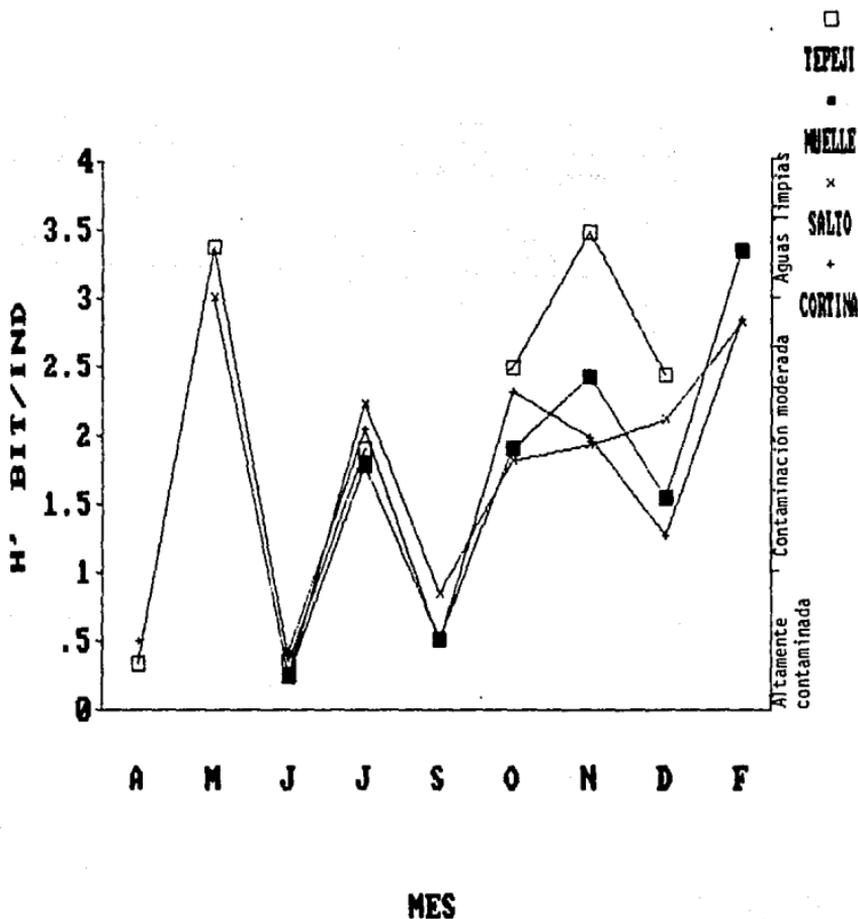
ESQUEMA 3. Localización de las estaciones de muestreo en la presa Requena, Hgo.



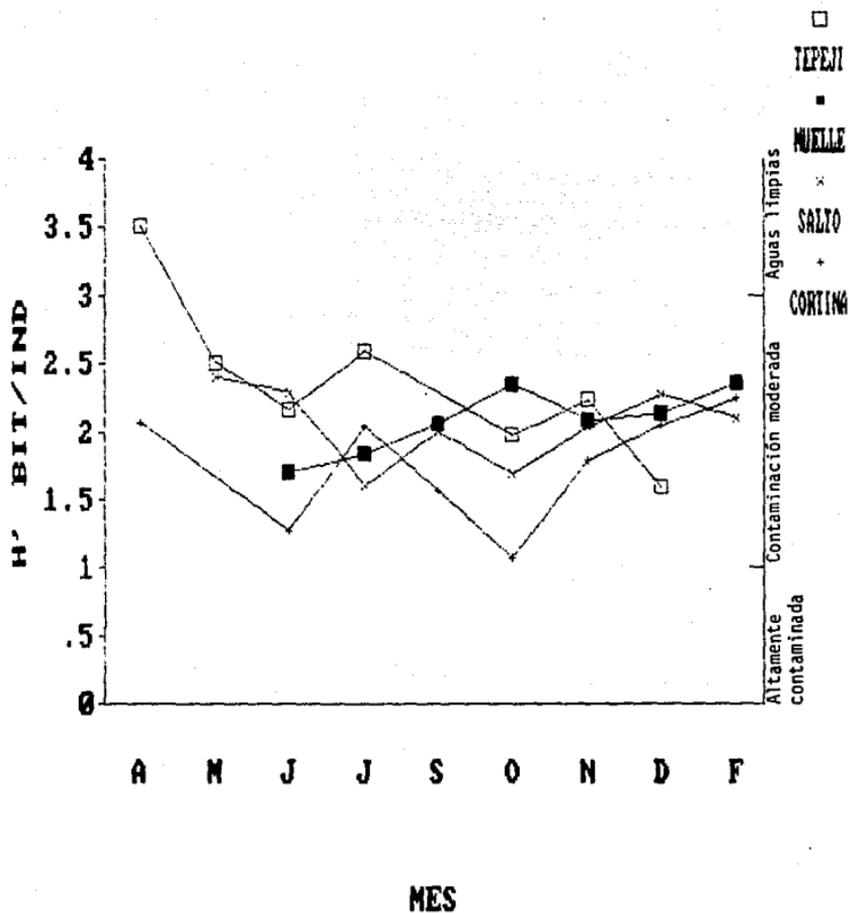
ESQUEMA 4. Gráfica de Temperatura y Precipitación Promedio Mensuales, de la presa Requena de 1985 a 1987.



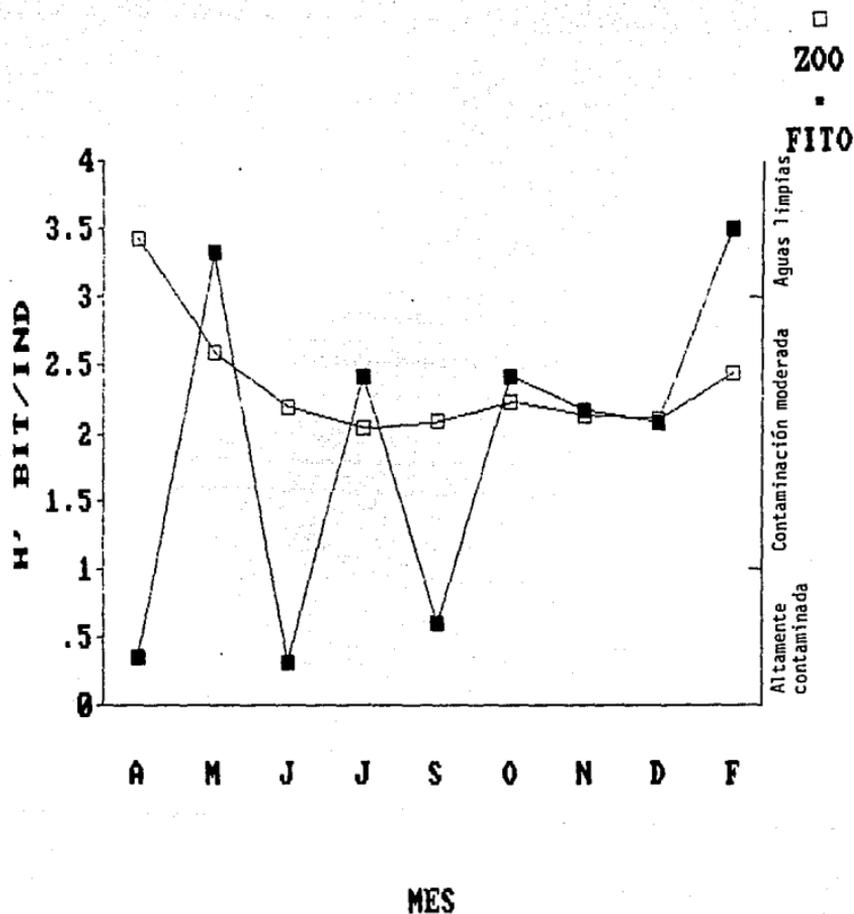
ESQUEMA 5. Indices de Diversidad calculados por estación para el Fitoplancton.



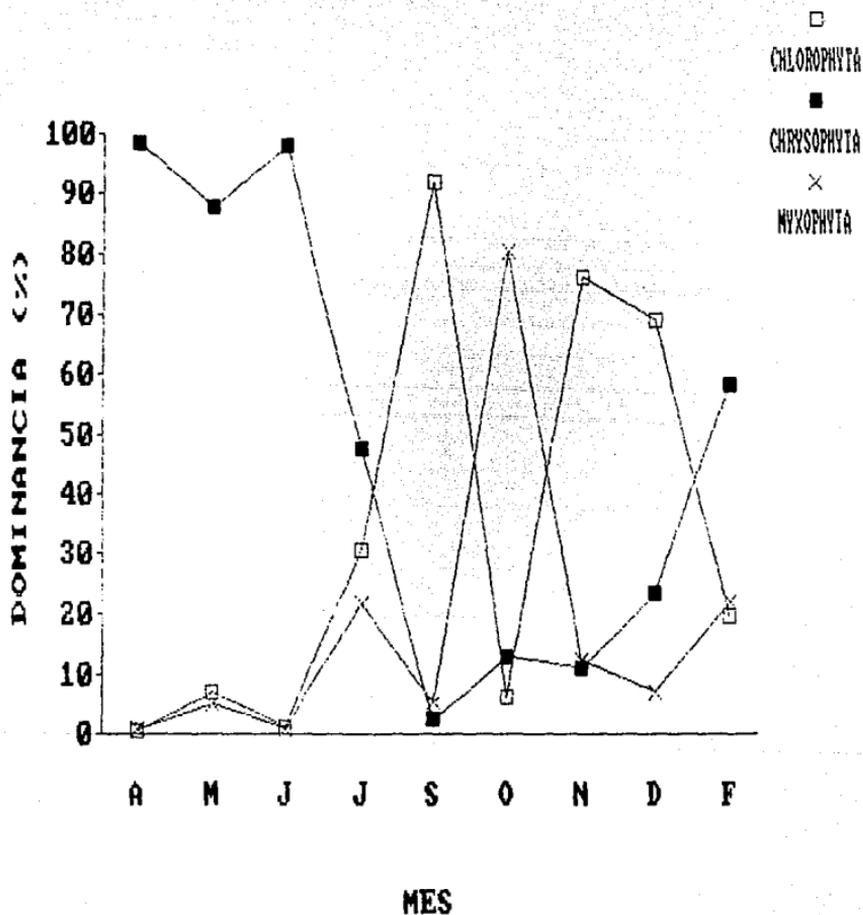
ESQUEMA 6. Indices de Diversidad calculados por estación para el Zooplancton.



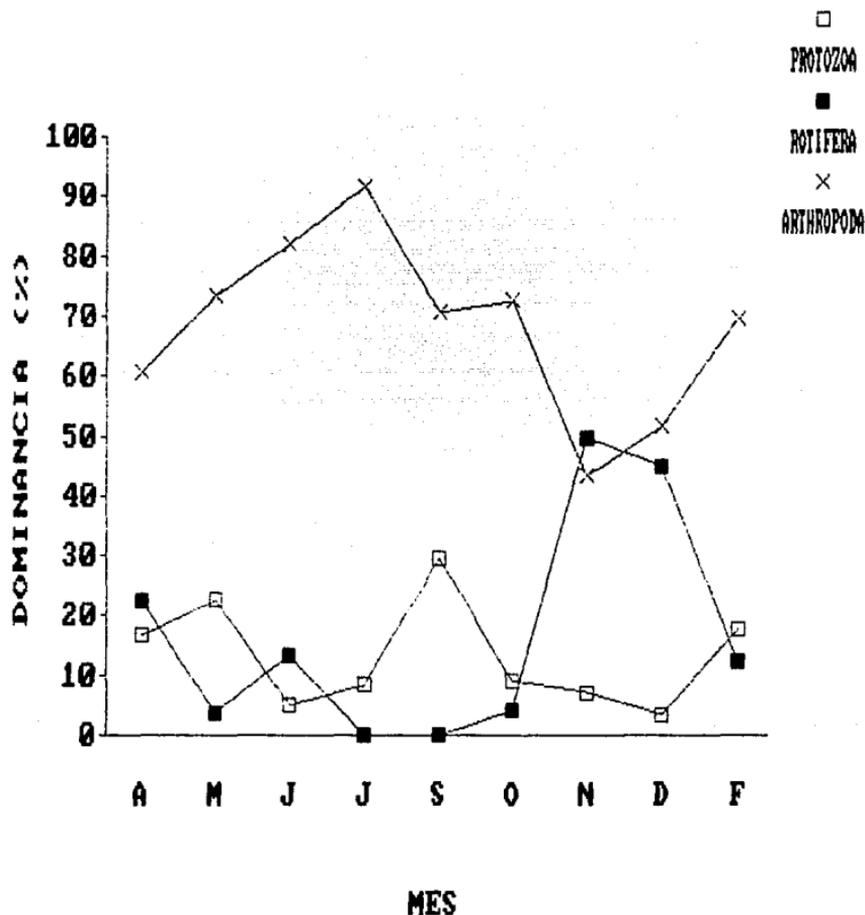
ESQUEMA 7. Índice de Diversidad Mensual de la Comunidad Planctónica.



ESQUEMA 8. Porcentaje de dominancia mensual del fitoplancton.



ESQUEMA 9. Porcentaje de dominancia mensual del zooplancton.



APENDICE DE
TABLAS

TESIS LACM TABLA 1. Resultados del análisis mensual para la estación Tepeji.

PARAMETRO	UNIDAD	MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		PROMEDIO		R.M.S.							
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B								
Temperatura ambiente	°C	20.00		22.00		17.00		20.00		19.00		22.00		20.00		---		25.00		18.00		15.00		---		19.600	3.020
Temperatura del agua	°C	17.00		18.00		21.00		23.00		23.00		21.00		22.50		---		20.00		15.00		18.00		---		19.050	2.750
Transparencia (disco secchi)	metros	1.05		0.76		0.65		0.65		0.90		0.16		0.70		---		0.23		0.36		0.50		---		0.550	0.290
D.O.	pp/l.	1.7		9.0		1.0		2.0		1.0		4.7		2.1		---		4.0		4.2		0.00		---		3.320	2.630
1922 de MEXICO.																											
pH		7.50	7.70	6.9	7.2	7.5	7.3	6.3	7.2	7.2	7.0	7.0	7.0	7.3	---	---	---	7.1	7.2	7.4	---	7.5	---	---	---	7.220	0.330
Color	PtCo.	---	---	---	---	---	---	750.0	50.0	37.0	62.0	150.0	500.0	62.0	---	---	---	150.0	166.0	25.0	---	---	---	---	---	195.200	239.500
BOD	mg/l.	---	---	2.0	1.0	3.0	2.0	10.0	6.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	---	---	---	11.0	1.0	1.0	---	3.0	---	---	---	3.670	2.450
BOD	mg/l.	25.00	25.00	25.0	10.0	20.0	20.0	260.0	30.0	5.0	5.0	30.0	55.0	30.0	---	---	---	25.0	20.0	25.0	---	---	---	---	---	30.170	60.300
P-Orto	mg/l.	0.12	0.16	0.04	0.06	0.36	0.40	0.02	0.28	0.35	0.36	0.25	0.06	0.17	---	---	---	0.16	0.16	0.11	---	---	---	---	---	0.190	0.120
P-Total	mg/l.	0.20	0.20	0.12	0.14	0.60	0.53	1.57	0.46	0.51	0.48	0.52	0.62	0.20	---	---	---	0.31	0.20	0.14	---	0.15	---	---	---	0.620	0.350
N-Organico	mg/l.	0.50	0.25	---	---	---	---	16.24	2.24	---	---	0.56	1.12	0.56	---	---	---	0.04	0.65	0.70	---	0.69	---	---	---	2.190	4.600
NO3	mg/l.	0.05	0.05	0.05	0.05	0.067	0.067	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	1.02	1.60	---	1.60	---	---	---	0.520	0.660
NO3	mg/l.	0.001	0.005	0.323	0.265	0.417	0.172	0.758	0.076	0.001	0.001	0.001	0.262	0.175	---	---	---	0.027	0.076	0.105	---	0.117	---	---	---	0.160	0.199
NO2	mg/l.	0.001	0.000	0.001	0.002	---	---	0.002	0.001	0.004	0.003	0.041	0.042	0.053	---	---	---	0.011	0.010	0.015	---	0.000	---	---	---	0.013	0.017
SO4	mg/l.	11.00	8.00	15.00	15.00	16.00	15.00	21.00	21.00	11.00	13.00	12.00	21.00	20.00	---	---	---	13.00	15.00	17.00	---	---	---	---	---	15.670	0.760
Conductividad	microhm/cm	355.00	350.00	153.00	154.0	294.00	294.00	284.00	272.00	297.00	297.00	290.00	230.00	200.00	---	---	---	345.00	357.00	350.00	---	---	---	---	---	200.170	64.530
Dureza total como CaCO3	mg/l.	155.00	159.00	71.00	72.00	86.00	84.00	140.00	110.00	120.00	111.00	109.00	93.00	84.00	---	---	---	110.00	114.00	122.00	---	---	---	---	---	103.100	26.750
SSF	mg/l.	2.00	1.00	19.00	17.00	7.00	13.00	305.00	180.00	6.00	5.00	99.00	346.00	12.00	---	---	---	41.00	31.00	2.00	---	---	---	---	---	67.070	111.040
SSV	mg/l.	4.00	1.00	11.00	9.00	20.00	10.00	120.00	100.00	14.00	3.00	1.00	39.00	5.00	---	---	---	2.00	7.00	6.00	---	---	---	---	---	22.500	37.270
Alcalinidad	mg/l.	178.00	100.00	62.00	64.00	80.00	84.00	108.00	128.00	114.00	114.00	104.00	75.00	113.00	---	---	---	135.00	147.00	140.00	---	---	---	---	---	114.120	36.300
Turbiedad	mg/l.	1.50	1.50	31.00	38.00	39.00	14.00	---	---	---	---	---	---	24.00	---	---	---	61.00	31.00	12.00	---	---	---	---	---	25.400	10.760

A = Superficial

B = Fondo

TABLA 2. Resultados del análisis mensual para la estación Muelle.

FISICA (A)	UNIDAD	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	RES. S.														
D.P.		1.0		0.5		2.0		2.1		4.0		2.0		4.0		10.0		4.63		7.2P									
Tipo de Muestra		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B									
Temperatura ambiente	°C	21.00	22.00	23.00	22.00	21.00	21.00	27.00	22.00	26.00	22.00	20.00	18.00	22.00	2.43														
Temperatura del agua	°C	16.00	19.00	21.00	22.00	22.00	22.00	22.50	23.00	19.00	17.00	18.00	14.00	19.62	2.91														
Transparencia (físico seco)	metros	1.05	0.33	0.65	0.50	0.70	0.34	0.70	0.60	0.66	1.20	1.05	0.30	0.69	0.31														
pH		7.0	7.5	6.9	7.2	7.0	7.0	7.6	7.2	7.4	7.5	7.5	7.2	8.0	8.1	7.5	7.3	7.6	7.0	7.2	8.0	7.3	8.34						
Color	PCo.	---	---	---	---	---	50.0	56.0	62.0	50.0	150.0	250.0	87.0	75.0	150.0	---	75.0	150.0	31.0	---	---	100.0	---	90.81	61.63				
OD0	mg/l.	---	---	2.0	1.0	2.0	2.0	5.0	2.0	2.0	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	---	1	2.0	1.0	---	4.0	---	3.0	---	7.22	1.16			
OD0	mg/l.	60.0	15.0	20.0	20.0	10.0	15.0	5.0	5.0	5.0	15.0	15.0	20.0	35.0	20.0	---	10.0	20.0	20.0	---	---	---	10.0	---	18.15	12.66			
P-Orte	mg/l.	(0.01)	0.07	0.11	0.06	0.36	0.29	0.27	0.33	0.31	0.30	0.25	0.25	0.21	0.29	0.09	---	0.15	0.14	0.09	---	---	---	0.12	---	0.19	0.10		
P-Total	mg/l.	0.28	0.09	0.16	0.15	0.48	0.46	0.45	0.39	0.58	0.55	0.41	0.40	0.31	0.31	0.23	---	0.25	0.23	0.11	---	---	0.05	---	0.40	---	0.31	0.15	
N-Organico	mg/l.	1.0	0.42	---	---	---	---	1.54	1.76	---	---	---	---	0.84	0.84	1.21	7.91	0.84	---	---	---	0.56	0.70	0.56	---	0.28	---	1.41	1.42
NO 3	mg/l.	(0.05)	(0.05)	0.14	(0.05)	0.73	0.73	---	---	---	---	---	---	---	---	---	1.12	---	1.05	1.12	1.75	---	1.49	---	1.31	---	0.79	0.59	
NO 3	mg/l.	(0.001)	(0.001)	0.121	0.195	0.144	0.090	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	0.049	0.312	0.276	0.155	---	(0.001)	(0.001)	0.198	---	---	0.15	---	0.035	---	0.083	0.098	
NO 2	mg/l.	(0.001)	(0.001)	0.003	0.005	---	---	(0.001)	(0.001)	0.004	0.003	0.017	0.019	0.045	0.034	0.033	---	0.021	0.031	0.011	---	---	0.010	---	0.043	---	0.016	0.015	
SO 4	mg/l.	10.0	13.0	14.0	22.0	14.0	13.0	19.0	23.0	13.0	13.0	10.0	14.0	21.0	21.0	---	---	14.0	16.0	16.0	---	---	---	---	12.0	---	15.44	4.64	
Conductividad	microhm/cm	335.0	335.0	178.0	163.0	294.0	294.0	272.0	272.0	284.0	292.0	290.0	245.0	249.0	249.0	370.0	---	311.0	322.0	342.0	---	---	---	---	460.0	---	291.52	69.41	
Dureza total como CaCO 3	mg/l.	141.0	135.0	76.0	76.0	84.0	92.0	101.0	103.0	124.0	113.0	111.0	101.0	87.0	78.0	125.0	---	101.0	105.0	118.0	---	---	---	---	230.0	---	111.52	56.12	
SSF	mg/l.	40.0	1.0	0.0	0.0	3.0	19.0	140.0	9.0	10.0	7.0	8.0	80.0	21.0	10.0	30.0	---	1.0	1.0	7.0	---	---	---	---	3.0	---	21.94	38.26	
SSV	mg/l.	29.0	9.0	7.0	8.0	11.0	19.0	90.0	2.0	1.0	0.0	11.0	27.0	3.0	2.0	17.0	---	3.0	1.0	0.0	---	---	---	---	30.0	---	14.26	25.24	
Alcalinidad	mg/l.	148.0	164.0	70.0	105.0	78.0	82.0	105.0	99.0	113.0	110.0	118.0	144.0	111.0	107.0	154.0	---	120.0	128.0	144.0	---	---	---	---	170.0	---	116.52	27.75	
Turbiedad	mg/l.	3.0	3.0	29.0	20.0	17.0	39.0	---	---	---	---	---	---	---	---	45.0	13.0	21.0	---	8.2	15.0	4.2	---	---	29.0	---	22.26	19.34	

A = Superficial

B = Fondo

TABLA 3. Resultados del análisis mensual para la estación Salto.

PARAMETRO	UNIDAD	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		TOTAL		PROMEDIO		DESC. S.			
Temperatura ambiente	°C	24.00		21.00		27.00		22.00		22.00		19.00		20.00		30.00		26.00		28.00		22.00		20.00		19.00		23.16		3.76			
Temperatura del agua	°C	17.00		20.00		20.00		22.00		22.00		22.00		21.00		23.00		21.00		19.00		17.00		18.00		16.50		19.95		2.68			
Transparencia (disco secchi)	metros	1.30		0.55		0.75		0.70		1.00		0.44		1.00		1.50		0.53		1.50		1.00		0.35		0.88		0.39					
D.B.	mg/l.	0.8		0.4		0.5		0.6		0.4		0.6		0.3		0.7		0.9		0.4		0.8		-----		0.0		0.99		3.32			
Tipo de muestra		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B		A B	
pH		6.7	7.1	6.8	7.2	7.2	7.0	7.7	7.1	7.5	7.0	8.0	7.4	8.4	7.6	7.5	7.5	7.2	7.3	7.8	7.5	7.5	-----	7.2	8.3	7.45	0.44						
Color	PCa.	-----	-----	-----	-----	-----	-----	50.0	75.0	37.0	12.0	50.0	750.0	50.0	7.0	75.0	50.0	75.0	125.0	18.0	47.0	-----	-----	62.0	-----	95.76	183.50						
BPO	mg/l.	-----	-----	1.0	1.0	3.0	1.0	5.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	1.0	4.2	-----	4.0	-----	2.01	1.27						
DBO	mg/l.	30.0	140.0	10.0	20.0	15.0	10.0	50.0	35.0	15.0	5.0	20.0	25.0	35.0	15.0	25.0	20.0	3.0	10.0	20.0	30.0	-----	-----	30.0	-----	26.90	28.71						
P-Orto	mg/l.	0.11	0.01	0.15	0.22	0.28	0.32	0.24	0.44	0.51	0.34	0.29	0.01	0.20	0.25	0.06	0.14	0.13	0.14	0.07	0.11	-----	-----	0.08	-----	0.18	0.11						
P-Total	mg/l.	0.12	0.32	0.25	0.28	0.43	0.46	0.41	0.63	0.53	0.55	0.63	0.31	0.25	0.25	0.16	0.21	0.24	0.21	0.08	0.14	0.03	-----	0.30	-----	0.38	0.16						
N-Organico	mg/l.	0.89	1.99	-----	-----	-----	-----	1.68	1.54	-----	-----	0.70	0.84	0.91	0.98	0.73	0.50	0.77	0.35	0.70	0.54	0.35	-----	0.63	-----	0.91	0.47						
NO 3	mg/l.	0.050	0.050	0.18	0.20	0.54	0.73	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0.78	1.0	1.12	1.05	1.47	1.40	1.54	-----	1.19	-----	0.81	0.52						
NO 2	mg/l.	0.001	0.001	0.031	0.031	0.237	0.128	0.001	0.045	0.001	0.001	0.001	0.345	0.226	0.251	0.047	0.100	0.001	0.036	0.097	0.100	0.083	-----	0.026	-----	0.082	0.065						
NO 2	mg/l.	0.001	0.001	0.007	0.009	-----	-----	0.001	0.001	0.003	0.001	0.020	0.027	0.043	0.024	0.034	0.200	0.026	0.011	0.011	0.017	0.009	-----	0.019	-----	0.027	0.067						
SO 4	mg/l.	10.0	15.0	16.0	18.0	19.0	18.0	14.0	21.0	14.0	12.0	4.0	20.0	09.0	18.0	-----	-----	18.0	17.0	16.0	16.0	-----	-----	15.0	-----	15.99	3.64						
Conductividad	micro/c	328.0	378.0	185.0	204.0	228.5	235.2	257.0	257.0	292.0	288.0	306.0	189.0	276.0	249.0	336.0	330.0	311.0	311.0	357.0	362.0	-----	-----	448.0	-----	250.84	66.47						
Dureza total como CaCO 3	mg/l.	138.0	146.0	80.0	90.0	86.0	86.0	106.0	105.0	115.0	113.0	105.0	89.0	80.0	78.0	115.0	112.0	101.0	103.0	116.0	120.0	-----	-----	252.0	-----	111.74	27.04						
SS	mg/l.	4.0	62.0	1.0	1.0	12.0	9.0	9.0	14.0	1.0	2.0	25.0	297.0	5.0	10.0	6.0	6.0	3.0	6.0	0.0	3.0	-----	-----	7.0	-----	27.60	64.21						
ESV	mg/l.	2.0	48.0	4.0	3.0	17.0	12.0	12.0	8.0	5.0	17.0	11.0	96.0	3.0	3.0	16.0	1.0	3.0	3.0	22.0	8.8	-----	-----	22.0	-----	15.05	21.84						
Alcalinidad	mg/l.	162.0	162.0	80.0	95.0	80.0	87.0	101.0	105.0	110.0	107.0	113.0	56.0	109.0	109.0	134.0	129.0	121.0	119.0	137.0	140.0	-----	-----	164.0	-----	115.00	28.63						
Turbiedad	mg/l.	1.2	3.5	49.0	78.0	22.0	26.0	-----	-----	-----	-----	-----	-----	22.0	12.0	9.0	6.0	10.5	17.0	-----	-----	-----	-----	16.0	-----	20.01	19.16						

A = Superficial

B = Fondo

TABLA 4. Resultados del análisis mensual para la estación Cortina

FICACION	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		FIJAS		PROMEDIO		MAY. S.		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Temperatura ambiente	°C	25.50		19.00		25.00		22.00		21.00		20.00		34.00		20.00		24.00		22.50		15.00		20.00		23.00		23.00		4.00	
Temperatura del agua	°C	16.50		20.00		21.00		21.00		21.50		20.00		21.00		21.00		21.00		19.00		17.00		14.00		19.91		3.03			
Transparencia (50 cm serechi)	metros	----		0.55		0.65		0.64		1.30		0.50		0.80		1.50		0.63		1.15		1.40		0.60		0.85		0.85			
P.O.	mg/l.	0.4		6.5		7.7		10.7		1.0		7.7		7.4		11.7		6.4		6.4		----		7.9		5.0		5.74			
Tipo de muestra		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
pH		4.7	6.8	7.0	7.1	7.1	7.0	7.9	7.0	7.7	7.6	8.0	9.1	7.8	7.3	7.9	7.8	7.2	7.3	7.8	7.8	7.5	----	7.2	8.0	7.5	7.5	7.5	8.1	8.1	
Color	PCU	----	----	----	----	----	50.0	25.0	21.0	37.0	25.0	50.0	75.0	100.0	44.0	150.0	125.0	87.0	31.0	----	----	44.0	----	44.0	----	91.75	114.64				
BOD	mg/l.	----	----	2.0	1.0	1.0	10.0	9.0	3.0	2.0	1.0	1.0	7.0	1.0	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0	3.0	----	4.7	----	3.0	----	2.85	2.61				
DO	mg/l.	55.0	35.0	25.0	15.0	5.0	10.0	10.0	25.0	10.0	5.0	25.0	40.0	30.0	20.0	20.0	25.0	19.0	10.0	20.0	----	----	----	30.0	----	21.25	12.76				
F-Orta	mg/l.	0.16	0.11	0.22	0.24	0.29	0.32	0.78	0.52	0.33	0.37	0.20	0.05	0.22	0.27	0.02	0.14	0.13	0.15	0.04	0.03	----	----	0.15	----	0.20	0.17				
F-Total	mg/l.	0.39	0.11	0.22	0.33	0.51	0.45	0.51	0.74	0.55	0.61	0.42	0.10	0.23	0.27	0.14	0.21	0.20	0.25	0.09	0.09	0.033	----	0.58	----	0.31	0.19				
M-Organico	mg/l.	1.0	0.89	----	----	----	3.22	2.52	----	----	1.54	1.08	0.77	1.26	0.62	0.28	0.28	0.42	0.70	0.70	0.14	----	0.72	----	1.04	0.84					
NH 3	mg/l.	0.050	0.168	0.20	0.05	0.28	0.50	----	----	----	----	----	----	----	0.58	0.87	0.84	0.91	1.12	1.47	1.61	----	1.62	----	0.72	0.56					
NO 3	mg/l.	0.001	0.001	0.024	0.001	0.529	0.489	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.182	0.330	0.150	0.085	0.105	0.001	0.045	0.175	0.027	0.105	----	0.005	----	0.191	0.156			
NO 2	mg/l.	0.001	0.001	0.004	0.004	----	0.001	0.001	0.001	0.001	0.019	0.024	0.019	0.026	0.019	0.020	0.043	0.046	0.032	0.007	0.033	0.018	0.022	----	0.014	----	0.017	0.016			
SO 4	mg/l.	8.0	8.0	16.0	19.0	15.0	14.0	19.0	18.0	12.0	13.0	9.0	21.0	19.0	17.0	----	----	17.0	16.0	16.4	17.0	----	----	21.0	----	15.52	3.99				
Conductividad	µmhos/cm	339.0	321.0	192.0	204.0	235.2	220.5	272.0	257.0	284.0	291.0	286.0	214.0	249.0	249.0	319.0	314.0	311.0	311.0	357.0	345.0	----	----	480.0	----	290.13	44.11				
Dureza total como CaCO 3	mg/l.	138.0	140.0	86.0	84.0	84.0	84.0	103.0	98.0	113.0	111.0	105.0	89.0	76.0	80.0	113.0	109.0	102.0	101.0	117.0	123.0	----	----	216.0	----	111.05	41.70				
SSF	mg/l.	7.0	2.0	0.0	1.0	25.0	6.0	2.0	4.0	9.0	1.0	34.0	174.0	11.0	25.0	6.0	21.0	1.0	3.0	8.0	3.0	----	----	----	----	17.25	38.59				
SSV	mg/l.	8.0	8.0	2.0	7.0	25.0	4.0	10.0	19.0	2.0	8.0	8.0	2.0	1.0	6.0	12.0	8.0	11.0	9.0	5.0	4.0	----	----	----	----	7.95	5.81				
Alcalinidad	mg/l.	172.0	146.0	85.0	95.0	74.0	89.0	104.0	102.0	112.0	109.0	117.0	49.0	111.0	107.0	127.0	125.0	116.0	121.0	133.0	132.0	----	----	140.0	----	115.19	27.70				
Turbiedad	mg/l.	3.0	1.5	61.0	53.0	38.0	17.0	----	----	----	----	----	----	8.0	18.0	5.0	20.0	13.0	14.0	----	----	----	----	9.0	----	29.19	18.80				

A = Superficial

B = Fondo

TABLA 5. Promedios mensuales de los parámetros fisicoquímicos encontrados en el embalse,

PARAMETRO	UNIDAD	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE		PROMEDIO		
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Temperatura ambiente	°C	22.6		21.0		23.0		21.5		20.0		20.0		27.0		25.3		23.75		20.6		17.5		19.0				
Temperatura del agua	°C	16.6		19.3		20.8		22.3		21.1		21.0		23.0		23.7		19.7		16.7		17.5		14.2				
Transparencia (disco Secchi)	metros	1.13		0.42		0.68		0.68		1.02		0.37		0.65		1.20		0.46		1.05		0.70		0.42				
O.D.	mg/l	0.93		6.13		1.63		7.50		2.75		3.50		7.10		0.07		4.75		3.40		---		0.94				
Tiempo de Oxidación																												
pH		7.0	7.3	6.9	7.2	7.1	7.4	7.1	7.4	7.3	7.6	7.9	7.7	7.6	7.6	7.7	7.6	7.2	7.8	7.4	7.7	7.5	---	---	---	---	0.1	
Color	PtCo.	---	---	---	---	---	225.00	51.50	40.25	60.75	106.25	500.00	60.50	60.67	73.00	100.00	106.25	132.00	70.75	---	---	---	---	---	---	---	---	60.84
OD	mg/l	---	---	1.75	1.00	2.25	3.75	3.75	1.75	1.50	1.50	2.50	1.75	1.67	4.00	2.50	1.00	1.50	0.75	1.00	4.45	---	---	---	---	---	3.33	
OD	mg/l	42.50	53.75	20.00	16.25	12.50	13.75	81.25	23.75	0.75	7.50	22.50	35.00	32.50	18.33	23.33	22.50	12.50	15.00	21.25	30.00	---	---	---	---	---	23.33	
P-Duro	mg/l	0.10	0.09	0.13	0.15	0.32	0.33	0.20	0.39	0.33	0.34	0.27	0.09	0.20	0.25	0.06	0.14	0.14	0.15	0.07	0.07	---	---	---	---	---	0.110	
P-Total	mg/l	0.25	0.18	0.10	0.23	0.51	0.40	0.74	0.61	0.54	0.55	0.45	0.36	0.20	0.20	0.10	0.21	0.25	0.24	0.10	0.11	0.066	---	---	---	---	0.20	
N-Organico	mg/l	0.05	0.09	---	---	---	---	3.67	2.67	---	---	---	0.91	1.12	0.86	3.50	0.71	0.39	0.61	0.53	0.66	0.66	0.31	---	---	---	0.60	
NH 3	mg/l	0.00	0.04	0.13	0.05	0.41	0.51	---	---	---	---	---	---	---	---	0.02	0.04	0.04	0.025	1.50	1.43	1.40	---	---	---	---	1.00	
NH 3	mg/l	0.60	0.001	0.012	0.12	0.34	0.27	0.19	0.04	0.00	0.00	0.00	0.21	0.26	0.23	0.10	0.10	0.027	0.057	0.021	0.043	0.11	---	---	---	---	0.023	
NH 2	mg/l	0.00	0.00	0.004	0.004	---	0.0005	0.00	0.002	0.002	0.020	0.029	0.045	0.026	0.036	0.100	0.028	0.014	0.017	0.017	0.012	---	---	---	---	---	0.023	
Su 4	mg/l	9.75	10.50	13.25	10.5	16.00	15.00	20.25	20.75	12.50	12.75	9.25	10.00	19.75	18.67	---	---	15.50	16.00	16.25	16.00	---	---	---	---	---	16.00	
Conductividad	micro/c	319.75	325.50	173.00	181.75	249.93	240.93	271.75	244.50	290.25	291.50	290.50	226.50	273.50	249.00	341.67	322.00	319.50	323.50	350.50	333.50	---	---	---	---	---	---	304.50
Borrón Total como CaCl 2	mg/l	163.75	150.00	79.00	60.50	85.50	87.00	112.50	100.50	118.00	112.00	107.50	93.00	80.50	70.67	117.67	110.50	103.50	103.75	110.25	121.50	---	---	---	---	---	---	102.60
Slf	mg/l	13.25	16.50	5.00	6.75	11.75	9.50	119.00	51.75	6.50	3.75	41.50	101.25	12.25	15.00	16.67	13.00	11.50	9.75	4.25	3.00	---	---	---	---	---	3.00	
Slv	mg/l	10.50	16.50	6.00	6.75	18.25	11.25	68.00	33.25	5.50	7.00	6.00	41.50	3.75	3.67	15.00	4.50	2.25	5.00	0.25	6.00	---	---	---	---	---	10.00	
Alcalinidad	mg/l	120.00	160.50	74.20	89.75	70.50	82.00	104.00	100.50	109.75	110.00	113.00	76.00	111.00	107.67	130.33	127.00	123.00	120.75	130.50	136.00	---	---	---	---	---	---	104.00
Turbiedad	mg/l	2.10	2.00	42.50	57.75	20.00	22.50	10.00	10.00	9.50	16.73	35.67	---	---	26.75	16.33	11.67	13.00	23.67	20.00	7.62	12.00	---	---	---	---	---	10.00

A = Superficial

B = Fondo

TABLA 6. Promedio anual de los parámetros fisicoquímicos determinados en el esbalse

PARAMETRO	UNIDADES	MUESTRA A		MUESTRA B		PRESA		AMBITO	
		PROM	D. STD. (±)	PROM	D. STD. (±)	PROM	D. STD. (±)	V. RAI	V. MIN
Temp. ambiente	°C					22.10	2.98	34	15
Temp. del agua	°C					19.60	2.89	24	14
Transparencia	m					.77	.30	1.50	.16
O.D. SUP.	mg/l					4.62	2.79	11.30	.40
pH	---	7.45	.34	7.41	.29	7.42	.26	9.10	6.30
Turbiedad	ppa/SiO2	20.61	16.55	19.67	15.39	18.80	12.82	80	1.20
Color	Pt-Co	89.27	61.52	147.40	176.07	105.84	88.03	750	7
DBO	mg/l	2.79	1.84	2.07	.98	2.60	1.36	10	1
DQO	mg/l	27.31	20.30	23.58	13.30	25.97	14.89	240	5
P-orto	mg/l	.19	.09	.20	.12	.18	.09	.52	0
P-total	mg/l	.32	.20	.32	.17	.31	.18	1.59	.03
N-org	mg/l	1.26	1.66	1.28	1.08	1.19	1.12	16.24	.14
N-NH3	mg/l	.83	.60	.65	.55	.83	.59	1.54	0
NO3	mg/l	.10	.11	.10	.09	.09	.08	.76	0
NO2	mg/l	.02	.02	.03	.05	.02	.03	.29	0
SG4	mg/l	15.05	3.66	16.40	3.27	15.70	2.99	27	8
Dureza total	mg/l	119.88	48.03	104.29	21.43	118.83	48.48	276	72
Alcalinidad	mg/l	120.16	30.26	113.41	27.84	118.95	29.42	180	56
Conductividad	µmhos/cm	308.80	74.86	282.83	53.54	304.59	75.39	480	153
SSF	mg/l	22.42	33.67	31.07	54.57	25.56	36.69	346	0
SSV	mg/l	14.22	15.90	13.44	13.08	13.94	12.16	128	0

Muestra A = Superficial

Muestra B = Fondo

TABLE 7. Valores establecidos para la protección de la vida acuática y uso recreativo en agua dulce.

PROTECCION DE LA VIDA ACUATICA (tomado de Olvera y Diaz, et al. 1987)			
PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE PERMISIBLE	REFERENCIA
Temperatura	°C	cond. naturales (+2.5°C)	SARH, 1975
pH	pH	6.5 - 9.0	Arrignon, 1969
Alcalinidad	mg/l	250	"Op. cit."
Conductividad	µhos/cm	750 - 2000	SARH, 1975
Dureza total	mg/l	150	Arrignon, 1969
Sólidos suspendidos	mg/l	25	McNeel, 1979
Sólidos disueltos	mg/l	no mayor de 2000	SARH, 1975
Sólidos totales	mg/l	1000	SARH, 1975
Turbiedad	UTJ	menor de 200	"Op. cit."
O.D.	mg/l	4	McNeely, 1979
DBO	mg/l	6	Arrignon, 1969
DGO	mg/l	6	"Op. cit."
FO4-total	mg/l	0.1	SARH, 1975
Grasas y aceites	mg/l	sin película visible	"Op. cit."
NO2	mg/l	1.0	Arrignon, 1969
NO3	mg/l	0.025	Alabaster, 1982
N-org	mg/l	10.0	SARH, 1975
N-NH3	mg/l	0.02	EPA, 1972
N-total	mg/l	10.0	"Op. cit."
Coliformes totales	org/100 ml	10,000 a 20,000	"Op. cit."
SARH	mg/l	3.0	SARH, 1975

USO RECREATIVO

Temperatura	°C	< 30
pH	pH	> 6 y < 9
Penetración de luz	m	≥ 1.2
Grasas y aceites	mg/l	≤ 5
Coliformes fec.	org/100 ml	< 100
Coliformes tot.	org/100 ml	< 500

TABLA 8. Porcentaje de dominancia de los organismos fitoplanctónicos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo.

ORGANISMO	ESTACIONES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
CHLOROPHYTA										
Ankistrodesmus falcatius	T	0.011	4.37	---	9.37	1	3.42	1.41	0.72	1
	M	1	1	0.39	---	---	1.45	---	---	7.77
	S	1	2.85	---	---	---	0.29	---	0.51	---
Botryococcus braunii	C	0.95	1	0.93	---	0.28	---	---	---	0.98
	T	0.13	7.23	1.21	8.62	1	0.90	0.70	0.35	1
	M	1	1	---	13.47	4.76	0.47	0.29	0.96	5.37
Closterium aciculare	S	1	14.30	---	8.55	0.71	0.62	0.37	1.61	1.02
	C	---	1	---	13.00	---	---	0.66	---	9.63
	T	0.07	---	0.30	---	1	---	---	---	1
Closterium moniliferum	M	1	1	0.39	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	0.16	---	---	---	---	---	---
	C	1.28	1	0.69	---	---	---	---	---	0.99
Micractinium pusillum	T	---	---	---	---	1	---	---	5.44	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	0.39	1.17
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Planktosphaeria gelatinosa	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	0.002	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Pediastrum simplex	S	1	---	---	---	---	---	---	---	1.60
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	0.002	---	---	---	1	---	---	---	1
Scenedesmus opoliensis	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Scenedesmus quadricauda	T	0.003	---	0.06	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Staurastrum paraoxum	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	0.077	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Sphaerocystis schroeteri	S	1	---	---	---	---	---	6.37	---	2.11
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	---	---	---	---	1	---	3.40	1.75	1
Sphaerocystis schroeteri	M	1	1	---	---	---	---	15.29	0.70	1.34
	S	1	---	---	---	---	---	7.20	1.99	1.34
	C	---	1	---	---	---	---	1.96	---	---

TABLA B. Continuación

ORGANISMO	ESTACIONES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
Volvox aureus	T	0.15	---	---	---	1	---	27.09	---	1
	M	1	1	---	---	0.43	---	40.55	---	---
	S	1	---	---	---	0.24	---	58.71	---	---
Volvox globator	C	2.55	1	---	---	---	---	54.83	---	---
	T	---	---	---	---	1	---	11.77	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	6.47	---	---
	S	1	---	---	---	0.38	---	14.77	---	---
	C	---	1	---	---	---	---	13.11	---	---
	<hr/>									
CHRYSOPHYTA										
Achnanthes lanceolata	T	0.003	---	---	---	1	0.01	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
Cocconeis elacantula	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	0.003	---	---	---	1	---	0.70	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Cyclotella meneghiniana	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	T	0.005	11.60	---	---	1	2.34	---	7.16	1
	M	1	1	0.39	10.76	---	3.40	---	1.93	15.54
Cybelia cystula	S	1	14.50	0.95	21.18	2.41	0.62	---	1.61	21.44
	C	---	1	---	---	1.09	2.04	0.32	5.22	0.63
	T	---	---	---	---	1	---	---	0.15	1
Fragilaria crotonensis	M	1	1	---	---	---	---	---	---	1
	S	1	---	---	---	0.31	---	---	---	0.41
	C	---	1	---	---	---	0.62	---	1.01	12.32
Goephoneis parvula	C	---	1	---	---	---	---	---	---	1.17
	T	0.11	11.60	---	---	1	0.35	1.41	0.42	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Gyrosigma kuetzingii	S	1	1.39	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	1	---	---	---	2.04	0.038	0.39	0.65
	T	---	---	---	---	1	0.18	0.70	---	1
Halleonias caudata	M	1	1	---	---	---	---	---	0.22	1.17
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
Melosira granulata var. angustissima	T	---	---	---	---	1	3.62	5.53	4.72	1
	M	1	1	---	---	---	3.88	18.23	6.41	4.80
	S	1	---	0.44	---	---	2.46	9.85	19.71	11.01
Melosira granulata var. granulata	C	---	1	---	---	0.09	3.07	5.64	2.92	5.70
	T	96.60	7.25	95.37	15.59	1	3.96	4.82	1.71	1
	M	1	1	97.37	---	0.31	0.47	1.49	0.77	28.72
	S	1	8.55	97.44	26.27	---	1.29	0.37	16.39	9.62
	C	93.28	1	93.45	39.13	0.09	10.78	0.66	8.97	20.24
	T	0.38	---	---	---	1	---	1.41	0.15	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	0.38	---
	S	1	---	0.31	---	---	---	---	---	0.51
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---

TABLA 8. Continuación.

ORGANISMO	ESTACION	MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
Navicula criptocephala	T		0.07	5.75	---	---	0	---	---	---	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	---	1.46
	S		0	21.40	---	---	---	---	---	---	0.51
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	0.76
Navicula gracilis	T		0.11	18.83	0.59	---	0	0.35	2.83	3.43	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	0.77	3.83
	S		0	14.30	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	0.16	---	0.19	---
Nitzschia palea	T		0.07	13.01	---	---	0	1.62	4.11	3.72	0
	M		0	0	---	---	---	---	0.25	0.19	1.79
	S		0	11.44	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	---
Nitzschia signoidea	T		0.007	---	---	---	0	---	---	0.72	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	0.19	---
	S		0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	---
Pinnularia gibba	T		0.03	4.37	---	---	0	0.18	2.12	0.85	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S		0	8.56	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	---
Rhopalodia gibba	T		---	---	---	---	0	0.08	---	---	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S		0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	---
Surirella splendida	T		---	---	---	---	0	0.01	1.41	0.72	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S		0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	---
Synedra ulna	T		0.11	---	---	---	0	0.90	3.40	3.29	0
	M		0	0	0.13	---	---	---	---	0.19	2.96
	S		0	---	0.16	---	---	---	---	---	---
	C		---	0	---	---	---	---	1.65	---	---
HYLOPHYTA											
Anabaena circinalis	T		0.30	---	---	---	0	---	---	---	0
	M		0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S		0	---	---	---	---	---	---	---	1.60
	C		---	0	---	---	---	---	---	---	3.76
Microcystis aeruginosa	T		0.154	2.89	---	3.59	0	42.72	16.72	2.73	0
	M		0	0	0.65	44.61	1.58	52.93	10.55	5.44	0.38
	S		0	---	---	26.27	11.54	36.11	1.51	1.61	0.72
	C		1.28	0	4.92	8.73	4.53	38.51	---	1.67	9.63
Nostoc	T		0.23	8.71	---	---	0	23.43	1.41	2.01	0
	M		0	0	0.39	---	---	29.13	---	6.60	---
	S		0	---	---	---	0.54	53.49	---	3.61	---
	C		0.64	0	---	---	0.90	28.24	---	2.07	---
Oscillatoria aaphibia	T		0.38	---	---	---	0	13.88	1.41	---	0
	M		0	0	0.13	---	---	3.88	4.67	0.19	5.98
	S		0	---	---	---	---	5.52	6.43	---	1.02
	C		---	0	---	8.73	0.09	3.30	15.62	0.62	33.62

TABLA 8. Continuación

ORGANISMO	ESTACION/MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
	T	0.019	---	---	---	0	---	---	---	0
Oscillatoria	M	0	0	---	---	---	---	---	---	1.17
tenuis	S	0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	0	---	---	---	---	---	---	---

PHYCOPHYTA

	T	0.003	---	---	---	0	---	---	---	0
Ceratium	M	0	0	---	---	---	0.47	---	---	---
hirundinella	S	0	---	---	---	---	---	---	0.41	---
	C	---	0	---	---	---	---	---	---	---

0 = Carencia de muestras

--- = Ausencia de organismos

TABLA 9. Porcentaje de dominancia de los organismos zooplantónicos encontrados en cada una de las estaciones de muestreo.

ORGANISMO	ESTACIONES	APRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
PROTOZOA										
Epistylis sp.	T	19.97	25.71	---	15.06	1	18.56	7.08	2.72	1
	M	1	1	---	9.46	27.57	9.57	5.84	2.77	16.84
	S	1	16.19	1.54	1.20	37.06	---	9.24	4.53	3.58
Verticella sp.	C	---	1	---	10.56	9.67	---	2.83	5.03	25.81
	T	5.97	---	0.36	---	1	---	1.41	---	1
	M	1	1	7.96	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	3.08	---	0.39	---	---	---	---
	C	---	1	9.32	---	---	---	---	---	2.58
	ROTIFERA									
Asplanchna priodonta	T	---	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	1.43	---	---	---	---	---	---	---
Asplanchnopus sp.	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	---	---	0.46	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Brachionus dioctata	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	1	0.02	---	---	---	---	---	---
	T	11.92	---	---	---	1	---	---	---	1
Brachionus calyciflorus	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	0.96	1	---	---	---	---	---	---	---
Brachionus havanaensis	T	---	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	3.58
Brachionus quadricentata	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---
	T	1.69	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
Conochilus unicornis	S	1	---	1.54	---	---	---	---	---	---
	C	---	1	---	---	---	1.32	40.00	23.80	---
	T	2.83	---	0.23	---	1	---	---	---	1
Filinia longisetata	M	1	1	0.45	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	0.96	1	0.23	---	---	---	---	---	---
Acartia Cochlearis	T	3.96	---	---	---	1	---	---	---	1
	M	1	1	---	---	---	---	---	---	---
	S	1	---	---	---	---	---	---	---	3.58
	C	---	1	---	---	---	---	---	---	---

TABLA 9. Continuación

ORGANISMO	ESTACIONES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
Keratella valga	T	---	---	---	---	0	---	---	---	0
	M	0	0	---	---	---	---	---	---	14.85
	S	0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	0	---	---	---	---	---	0.59	---
Lecane luna	T	1.69	0.65	0.11	---	0	---	---	---	0
	M	0	0	0.06	---	---	---	---	---	---
	S	0	1.43	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	0	---	---	---	---	---	0.68	---
Monostyla closterocerca	T	1.98	---	---	---	0	---	---	0.20	0
	M	0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S	0	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	0	---	---	---	0.60	---	---	---
Platyas patulus	T	0.55	---	1.40	---	0	---	---	---	0
	M	0	0	0.45	---	---	---	---	---	---
	S	0	---	1.02	---	---	---	---	---	---
	C	0.96	---	---	---	---	---	---	---	---
Polyarthra vulgaris	T	7.95	2.22	32.32	---	0	---	---	0.63	0
	M	0	0	2.64	---	---	---	---	---	0.50
	S	0	2.94	3.60	---	0.70	---	---	0.51	---
	C	---	0	0.66	---	---	---	---	---	---

CLADOCERA

Bosmina coregoni	T	0.55	---	---	---	0	---	---	---	0
	M	0	0	---	---	---	---	---	---	---
	S	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	C	---	0	---	---	---	---	---	0.68	---
Ceriodaphnia reticulata	T	2.83	1.68	0.93	11.85	0	1.47	1.41	1.06	0
	M	0	0	3.54	3.84	10.11	28.75	2.39	1.38	2.44
	S	0	2.94	2.58	4.04	---	25.78	1.52	2.50	5.12
	C	1.96	0	1.79	4.96	4.51	6.61	---	0.59	4.99
Daphnia longispina	T	0.55	6.69	0.46	21.51	0	---	---	0.20	0
	M	0	0	1.32	2.81	0.3	1.35	0.50	0.55	0.50
	S	0	1.43	2.58	5.26	---	---	---	2.02	---
	C	6.87	0	0.23	8.70	---	---	---	0.085	4.99
Daphnia eagna	T	---	---	---	9.66	0	1.47	---	---	0
	M	0	0	---	1.40	1.17	---	2.97	0.05	---
	S	0	1.43	0.25	---	1.95	1.97	4.62	---	---
	C	0.96	0	---	3.10	---	---	---	0.085	---
Daphnia pulex	T	3.40	13.95	1.40	1.10	0	---	11.04	1.06	0
	M	0	0	0.87	0.70	2.33	2.74	8.22	4.44	2.96
	S	0	45.70	2.06	2.41	3.90	0.98	1.52	4.53	11.28
	C	36.29	0	---	2.49	9.67	3.96	---	0.85	6.02

COPEPODA

Diaptomus sp.	T	7.95	4.47	7.02	26.87	0	41.39	13.88	7.60	0
	M	0	0	9.29	56.16	37.35	24.65	12.87	26.46	28.22
	S	0	1.43	10.83	56.28	19.53	14.82	7.67	21.71	46.66
	C	1.96	0	6.54	54.65	9.67	1.32	17.16	21.92	40.44

TABLA 9. Continuación

ORGANISMO	ESTACION/MES	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO
Cyclops sp.	T	9.65	11.73	21.07	---	§	---	---	---	§
	M	†	†	4.42	1.74	---	2.74	0.59	2.50	0.97
	S	†	8.83	18.64	---	1.95	0.98	3.09	4.05	---
Larva nauplio	C	6.37	†	4.05	---	---	3.96	2.32	2.47	---
	T	15.91	32.94	34.18	12.91	†	28.54	34.56	27.00	†
	M	†	†	68.96	23.86	19.06	27.39	10.48	25.60	30.68
	S	†	16.19	52.56	30.77	32.42	54.44	16.91	14.63	26.15
	C	42.16	†	76.52	15.52	66.45	82.20	37.16	43.85	15.14

† = Carencia de muestras

--- = Ausencia de organismos

TABLA 10. Organismos fitoplanctónicos más dominantes por estación (%).

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO
T	Melosira sp.1	Navicula g.	Melosira sp.1	Planctosphaeria	----	Microcystis	Volvox aureus	Planctosphaeria	----
E	96.60	18.83	95.37	54.49		42.72	27.09	59.39	
P	Fragilaria	Nitzschia p.	Planctosphaeria	Melosira sp.1	----	Mostocal	Microcystis	Cyclotella	----
E	1.19	13.01	2.43	y		23.43	18.72	7.16	
J	Melosira sp.2	Booponema	Botryococcus	Microcystis	----	Oscillatoria a.	Volvox globator	Closterium sp.2	----
I	0.38	y	1.21	13.59		13.88	11.77	5.44	
		Cyclotella		Ankistrodesmus	----				----
		11.60		9.69					
H	----	----	Melosira sp.1	Microcystis	Planctosphaeria	Microcystis	Volvox aureus	Planctosphaeria	Melosira sp.1
U			97.37	44.61	92.38	42.72	40.55	74.59	28.72
E			Microcystis	Planctosphaeria	Botryococcus	Mostocal	Hallomonas	Mostocal	Cyclotella
L			0.65	31.13	4.76	29.13	18.23	6.60	13.54
L			Closterium sp.1	Botryococcus	Microcystis	Planctosphaeria	Sphaerocystis	Hallomonas	Microcystis y
L			Cyclotella	13.47	1.38	Oscillatoria a.	15.89	6.41	Planctosphaeria
E			Ankistrodesmus			y Hallomonas			8.38
			y Mostocal			3.86			
			0.39						
S	----	Navicula c.	Melosira sp.1	Microcystis	Planctosphaeria	Mostocal	Volvox aureus	Planctosphaeria	Planctosphaeria
A		21.40	97.44	Melosira sp.1	83.94	53.49	58.71	58.71	32.31
L		Cyclotella	Cyclotella	26.27	Microcystis	Microcystis	Volvox globator	Hallomonas	Cyclotella
A		Navicula g. y	0.95	Cyclotella	11.34	30.11	14.77	19.71	21.44
T		Botryococcus	Hallomonas	21.18	Cyclotella	Oscillatoria a.	Hallomonas	Melosira sp.1	Fragilaria
O		14.30	0.64	Planctosphaeria	2.61	5.52	9.85	16.89	12.32
		Nitzschia p.		17.71					
		11.44							
C	Melosira sp.1	----	Melosira sp.1	Melosira sp.1	Planctosphaeria	Microcystis	Volvox aureus	Planctosphaeria	Oscillatoria a.
O	93.28		93.45	39.13	92.89	38.51	56.83	77.89	33.68
R	Volvox aureus	----	Microcystis	Planctosphaeria	Microcystis	Mostocal	Oscillatoria a.	Melosira sp.1	Melosira sp.1
T	2.55		4.92	30.40	6.33	28.24	15.62	8.97	29.24
I	Closterium sp.1	----	Ankistrodesmus	Botryococcus	Cyclotella	Planctosphaeria	Volvox globator	Cyclotella	Botryococcus
H	Microcystis		0.93	13	1.09	11.80	13.11	5.22	Microcystis
A	1.28								9.63

Melosira sp. 1 = var. angustissima

Melosira sp. 2 = var. granulata

----- = Carencia de muestras

Closterium sp. 1 = C. aciculare

Closterium sp. 2 = C. moniliferum

TABLA 11. Organismos zooplanctónicos más dominantes por estación (%)

ESTACION	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO
T	Epistylis 19.97	larvas nauplio 32.94	larvas nauplio 34.18	Diaptomus 26.87	-----	Diaptomus 41.39	larvas nauplio 54.56	Conochilus 59.50	-----
P	larvas nauplio 15.91	Epistylis 25.71	Polyarthra 32.32	D. longispina 21.51	-----	larvas nauplio 28.54	Conochilus 30.59	larvas nauplio 27.00	-----
E	Brachionus caly- ciflorus 11.92	D. pulex 13.95	Cyclops 21.67	Epistylis 15.06	-----	Epistylis 18.56	Diaptomus 13.88	Diaptomus 7.60	-----
H	-----	-----	larvas nauplio 63.96	Diaptomus 56.16	Diaptomus 37.35	Ceriodaphnia 28.75	Conochilus 56.01	Conochilus 36.21	larvas nauplio 30.68
U	-----	-----	Diaptomus 9.29	larvas nauplio 25.86	Epistylis 29.57	larvas nauplio 27.39	Diaptomus 12.87	Diaptomus 26.46	Diaptomus 28.22
E	-----	-----	Vorticella 7.96	Epistylis 9.46	larvas nauplio 19.06	Diaptomus 24.65	larvas nauplio 25.60	larvas nauplio 25.60	Epistylis 16.84
S	-----	D. pulex 45.70	larvas nauplio 52.58	Diaptomus 56.28	Epistylis 39.09	larvas nauplio 54.44	Conochilus 55.40	Conochilus 45.46	Diaptomus 46.66
A	-----	Epistylis y larvas nauplio 18.04	Cyclops 18.04	larvas nauplio 36.77	larvas nauplio 32.42	Ceriodaphnia 25.75	larvas nauplio 16.91	Diaptomus 21.71	larvas nauplio 26.15
L	-----	16.19	Diaptomus 10.85	D. longispina 5.26	Diaptomus 19.53	Diaptomus 14.02	Epistylis 9.24	larvas nauplio 14.83	D. pulex 11.28
T	-----	Cyclops 8.83	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
D	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C	larvas nauplio 42.16	-----	larvas nauplio 76.52	Diaptomus 54.65	larvas nauplio 44.45	larvas nauplio 82.20	Conochilus 40.00	larvas nauplio 43.85	Diaptomus 40.44
R	D. pulex 36.29	-----	Vorticella 9.92	larvas nauplio 15.52	Epistylis 15.52	Ceriodaphnia 6.61	larvas nauplio 37.16	Conochilus 23.80	Epistylis 25.81
T	D. longispina y Cyclops 4.07	-----	Diaptomus 6.54	Epistylis 10.56	D. pulex 9.67	D. pulex y Cyclops 3.96	Diaptomus 17.16	Diaptomus 21.92	larvas nauplio 15.14
H	-----	-----	-----	-----	Ceriodaphnia 4.51	-----	-----	-----	-----

D. = Daphnia

--- = Carencia de muestras

TABLA 12. Porcentaje de dominancia mensual de los organismos FITOpláctónicos encontrados en el embalse.

DIVISION	ORGANISMO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	FRECUENCIA
C	Ankistrodesmus falcatus	.041	3.52	.19	1.94	.17	2.39	.04	.36	2.97	9
H	Planktosphaeria gelatinosa	----	3.52	.47	23.37	91.64	3.92	.63	66.05	12.66	8
L	Volvox aureus	.229	----	----	----	.18	----	55.40	----	----	3
O	Closterium aciculare	.114	----	.28	----	----	----	----	----	.28	3
R	Sphaerocystis schroeteri	----	----	----	----	----	----	6.69	1.12	1.34	3
J	Pediastrum simplex	.140	----	----	----	----	----	----	----	.41	2
F	Scenedesmus quadricauda	.003	----	.07	----	----	----	----	----	----	2
H	Volvox gloator	----	----	----	----	.04	----	13.25	----	----	2
Y	Closterium nonliferum	----	----	----	----	----	----	----	1.67	.54	2
T	Staurastrum paradoxum	.070	----	----	----	----	----	.15	----	.54	2
A	Microcystium pusillum	.003	----	----	----	----	----	----	----	----	1
	Scenedesmus opoliensis	.002	----	----	----	----	----	----	----	----	1
	Cyclotella meneghiniana	.005	13.11	.61	5.75	1.01	2.37	.15	4.00	15.08	9
	Melosira granulata #	96.490	7.97	96.80	20.54	.13	4.01	.74	5.92	21.41	9
	Botryococcus braunii	.013	11.18	.13	21.27	1.28	.68	.51	.87	5.47	9
	Navicula gracilis	.110	16.30	.06	----	----	.24	.05	1.26	1.53	7
	Fragilaria crotonensis	1.150	----	----	----	.07	.04	.02	.20	3.77	6
H	Synedra ulna	.110	----	.12	----	----	.55	.89	1.00	1.36	6
R	Geophomona parvulum	.112	5.89	----	----	----	.48	.05	.29	.18	6
Y	Nitzschia paiea	.607	12.14	----	----	----	.99	.15	1.12	.82	6
S	Milionomonas caudata	----	----	.34	----	.05	3.39	8.36	7.95	6.85	6
O	Melosira granulata ##	.373	----	.16	----	----	----	.04	.16	.13	5
P	Pinularia gibba	.037	6.71	----	----	----	.11	.06	.24	----	5
H	Gyrosigma kuetzingii	----	----	----	----	----	.11	.02	.07	.54	4
Y	Navicula cryptocephala	.074	14.49	----	----	----	----	----	----	1.08	3
T	Surirella splendida	----	----	----	----	----	.01	.04	.20	----	3
A	Achnanthes lanceolata	.003	----	----	----	----	.01	----	----	----	2
	Cocconeis placentula	.003	----	----	----	----	----	.02	----	----	2
	Nitzschia sigmaidea	.070	----	----	----	----	----	----	.26	----	2
	Cybella cistula	----	----	----	----	----	----	----	.03	----	1
	Rhopalodia gibba	----	----	----	----	----	.05	----	----	----	1
	Microcystis aeruginosa	.180	1.27	.64	18.60	4.67	43.13	2.04	3.15	6.77	9
	Oscillatoria amphibia	.037	----	.03	3.29	.95	10.07	10.49	.18	12.60	8
(1)	Oscillatoria tenuis	.018	----	----	----	----	----	----	----	.34	2
	Anabaena circinalis	.299	----	----	----	----	----	----	----	2.05	2
	Nostoc	.240	3.84	.10	----	.63	27.26	.04	3.80	----	2
(2)	Ceratium hirundinella	.003	----	----	----	----	.06	----	.08	----	3

(1) = M. PHYTI.

= var. angustissima

(2) = PHYTO. YTA

= var. granulata

--- = Ausencia de organismos

TABLA 13. Porcentaje de dominancia mensual de los organismos Zooplanctónicos encontrados en el eobalse.

PHYLÁ	ORGANISMO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	FRECUENCIA
(1)	<i>Epistylis</i> sp.	12.96	22.75	.52	8.41	29.50	9.12	6.87	3.43	17.56	9
	<i>Vorticella</i> sp.	3.87	----	4.45	----	.01	----	.10	----	.40	5
	<i>Polyarthra vulgaris</i>	5.16	2.46	11.40	----	.01	----	----	.32	.40	6
	<i>Conochilus unicornis</i>	----	----	.52	.12	----	4.16	49.57	44.32	----	4
R	<i>Lecane luna</i>	1.10	.85	.04	----	----	----	----	.07	----	4
G	<i>Filinia longiseta</i>	2.17	----	.18	----	----	----	----	----	----	3
T	<i>Monostyla clostercera</i>	1.28	----	----	----	----	.13	----	.06	----	3
I	<i>Brachionus bidentata</i>	.36	----	.09	----	----	----	----	----	----	2
F	<i>Keratella cochlearis</i>	2.57	----	----	----	----	----	----	----	.18	2
E	<i>Yeratella valga</i>	----	----	----	----	----	----	----	.06	11.78	2
R	<i>Platys patulus</i>	.70	----	.83	----	----	----	----	----	----	2
A	<i>Asplanchna priodonta</i>	----	.46	----	----	----	----	----	----	----	1
	<i>Asplanchnopus</i> sp.	----	----	.13	----	----	----	----	----	----	1
	<i>Brachionus calyciflorus</i>	8.07	----	----	----	----	----	----	----	----	1
	<i>Brachionus havanaensis</i>	----	----	----	----	----	----	----	----	.18	1
	<i>Brachionus quadridentata</i>	1.10	----	----	----	----	----	----	----	----	1
A											
R	<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	2.52	2.10	2.08	5.16	9.78	14.03	1.27	1.49	4.57	9
T	<i>Cyclops</i> sp.	8.67	10.85	13.91	.35	.04	1.81	2.33	2.13	.77	9
R	<i>Daphnia longispina</i>	2.77	5.02	1.56	7.21	.37	.38	.10	.77	1.06	9
H	<i>Daphnia pulex</i>	14.95	24.27	1.25	1.62	2.48	1.81	3.07	3.08	3.87	9
D	<i>Diaptomus</i> sp.	5.85	3.05	8.57	52.20	36.50	23.77	11.54	19.10	31.11	9
P	Larva nauplio	25.12	27.69	54.62	22.08	20.09	43.96	22.33	25.11	28.06	9
D	<i>Daphnia magna</i>	.33	.46	.08	2.50	1.17	.80	2.76	.02	----	8
D	<i>Bosmina coregoni</i>	.36	----	----	----	----	----	----	----	----	1
A											

(1) = Protozoa

---- = Ausencia de organismos

TABLA 14. Índice de diversidad del Fitoplancton por estación y por mes.

AÑO	MES	ESTACION				MENSUAL
		TEPEJI	MUELLE	SALTO	CORTINA	
1987	Abril	0.33	*	*	0.50	0.34
	Mayo	3.38	*	3.02	*	3.33
	Junio	0.35	0.25	0.23	0.42	0.31
	Julio	1.89	1.78	2.23	2.05	2.42
	Septiembre	*	0.51	0.85	0.49	0.59
	Octubre	2.50	1.91	1.82	2.32	2.42
	Noviembre	3.49	2.43	1.93	1.98	2.17
	Diciembre	2.45	1.54	2.12	1.27	2.08
1988	Febrero	*	3.36	2.83	2.85	3.51

TABLA 15. Índice de diversidad del Zooplancton por estación y por mes.

AÑO	MES	ESTACION				MENSUAL
		TEPEJI	MUELLE	SALTO	CORTINA	
1987	Abril	3.52	*	*	2.07	3.43
	Mayo	2.52	*	2.41	*	2.59
	Junio	2.17	1.71	2.29	1.27	2.19
	Julio	2.61	1.85	1.61	2.04	2.05
	Septiembre	*	2.07	2.01	1.57	2.09
	Octubre	1.98	2.36	1.70	1.07	2.23
	Noviembre	2.24	2.09	2.05	1.79	2.13
	Diciembre	1.60	2.15	2.28	2.06	2.11
1988	Febrero	*	2.37	2.11	2.26	2.45

* Carencia de muestras.

TABLA 16. Índice de similitud fitoplanctónico entre los meses de estudio para una misma estación de muestreo (%).

TEPEJI

<u>Abr</u>						
55	<u>May</u>					
29	44	<u>Jun</u>				
24	59	54	<u>Jul</u>			
56	73	33	43	<u>Oct</u>		
61	61	30	38	77	<u>Nov</u>	
55	71	32	42	76	75	<u>Dic</u>

MUELLE

				<u>Jun</u>						
				46	<u>Jul</u>					
				40	80	<u>Sep</u>				
				74	57	62	<u>Oct</u>			
				42	43	62	60	<u>Nov</u>		
				56	40	45	61	61	<u>Dic</u>	
				54	38	52	59	59	79	<u>Feb</u>

SALTO

	<u>May</u>								
	35	<u>Jun</u>							
	53	50	<u>Jul</u>						
	35	29	67	<u>Sep</u>					
	50	47	67	59	<u>Oct</u>				
	38	35	53	59	50	<u>Nov</u>			
	48	44	62	56	86	57	<u>Dic</u>		
	48	45	50	36	64	64	69	<u>Feb</u>	

CORTINA

				<u>Abr</u>							
				80	<u>Jun</u>						
				36	44	<u>Jul</u>					
				57	50	61	<u>Sep</u>				
				40	31	57	82	<u>Oct</u>			
				23	13	50	53	80	<u>Nov</u>		
				40	31	57	71	89	50	<u>Dic</u>	
				42	47	56	67	64	58	54	<u>Feb</u>

TABLA 17. Índice de similitud zooplanctónica entre los meses de estudio para una misma estación de muestreo (%).

TEPEJI

<u>Abr</u>											
67	<u>May</u>										
73	76	<u>Jun</u>									
46	71	50	<u>Jul</u>								
33	53	33	86	<u>Oct</u>							
48	62	53	80	77	<u>Nov</u>						
59	78	57	82	67	75	<u>Dic</u>					

MUELLE

<u>Jun</u>											
63	<u>Jul</u>										
56	93	<u>Sep</u>									
63	87	80	<u>Oct</u>								
60	94	87	94	<u>Nov</u>							
60	94	87	94	100	<u>Dic</u>						
70	82	75	82	78	78	<u>Feb</u>					

SALTO

<u>May</u>											
75	<u>Jun</u>										
71	63	<u>Jul</u>									
74	76	57	<u>Sep</u>								
67	70	61	67	<u>Oct</u>							
74	76	71	75	93	<u>Nov</u>						
80	82	80	71	75	82	<u>Dic</u>					
56	50	77	53	57	67	62	<u>Feb</u>				

CORTINA

<u>Abr</u>											
63	<u>Jun</u>										
71	50	<u>Jul</u>									
53	43	83	<u>Sep</u>								
59	50	57	67	<u>Oct</u>							
40	43	50	60	67	<u>Nov</u>						
67	50	78	62	67	62	<u>Dic</u>					
59	62	66	83	57	50	67	<u>Feb</u>				

TABLA 18. Índice de similitud fitoplanctónico entre las estaciones de muestreo para cada uno de los meses.

ABRIL

T
35 C

MAYO

T
91 C

JUNIO

T
40 M
46 62 S
40 61 36 C

JULIO

T
67 M
80 89 S
80 67 80 C

SEPTIEMBRE

M
61 S
43 53 C

OCTUBRE

T
64 M
57 80 S
67 74 83 C

NOVIEMBRE

T
64 M
58 90 S
62 76 76 C

DICIEMBRE

T
80 M
80 59 S
50 56 50 C

FEBRERO

T
69 S
67 79 C

T = Tepeji
M = Muelle
S = Salto
C = Cortina

TABLA 19. Indice de similitud zooplanctónico entre las estaciones de muestreo para cada uno los meses.

ABRIL

T
64

 C

MAYO

T
90

 C

JUNIO

T
96
M
72
75
S
76
80
73

 C

JULIO

T
87
M
86
86
S
93
93
92

 C

SEPTIEMBRE

M
67
S
83
61

 C

OCTUBRE

T
71
M
77
80
S
61
80
86

 C

NOVIEMBRE

T
75
M
80
94
S
67
71
77

 C

DICIEMBRE

T
78
M
89
89
S
70
90
80

 C

FEBRERO

T
62
S
75
71

 C

T = Tepeji
M = Muelle
S = Salto
C = Cortina

TABLA 20. Indice de similitud fitoplanctónico mensual.

<u>Abr</u>											
55	<u>May</u>										
57	61	<u>Jun</u>									
34	63	67	<u>Jul</u>								
45	58	69	74	<u>Sep</u>							
62	69	65	52	62	<u>Oct</u>						
67	63	65	47	69	79	<u>Nov</u>					
63	63	65	47	57	84	83	<u>Dic</u>				
71	57	65	47	51	85	74	74	Feb			

TABLA 21. Indice de similitud zooplanctónico mensual.

<u>Abr</u>											
67	<u>May</u>										
80	74	<u>Jun</u>									
57	80	72	<u>Jul</u>								
79	86	77	84	<u>Sep</u>							
62	76	69	95	80	<u>Oct</u>						
62	76	77	95	90	90	<u>Nov</u>					
69	83	76	82	78	87	78	<u>Dic</u>				
64	70	64	76	82	73	82	72	Feb			

Tabla 22. Organismos planctónicos encontrados en el periodo 81-82.

<u>Fitoplancton</u>	<u>Zooplancton</u>
1. Actinastrum gracillum	Asplanchna priodonta *
2. Anabaena sp.	Asplanchna sieboldi
3. Ankistrodesmus falcatus *	Asplanchnopus multiceps *
4. Aphanothece gelatinosa	Bosmina coregoni *
5. Ceratium hirundinella *	Brachionus angularis
6. Chlorococcum humicola	B. budapestinensis
7. Closterium aciculare *	B. calyciflorus *
8. Cyclotella maneghiniana *	B. caudatus
9. Dactilococcopsis fascicularis	B. quadridentata *
10. Eudorina elegans	B. rubens
11. Euglena viridis	Ceriodaphnia reticulata *
12. Lepocinclis texta	Cyclops sp. *
13. Melosira granulata *	Daphnia pulex *
14. Microcystis aeruginosa *	Daphnia nothacantha
15. Navicula gracilis *	Diaphanosoma brachium
16. Navicula viridula	Diaptomus sp. *
17. Nitzschia palea *	Filinia longiseta (=F. limnetica)*
18. Oscillatoria amphibia *	Hexarthra sp.
19. Pandorina morum	Keratella cochlearis *
20. Pediasstrum duplex	Keratella tropica
21. Pediasstrum simplex *	Larva nauplio *
22. Protococcus viridis	Polyarthra vulgaris *
23. Scenedesmus javanaensis	Rotaria rotatoria
24. Scenedesmus quadricauda *	
25. Selenastrum gracile	
26. Tetraedron regulare	
27. Volvox aureus *	
28. Volvox globator *	

* = Especies comunes en ambos periodos.

ANEXO

DESCRIPCION DEL PLANCTON

FITOPLANCTON

~~DIVISION CHLOROPHYCEAE~~

CLASE CHLOROPHYCEAE

ESTA TESIS
NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

-ORDEN Chlorococcales

FAMILIA Chlorococcaceae

GENERO: Planktosphaeria

Colonia libre flotando, de células esféricas compactadas dentro de un envoltura mucilaginoso homogénea; diversos cloroplastos, angular, disco parietal, cada uno con un pirenoide.

ESPECIE: P. gelatinosa G. M. Smith (lám. 1, fig. 2).

Prescott, 1962. Pág. 239, lám. 53, fig. 23.

Colonia de células rodeadas por una capa hialina gelatinosa; cloroplasto en forma de copa, simple y parietal, arreglados indistintamente dentro de la célula. Células de 4.5-5.0 μ de diámetro; colonia con diámetro aproximado de 40 μ .

FAMILIA Hydrodictyceae

GENERO: Pediastrum

Cenobio flotando libremente, aplanado, compuesto de una sencilla capa de células (4-8-16-32-64-128-256), compactadas o perforadas; células cenocíticas con pared lisa o rugosa, las células marginales usualmente tienen diferente forma a las anteriores; cromatóforos parietales en forma de disco, presenta de 1 a 4 pirenoides.

ESPECIE: P. simplex var. duodenarium (Bailey) Rabenhorst (Lám 1, fig. 1).

Philipose, 1967. Pág. 115, fig. 36 d-h.

Consortio de circular a oval clatrado, formados por 16 células; lado interior del margen casi recto, lado exterior producido dentro de un proceso gradual de crecimiento, lados concavos; con un sólo espacio central; células interiores, en forma de "Y", similares a las marginales pero con procesos más cortos con el núcleo visible en algunas de ellas, con pared lisa, miden 15.5-18.3 μ de ancho X 25-31 μ de largo.

FAMILIA *Micractiniaceae*

GENERO: *Micractinium*

Células esféricas o elipsoidales, en colonias de 4-32, arregladas en cuadro o dispuestas tetrahédricamente; pared celular con 1-7 setas, no engrosadas en la base, en la superficie libre de la célula.

ESPECIE: *M. pusillum* Fresenius. (Lám. 1, fig. 3).

Ortega, 1984. Pág. 215, lám. 58, fig. 3

Células esféricas de 3-7 μ de diámetro; con 1-5 setas de aproximadamente 20 μ , un poco más anchas en la base; colonias tetrahédricas, con 4-16 células arregladas en grupos de cuatro.

FAMILIA *Oocystaceae*

GENERO: *Ankistrodesmus*

Células aciculares o fusiformes (algunas veces con ápices agudos y considerablemente atenuados), rectas, curvas o sigmoides, solitarias o frágilmente agregadas; cromatóforo simple, parietal, a menudo sin pirenoides.

ESPECIE: *A. falcatus* (Corda) Ralfs. (Lám. 1, fig. 4).

Tiffany y Britton, 1951. Pág. 114, lám. 31, fig. 307.

Células de 1.50-2.82 X 22.56-42.30 μ , ligeramente curvadas, con ápices atenuados, solitarias, sin pirenoides.

FAMILIA *Scenedesmaceae*

GENERO: *Scenedesmus*

Cenobio generalmente de placas aplanadas, con células en forma elipsoidal, oblonga, fusiforme u ovoide, en múltiplos de 2; células lateralmente en contacto o raramente conectadas por procesos cortos, en 1 o 2 hileras; pared celular lisa o variablemente ornamentada, con o sin espinas o dientes laterales o terminales; cromatóforo simple, parietal, con pirenóide sencillo.

ESPECIE: *S. opoliensis*. P. Richter (Lám. 1, fig. 5)

Ortega, 1984. Pág. 223, fig. 5.

Ejemplar encontrado, con 2 espinas terminales en cada célula exterior. Células ligeramente convexas unidas en la parte media, de aproximadamente 5-8 X 12-28 μ .

S. quadricauda var. *longispina* (Chodat) G.M. Smith (Lám. 1, fig. 6).

Ortega, 1984. Pág. 223, fig. 6.

Células de 10-11.28 X 3-4.2 μ de forma cilíndrica con extremos redondeados; 2 espinas en las células exteriores de aproximadamente 10-12 μ .

-ORDEN Tetrasporales

FAMILIA Palmellaceae

GENERO: Sphaerocystis

Colonias esféricas con células agrupadas de 4-8-16-32 y dispuestas en la periferia de la envoltura hialina, homogénea, gelatinosa, y con una envoltura rodeando a cada grupo de células distinta o confluyente con la envoltura colonial. Células esféricas; cloroplasto en forma de copa o llenando toda la célula, con un pirenoide.

ESPECIE: S. schroeteri Chodat (Lám. 8. fig. 36).

Smith, 1977. Pág. 101, lám. 19, fig. 3-4.

Colonia esférica formada de 8 a 16 células; con las mismas características del género; diámetro de la colonia: 25.38-30.3 μ ; diámetro de las células: 2.82-3.23 μ .

Siguiendo a Hindák, 1984, se llega a la especie Coenococcus planctonicus Korsikov, sin embargo, éste no da la descripción detallada de dicha especie, además menciona que este género (Coenococcus) lo considera sinónimo de Eutetramorus y a la vez como parte del género Dictyosphaerium.

-ORDEN Volvocales

FAMILIA Volvocaceae

GENERO: Volvox

Colonias de esféricas a ovoides, algunas veces elipsoides o piriformes, móviles, con un gran número de células (200-20,000) arregladas periféricamente dentro de una envoltura hialina; células biflageladas, esféricas, ovoides, diferenciadas de las que son potencialmente vegetativas, asexual o sexualmente; cromatóforo en forma de copa o disco, con un pirenoide, y de 2-6 vacuolas contráctiles; células vegetativas con o sin conexiones citoplasmáticas.

ESPECIE: V. aureus. Ehrenberg. (Lám. 2, fig. 7).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 18, lám. 2, fig. 21.

Células ovoides, conectadas por un fino filamento protoplasmático; colonia asexual madura de forma redondeada, de 302-405 μ de diámetro, compuestas de alrededor de 2,000 células; cigotos de 40-45 μ de diámetro, con pared lisa.

V. globator. Linnaeus. (Lám. 2, fig. 8)

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 18, lám. 2, fig. 18-19.

Células piriformes y estrelladas en vista polar, conectadas por gruesos filamentos protoplasmáticos, con pared celular bien definida de forma hexagonal. Colonia madura asexual de 406-512 μ de diámetro, compuestas de alrededor de 8,000 células; cigoto de 40-46 μ de diámetro, sin pared verrugosa.

-ORDEN Zygnematales

FAMILIA Desmidiaceae

GENERO: Closterium

Células alargadas, atenuadas, raramente rectas, en la mayoría de los casos curvadas, fuertemente arqueadas o lunadas, sin una constricción media; polos truncados, obtusos, rostrados o atenuados; pared celular lisa, con costas o estrias, incolora o de color amarillo o café, frecuentemente con 1 o más líneas transversales a la mitad de la célula o en diferentes puntos a lo largo de toda la célula; cromatóforos enteros o con un número variable de costillas longitudinales, 1 en cada semicélula; pocos pirenoides o muchos usualmente alineados en toda la célula; con vacuola terminal en cada ápice de la célula y al final del cromatóforo.

ESPECIE: C. aciculare var aciculare f. bravium. Elenkin. (Lám. 2, fig. 9).

Prescott, 1975. Pág. 29, lám. 15, fig. 17.

Célula ligeramente curvada, de color amarillo claro, pared lisa, sin ornamentaciones en la pared; 1 cromatóforo y 12-14 pirenoides por semicélula; aproximadamente 90 veces más largo que ancho. Longitud de la célula de 363-390 μ , anchura de 4.05-4.8 μ .

C. moniliferum var. moniliferum f. moniliferum. (Bory) Ehrenberg. (Lám. 2, fig. 10).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 172, lám. 52, fig. 549.

Células de 348-383 X 40-48 μ , moderadamente arqueadas, 7 veces más largas que anchas, más hinchadas en la parte media que en los polos; ápices redondeados; pared celular lisa, color café verdoso, cromatóforos con 10 costillas longitudinales y 6 pirenoides. Región media con margen ventral ligeramente convexa.

GENERO: Staurastrum

Células variables en tamaño, más largas que anchas, sin incluir los procesos o apéndices, con simetría radial, constricción media profunda; semicélulas de varias formas (esférica, triangular, hexagonal, etc.), con procesos largos o cortos con o sin ornamentación; pared celular lisa, puntuada, escrobilada, granulada, con

espinas, verrugosa, o una combinación de estas ornamentaciones; cromatóforo generalmente como masa axial con pirenoides.

- ESPECIE: S. paradoxum var. paradoxum .Meyen ex Ralfs. (Lám. 2, fig. 11).
Ortega, 1984. Pág. 273, lám. 79, fig. 9.
Célula con la constricción media muy profunda, de aproximadamente 64 μ de longitud. Semicélula en vista apical de forma triangular con tres prolongaciones, con pequeños picos en cada brazo, con ornamentaciones escrobiladas y brazos anillados.

DIVISION CHRYSOPHYTA
CLASE BACILLARIOPHYCEAE

-ORDEN Centrales

FAMILIA Coscinodiscaceae

- GENERO: Cyclotella
Células solitarias, en filamentos o colonias envueltas en una capa gelatinosa, discoidales, en forma de tambor; vista valvar circular o algunas veces elíptica; ornamentación de la valva en dos regiones concéntricas: zona exterior radialmente estriada o puntuada, zona interior lisa o irregular y finamente puntuada; vista conectiva recta u ondulada; cromatóforos numerosos, pequeños y discoidales.

- ESPECIE: C. meneghiniana Kuetzing. (Lám. 3, fig. 12).
Germain, 1981. Pág. 32, lám. 7, fig. 1-9.
Zona exterior ancha con 9 estrias en 10 μ ; zona central lisa (sin ornamentación); valva ligeramente ondulada en vista conectiva; diámetro de la valva de 13.56-15.30 μ .

- GENERO: Melosira
Células cilíndricas, unidas en largos filamentos; vista valvar circular, valvas con o sin dientes, marginales, planas o convexas con ornamentaciones en dos distintas áreas concéntricas; en vista conectiva, con o sin sulcus: si el sulcus está presente, parte de la valva bajo el sulcus es lisa; cromatóforos numerosos, pequeños, discoidales.

- ESPECIE: M. granulata var. angustissima. (Ehrenberg) Ralfs. (Lám. 3, fig. 13).
Germain, 1981. Pág. 24, lám. 3, fig. 4-5.
Valvas de 28.35-29.11 X 4.32-5.00 μ ; con dientes largos en las células terminales; en vista valvar presenta gránulos distribuidos regularmente en forma espiral, con 15 gránulos en 10 μ .

M. granulata var. *granulata*. (Ehrenberg) Ralfs. (Lám. 3, fig. 14).
Germain, 1981. Pág. 24, lám. 3, fig. 1-3.
Células de 23.20-25.83 X 10.13-11.34 μ ; valvas con gruesos dientes en las terminaciones del filamento de células; presentan gruesas granulaciones en vista valvar, estriaciones paralelas y rectas, aproximadamente 10 gránulos en 10 μ .

-ORDEN Pennales

FAMILIA Achnanthaceae

GENERO: Achnanthes

Frustula en vista conectiva rectangular con más o menos una curva pronunciada en el centro, observándose en forma de "U". Valva lanceolada o linear lanceolada. Algunos taxa se distinguen por la presencia de un área en forma de herradura en un lado de la valva del pseudorrafe. Rafe y pseudorrafe recto y mediano, marginal o submarginal, diagonal y/o sigmoide. Estrias gruesas o finas, puntuación sencilla o doble (o areolada), o puntuación no aparente con el microscópio compuesto. Estrias muy radiadas o paralelas.

ESPECIE: A. lanceolata var. dubia Grun. (Lám. 3, fig. 15).

Patrick & Reimer, 1966. Pág. 271, lám. 18, fig. 11-15.
Valva elíptica-lanceolada de 5.67 μ de ancho y 13.68 μ de largo y se angosta abruptamente en los polos. Con un área en forma de herradura en la valva del pseudorrafe. Estrias gruesas, 15 en 10 μ , ligeramente radiadas y no alineadas a las de enfrente. Rafe y pseudorrafe recto y delgado.

GENERO: Cocconeis

Valvas elípticas; valva del pseudorrafe de moderada a fuertemente convexa; valva del rafe de convexa a mayormente plana. Ambas valvas tienen diferente estructura y/o patrón de estrias. La valva del rafe presenta un área hialina marginal y/o submarginal (anillo). Las estrias de la valva del rafe usualmente son punteadas; la valva del pseudorrafe varía más de punteada a areolada. En ambas valvas las estrias tienden a radiarse hacia las extremidades.

ESPECIE: C. placentula var. lineata (Ehr.) V.H. (Lám. 3, fig. 16).

Patrick & Reimer, 1966. Pág. 284, lám. 15, fig. 5-6.
Valva en su vista conectiva ligeramente curvada y delgada; en vista valvar es de forma ovalada; rafe recto y filamentosos; anillo hialino intramarginal en la

hipovalva; estrias punteadas con curvaturas hacia los polos; muy pequeña área central; estrias en la periferia separadas de las interiores, con un punto central en cada "guión"; longitud de 21.15 - 23.1 μ ; anchura 16.2 - 16.5 μ .

FAMILIA Cymbellaceae

GENERO: Cymbella

Células solitarias y libremente flotando, fijados por medio de tallos gelatinosos en un extremo de la célula o dentro de pequeños tubos gelatinosos ramificados; con lados paralelos en vista conectiva, sin bandas intercalares; valvas asimétricas, lunadas, poco elípticas, rombicadas o naviculoides, dorsalmente convexas, ventralmente concavas; campo axial amplio o angosto, cerca del margen ventral, con el área central con o sin puntos; rafe curvado, con nódulos bien definidos; estriaciones transversas radiadas; cromatóforo simple en placa.

ESPECIE: C. cistula var. gibbosa Brun. (Lám. 4, fig. 17).

Patrick & Reimer, 1975. Pág. 63, lám. 11, fig. 5-7. Valva asimétrica de 23.73 μ X 107.16 μ , naviculoides con los lados dorsales convexos, el lado ventral concavo con una expansión en la parte media; rafe excéntrico, ancho dorsalmente convexo; área axial angosta; estrias radiadas, 9 en 10 μ ; y 4 puntos en la parte ventral.

GENERO: Rhopalodia

Células usualmente solitarias y flotando libremente, cara conectiva más ancha que la cara valvar, lineares, poco elípticas, clavadas, medianamente infladas, con polos redondeados o un poco delgados; valva lineada o en forma de hoz, margen de convexo a inflado, con terminaciones agudas, algunas veces alargadas; campo axial adyacente al margen convexo, con rafe central y nódulos polares; costillas transversales alternadas con estriaciones delicadas; con o sin bandas intercalares.

ESPECIE: R. gibba (Kuetzing) Mueller. (Lám. 4, fig. 18).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 282, lám. 75, fig. 884. Valva linear ancha en vista conectiva, con la parte media inflada y los polos ampliamente redondeados 6 costillas en 10 μ , con 14 estrias en 10 μ . Longitud 62 μ X 21.3 μ de anchura.

FAMILIA Fragilariaceae

GENERO: Fragilaria

Frustulas formando filamentos, unidas por la parte media; células rectangulares en vista conectiva; septos y bandas intercalares ausentes en todas las especies de agua dulce; valvas simétricas en el eje transversal apical, de forma linear a fusiforme, generalmente con polos atenuados y con la parte media hinchada; pseudorafe presente en ambas valvas; estrias transversales finas; el área central es variable en estructura, y puede estar ausente.

ESPECIE: F. crotonensis var. crotonensis. Kitton. (Lám. 4, fig. 19).

Patrick & Reimer, 1966. Pág. 169, lám. 3, fig. 11-12. Valvas de 2.8-3.0 X 72-76 μ , unidas por la parte media, en forma de "peineta", linear con la parte media hinchada y sin estrias en el centro; 15 estrias en 10 μ en el extremo y centro de la frustula; pseudorafe presente.

GENERO: Synedra

Las frustulas pueden encontrarse aisladas o en colonias, nunca formando largos filamentos; linear-rectangular en vista conectiva; en vista valvar muy delgada, linear o lanceolada; pseudorafe presente; área central puede o no estar presente; estrias transversales; valva simétrica en el eje transversal y apical con algunas excepciones.

ESPECIE: S. ulna (Nitzsch) Ehrenberg. (Lám. 4, fig. 20).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 237, lám. 63, fig. 713.

- a) Células solitarias; valvas linear a linear-lanceoladas; estrias paralelas cubriendo toda la valva; pseudorafe presente; extremos delgados; longitud de 146.64-152.8 μ ; anchura de 9.8-10.2 μ ; con 10 estrias en 10 μ .

- b) Var. Oxyrynchus forma contracta.

Weber, 1971. Pág. 45, fig. 60.

Área central libre de estrias y ligeramente ensanchada; longitud de 145.23-197.2 μ ; anchura de 10.53-11.20 μ ; 11 estrias en 10 μ en el centro y 12 estrias en 10 μ en los extremos.

FAMILIA Gomphonemataceae

GENERO: Gomphonema

Frustulas en forma de cuña en vista conectiva; ausencia de bandas intercalares y septo verdaderos; valva simétrica al eje longitudinal y asimétrica al eje trans-

versal. Estrias compuestas de hileras de puntos. En muchas de las especies una o más de las estrias opuestas, en el nódulo central, terminan en un punto aislado.

ESPECIE: *G. parvulum* var. *lagenula* (Kuetzing) Grunow. (Lám. 5, fig. 21).
Patrick & Reimer, 1975. Pág. 123, lám. 17, fig. 9.
Valva simétrica en el eje longitudinal y asimétrica en el transversal, en forma de punta de lanza, con los polos capitados; rafe filamentoso recto; área central pequeña con un punto aislado en uno de los lados; estrias transversales largas, ligeramente radiadas, 14 estrias en 10 μ ; longitud 27.12 - 19.8 μ ; anchura de 6.6-7.4 μ .

FAMILIA Naviculaceae

GENERO: *Gyrosigma*
Células solitarias, algunas veces en tubos gelatinosos, forma elíptica-lanceolada en vista conectiva, ausencia de septos y bandas intercalares; valvas sigmoides usualmente atenuadas, con polos redondeados y anchos; rafe sigmoide con un pequeño nódulo central y polar; área axial angosta con una pequeña área central redonda; estriaciones transversas cruzando a las estriaciones longitudinales en ángulo recto.

ESPECIE: *G. kuetzingii* (Grunow) Cleve. (Lám. 5, fig. 22).
Tiffany & Britton, 1951. Pág. 269, lám. 66, fig. 761.
Valva sigmoide, lanceolada, con polos angostos y redondeados; rafe sigmoide; pequeña área central, estriaciones transversales y longitudinales, aproximadamente 20 en 10 μ y 24 en 10 μ , respectivamente.

GENERO: *Navicula*
Células generalmente solitarias y libremente flotando, algunas veces agrupadas en una radiación irregular, rectangulares en vista conectiva, con conexiones lisas y sin bandas intercalares; valvas alargadas, usualmente con polos atenuados, capitados, redondeados o rostrados; área axial angosta, rafe recto y expansiones polares y centrales, nódulos pequeños; estriaciones transversas, algunas veces ligeramente radiadas en la parte media.

ESPECIE: *N. cryptocephala* Kuetzing. (Lám. 5, fig. 23).
Tiffany & Britton, 1951. Pág. 255, lám. 67, fig. 767.
Valvas de 6.21-6.78 X 27.12-35.03 μ , lanceoladas con polos adelgazados, área central alargada transversalmente; estriaciones radiadas en el centro y convergentes en los polos, 16 estrias en 10 μ ; rafe filamentoso recto.

N. gracilis. Erenberg. (Lám. 5, fig. 24).
Tiffany & Britton, 1951. Pág. 255, lám. 67, fig. 781.
Valvas de 7.91-8.46 X 36.96-42.3 μ , linear con lados paralelos y polos redondeados, área central casi rectangular; estriaciones radiadas sólo en el centro y paralelas en toda la valva, 12 estrias en 10 μ .

GENERO: Pinnularia

Células solitarias, flotando libremente, simétricas, rectangulares en vista conectiva; bandas intercalares ausentes; valvas usualmente con lados rectos, algunas veces hinchadas u onduladas en la parte media, con polos muy redondeados; rafe sigmoide o recto; costillas con aberturas internas, lisas, radiales o transversales (convergentes hacia los polos).

ESPECIE: *P. gibba* (Hustedt) sensu Germain, 1981, non sensu Ehrenber. (Lám. 5, fig. 25).

Germain, 1981. Pág. 252, lám. 91, fig. 4-16.

- a) Valva con ensanchamiento de los polos y en el centro; área central libre de estrias; estrias cortas radiadas hacia el centro y divergentes en los polos; rafe filamentosos con terminación en forma de hoz; longitud de 53.2-58.76 μ ; anchura de 11.3-12.87 μ ; 8-9 estrias en 10 μ .
- b) Valva con ensanchamiento en la parte central y en los polos; estrias cortas y ligeramente radiadas en la parte central y divergentes en los polos; rafe filamentosos, ligeramente sinuoso con terminaciones en forma de coma; longitud de 45-65 μ ; con anchura de 10.26-11.3 μ ; de 11-12 estrias en 10 μ .

NOTA: Siguiendo la clave de Patrick, 1966, las características se asemejan mucho a la sección *Brevistriatae*, sin embargo no se complementa totalmente. Germain presenta 8 secciones de *Pinnularia*, a diferencia de 6 de Patrick, en donde la sección *Tabellariae*, teniendo casi las mismas características de la sección *Brevistriatae* (de Patrick), presenta mayor semejanza con la diatomea encontrada, por lo que se opta por dicha especie. Patrick & Reimer citan a *P. gibba* reportada por Ehrenberg en 1841, para dos localidades en el estado de Hidalgo, relativamente cercanas a la nuestra (Atotonilco el Grande y Real del Monte). Sin embargo desconocen el reporte por considerar que ni la descripción ni el dibujo de Ehrenberg, corresponden con la descripción de *P. gibba* de Hustedt. Por ello consideramos que el reporte de esta especie, para el estado de Hidalgo, es dudoso. Posiblemente la especie reportada por Ehrenberg sea una especie nueva, no así la nuestra (en el sentido de Germain, 1981).

FAMILIA Nitzschiaceae

GENERO: Nitzschia

Células solitarias o densamente unidas en simples o no ramificados tubos gelatinosos, alargado-rectangular o sigmoide en vista conectiva, a veces con polos atenuados; valvas longitudinalmente asimétricas, muy variable en forma: recta, sigmoide, linear, elíptica, algunas veces onduladas, polos agudos, rostrados o capitados, casi siempre atenuados; en uno de los márgenes presenta una quilla con un rafe que tiene pequeños nódulos y una hilera de poros circulares (puntos carinales): estriás transversales.

ESPECIE: N. palea (Kuetzing) Wm Smith var. tenuirostris Grunow (Lám. 6, fig. 26).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 288, lám. 76, fig. 901.

Valva linear a linear-lanceolada; polos cuneiformes; presenta estriás muy finas, aproximadamente 35 en 10 μ ; tiene 12 puntos carinales en 10 μ y se observan sólo de un lado de la valva; longitud de 42.37-58.14 230; anchura de 5.08-5.7 μ .

ESPECIE: N. sigmoidea (Nitzsch) Wm Smith. (Lám. 6, fig. 27).

Weber, 1971. Pág. 96, fig. 160.

Valva ligeramente sigmoide en vista conectiva, recta en vista valvar con polos en forma de cuña, un poco curvados; aproximadamente 24 estriás en 10 μ , con 5 puntos carinales en la parte central en 10 μ y 6 en los extremos; longitud de 220-275.8 μ ; anchura de 9.3-13.8 μ .

FAMILIA Surirellaceae

GENERO: Surirella

Células solitarias y libremente flotando; rectangular, naviculoide o sigmoide en vista conectiva, valva linear, elíptica u ovalada, algunas veces espiraladas; costillas transversales paralelas, largas o cortas y delicadas estriás cruzan la cara de la valva, interrumpidas por un pseudorrafe mediano longitudinalmente.

ESPECIE: S. splendida (Ehrenberg) Kuetzing. (Lám. 6, fig. 28).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 294, lám. 79, fig. 924.

Valva con polos desiguales, de forma alargada-ovalada, de 36.4-41.3 X 114.8-118.7 μ ; presenta 1-2 costillas transversales en 10 μ ; pseudorrafe lineal, angosto.

CLASE CHRYSOPHYCEAE

-ORDEN Chrysoomonadales

FAMILIA Mallomonadaceae

GENERO: Mallomonas

Células solitarias, móviles, ovoides, elipsoidales o de varias formas; periplastos con numerosas y pequeñas escamas silificadas, imbricadas, circulares o angulares; escamas regular o irregularmente arregladas; cromatóforos color oro-café, dos, lateral y parietal; con vacuolas contráctiles; núcleo elipsoide o alargado.

ESPECIE: M. caudata Ivanof. (Lám. 6, fig. 29).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 298, lám. 81, fig. 953.
Células de 13.1-14.0 X 41.3-43.5 μ , de forma ovoide; escamas ovales en series transversas; presenta setas tan largas como la célula, generalmente rectas, dirigidas hacia atrás, en cada una de las células, cubriendo toda la superficie de la célula.

CLASE XANTHOPHYCEAE

-ORDEN Heterococcales

FAMILIA Botryococcaceae

GENERO: Botryococcus

Colonias flotando libremente, de forma indefinida, con células muy juntas y encerradas en una membrana gelatinosa; células en agregados diversos conectadas por ligamentos anchos o delicados, de la membrana colonial; células ovoides o esféricas; cromatóforo simple, parietal o laminado, de color amarillo-verdoso a verde.

ESPECIE: B. braunii Kuetzing (Lám. 8, fig. 37).

Smith, 1977. Pág. 84, lám. 15, fig. 5.
Colonia de forma irregular con envoltura gelatinosa hialina resistente; células de 6.7 μ de largo por 4.7 μ de ancho, ovoides arregladas en un centro común, unidos a otros grupos por medio de ligamentos anchos, que no parten de la base; color amarillo-verdoso.

DIVISION MYXOPHYTA

CLASE MYXOPHYCEAE

-ORDEN Oscillatoriales

FAMILIA Oscillatoriaceae

GENERO: Oscillatoria

Tricomas no ramificados, cilíndricos, sin vaina o gelatina amorfa evidente, solitaria o en masas, rectas o variablemente curvadas y contorneadas, algunas veces apicalmente angosta o la célula terminal redondeada o caliptrada; contenido celular homogéneo o granular, de color variable.

ESPECIE: *O. amphibia* Ag. ex Gromont. (Lám. 7, fig. 30).

Desikachary, 1959. Pág. 229, lám. 37, fig. 6.

Tricomas cilíndricos, células más largas que anchas, de $4.2 \times 2.82 \mu$; sin vaina visible, amarillo-verdoso; tricomas rectos, con célula terminal ligeramente redondeada de la punta; contenido celular granuloso, con dos gránulos más evidentes cerca de las uniones entre cada tricoma.

O. tenuis Ag. ex Gomont. (Lám. 7, fig. 31).

Desikachary, 1959. Pág. 222, lám. 42, fig. 15.

Tricomas rectos más cortos que largos, de $3.2 \times 7.6 \mu$, con protoplasma granuloso; presenta de 3 a 5 gránulos más evidentes en la pared celular en donde se unen dos células; tricomas azul-verde ligeramente constreñidos entre célula y célula, observándose el terminal en forma convexa.

FAMILIA Nostocaceae

GENERO: Anabaena

Tricomas flotando libremente, solitarias o agregadas dentro de una delgada capa de mucosidad; cilíndricos, ligeramente atenuados en los ápices, rectos circinados o espirales, sin vaina; células esféricas o en forma de barril, homogéneas o granulosas, algunas veces con pseudovacúolas, de varios colores; heterocistos esféricos, intercalares; acinetos de varias formas, solitarios o en series, adyacente o no al heterocisto.

ESPECIE: *Anabaena circinalis*. (Lám. 7, fig. 32).

Smith, 1977. Pág. 59, lám. 9, fig. 1.

Filamentos flotando libremente, curvados o sigmoides, sin envoltura hialina, gelatinosa. Células esféricas o poco aplanadas en los polos, con numerosas vacuolas. Heterocisto esférico. Acinetos remotos del heterocisto, cilíndrico, con puntas redondeadas, con paredes lisas.

Células de 8.6-8.9 μ de ancho; heterocisto de 9.0 μ de ancho; y acinetos de 15.7 μ de ancho por 30.56 μ de largo.

Nostocal. (Lám. 7, fig. 33).

Frémy, 1929. Pág. 359.

Células de 2.8 X 1.4 μ , de color azul-verdoso, en forma de cápsulas unidas, con el contenido celular uniforme. No se observaron estructuras reproductoras.

-ORDEN Chroococcales

FAMILIA Chroococcaceae

GENERO: Microcystis

Células esféricas o casi hemisféricas en división, densamente agregadas dentro de una matriz gelatinosa hialina no estratificada; colonias microscópicas, planctónicas, variables en forma.

ESPECIE: M. aeruginosa Kuetzing. (Lám. 7, fig. 34).

Desikachary, 1959. Pág. 93, lám. 17, fig. 1,2 y 6.

Células esféricas de aproximadamente 6.4 μ de diámetro, muy compactadas; colonia de forma variable, clatrada. Cubierta por una capa mucilaginoso; tamaño de la colonia: desde 60 μ hasta 150 μ de longitud.

DIVISION PYRROPHYTA

CLASE DINOPHYCEAE

-ORDEN Peridinales

FAMILIA Ceratiaceae

GENERO: Ceratium

Células solitarias, algunas especies forman colonias temporales; angulares, fuertemente asimétricas; con un cuerno apical largo y 1-3 cuernos antiapicales cortos; placas gruesas, areoladas; suturas gruesas.

ESPECIE: C. hirundinella (Muller) Schrank. (Lám. 8, fig. 35).

Tiffany & Britton, 1951. Pág. 314, lám. 85, fig. 992-993.

Célula delgada, presenta 3 prolongaciones o cuernos antiapicales cortos y un cuerno apical largo. Células anchas o ligeramente fusiforme, aplanadas dorsoventralmente. Cuerpo de la hipoteca ancho y corto, dividido en tres cuernos, siendo el central el más largo, presenta en esta parte varias placas gruesas. Epiteca con un amplio margen convergente, luego se va

adelgazando hasta formar un largo cuerno. Mide
37.3-40.1 X 103-11 μ .

ZOOPLANCTON

PHYLUM ARTHROPODA

CLASE CRUSTACEA

SUBCLASE BRANCHIOPODA

-ORDEN Cladocera

FAMILIA Bosminidae

GENERO: Bosmina

Organismo usualmente hialino; valvas delgadas; con una espina llamada mucro en la parte contraria a la cabeza. Anténulas de la hembra casi paralelas una de la otra inmóviles fijadas a la cabeza; antena con 3 o 4 ramificaciones unidas en la base; postabdomen más o menos cuadrado; ano terminal; espinas pequeñas e inconspicuas.

ESPECIE: B. coregoni Baird. (Lám. 9, fig. 1).

Edmonson, 1959. Pág. 625, fig. 27.55

Mucrón más largo que la especie longirostris. Espina postabdominal con 5 o 6 largas espinas. Dos hileras de 4 a 8 espinas en el cuerpo del postabdomen, cerca del ano. Organismos de 0.4-0.45 mm X 0.35-0.4 milímetros.

FAMILIA Daphnidae

GENERO: Ceriodaphnia

Organismo de forma ovalada o redondeada; tamaño pequeño, raramente exceden 1 mm. Apice en forma de proyección angular o redondeada ocupada casi en su totalidad por el ojo. Valvas oval o redondeadas a subcuadradas, terminando en ángulo agudo o en una corta espina. Anténulas con movimientos poco libres. Un proceso abdominal ordinariamente desarrollado. Postabdomen largo, de varias formas.

ESPECIE: C. reticulata Jurine (Lám. 9, fig. 2).

Pennak, 1953. Pág. 371, fig. 259F.

Cabeza redondeada sin espina, con anténulas frente a ella. Valvas reticuladas con terminación en ángulo. Anténulas pequeñas con pelo sensorial cerca del ápice. De 7 a 10 espinas anales. Uña con pecten formado de 6 a 10 dientecillos. Longitud: 0.8-1.0 milímetros.

GENERO: Daphnia

Formas largas o pequeñas con cuerpos lateralmente comprimidos; a lo largo de la línea media dorsal la cabeza presenta proyecciones de protección que van hacia

atrás sobre el caparazón; fornices bajos, y nunca con quilla lateral en la valva. Los dientes de los 3 pectens de la uña postabdominal pueden ser del mismo tamaño, o los pectens proximales y medios pueden ser más largos que los distales.

ESPECIE: *D. longispina* = *D. rosea* Sars emend. Richard. (Lám. 9, fig. 3).

Edmonson, 1959. Pág. 610, fig. 27.21

Margen anterior de la cabeza con cresta pequeña y redondeada. Postabdomen con 12 a 15 espinas anales. Dientes casi del mismo tamaño en los tres pectens de la uña. Longitud: 1.5-1.8 milímetros.

ESPECIE: *D. magna* Straus. (Lám. 9, fig. 4).

Edmonson, 1959. Pág. 605, fig. 27.15

Margen posterior (dorsal) del postabdomen profundamente sinuoso. Parte posterior del fornix redondeado. La quilla lateral de la valva parece ser una continuación del fornix. Longitud 2.0-2.6 milímetros.

ESPECIE: *D. pulex* Leydig. (Lám. 9, fig. 5).

Pennak, 1953. Pág. 367, fig. 256B-D.

Cabeza alargada cerca de la línea media; parte ventral de la cabeza cercana al margen anterior de las valvas; espinas anales de 10 a 16 decreciendo gradualmente en tamaño al alejarse de la uña. De 5 a 9 dientes en el pecten de la uña. Longitud: 1.5-2.0 milímetros.

SUBCLASE COPEPODA

-ORDEN Calanoida

FAMILIA Diaptomidae

GENERO: *Diaptomus* sp. (Lám. 10, fig. 6).

Edmonson, 1959. Pág. 756, fig. 29.21c, 29.24d

Organismo en forma de camarón alargado y pequeño, con dos antenas en la cabeza. El endopodito del apéndice 1 tiene 2 segmentos; y del apéndice 2 al 4 presentan 3 segmentos. La primer antena de las hembras y la antena izquierda de los machos, presentan setas en los segmentos 17, 19, 20 y 22. Longitud: 1.5-2.25 milímetros.

-ORDEN Cyclopoida

FAMILIA Cyclopidae

GENERO: *Cyclops* sp. (Lám. 10, fig. 7).

Edmonson, 1959. Pág. 800, fig. 29.112d y 29.111e

Los tres primeros segmentos de la primer antena presenta una hilera fina de espinas hialinas (no conspicuas); segundo segmento del apéndice 5 con seta apical y una espina larga que nace de la parte media del lado interno del segmento. Longitud: 1.2-1.8 milímetros.

PHYLUM PROTOZOA

CLASE CILIATEA

-ORDEN Peritrichida

FAMILIA Epistylidae

GENERO: Epistylis sp. (Lám. 10, fig. 8).

Kudo, 1966. Pág. 815, fig. 370a-d.

Los organismos tienen forma de campana invertida, con cilios alrededor; membrana peristomal dando solamente un poco más de una vuelta alrededor del peristoma; generalmente con tallo no dicotómico y no contráctil, formando a veces colonias. Longitud: 33.8-39.48 μ ; ancho: 28.2-26.3 μ .

FAMILIA Vorticellidae

GENERO: Vorticella sp. (Lám. 10, fig. 9).

Kudo, 1966. Pág. 813, fig. 368

Cuerpo en forma de campana invertida; incoloros, amarillentos o grisáceos; su peristoma se encuentra más o menos extendido exteriormente; tallo contráctil; solitarios; en aguas dulces o saladas. Longitud: 95-120 μ ; ancho. 65-75 μ .

PHYLUM ROTIFERA

CLASE MONOGONONTA

-ORDEN Flosculariidae

FAMILIA Conochilidae

GENERO: Conochilus

Corona siempre marginalmente ciliada; no presentan lóriga; con una o dos antenas (laterales) cilíndricas dentro de un disco en forma de corona; presenta un pie.

ESPECIE: C. unicornis (Lám. 10, fig. 10).

Edmonson, 1959. Pág. 475, fig. 18.91c-f

Cuerpo en forma de campana invertida pero con un extremo alargado que forma el pie; presenta una sola antena; pie relativamente corto; corona ciliar con la antena en el centro; sin lóriga. Longitud: 125-160 μ .

FAMILIA Testudinellidae

GENERO: Filinia

Cuerpo con apéndices cuticulares móviles, filiforme; sin pie y sin lóriga; los apéndices son extensiones setiformes de la cutícula; tres o cuatro espinas dispuestas en las partes lateral y posterior.

ESPECIE: E. longiseta Ehrenberg (Lám. 10, fig. 11).

Edmonson, 1959. Pág. 440, fig. 18.5a,b y h.

Cuerpo filiforme con tres espinas móviles, dos laterales y una posterior, pero contraído se observan dos espinas hacia un extremo y una hacia el otro; corona ciliar rodeando a la boca. Longitud: 185-232 μ .

-ORDEN Ploima

FAMILIA Asplanchnidae

GENERO: Asplanchna

Organismos en forma de sacos redondeados en los extremos; sin lóriga, ni apéndices; cavidad del cuerpo grande, el estómago se encuentra retirado de la epidermis, sin intestino.

ESPECIE: A. priodonta Gosse (Lám. 11, fig. 12).

Edmonson, 1959. Pág. 446, fig. 18.20

Organismo alargado semicilíndrico (en forma de saco), sin una verdadera corona desarrollada, mastax incudado; ovario casi esférico. Longitud: aproximadamente 1000 μ .

GENERO: Asplanchnopus sp. (Lám. 11, fig. 13).

Pennak, 1953. Pág. 197, fig. 131F.

Organismos grandes, 1 mm, globulares con mastax incudado; corona simple, con una sola banda periférica de cilios; ocasionalmente con dos ligeras protuberancias sensoriales dentro de la corona; no presenta intestino ni ano; pie corto con dos dedos.

FAMILIA Brachionidae

GENERO: Brachionus

Cuerpo moderadamente aplanado; placas dorsal y ventral de la lóriga fusionadas lateralmente; pie largo, anillado, retráctil, no segmentado; margen dorsal

anterior de la lóriga usualmente con 4 o 6 espinas; margen posterior con o sin espinas; dos dedos; mastax maleado.

ESPECIE: B. bidentata (Lám. 11, fig. 14).
Edmonson, 1959. Pág. 451, fig. 18.29g
La lóriga presenta 6 espinas en el margen anterior dorsal, de las cuales dos son más largas y se encuentran hacia los extremos; en el margen posterior sobresalen dos espinas mucho más largas que las anteriores y otras dos más pequeñas sobre la parte ventral con las puntas casi encontradas. Longitud: 163 μ ; ancho: 101 μ .

ESPECIE: B. calyciflorus f. amphicerus Ehrenberg (Lám. 11, fig. 15).
Osorio Tafall, 1942. Pág. 45, lám. VIII, fig. 86
Individuos con espinas póstero-laterales bien desarrolladas, dos más en el margen posterior; cuatro espinas en el margen anterior, casi todas del mismo tamaño. Longitud: 125 μ ; ancho: 79 μ .

ESPECIE: B. havanaensis Rousselet (Lám. 11, fig. 16).
Osorio Tafall, 1942. Pág. 52, lám. IV y V, figs. 40-41, 43, 50-52.
Las dos espinas posteriores son desiguales, la izquierda es siempre la más corta; por otra parte las espinas anteriores pueden ser de igual tamaño o dos de ellas, las de los extremos, sean más largas. Longitud: 133 μ ; ancho: 67 μ .

ESPECIE: B. quadridentata Hermann (Lám. 11, fig. 17).
Osorio Tafall, 1942. Pág. 57, lám. IX, fig. 91-94, 96 y 97.
Presenta un estuche tubular hendido en su superficie dorsal y cuyos bordes forman una especie de espinas que limitan el orificio pedio; las espinas posteriores son relativamente cortas pero más lagas que las anteriores; las espinas del margen anterior pueden ser de diferentes tamaños pero siempre en pares, haciendo un total de seis. Longitud: 200 μ ; ancho: 172 μ .

GENERO: Keratella
Organismo compuesto por una lóriga espinosa, formada por placas fusionadas lateralmente; placas dorsales con facetas poligonales, algunas veces oscuras; 4 o 6 espinas cortas sobre el margen anterior de la lóriga, simétricas aunque no necesariamente iguales; con una, dos o ninguna espina posterior.

ESPECIE: K. cochlearis Gosse (Lám. 12, fig. 18).
Osorio Tafall, 1942. Pág. 62, lám. XII, fig. 123-125 y 128-130.

Las espinas anteriores se encuentran bien desarrolladas y de ellas el par externo se halla dirigido hacia el medio y el par mediano está fuertemente encorvado ventralmente; la espina posterior se encuentra bien desarrollada. Longitud: 130 μ ; ancho: 53 μ .

ESPECIE: K. valga (Lám. 12, fig. 19).
Edmonson, 1959. Pág. 442, fig. 18.12m
Presenta solamente cuatro espinas anteriores bien desarrolladas; el par medio se encuentra dirigido muy poco hacia adentro, mientras que el par externo sólo ligeramente hacia afuera; se distingue de las demás especies por la presencia de dos espinas posteriores, una más corta (la izquierda) que la otra. Longitud: 135 μ ; ancho: 58 μ .

GENERO: Platyas
Cuerpo parecido al género Brachionus: aplanado dorsoventralmente; placas de la lóriga fusionadas lateralmente; pie largo, retráctil pero no dentro del cuerpo, segmentado (articulado), con dos uñas; mastax maleado; con proyecciones en forma de espinas en el margen anterior de la lóriga.

ESPECIE: P. patulus Müller (Lám. 12, fig. 20).
Osorio Tafall, 1942. Pág. 59, lám. XI y XII, fig. 109, 110 y 135.
Presenta diez espinas anteriores, de las cuales las occipitales medianas son las más largas y están encorvadas ventralmente; en la parte posterior tiene cuatro espinas cortas. Longitud: 190 μ ; ancho: 130 μ .

FAMILIA Lecaninae

GENERO: Lecana
Organismos semiovalados, con lóriga de dos piezas (una dorsal y una ventral), bien desarrollada, sin sulco dorsal y sin espinas; pie proyectado a través de una abertura en la placa ventral, cerca de la última parte posterior; con dos dedos separados o apenas fusionados en la base.

ESPECIE: L. luna (Lám. 12, fig. 21).
Edmonson, 1959. Pág. 456, fig. 18.42a
Los dedos se encuentran más separados que en otras especies y terminan en punta muy fina; cuerpo mucho más ancho, casi tan ancho como largo. Longitud: 173 μ ; ancho: 151 μ .

GENERO: Monostyla
Tiene las mismas características del género Lecana; la única diferencia es la presencia de un sólo dedo en la parte distal de la lóriga.

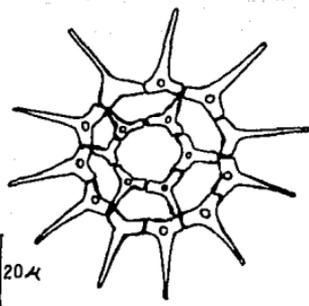
ESPECIE: M. closterocerca (Lám. 12, fig. 22).
Edmonson, 1959. Pág. 456, fig. 18.43e
La placa dorsal es más ancha que la ventral; con un sólo
pie ancho y corto, bien desarrollado; organismo de
cuerpo ancho. Longitud: 154 μ ; ancho: 137 μ .

FAMILIA Synchaetidae

GENERO: Polvarthra
Organismos de cuerpo corto y más o menos cilíndrico; sin
pie ni dedos; con apéndices cuticulares aplanados en
grupos de cuatro en las superficies dorsolateral y
ventrolateral; mastax virgado.

ESPECIE: E. vulgaris Carlin (Lám. 12, fig. 23).
Edmonson, 1959. Pág. 439, fig. 18.4a
Los apéndices cuticulares se encuentran arreglados en
cuatro grupos de tres cada uno; tiene las antenas
laterales situadas en la parte anterior, casi en la
parte posterior de la esquina del cuerpo. Longitud:
79 μ ; ancho: 43 μ .

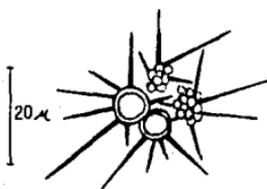
LAMINA 1



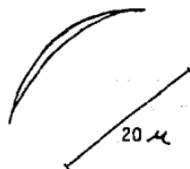
1. *Pediatrum simplex*
var. *duodenarium*



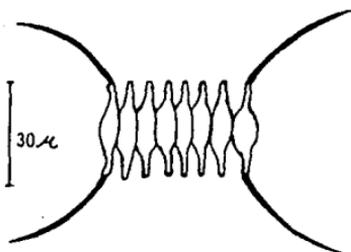
2. *Planktosphaeria*
gelatinosa



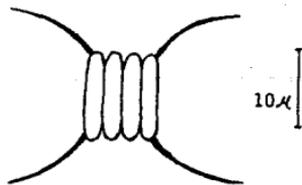
3. *Micractinium pusillum*



4. *Ankistrodesmus*
falcatus

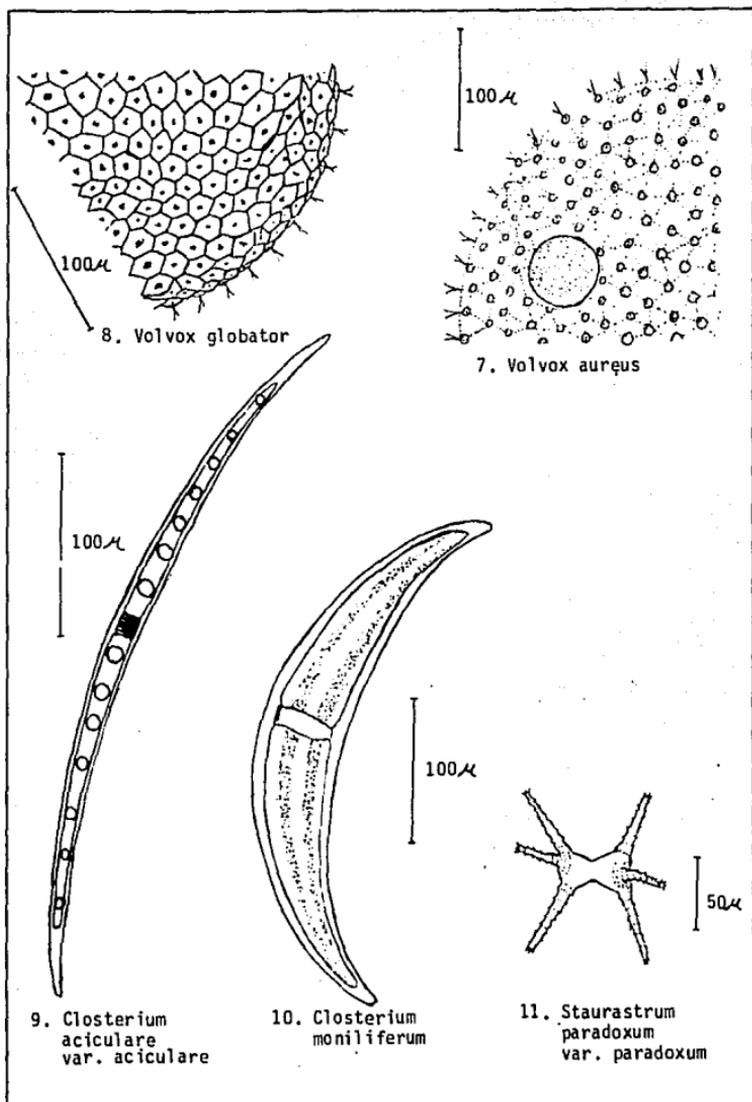


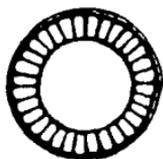
5. *Scenedesmus opoliensis*



6. *Scenedesmus quadricauda*
var. *longispina*

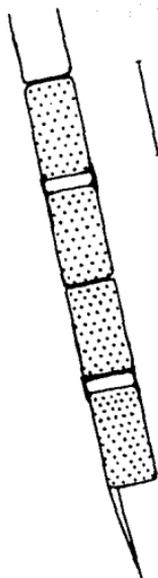
LAMINA 2





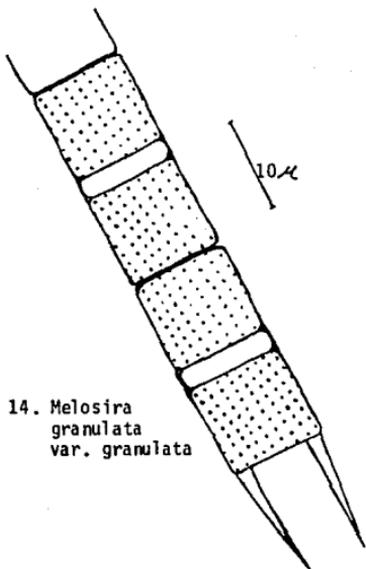
10 μ

12. *Cyclotella meneghiniana*



10 μ

13. *Melosira granulata*
var. *angustissima*



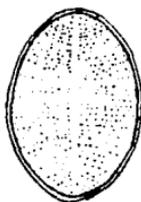
10 μ

14. *Melosira granulata*
var. *granulata*

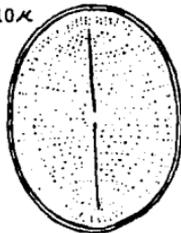


10 μ

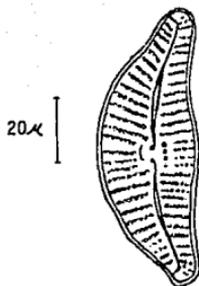
15. *Achnanthes lanceolata*
var. *dubia*



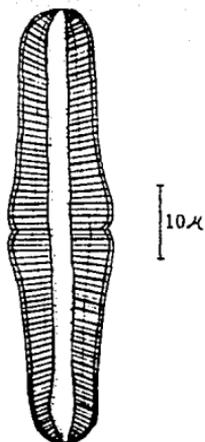
10 μ



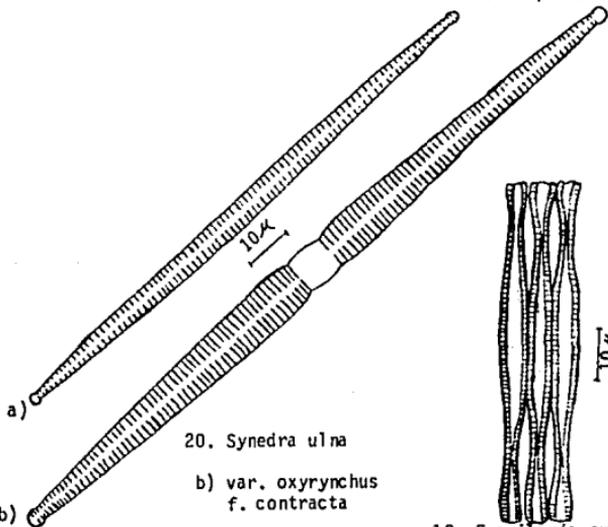
16. *Cocconeis placentula*
var. *lineata*



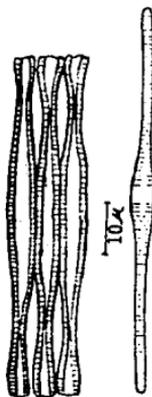
17. *Cymbella cystula*
var. *gibbosa*



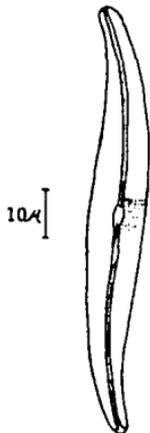
18. *Rhopalodia gibba*



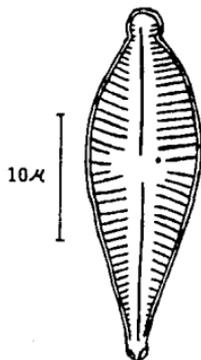
20. *Synedra ulna*
b) var. *oxyryncus*
f. *contracta*



19. *Fragilaria crotonensis*
var. *crotonensis*



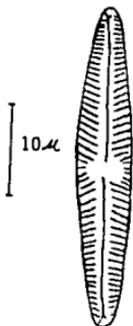
22. *Gyrosigma kuetzingii*



21. *Gomphonema parvulum*
var. *lagenula*



23. *Navicula cryptocephala*



24. *Navicula gracilis*

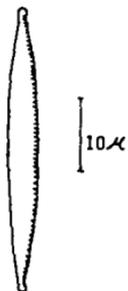


b)

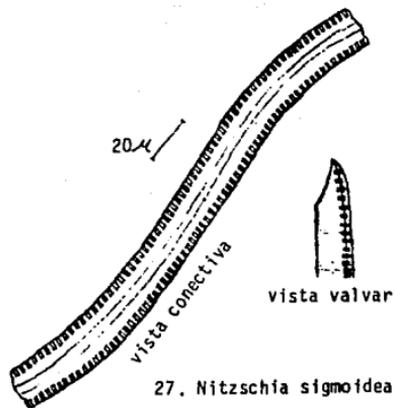


a)

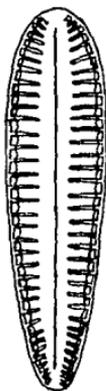
25. *Pinnularia gibba*



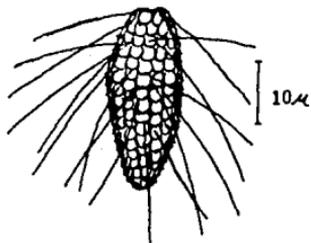
26. *Nitzschia palea*
var. *tenuirostris*



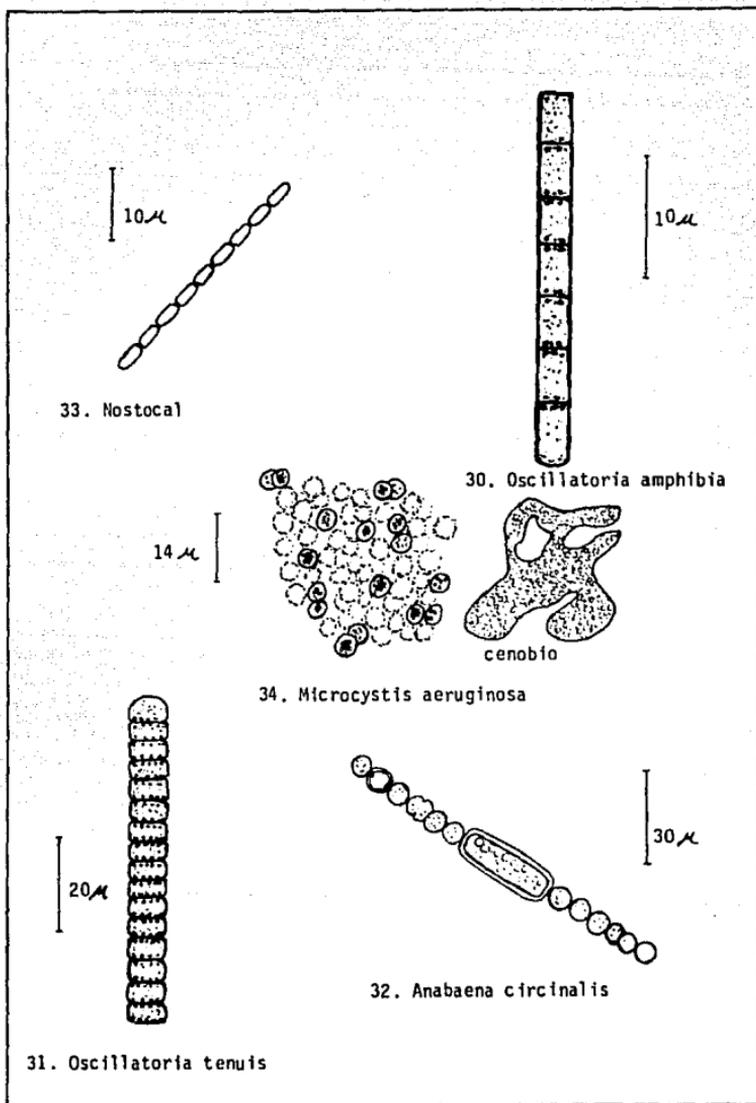
27. *Nitzschia sigmoidea*

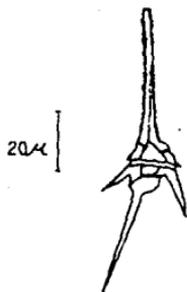


28. *Surirella splendida*

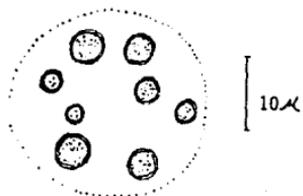


29. *Mallomonas caudata*

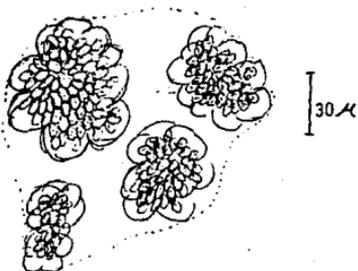




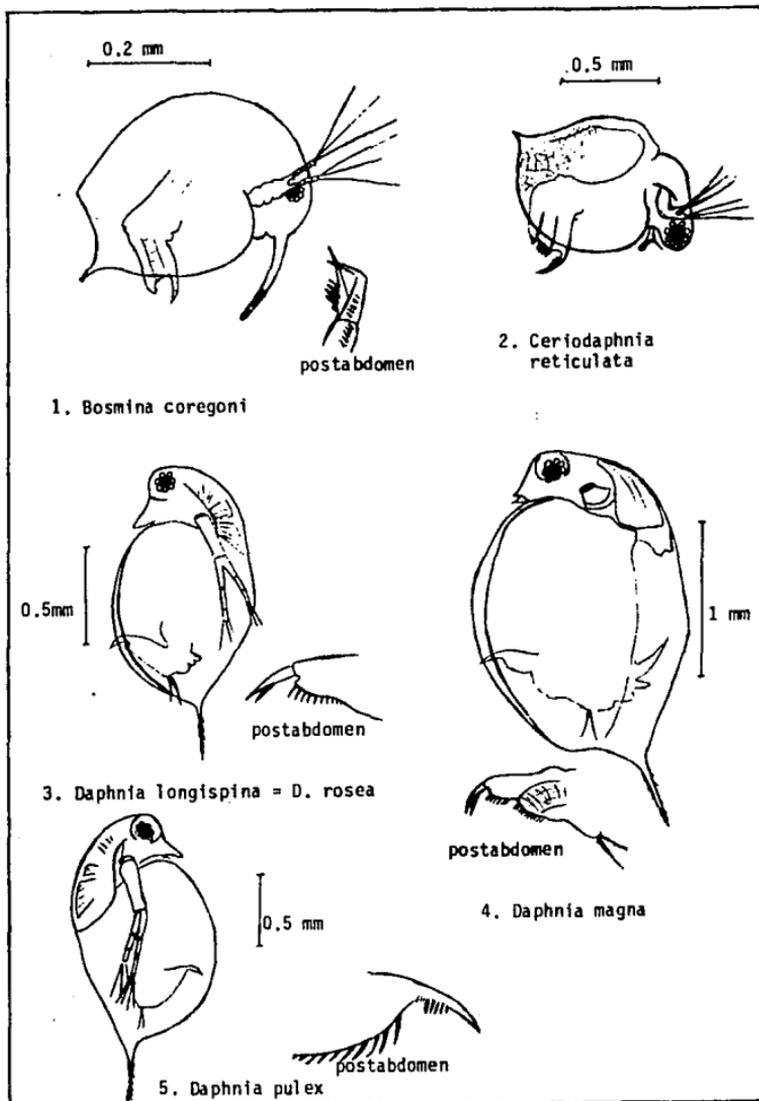
35. *Ceratium hirundinella*

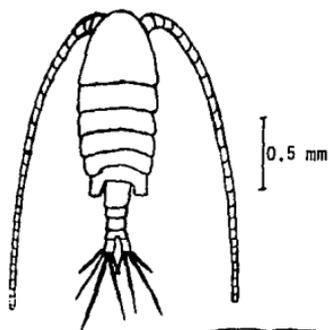


36. *Sphaerocystis schroeteri*

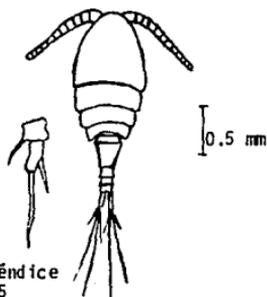


37. *Botryococcus braunii*

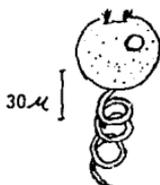




7. *Diaptomus* sp.



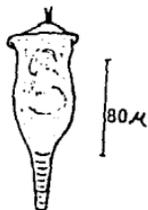
7. *Cyclops* sp.



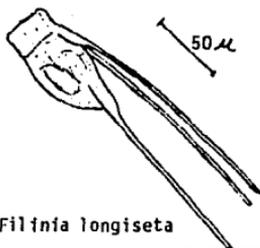
9. *Vorticella* sp.
contraída



8. *Epistylis* sp.



10. *Conochilus unicornis*



11. *Filinia longiseta*



12. *Asplanchna priodonta*

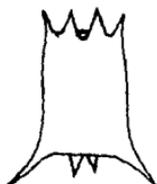


13. *Asplanchnopus* sp.



lorica

14. *Brachionus bidentata*



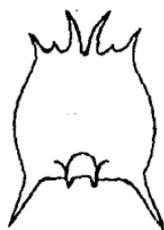
lorica

15. *Brachionus calyciflorus*



lorica

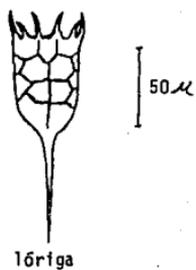
16. *Brachionus havanaensis*



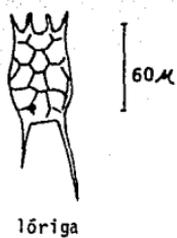
lorica

16. *Brachionus quadridentata*

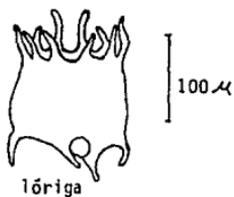
LAMINA 12



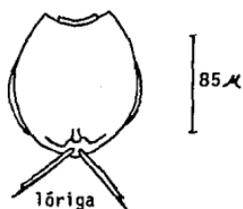
18. *Keratella cochlearis*



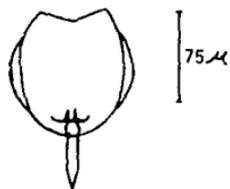
19. *Keratella valga*



20. *Platyas patulus*



21. *Lecane luna*



22. *Monostyla closterocerca*



23. *Polyarthra vulgaris*