

00344 5
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**"DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DEL PLANCTON
SUPERFICIAL EN EL EMBALSE VALLE DE BRAVO,
MEXICO Y SU RELACION CON LA CALIDAD DEL
AGUA"**

T E S I S
Que para obtener el Grado Académico de
MAESTRA EN CIENCIAS
(Biología en Sistemas y Recursos Acuáticos)
P r e s e n t a:

AURORA IBARRA ARCE

Director de Tesis: M. en C. Victor Olvera Viascán

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

MIEMBROS DE MI HONORABLE JURADO:

DR. SAMUEL GOMEZ AGUIRRE
M. EN C. VICTOR OLIVERA VIASCAN
M. EN C. PEDRO ALEJANDRO MAGARA MELGOZA
M. EN C. GUADALUPE FIGUEROA TORRES
DR. VICTOR MANUEL LUNA PABELLO
DRA. MARIA ESTHER ANGELICA MEAVE DEL CASTILLO
M. EN C. JOSE LUIS MORENO RUIZ

QUE CON SUS OPINIONES VARIADAS, SUS COMENTARIOS Y SUS VIVENCIAS, ME AYUDARON AL ENRIQUECIMIENTO DEL PRESENTE TRABAJO.

AL DR. SAMUEL GOMEZ AGUIRRE, MI ADMIRACION POR SU SENCILLEZ Y MI AGRADECIMIENTO POR SU DON DE TRATO QUE ME HA BRINDADO, ENTUSIASMANDOME SIEMPRE A CONTINUAR HACIA ADELANTE.

A LA M. EN C. GUADALUPE FIGUEROA TORRES LE AGRADEZCO SU VALIOSA ASESORIA Y AMISTAD BRINDADA DURANTE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AGRADEZCO A LA EMPRESA IDECA (INVESTIGACION Y DESARROLLO DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA) Y A LAS QUIMICAS MERCEDES SOTELO VALDEZ Y PATRICIA GONZALEZ JUAREZ, EL APOYO Y LAS FACILIDADES BRINDADAS PARA LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO.

AL ING. FELIPE PEREZ NAJERA Y A LA SRITA. TERESA DE JESUS ARZATE CAZARES, LES AGRADEZCO PROFUNDAMENTE LA VALIOSA AYUDA EN LA ELABORACION DE GRAFICAS Y TABLAS, ASI COMO SU PACIENTE ENSEÑANZA EN EL MANEJO DE PROGRAMAS DE COMPUTACION.

A MI GRAN AMIGA M. EN C. MARIA DEL REFUGIO SUAREZ ZOZAYA, LE AGRADEZCO PROFUNDAMENTE SUS VALIOSOS CONSEJOS Y GRAN APOYO MORAL BRINDADO PARA LLEVAR A CABO ESTA META.

A MI GRAN AMIGO M. EN C. ALFONSO ESQUIVEL HERRERA, MI SINCERO AGRADECIMIENTO POR SU ORIENTACION, OBSERVACIONES Y VALIOSOS CONSEJOS QUE SIEMPRE ME HA BRINDADO.

AL M. EN C. VICTOR OLIVERA VIASCAN A QUIEN LE RECUERDO QUE RECORRIMOS UN LARGO CAMINO, LLENO DE OBSTACULOS Y DIFERENCIAS QUE ME HAN PERMITIDO SENTAR LAS BASES DE LA DIRECCION PROFESIONAL QUE CON CLARIDAD, AHORA VEO QUE DEBO DE SEGUIR.

Y A TODAS LAS PERSONAS QUE ME APOYARON MORALMENTE DURANTE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

DEDICATORIA

A MI MADRE AURORA ARCE VDA. DE IBARRA

A LA MEMORIA DE MI PADRE ALFREDO IBARRA DOMINGUEZ

A LA MEMORIA DE MI TIA CARMEN LOPEZ HERNANDEZ

A MIS HERMANOS ALFREDO Y MIGUEL ANGEL

A MIS TIAS CAROLINA Y ESPERANZA

INDICE

	LISTA DE FIGURAS	ii
	LISTA DE TABLAS	ii
	RESUMEN	1
1	INTRODUCCION	2
	1.1 Lagos naturales y embalses	4
2	ANTECEDENTES	8
	2.1 Plancton	8
	2.2 Calidad del agua	12
	2.3 Indicadores de calidad	13
3	OBJETIVOS	17
4	AREA DE ESTUDIO	18
	4.1 Datos generales	18
	4.2 Hidrología	20
	4.3 Morfología	22
5	MATERIALES Y METODOS	23
	5.1 Muestreo	23
	5.2 Análisis	25
6	RESULTADOS	32
	6.1 Físicos y químicos	32
	6.2 Plancton	43
	6.2.1 Análisis de grupos	43
	6.2.1.1 Distribución	44
	6.2.1.2 Abundancia temporal	52
	6.2.2 Análisis de especies	56
	6.2.2.1 Distribución y abundancia	56
	6.2.3 Análisis de comunidades	65
	6.2.3.1 Índice de diversidad	65
	6.2.3.2 Índice de similitud o similaridad	66
	6.2.3.3 Coeficiente de asociación	68
	6.2.3.4 Análisis de componentes	72
	6.2.3.5 principales	72
	6.2.3.5 Eutroficación	75
	6.2.3.6 Comunidades indicadoras de	76
	calidad del agua	77
7	DISCUSION	77
8	CONCLUSIONES	85
9	LITERATURA CONSULTADA	87
	ANEXOS	95
	Anexo I Tablas	95
	Anexo II Descripción, láminas y figuras	125
	Anexo III Glosario	140

F I G U R A S:

1. Croquis del Sistema Cutzamala.
2. Situación geográfica del Embalse Valle de Bravo, México.
3. Climograma del embalse Valle de Bravo.
4. Ubicación de las estaciones de muestreo en el embalse.
5. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.
6. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.
7. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.
8. Promedio anual de la abundancia del plancton.
9. Distribución superficial del plancton por grupos (unidades/ml).
10. Abundancia mensual del fitoplancton (unidades/ml).
- 10a. Abundancia mensual de zooplancton (organismos/ml).
11. Distribución superficial del plancton por especies (unidades/ml).
12. Abundancia mensual de especies (unidades/ml).
13. Abundancia mensual de especies (unidades/ml).
14. Diversidad en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992.
15. Análisis de componentes principales del plancton y parámetros físicos y químicos.

T A B L A S:

1. Promedio anual de los resultados analíticos de calidad del agua del embalse valle de Bravo, 1992-1993.
2. Clasificación taxonómica según Bourrely (1968, 1970) y González (1988).
3. Resultados del análisis cuantitativo del plancton por grupos.

A N E X O I

AI-1. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Centro, en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992-1993.

AI-2. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Jesucristo, en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992-1993.

AI-3. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Cortina, en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992-1993.

AI-4. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Casa Punta, en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992-1993.

AI-5. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Club de Yates, en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992-1993.

AI-6. Resultados de abundancia relativa en el embalse Valle de Bravo, México.

AI-7. Resultados de frecuencia relativa en el embalse Valle de Bravo, México.

AI-8. Valor de importancia de las especies del plancton.

AI-9. Resultados de diversidad por estación en el embalse Valle de Bravo.

AI-10 Resultados del coeficiente de asociación, por estaciones.

A N E X O II

Descripción, láminas y figuras:

Anabaena sp.
Anabaena spiralis
Chroococcus sp.
Gomphosphaeria sp.
Microcystis aeruginosa
Microcystis pulverca
Lynbya sp.
Ceratium hirundinella
Peridinium sp.
Aulacoseira granulata
Fragilaria crotonensis
Mallomonas sp.
Rhizosolenia criensis
Pandorina morum
Botryococcus braunii
Colesterium microporum
Pediastrum simplex
Ulothrix amphigranulata
Closterium sp.
Cosmarium contractum
Staurastrum setigerum
Staurastrum breblissonii
Staurastrum anatinum
Staurastrum curvatum
Eudorina elegans
Coccytis sp.
Volvox sp.
Dimorphococopsis fritschii
Kirchneriella sp.
Chlamydomonas sp.
Keratella cochlearis
Trichocerca sp.
Polyarthra sp.
Daphnia longispina
Bosmina longirostris
Paracyclops fimbriatus

A N E X O III

Glosario

RESUMEN

El Sistema Cutzamala abastece de agua potable a la ciudad de México. Entre los embalses que lo integran, el principal es el de Valle de Bravo, debido a su capacidad de almacenamiento. Los objetivos de este trabajo, fueron determinar la comunidad plánctica, relacionar su estructura con la calidad del agua y definir comunidades que puedan ser usadas en sistemas de monitoreo, como posibles indicadores de su calidad. La metodología consistió en un muestreo mensual de agua superficial en cinco estaciones, durante un ciclo anual (1992-1993). La calidad física y química del agua del embalse cumple con los límites establecidos en México para su uso como fuente de abastecimiento de agua potable y rebasa los límites para protección de la vida acuática (CE-CCA-001/89). La determinación de los organismos se llevó a cabo con un microscopio óptico de contraste de fases y su conteo se realizó de acuerdo a la técnica de Lackey de microtransectos. Se clasificaron con base en Bourrelly (1968- 1970) y González (1988). De acuerdo a su valor de importancia las principales especies fueron: Microcystis pulverea (Wood) Eleakin, Eragilaria crotonensis Kitton, Cosmarium contractum Scott y Prescott, Sphaerastrium anatinum Meyen y Chroococcus sp. para el fitoplancton; y para el zooplancton Keratella cochlearis Gosse y Polyarthra sp. El índice de Shannon-Weaver, indicó una diversidad en el embalse de 2.8 bits/ind. promedio durante otoño y de 1.2 bits/ind. en invierno. Se tiene una comunidad homogénea en el espacio, y que varía en el tiempo. La comunidad plánctica indica que el embalse Valle de Bravo tiende a la eutroficación. Con base en el índice de similitud , el coeficiente de asociación de especies y el análisis de componentes principales (ACP) se determinaron las asociaciones de especies pláncticas, para obtener comunidades indicadoras de eutroficación. El ACP confirmó las fuentes de contaminación al embalse. Por lo tanto, la importancia de este trabajo radica en la información biológica aportada para el conocimiento de comunidades indicadoras de la calidad del agua.

1 INTRODUCCION

Desde 1962 Palmer ha señalado que el incremento de la población y rápido desarrollo industrial, han ocasionado un considerable aumento en el uso del agua en los últimos años y han provocado muchos problemas en lo que respecta a utilizar diversas fuentes para el abastecimiento adecuado de agua.

A nivel nacional, se extraen anualmente 185 km³ de aguas superficiales y subterráneas para diversos usos, lo cual representa 43% del volumen total anual renovable.

De este volumen de agua renovable, el 61% se utiliza en la generación de energía hidroeléctrica, 30% en riego, 5% para la industria y el restante 4% para uso urbano, que incluye el suministro de agua potable (CNA, 1995).

Para el Distrito Federal las fuentes de abastecimiento de agua potable son de la siguiente manera: 53% de pozos, 30% del río Cutzamala, 14% pozos del Lerma y 3% de manantiales. Con esto el problema de la cantidad de agua se ha venido resolviendo "parcialmente".

Así el Sistema Cutzamala (SC) surge por la constante demanda de agua potable en la ciudad de México, la cual requería abastecerse de embalses con la capacidad suficiente para cubrir todos los servicios urbanos (Fig. 1).

El SC está formado por las presas Villa Victoria, Chilesdo, Valle de Bravo, Tilostoc, Colorines, Ixtapan del Oro, del Bosque y Tuxpan.

La Planta de Bombeo (PB) No. 1 se encuentra en la presa Colorines a 1600 msnm donde envía sus aguas a la PB 2 localizada a 1800 msnm en la presa Valle de Bravo. De aquí pasa a la planta de bombeo 3 y 4 hasta llegar a la PB 5, ubicada en la Planta Potabilizadora "Los Berros" a 2500 msnm, donde se une con las aguas provenientes de la Presa Villa Victoria, las que son tratadas conjuntamente para su entrega a la Ciudad de México.

El destino de estas aguas es como sigue: 67% se utiliza en el consumo doméstico, 16% en el comercio y servicios y 17% en la industria (CNA, 1995).

Así el aprovechamiento y uso de los cuerpos de agua superficiales como son los embalses y lagos en México, se ha intensificado en los últimos años. En nuestro país debido al régimen estacional de la precipitación y las características de la orografía del territorio, las corrientes pluviales presentan un escurrimiento artificial para el mejor aprovechamiento del agua, y por lo tanto en México se tienen mayores almacenamientos en embalses y no en lagos (Hernández, 1982).

Por lo antes citado, resulta de vital importancia el conservar y/o rehabilitar la calidad del agua de los embalses que integran este importante sistema de abastecimiento de agua potable. Para lograrlo, es indispensable contar con la suficiente información técnico-científica sobre los diversos aspectos que ello involucra.

1.1 Lagos naturales y embalses

Los lagos tienen diferentes orígenes según Hutchinson (1975) quien cita 76 tipos diferentes de lagos en geomorfología: formación tectónica, asociado con actividad volcánica, formado por derrumbes, actividad glacial, acción fluvial, por el viento, por acumulación orgánica, por meteoritos, etc.

Dussart (1983) clasifica a los lagos y embalses en 2 categorías: los constituidos por represa de un valle (lava, rocas derrumbadas, lodos, etc.) y los de origen tectónico. Pero la particularidad del embalse es que su edad es reciente.

A los embalses se les designa como lagos artificiales ya que, aunque no son verdaderos lagos, representan superficies de agua estancada, reciben afluentes y su caudal se destina a usos diversos (Chávez, 1986).

Desde el punto de vista químico, los lagos y embalses presentan estratificación térmica, la diferencia es que en el lago se presentan variaciones químicas debido a los caudales de entrada, salida, evaporación. En un lago todos los estratos superficiales y profundos no se renuevan con la misma velocidad y las aguas de los afluentes no se mezclan instantáneamente.

Para el embalse los fenómenos son similares, pero la evolución térmica es distinta, la tasa de renovación es menor que en un lago natural de morfología similar. Ya que sus masas de agua son heterogéneas y evolucionan de forma diferente.

Biológicamente en un lago natural, se establece un equilibrio entre organismos con ciclo de vida corto (estrategia r) o largo (estrategia K) que evolucionan con las estaciones; mientras que en un embalse la precariedad de condiciones de vida sólo permite el desarrollo de animales y vegetales que se multiplican rápidamente. Krebs (1985) menciona que el beneficio de la estrategia r es el desarrollo rápido, reproducción temprana, y talla de cuerpo pequeña, ejemplo: algas, infusorios, rotíferos microcrustáceos del plancton, bacterias y hongos. Además de numerosos organismos anfibios que presentan estados de resistencia a la desecación bajo la forma de huevos durables (Dussart, 1983)

Además las algas han evolucionado otras estrategias que superan la disminución de nutrientes y herviboria, estas incluyen la selección de enzimas especiales, las cuales liberan compuestos

químicos a bajas concentraciones de nutrientes. El movimiento por locomoción o cambio de densidad celular les permite disponer de nuevos nutrientes.

Algunas algas superan las condiciones desfavorables. Otras especies producen espinas, membranas gelatinosas y crecimiento rápido (r) para sobrevivir a la herbivoría del zooplancton y algunas especies como las algas verde azules no son palatables (Goldman, 1983)

En los lagos, la biocenosis es más diversificada cuanto más estable son biológicamente. Los embalses tienen en general una diversidad menor, ya que están más expuestos a variaciones rápidas. Debe tenerse presente que un embalse siempre es una acumulación artificial de agua, que tiene como particularidad poder ser parcial o totalmente vaciada por gravedad o aspiración

Existen lagos que presentan un metabolismo análogo a los embalses ya que sus aguas se enriquecen con productos de excreción o descomposición de especies vegetales o animales. Son aquellos que muestran señales de eutroficación.

Sin embargo ambos presentan un metabolismo, una diversidad y una sensibilidad comparables hacia los agentes exteriores. Son ecosistemas muy lábiles (Dussart, 1983).

El estudio de los lagos y embalses están a cargo de la Limnología, cuyos albores se remontan a 1887, año en que Forbes (vide Goldman, 1983; Alvarez del Villar, 1981) fue el primero en considerar a un lago como un sistema ecológico funcional llamado "microcosmos," donde cada una de las porciones de una masa acuática está influida por factores físicos, químicos y biológicos. Al interaccionar simultáneamente forman combinaciones tan complejas que hacen de cada región en cada lago y embalse, un medio ecológicamente distinto de los demás y hasta de sí mismo a través del tiempo.

A pesar de tal diversidad de medios, es posible determinar ciertas regiones y asociaciones de organismos con características particulares fácilmente reconocibles (Alvarez del Villar, 1990).

Se continúan los trabajos de limnología por Hutchinson en 1957, 1967 y 1975; Dussart en 1966; Wetzel y Goldman en 1975, etc. La limnología hoy en día provee principios que en un futuro permitan aplicar modelos que se ajusten a las predicciones.

Ryder (1978 vide Thornton *et al.*, 1990) menciona las principales diferencias entre un embalse y un lago:

Propiedades	Embalse	Lago
base drenaje	usualmente estrecho, elongado	circular
fluctuaciones nivel de agua	irregular	estable
estratificación térmica	variable	dimíctico o monomíctico
sólidos suspendidos en el agua	alto, variable turbiedad alta	bajo, turbiedad baja
carga externa de nutrientes	generalmente más alta que en lagos naturales	variable, pero relativamente predecible
materia orgánica disuelta	alóctona	autóctona
fitoplancton	marcados gradientes horizontales	vertical y estacional
zooplancton	parches horizontales altos	parches horizontal moderado
estrategia de crecimiento	rápido (r)	homeostática (k)
inmigración-extinción	rápida	lenta
diversidad	baja	alta
sucesión	similar a los lagos pero acelerada, generalmente estresada por manipulación humana de la base de drenaje	similar al embalse pero generalmente prolongada

También la productividad de lagos y embalses es un aspecto "conspicuo" que es a menudo usado como una forma de clasificación (SARH, 1976):

1. Oligotróficos son los más jóvenes geológicamente, los menos productivos, son profundos, con aguas claras.
2. Mesotróficos son intermedios entre oligotróficos y eutróficos, moderadamente productivos, de aguas claras.

3. Eutróficos son más maduros, más turbios y productivos. Son por lo general menos profundos, ricos en sólidos disueltos, nitrógeno, fósforo y calcio. El plancton es abundante y existe a menudo una fauna abundante en los fondos. A menudo aparecen condiciones nocivas .

La evaluación de la calidad de un cuerpo de agua (oligotrófico, mesotrófico o eutrófico) en ocasiones puede ser larga y costosa, ya que incluye la medición de una gran cantidad de parámetros físicos, químicos y biológicos. Con estos datos es posible llegar a un diagnóstico de los sistemas acuáticos y así proponer pautas de solución a una problemática dada.

Desde los trabajos pioneros de Kolwitz y Marson (1902, 1908, 1909 vide Sládeček, 1973) el uso de indicadores biológicos de calidad del agua ha cobrado gran auge en los últimos años, debido a su facilidad de aplicación, rapidez en el resultado y confiabilidad en cuanto a las condiciones del cuerpo de agua de una manera más integral ya que la presencia de una especie es el resultado de la integración de diversos factores bióticos y abióticos.

El siguiente paso en el uso de indicadores de la calidad del agua, es la aplicación de comunidades acuáticas con la finalidad de diagnosticar el estado de "salud" de un cuerpo de agua, el que refleja, a fin de cuentas las condiciones de su cuenca.

El presente trabajo se origina de la necesidad de contar con una herramienta rápida de monitoreo y diagnóstico de la presa Valle de Bravo, que nos permita evaluar las actividades que se llevan a cabo en su cuenca.

2 ANTECEDENTES

2.1 Plancton

En las aguas continentales el plancton comprende los siguientes grupos: cianobacterias, clorofitas, crisofitas, criptofitas, dinofitas y euglenofitas (Sourrelly, 1968 y 1970).

El zooplancton de aguas dulces, comprende principalmente protozoarios, rotíferos, cladóceros y copépodos.

Es importante conocer la distribución y abundancia del plancton, ya que sus integrantes presentan un ciclo de vida corto y responden rápidamente a cambios ambientales, por lo cual el plancton, ha sido usado desde hace tiempo como indicador de la calidad del agua debido a que algunas especies florecen en aguas eutróficas, mientras que otras son muy sensibles a los desechos orgánicos y/o químicos y tienden a desaparecer.

De esta forma los efectos de las descargas de aguas residuales o cualquier otro aspecto que altere a los cuerpos de agua, trasciende en gran medida sobre la distribución en el tiempo y en el espacio de sus pobladores (Chávez, 1986 y Gannon et al, 1978).

También el intercambio repentino de masas de agua que tengan diferentes características químicas, puede tener efectos catastróficos en ciertas biotas, pero también puede hacer que otras florezcan (SARH, 1976). Los movimientos del agua que pueden afectar a los organismos incluyen fenómenos tales como olas, corrientes, mareas, resacas, otros.

La característica primordial de la comunidad pláncica 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, 1975).

Sin embargo, en los embalses, con el paso del tiempo se manifiesta cierta reducción de la diversidad dentro de lo que se puede considerar un mismo nicho ecológico, lo anterior se debe a que tipos de comunidades inestables como el plancton permanecen siempre con diversidad baja, incluso bajo climas constantes. (Margalef, 1977 y Hutchinson, 1967).

Plancton en México

El conocimiento de las algas a nivel popular tiene una larga tradición en el país. En la cultura mexicana se obtenían recursos nutritivos muy valiosos para los indígenas de las especies dulceacuicolas. Los códices elaborados durante la colonia relatan el uso de las algas para la alimentación principalmente.

El movimiento de la ficología nacional surgió con Amelia Sámano Bishop y Demetrio Sokoloff (1931 vide Ortega, 1987) con la elaboración de inventarios de algas de agua dulce.

Por los años 30, se inician trabajos sobre las algas verdes de los lagos del Valle de México, que incluyen algunas algas verdes comunes en el plancton y en muestras aisladas. La flora estudiada fue abundante y presentó una gran riqueza en especies principalmente en el lago de Chapultepec, donde se observó una multitud de modalidades en una sola variedad de *Pediastrum simplex*. Lo anterior se pudo deber a que las algas verdes tienen diferentes requerimientos fisiológicos y diferentes preferencias ecológicas (Hutchinson, 1967). Para su determinación se usaron trabajos de Sistemática de algas de Norteamérica, encontrando que gran parte de los ejemplares más comunes de aquellas aguas, varían muy poco con respecto a las especies de las aguas mexicanas (Sámano, 1934).

Richardson (1928 vide Díaz 1981) empleó por primera vez el término de especies indicadoras de contaminación, lo cual contribuyó a la importancia del estudio de las algas.

Así Sokoloff (1939 vide Ortega 1987) y Antonio de Santa Cruz se abocan a identificar a los organismos indicadores de la contaminación por aguas negras.

Osorio-Tafall (1942a) realizó estudios sobre rotíferos plánticos de México con base en el examen de numerosas colecciones obtenidas en varios estados de la República Mexicana.

Lo anterior contribuye al conocimiento de las especies que se mencionan y de su distribución geográfica, lo que permite aclarar interesantes puntos de las relaciones existentes entre las formas propias de América del Norte y del Sur (Osorio-Tafall, 1942b).

También se hicieron estudios sobre el plancton del lago de Pátzcuaro, obteniendo una lista de la microflora y microfauna abundante en especies (Osorio-Tafall, 1942 b).

Se continúan los estudios por Bartsch y Churchill (1949 vide Díaz, 1981) quienes relacionan las comunidades biológicas con el efecto de los contaminantes en los cuerpos de agua. Lo anterior se refuerza con los estudios de Palmer (1957 vide Díaz, 1981) quien da una lista de organismos presentes en diferentes calidades de agua en Ohio, Estados Unidos.

García (1985) y Vázquez (1991) mencionan que el plancton, representa una heramienta fundamental en el estudio de la calidad del agua. Estos microorganismos adoptan estrategias para mantener una concentración intracelular de metales pesados, por ejemplo Fragilaria crotonensis acumula níquel, Microcystis aeruginosa acumula cobre y Anabaena sp. acumula cobre y níquel.

Chang (1989) comparó la comunidad pláncctica de 1987-1988 con la existente en 1981-1982, en la presa Requena Hidalgo, para evaluar los cambios en la comunidad y tener un conocimiento general acerca de la calidad del agua.

Bravo (1995) caracterizó la calidad del agua del embalse Madín, México con base en parámetros físicos químicos y biológicos y estimó las cargas de parámetro utilizando un modelo simplificado para evaluar el estado trófico en lagos tropicales.

Por los años 70 Ortega (1972 vide Ortega 1987) hace una investigación bibliográfica ficológica de México, de 1971 a 1983, se efectuaron estudios sobre la explotación de *Spirulina* sp.. realizados por Santillán y Durán Chastel.

Todo lo anterior hace que diferentes dependencias del gobierno mexicano e instituciones de investigación, continúen realizando estudios sobre los embalses, además de que falta mucho por investigar sobre los cuerpos de agua nacionales.

Algunos grupos algales han sido estudiados más profundamente, como las diatomeas y los dinoflagelados. En cuanto a la ecología del fitoplancton las investigaciones se han realizado en diversos aspectos (por ejemplo producción primaria y clorofilas, estructura de la comunidad y composición de especies, patrones de distribución, mareas rojas), siguiendo métodos muy variados, lo que dificulta la comparación de resultados (Hernández-Becerril, 1993).

Algunos autores han aportado, además de listas de especies y resultados de abundancia, datos que dan a conocer aspectos sobre la estructura de la comunidad: índices de diversidad, índices de equidad (igualdad, equitabilidad) índice pigmentario, análisis de asociación. Otras líneas de investigación, con carácter de aplicaciones prácticas e inmediata, son las del cultivo de fitoplancton para la alimentación de larvas de animales acuáticos.

Magaña (1996) en su trabajo menciona lineamientos para una metodología rápida que ayude a determinar la calidad del agua, afectada por impactos de la operación de centros urbanos y desarrollos turísticos, a través de análisis físicos químicos y biológicos muestreando sólo en épocas clave (lluvias secas, huracanes). Utilizó la abundancia relativa y el análisis de clorofila a, como indicadores del estado trófico. Menciona que el uso del fitoplancton a nivel de grandes grupos (Divisiones) puede dar información de la calidad del agua ya que se sabe del requerimiento de cada uno de los taxa.

Por otro lado, en nuestro país no se ha estudiado lo referente a las actividades antibacterianas de algunas especies del fitoplancton, la producción de toxinas y la captación de nitrógeno atmosférico por parte de algunas Cianobacterias (Hernández-Becerril, 1993).

Algunos puntos y regiones de los litorales mexicanos han sido caracterizados como productivos o poco productivos sobre la base de la producción fitoplanctónica. Este criterio se ha complementado con información de interés, que puede indicar indirectamente el potencial pesquero.

Para el caso de los embalses, Olvera *et al.* (1992) en su estudio registran la biomasa fitoplanctónica a través de análisis de clorofila *a* y productividad primaria, y lo proponen como un parámetro de monitoreo de la calidad del agua.

Plancton en Valle de Bravo, México.

Para la presa Valle de Bravo, se han realizado los siguientes trabajos: la existencia de datos de la cuenca del río Cutzamala desde 1972, en el boletín hidrológico de la Secretaría de Recursos Hidráulicos.

Bueno y Márquez (1975) describen a los insectos acuáticos que hay en el embalse, utilizándolos como indicadores biológicos de contaminación de aguas continentales. Observaron una marcada diferencia en los insectos de acuerdo al hábitat que ocupan, ya que cada grupo de organismos se distribuyó según sus adaptaciones propias, por ejemplo representantes del Orden Plecóptera sólo se encontraron en corrientes de agua con fondo que permitía el golpeo de esta y por lo tanto una mayor oxigenación de la misma.

Chávez (1986) determinó el comportamiento físico químico de el embalse Valle de Bravo, así como la composición de las comunidades pláncnicas para inferir el comportamiento del embalse para su posible utilización en un cultivo piscícola.

Olvera (1990) hace referencia a la eutroficación del embalse, aplicando un modelo y una ecuación empírica obtenida para lagos cálidos, y esto dió como resultado que el embalse de Valle de Bravo se catalogara como mesotrófico.

Olvera *et al.* (1992) realizaron un monitoreo de *Vibrio cholerae*, así como estudios de limnología del embalse Valle de Bravo.

Olvera (1996) realizó estudios sobre la limnología y manejo de la cuenca del embalse Valle de Bravo.

Todos estos estudios han servido para ampliar el conocimiento de las comunidades de los cuerpos de agua, sus requerimientos fisiológicos, cambios sucesionales, etc., sin embargo no está terminado su estudio, con la finalidad de obtener toda la información necesaria para su manejo y conservación.

2.2 Calidad del agua

La calidad del agua se puede definir en relación al uso a que sea destinada, repercutiendo ésta sobre la abundancia, diversidad y estabilidad de los organismos, así como su productividad y condiciones fisiológicas (Greenberg et al., 1989).

El principal objetivo de las guías para la calidad del agua potable es la protección de la salud pública. Las guías deben servir de base para la elaboración de normas nacionales que, debidamente aplicadas, aseguren la inocuidad del agua mediante la eliminación o la reducción a una concentración mínima de los componentes peligrosos para la salud.

La primera línea de defensa es protegerla de la contaminación, y para ello, el mejor método es casi siempre la protección de la fuente, que debe preferirse al tratamiento del agua contaminada a fin de hacerla apta para el consumo.

En la medida de lo posible, las fuentes de agua se deben proteger de la contaminación por desechos de origen humano o animal, que pueden contener una multiplicidad de bacterias, virus y protozoarios patógenos, así como de helmintos parásitos.

Por no tener "habitualmente" efectos agudos, los contaminantes químicos representan un problema menos prioritario que los microbianos, cuyos efectos son por lo general agudos.

En los lagos y depósitos utilizados para el abastecimiento de agua potable, se desarrollan formaciones de Cianobacterias (habitualmente denominadas algas verde azules), que pueden producir diferentes tipos de toxinas, según la especie (OMS, 1995):

- hepatotoxinas: Producidas por especies de Microcystis, Oscillatoria, Anabaena y Nodularia, cuyo ejemplo típico es la microquística que produce la muerte en personas, por choque circulatorio y hemorragia hepática masiva en las 24 horas siguientes a su ingestión.
- neurotoxinas, producidas por especies de Anabaena, Oscillatoria, Nostoc, Cylindropermum y Aphanizomenon.

Existen cierto número de informes no confirmados, sobre los efectos negativos para la salud por la ingestión con el agua de toxinas procedentes de algas, y en particular un estudio epidemiológico de lesiones hepáticas leves y reversibles, observadas en pacientes de un hospital que consumían agua procedente de un depósito en el que existían grandes formaciones tóxicas de Microcystis aeruginosa.

Al parecer, sólo el carbón activado y la ozonación eliminaban o reducían la toxicidad; no obstante, el conocimiento de esta cuestión se ve dificultado por la falta de métodos analíticos

adecuados. Los datos disponibles son insuficientes para recomendar guías, pero se pone de relieve la necesidad de proteger las aguas superficiales embalsadas de vertimientos de efluentes ricos en elementos nutritivos.

Así la evaluación biológica de la calidad del agua ha demostrado ser muy útil en la detección de casos de contaminación ligera o intermitente que pasan inadvertidos en los análisis químicos de rutina. Hellawell (1977 vide Mason 1984) menciona que hay tres objetivos en el control y vigilancia de la calidad del agua:

1. La vigilancia del entorno, cuya finalidad es detectar y medir posibles cambios adversos, tales como el efecto de contaminantes desconocidos o intermitentes.
2. Establecer criterios que regulen la calidad del agua en los cuales se tenga en cuenta las relaciones causales entre cambios ecológicos y parámetros físico químicos.
3. Estimación de los recursos con que se cuenta, aquí puede ser necesaria una inspección a gran escala para evaluar la calidad general del agua.

La investigación puede ser extensiva o intensiva, en el primer caso se pretende determinar las especies que se encuentran en la zona, midiendo su abundancia relativa y se adopta esta manera de proceder cuando lo que se desea es medir o comparar la calidad del agua en distintos lugares.

Por otro lado la investigación intensiva, pretende averiguar la densidad de la población. El programa de control se ha de basar en aquellos organismos que aporten más datos en relación al problema. Para que las especies indicadoras sirvan de algo, han de ser capaces de responder a los efectos sutiles de la contaminación, por ejemplo las algas son organismos muy populares en la evaluación de la calidad del agua y particularmente valiosos en los estudios de la eutroficación de lagos. (Mason, 1984).

2.3 Indicadores de calidad

En los diferentes cuerpos de agua, se han estudiado diversos microorganismos con el objeto de determinar o estimar la contaminación acuática.

Los microorganismos que se desarrollan a lo largo del sistema de tratamiento o de un cuerpo natural acuático pueden ser bacterias, algas, hongos y protozoarios, específicamente dentro de estos últimos los ciliados han sido los más ampliamente estudiados (Luna-Pabello, 1987).

La presencia de un organismo indicador demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es un reflejo de la carencia de tales condiciones (Saavedra, 1982).

Si se quiere que una especie sea útil como organismo indicador, esta debe presentar un intervalo muy estrecho de tolerancia a condiciones ambientales (carácter esteno).

Los organismos esteno son comúnmente empleados en métodos biológicos para evaluar la calidad del agua. Esto se debe a que sólo se desarrollan en medios con características físicas y químicas particulares, lo cual permite utilizarlas para estimar los efectos integrados de diversos parámetros ambientales indicados (Luna-Pabello, 1987).

La localización geográfica, erosión, tipo de sustrato, y corrientes entre otros, etc., son factores que van a condicionar en un momento dado la presencia de algunas especies, además de la calidad del agua. Una dificultad en el uso de indicadores es la escasa información de la fauna y flora de muchas regiones geográficas, para las cuales no se cuenta con claves taxonómicas para su determinación (Chávez, 1986).

Gaufin y Tarzwell (1956 vide Saavedra, 1982) mencionan que para evaluar la confiabilidad de los organismos acuáticos como indicadores de la calidad del agua, se debe considerar a estos como asociaciones, poblaciones o comunidades y no como entes individuales.

Por otra parte muchos investigadores han valorado la calidad del agua mediante comunidades de organismos, ya sea pláncnicos y/o bentónicos a través de los llamados indicadores de contaminación.

Kolwitz y Marson (1902, 1908, 1909 vide Sládecek, 1973; Mason, 1984, Luna-Pabello, 1987) mencionan la relación de los organismos acuáticos, con base a la pureza o contaminación del agua, utilizando el sistema saprobio el cual se desarrolla a partir de la siguiente observación:

Después de que un cuerpo de agua recibe una carga de contaminación orgánica, ocurren procesos de purificación o depuración. La autopurificación resulta de una sucesión de zonas corriente abajo, donde cada zona sucesora muestra condiciones de contaminación menos severas, a medida que se encuentre más alejada de la descarga.

El sistema saprobio puede dividirse en 4 partes:

- 1) Catarobiedad.- agua limpia o potable aptas para beber.
- 2) Limnosaprobiedad.- aguas superficiales y/o subterráneas se clasifica en:
 - a) Xenosaprobía.- agua de buena calidad para cualquier tipo de uso.

- b) Oligosaprobia.- agua poco contaminada.
 - c) beta mesosaprobio.- agua moderadamente contaminada.
 - d) alta mesosaprobio.- agua altamente contaminada.
 - e) polisaprobio.- agua más contaminada que la anterior.
- 3) Eusaprobiedad.- aguas residuales con material diluido y/o concentrado.
- 4) Transaprobiedad.- aguas tóxicas, radiactivas.

Mason (1984) menciona que las aguas residuales son la mayor fuente de materia orgánica que se vierte sobre el agua dulce. Además, los embalses también se utilizan para eliminar desperdicios que incrementan los organismos perjudiciales en los aprovisionamientos del agua.

Cairns (1986) comprobó el valor de las especies indicadoras de materia orgánica, utilizando la estructura de las comunidades de protozoarios para aplicarlas a otro tipo de contaminación, incluyendo la industrial.

A su vez Palmer (1969 vide Trainer, 1984) publicó una lista de organismos como *Euglena* sp., *Oscillatoria* sp., *Chlamydomonas* sp., *Scenedesmus* sp., *Chlorella* sp., *Nitzschia* sp. y *Navicula* sp. las cuales pueden usarse como indicadores de aguas contaminadas.

Patrick (1971 vide Trainer, 1984) describió las técnicas que podían usarse para determinar la calidad del agua. Propuso examinar a las diatomeas, las cuales dan una buena idea de la calidad del cuerpo de agua.

Sládeček (1973) define al sistema de organismos acuáticos (microbios, plantas y animales) como indicadores, por su presencia y actividad vital, en los diferentes niveles de calidad del agua, dando como resultado la pureza o contaminación de la misma.

Saavedra (1982) menciona que los lagos a través de su evolución van adquiriendo rasgos y características diferentes en cuanto a su morfología, concentración de nutrientes característica de sustrato, tipo de flora y fauna. Este autor utilizó a los macroinvertebrados benticos como indicadores de la calidad del agua en el lago de Pátzcuaro.

En 1984 Trainer efectuó bioensayos con algas y procedió a determinar la capacidad de carga de ríos y lagos. En combinación con los bioensayos usó el control nutricional, estructural y reproductivo.

Para la evaluación de la calidad del agua se han definido una serie de índices bióticos, los cuales responden a la sensibilidad o tolerancia de especies individuales, o grupos a la contaminación, y les asigna un valor tal que, sumados todos ellos

se obtiene una indicación de lo contaminada que está una zona. Los datos pueden ser cualitativos (presencia-ausencia) o cuantitativos (abundancia relativa). (Mason, 1984).

Hay una serie de objetivos en el control de la calidad del agua, donde el biólogo desempeña un importante papel:

a) Clasificación de los recursos. Los recursos hidrológicos se clasifican atendiendo a la aplicación del agua y la calidad requerida, en atención a ésta se define para cada caso en particular.

b) Recolección de datos, los cuales permitan detectar cualquier alteración de la calidad del agua.

c) Vigilancia de la calidad del agua, verificando la eficacia de los sistemas de tratamiento del agua residual, antes de vertirse en los cuerpos de agua.

d) Investigaciones específicas analizando incidentes de contaminación y el subsiguiente restablecimiento de la comunidad.

e) Elaboración de modelos predictivos a corto y largo plazo.

De esta manera las decisiones relativas a la administración de los recursos hidrológicos, se tomarán apoyándose en comparaciones de resultados obtenidos acerca de la calidad del agua, criterios y normas establecidas.

En resumen se puede decir: que la importancia de conocer la estructura de la comunidad plánctica, la calidad del agua en estudio, y los organismos indicadores, radica en que permiten obtener información valiosa acerca de las asociaciones pláncticas encontradas, las cuales se utilizan con fines prácticos de monitoreo y control, para un buen suministro y conservación de la calidad de los cuerpos de agua.

3 OBJETIVOS

La comunidad plánctica se ve frecuentemente relacionada con las condiciones físicas y químicas del cuerpo de agua, por lo tanto es necesario efectuar análisis que aporten información sobre la calidad del agua en estudio, por lo cual el primer objetivo del presente trabajo es:

- a) Obtener el comportamiento físico y químico del agua en el embalse Valle de Bravo, México.

Una vez conocidas las características físicas y químicas del agua, es importante evaluar los cambios que se presentan en la comunidad a través de su distribución, abundancia, diversidad, etc. El segundo objetivo es:

- b) Determinar la estructura de las comunidades pláncticas en el embalse Valle de Bravo, México.

La interrelación del plancton y su medio, aporta información muy valiosa respecto a la productividad del embalse (oligo, meso o eutrófico) de esta manera el tercer objetivo es:

- c) Relacionar la composición del plancton con las características físicas y químicas del agua.

La calidad del agua va a repercutir en la abundancia, diversidad y estabilidad de los organismos que pueden utilizarse como indicadores de ésta. Para evaluar la confiabilidad de los organismos acuáticos como indicadores se debe considerar a estos como asociaciones, poblaciones o comunidades, por lo tanto el cuarto objetivo es:

- d) Definir las especies y comunidades que puedan ser utilizadas como posibles indicadores de calidad del agua con fines de monitoreo y diagnóstico.

Con base en lo anterior, el conocimiento de las características físicas y químicas del cuerpo de agua en estudio, permitirá evaluar la calidad del agua, a su vez la comunidad plánctica confirmará el grado de contaminación presente y su productividad. La interrelación de los análisis físicos, químicos y biológicos permiten inferir las asociaciones de especies y comunidades que sirvan como indicadores de la calidad del agua.

4 AREA DE ESTUDIO

4.1 Datos generales

La presa Valle de Bravo está situada al oeste de la ciudad de Toluca, Estado de México. Se encuentra localizada a los 100°11' longitud oeste y a los 19°21' latitud norte. Forma parte de la cuenca alta del río Cutzamala, que corresponde a la región hidrológica No. 18 (Fig. 2).

En la subcuenca se encuentran asentadas las poblaciones de Valle de Bravo y Avándaro, así como diferentes clubes de Yates y embarcaderos. El número de viviendas con servicio de agua potable equivale a un 91.04 %, y las viviendas sin servicio equivalen a un 8.96%.

El volumen de consumo de agua doméstico es de 96.39%, el comercial de 0.32 %, el de servicio público 3.12 %, el industrial con 0.17%. Por otro lado el volumen de agua residual doméstico es del 99.83%, y el de tipo industrial 0.17 %. No se cuenta con ninguna planta de tratamiento, por lo cual el embalse es receptor (SARH, 1982).

Fisiográficamente el embalse se constituye de lomeríos con mesetas, el suelo dominante es ácido de color amarillo con manchas rojas y acumulación de arcillas (Gleysoles plínticos según unidades de suelos de acuerdo al sistema FAO/UNESCO, 1987 vide Ortíz et al., 1987).

El relieve circundante es montañoso y generalmente con pendiente quebrada a montañosa, el basamento estructural de la presa es calcáreo (Rendzina) pero en la superficie predominan formas y materiales volcánicos (Andosoles). Cerca de la presa, hacia el este se localizan también rocas metamórficas derivadas de sedimentos antiguos.

Muchos sectores de las laderas de la cuenca están desprovistas de vegetación, por lo que en la época de lluvias hay una intensa erosión que da lugar al arrastre de gran cantidad de materiales arcillo-sílicosos hacia la cuenca (Chávez, 1986).

La vegetación de la zona presenta un elevado porcentaje de pinos-cinchos representados por *Pinus oocarpa*, *P. montezumae*, *P. lawsonii*, *Quercus lauriana*, y *Q. macrophylla*; *Arbutus xalapensis*, *Mimosa* sp., *Salvia* sp. y oyameles así como vegetación secundaria de selva baja caducifolia, con matorrales subespinosos, chaparrales y pastizal inducido y agricultura de temporal.

De acuerdo con el INEGI (1981), el clima en el embalse y su subcuenca es (A)Cw(w) (fg), semicálido húmedo con precipitación media anual entre 800 y 1,200 mm siendo los meses de junio, julio, agosto y septiembre los de mayor precipitación.

FIGURA 2. SITUACION GEOGRAFICA DEL EMBALSE VALLE DE BRAVO, EDO. DE MEXICO.



época en la que la concentración de sustancias en el embalse puede verse afectado por el incremento de volumen y por el transporte a través de los afluentes al embalse.

El climograma de la zona (INEGI, 1981, vide Olvera 1990) (Fig. 3) se observa que hay dos periodos de calentamiento: el primero en abril-mayo (primavera) y el segundo en septiembre-octubre (verano); con un periodo de enfriamiento de noviembre a febrero.

La temperatura más baja se presenta en diciembre y enero (15°C) y la más alta en mayo (20°C). La temperatura media anual es de 18.34.

La temporada de lluvias en la zona abarca de mayo a octubre con una precipitación media anual de 1310 mm. La mayor precipitación se presenta en los meses de junio a septiembre, época en la que la concentración de sustancias en el embalse puede verse afectada por el incremento de volumen y por el transporte a través de los afluentes. De diciembre a abril no hay precipitación y por lo tanto disminuye el volumen del embalse y los aportes de material.

Lo anterior establece un comportamiento de la presa caracterizado en dos épocas: lluvias y secas por lo cual se mencionará como templado.

Los vientos dominantes son los del noroeste (Olvera, 1990).

4.2 Hidrología

La región hidrológica No. 18 del río Balsas se origina en la Sierra Nevada, en Puebla, entre la unión de los ríos Mixteco y Atoyac. El potencial hidráulico del río Balsas, que sobrepasa en mucho las necesidades de la Cuenca, permite la instalación de plantas hidroeléctricas para satisfacer demandas de energía de una amplia área del país (SRH, 1967).

Entre los principales ramales del Balsas se puede mencionar a los ríos Nexapa, Amacuzac, Tepecoacuilco, Cocula, Poliutla, Cutzamala, Tacámbaro, Tepalcatepec, Tlapaneco, Tepatlán, Huajalapa, Yextla, Ajuchitlán, Amuco, Cuirio y Placeres del Oro.

La cuenca del río Cutzamala se localiza en la zona centro-norte de la región hidrológica No. 18 y comprende parte de los estados de México, Guerrero y Michoacán. Se divide a su vez en 7 subcuencas: río Cutzamala, río Zitácuaro, río Tuxpan, río Purungueo, río Ixtapan, río Temascaltepec y río Tilostoc (SRH, 1988).

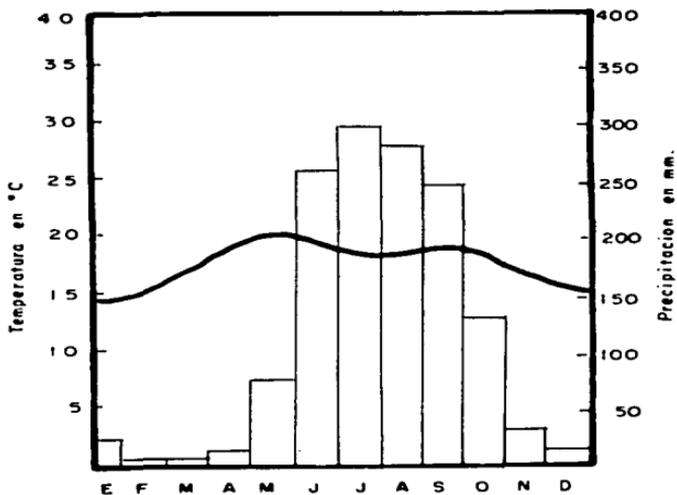


FIG. 3 CLIMOGRAMA DEL EMBALSE VALLE DE BRAVO, MEXICO. SEGUN INEGI (1981; en OLVERA, 1990)

El embalse Valle de Bravo fue construido sobre el río del mismo nombre siendo este tributario del río Cutzamala. El embalse recibe diferentes aportes: por el noreste el río Amanalco o el Salto, que nace en el nevado de Toluca; al este el arroyo Las

Flores y de los ríos denominados El Molino, Santa Mónica, González y Carrizal, localizados en las porciones sur y sureste (Fig. 2).

4.3 Morfología

El embalse es localizado en una depresión ovalada, con 1730 hectáreas de superficie, su longitud máxima es de 7.3 km y un ancho máximo de 6.3 km. Ubicada a 1830 msnm con un basamento calcáreo, predominando rocas metamórficas derivada de sedimentos antiguos.

La capacidad total de la presa Valle de Bravo es de 41×10^7 de m^3 con una profundidad máxima de 35 metros y profundidad media 19.4 metros.

Es importante tener presente la morfometría del embalse para establecer las relaciones entre las distribuciones y variaciones de los parámetros físico químicos y de los organismos con las características morfométricas de la cuenca (Olvera, 1990):

Volumen	410 millones m^3
Superficie	1730 Ha (17.3 millones de m^2)
Largo máximo	7.3 Km
Ancho máximo	6.3 Km
Profundidad media	19.4 m
Profundidad máxima	35 m
Area cuenca	546.9 Km ²

5 MATERIALES Y METODOS

De acuerdo a la influencia de sus cinco ríos tributarios y la profundidad, se ubicaron cinco estaciones de muestreo en el embalse (Fig. 4):

No. DE ESTACION	NOMBRE	CARACTERISTICAS
1	CENTRO	Centro del embalse (32 m prof.)
2	JESUCRISTO	Ubicada 500 m enfrente de la entrada del río Amanalco (16 m)
3	CORTINA	Localizada a 300 m enfrente de la cortina dentro del embalse (22 m)
4	CASA-PUNTA	A 500 m enfrente de la entrada del río Carrizal (12 m)
5	CLUB DE YATES	A 1000 m de la confluencia de los ríos Santa Mónica y Molino (18 m)

Los muestreos se llevaron a cabo mensualmente desde abril de 1992 hasta enero de 1993. En cada uno de los 10 muestreos realizados se colectaron muestras de agua para su análisis físico, químico y de plancton abordo de una lancha con motor fuera de borda de 55 HP de la siguiente manera:

5.1 Muestreo

Físicos y químicos

Con el objeto de determinar los parámetros físicos y químicos de calidad del agua (Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno, fosfatos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno orgánico, nitratos, nitritos, sulfatos, sólidos, turbiedad y Color) en cada estación se obtuvieron muestras de agua superficial a 1 m de profundidad utilizando una botella Van Dorn, con una capacidad de 3 l, dichas muestras se preservaron con hielo durante el transporte y se mantuvieron en refrigeración para su análisis.

Los datos de campo obtenidos fueron pH, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura y transparencia. Con el oxímetro marca YSI mod. 59 se midió el oxígeno disuelto y la temperatura del agua; el pH con un potenciómetro Mca. Corning; con un conductímetro YSI Mod. 33 S-C-T se obtuvo la conductividad y con el disco de Secchi se midió la transparencia.

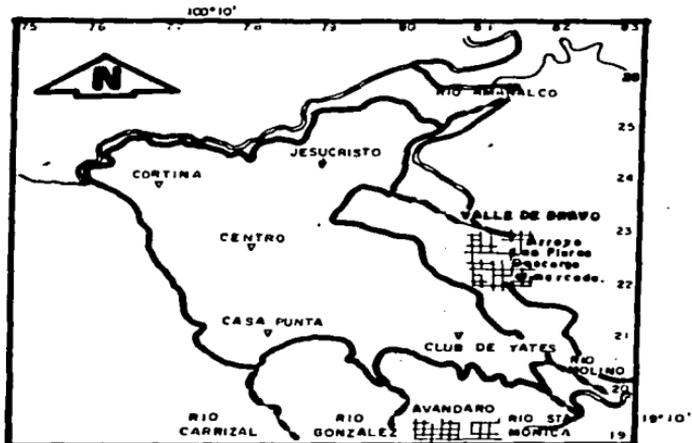


FIG. 11 UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO. EN EL EMBALSE VALLE DE BRAVO, MEXICO.

SIMBOLOGIA

	POBLADO
	CARRETERA
	ESTACION

ESCALA 1 : 50,000



Plancton

Para el muestreo de plancton se utilizó una red tipo Calcofi con abertura de malla de 76 micrómetros, 30 cm de diámetro de boca y 1 m de manga. Los arrastres fueron circulares durante un minuto, a un metro de profundidad, realizándose en un radio de distancia de 10 metros aproximadamente, se filtró un volumen de agua aproximado de 700 L.

El volumen de muestra en cada estación fue de 125 ml, se fijaron in situ, con formol hasta alcanzar una concentración final de 4%, con su respectiva etiqueta.

5.2 Análisis

Físicos y químicos

Los análisis físicos y químicos del agua, durante el ciclo anual de 1992-1993, se realizaron con base en Greenberg et al. (1989) y las Normas Oficiales Mexicanas, determinándose los siguientes parámetros:

PARAMETRO	METODO	
pH	NOM-AA-8-1980	potenciométrico
Conductividad	Conductímetro YSI	
Oxígeno disuelto	Oxímetro YSI	Winkler
Temperatura agua	Oxímetro YSI	
Transparencia	Disco de Secchi	
Color	NOM-AA-45-1981	colorimétrico
Turbiedad	NOM-AA-38-1981	turbidímetro
DBO ₅	NOM-AA-28-1981	Winkler
DQO ₅	NOM-AA-30-1981	reflujo abierto
Fosfato total	NOM-AA-29-1981	cloruro estanoso
Nitrógeno orgánico	NOM-AA-26-1980	Kjeldahl
Nitrógeno amoniacal	NOM-AA-26-1980	Kjeldahl
Nitratos	NOM-AA-82-1986	sulfato de brucina
Nitritos	NOM-AA-99-1987	sulfanilamida
Sulfatos	NOM-AA-74-1981	cloruro de bario
Sólidos totales	NOM-AA-34-1981	gravimétrico
Sólidos disueltos	NOM-AA-20-1980	gravimétrico

Nota: NOM Norma Oficial Mexicana- AA Análisis de Agua- No. de Norma- Año (Editados por Sria. de Patrimonio y Fomento Industrial. Dirección Gral. de Normas).
DBO₅- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
DQO- Demanda Química de Oxígeno.

La interpretación y discusión de los resultados de los análisis físicos y químicos del agua, del embalse Valle de Bravo, se fundamentaron en los límites máximos establecidos por la legislación mexicana, para fuentes de abastecimiento de agua potable y protección de la vida acuática, citados en los Criterios Ecológicos de Calidad del agua CE-CCA-001/89, los cuales se publicaron en el Diario Oficial el 13 de diciembre de 1989.

Plancton

Los análisis de determinación y cuantificación de plancton, durante el ciclo anual de 1992-1993, se realizaron con la ayuda de un microscopio óptico calibrado marca Zeiss a 10X, 40X y 100X aumentos.

Durante la determinación de los organismos se realizaron dibujos a mano, resaltando las principales características diagnósticas. A su vez se obtuvieron fotografías con el microscopio de contraste de fases Reinhardt, obtenidas en el laboratorio de Ficolología, de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Para la determinación de organismos se utilizaron las claves y criterios morfológicos de: González (1988), Ortega (1984), SARH (1982), Prescott *et al* (1962), Palmer (1962), Ward y Whipple (1945), Margain (1981), Bourrelly (1970), Desikachary (1959), Wickstead (1979), Smith 1950, Guarrera 1949, Bicudo 1969, Parra-Barrientos 1979, Forest 1954, Ahlstrom 1932, Comita 1951 y Huber-Pestalozzi (1983).

Con base en lo citado por Greenberg *et al* (1989), el procedimiento para la cuenta de algas del muestreo de 1992-1993, se hizo con la técnica de Lackey de microtransectos, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Número de org/mL} = \frac{C \cdot A_c}{A_B \cdot S \cdot V}$$

donde:

- C = N° de organismos contados
- A_c = área del cubreobjetos en mm²
- A_B = área de un transecto en mm²
- S = N° de transectos contados
- V = volumen de la muestra bajo el cubreobjetos en mL

Debido a que el plancton no presenta una distribución normal (Marshall, 1987), para conocer el volumen por analizar, se usó la distribución de Poisson que se aplica a la cuenta de organismos por volúmenes, áreas o tiempo, en organismos que se distribuyen al azar como es el caso del plancton (Spiegel, 1970).

Se utilizaron tres volúmenes de muestra (0.5 mL c/u), y se aplicó la fórmula de Poisson obteniendo una probabilidad de 0.9387, lo que indica que 1.5 mL de muestra es el adecuado para ser analizado en la cuenta del plancton.

Este volumen se corroboró con base en el cálculo del área mínima, al realizar 3 cuentas por muestra. Dicha metodología se utilizó para cada una de las muestras obtenidas en las cinco estaciones de muestreo.

Unidades de recuento del plancton

El recuento por unidades naturales o en grupo es el sistema más fácil de usar y en el que se obtienen los datos más reales y significativos (Cota, 1982 y Greenberg *et al.*, 1989).

METODO ENUMERACION	UNIDADES CONTEO	UNIDADES REPORTADAS
1.Total céls.contadas	1 célula	cél/mL
2.Unidades naturales de recuento en grupo	unicélula o colonia	unidades/mL
3.Área estándar	40 micrómetros cuadrados	unidades/mL

El método de enumeración utilizado fue el No. 2

La cuenta del zooplancton se realizó de la misma manera que el fitoplancton, y se expreso en organismos por mililitro (org./mL) según Wickstead (1979).

Abundancia, Frecuencia Relativas y Valor de Importancia.

Para simplificar la interpretación de resultados, se obtuvieron las abundancias y frecuencias relativas de todas las especies, con la finalidad de calcular su valor de importancia (V.I). (Franco *et al.*, 1989).

La abundancia relativa (AR) es el número de individuos de una especie con respecto al total de individuos y se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{\text{Individuos de 1 sp.}}{\text{Total de individuos}} \times 100$$

Siguiendo el orden en que aparecen las especies en cada estación (Anexo I), la abundancia relativa se calculó como se menciona a continuación:

1. Se suma el número de individuos obtenidos para cada especie, presente durante el ciclo anual de muestreo en la estación.
2. Se suma el total de individuos obtenidos para todas las especies en una estación.
3. El resultado de individuos obtenidos por especie se divide entre el total de individuos de todas las especies y se multiplica por cien.
4. Se repite el procedimiento anterior para cada estación .
5. Se suma el por ciento de la especie A obtenido en las 5 estaciones y se procede de la misma manera con las demás especies.
6. Esta columna se suma y se divide cada resultado entre el total y se multiplica por cien, obteniéndose el por ciento de la especie para todo el embalse.

La frecuencia relativa (FR) es el número de estaciones en que se encuentra una especie referida al número total de estaciones muestreadas y su fórmula es:

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia de 1 sp}}{\text{Frecuencia total spp}} \times 100$$

Siguiendo el orden en que aparecen las especies en cada estación (Anexo I), la frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

1. Se suma el número de veces en que la especie A se presentó durante el ciclo anual de muestreo.
2. Se suma el total de veces que se presentaron todas las especies en una estación.
3. El resultado de la especie A se divide entre el total obtenido para las demás especies y se multiplica por cien, y así consecutivamente para las demás especies.
4. Se repite el procedimiento anterior para cada estación.
5. Se suma el por ciento de la especie A obtenido en las 5 estaciones y se procede de la misma manera con las demás especies.
6. Esta columna se suma, y se divide cada resultado entre el total y se multiplica por cien, obteniéndose el por ciento de la especie para todo el embalse.

La suma de la abundancia y la frecuencia relativa es igual al Valor de Importancia de las especies. Su fórmula es la siguiente:

$$V.I. = AR + FR$$

Los resultados obtenidos en los porcentajes para la abundancia y frecuencia relativa se suman para cada especie y de esta manera se ordenan en forma decreciente, con base en su valor de importancia.

5.3 Análisis estadísticos

Índice de diversidad de Shannon-Weaver

Gleason (1922 vide Washington 1984) realizó investigaciones referentes a la diversidad de especies y la manera de cuantificarla a través de un índice.

Los diferentes estudios que se continuaron por otros autores como Shannon en 1949; Margalef en 1958 entre otros, respecto a la distribución de los organismos y de como cambia el número de especies y su abundancia, fructificó con el desarrollo de modelos matemáticos, que dieron como resultado una gran variedad de índices.

Dado que el ecosistema por ejemplo cambia con la contaminación, los disturbios, etc., es necesario buscar la forma de cuantificar estos cambios y una forma de hacerlo es a través de los índices.

Se decidió utilizar este método por varias razones:

1. El índice de Shannon-Weaver ha sido usado extensivamente en trabajos acuáticos, y se puede usar para calcular diferentes niveles taxonómicos. Además este índice puede reflejar la estructura de la comunidad (Washington, 1984).
2. Margalef (1982 vide Siqueiros, 1990) afirmó que el índice de Shannon-Wiener tiene la ventaja de que se adapta a las distribuciones numéricas habituales de las especies asociadas debido a su forma logarítmica.
3. Siqueiros (1990) realizó estudios comparativos de diferentes índices y concluye que el índice de Shannon-Weaver describe mejor la estructura de la comunidad, debido a que refleja mejor el número de especies. De esta manera permite una mejor comparación de asociaciones de ambientes muy diferentes o similares con número de especies muy diferentes o similares.
4. Una de sus principales ventajas es que puede manejarse expresando los taxas en términos de su densidad relativa.

Este índice fue sugerido por Krebs y Margalef (1977), cuya fórmula es:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

donde H= diversidad
S= N° de especies
 p_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (ni/NT)

Este índice toma en cuenta los dos componentes de la diversidad: el número de especies y la equitatividad (distribución del No. de individuos en cada especie).

La uniformidad de la distribución para una comunidad, puede medirse comparando la diversidad observada en ésta con la diversidad máxima posible, para una comunidad hipotética con el mismo número de especies y la equitatividad puede definirse como

$$E = H/H_{\text{máx.}}$$

donde H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
H_{máx}= Diversidad máxima (=Log₂S)
S= No. de especies en la comunidad

Índice de similitud o similaridad de Sørensen (1948)
(comparación de especies)

Este índice se utiliza para comparar que tan similares son los pares de especies de unas muestras con otras. En el campo de la contaminación e impacto ambiental tienen particular importancia, ya que permite dividir en pequeñas zonas el área de estudio.

La fórmula empleada para calcular el índice de similitud es:

$$S = \frac{2c}{(a+b)} \times 100$$

donde:

a=No. de especies presentes en la muestra a
b=No. de especies presentes en la muestra b
c=No. de especies comunes en ambas muestras

1. Con un par de especies, se suma el número de veces que está presente la especie A y el número de veces que se encuentra la especie B.

2. Se suma el número de veces que están presentes ambas y se aplica la fórmula citada. Esta metodología se utiliza con todas las especies presentes en la estación, para obtener la matriz correspondiente.

Coefficiente de asociación (especies)

Su fórmula es la siguiente:

$$C = \frac{a}{(a + b + c)}$$

donde:

- a- N° de muestras donde ambas especies están presentes
- b- N° de muestras donde la especie A está presente y B ausente
- c- N° de muestras donde la especie B está presente y A ausente

Este Coeficiente se calculó de la siguiente manera:

1. Se cuenta el número de veces en que la especie A y B están presentes ambas durante el ciclo anual de muestreo.
2. Se suma el número de veces que la especie A esta presente y la especie B esta ausente. Luego se suma las veces que B esta presente y A ausente; se aplica la fórmula correspondiente, para obtener la matriz de correlación de especies.
3. Este procedimiento se repite comparando a la especie A con cada especie que se encuentre en esa estación. Y se hace lo mismo para cada especie consecutivamente .
4. Este método se aplicó a las 5 estaciones del embalse (Anexo 1)

Análisis de Componentes Principales (ACP)

Se utilizó el programa ORDEN Versión 2.0. desarrollado en el Centro de Ecología, UNAM por Ezcurra en 1992. En este programa se procesaron las especies obtenidas en 10 meses de muestreo (excepto febrero y marzo de 1992).

Una de las ventajas del programa ORDEN es que se puede obtener el grado de semejanza de una especie con otra.

Comunidades indicadoras de Calidad del agua

Gaufin y Tarzwell (1956 vide Saavedra, 1982) mencionan que para evaluar la confiabilidad de organismos acuáticos, como indicadores de calidad del agua, se deben considerar a éstos como asociaciones, poblaciones o comunidades y no como entes individuales, por lo cual en el presente trabajo se trata de definir a priori, las comunidades que podrían ser utilizadas como indicadoras para el embalse Valle de Bravo.

6 RESULTADOS

El análisis de resultados se efectuará en el siguiente orden:

1. Se presentarán los resultados de los parámetros físicos y químicos efectuados a las muestras de agua del embalse, comparándose con los criterios ecológicos de calidad del agua.

2. El análisis del plancton se hará por grupos, por especies y finalmente por comunidades. Se dará su distribución y abundancia por grupos y por especies.

Se analizarán únicamente 10 especies, con base en su abundancia y frecuencia relativa así como su valor de importancia.

Para el análisis de comunidades se realizarán los índices de diversidad y similitud, y el coeficiente de asociación de especies.

Se efectuará también el análisis de componentes principales, para determinar las principales asociaciones pláncnicas encontradas así como su relación con los parámetros físicos y químicos.

3. Se mencionará la importancia de la eutroficación en las comunidades pláncnicas.

4. Con base en los resultados anteriores se propondrán comunidades indicadoras de calidad del agua.

6.1 Físicos y químicos

Los resultados de los análisis físicos y químicos, del agua del embalse Valle de Bravo, efectuados durante 1992-1993 (Tabla 1), se evaluaron de acuerdo a los criterios ecológicos de calidad del agua, establecidos como fuente de abastecimiento de agua potable y protección de la vida acuática.

Temperatura del agua

Para el embalse Valle de Bravo la temperatura promedio anual del agua fue homogénea en las diferentes estaciones, con valor máximo de 21.7 C (Jesucristo) y un mínimo de 21.4 C (Club de Yates, Cortina y Casa Punta), con una desviación estándar de 0.15 anual. En el tiempo, la temperatura superficial presentó su mayor incremento en el mes de junio (24.5 C) disminuyendo hasta llegar al mínimo en el mes de febrero (19.3 C) (Figura 5). De acuerdo a esto se puede apreciar que los cambios en la temperatura son

Tabla 1. Promedio anual de los resultados físicos y químicos del agua en el embalse Valle de Bravo, 1992-1993.

PARAMETRO	ESTACIONES DE MUESTREO				RESULTADOS ESTADÍSTICOS				CRITERIO ECOLÓGICO =		
	ELUD	CEVINO	JESUCRISTO	COMITAN	ELUD	DES. EST.	MAXIMO	MINIMO	FUENTE A.P.	PROT. V.A.	
Temperatura agua °C	21.4	21.6	21.7	21.4	21.4	21	1517	21.7	21.4	101	101
Profundidad Secchi (m)	2.6	2.6	2.6	2.1	2.6	3	2236	2.6	2.1	—	—
pH unidades	8.2	7.6	8.4	8.5	8.2	8.2	.4	8.5	7.6	5 - 9	101
Oxígeno disuelto mg/L	7.1	7.0	7.1	7.2	7.3	7.0	.1	7.0	7.0	4.0	5.0
Conductividad µmho/cm	114	115	117	116	116	116.0	1.1	117	114	—	—
Color (Escala Pt-Co)	6.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	.4	6.0	5.0	—	101
Turbiedad (UTZ)	5.0	5.0	3.0	4.0	3.0	4.0	.9	5.0	3.0	cond. nat	101
BOD ₅ mg/L	2.2	2.6	2.6	2.3	2.3	2.6	.2	3.0	2.0	—	6
DOD mg/L	8.9	8.7	10.2	11.4	10.5	10.0	1.1	11.0	9.0	—	6
PO ₄ Total mg/L	.037	.074	.048	.043	.061	.056	.015	.074	.027	.1	101
PO ₄ Orta mg/L	.025	.016	.015	—	.010	.015	.007	.025	.010	—	—
n-Ort mg/L	1.356	.650	.440	.440	.320	.641	.377	1.356	.320	—	10.0
n-Amo mg/L	.200	—	—	—	—	.200	.000	.200	.200	—	.66
NO ₃ mg/L	.046	.045	.200	.200	.129	.124	.077	.200	.045	5.0	.025
NO ₂ mg/L	.002	.023	.194	.003	.027	.009	.173	.194	.002	.05	1
SO ₄ mg/L	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	.0	4.0	4.0	500	.005
SSF mg/L	3	4	11	4	6	6.0	3.0	11	4	—	—
SSV mg/L	4	5	5	6	4	5.0	.8	6	4	—	—

8 Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CL-CEB-001/89, Norma Oficial del 11 de diciembre de 1989

(a) Condiciones naturales más 2.5 °C

(b) Condiciones naturales más 1.5 °C

(c) No podrá haber variaciones mayores a 0.2 unidades de pH, tomando como base el valor natural estacional.

(d) Solamente excepciones más color no deberá reducir profundidad de visibilidad de 20% en comparación de la luz

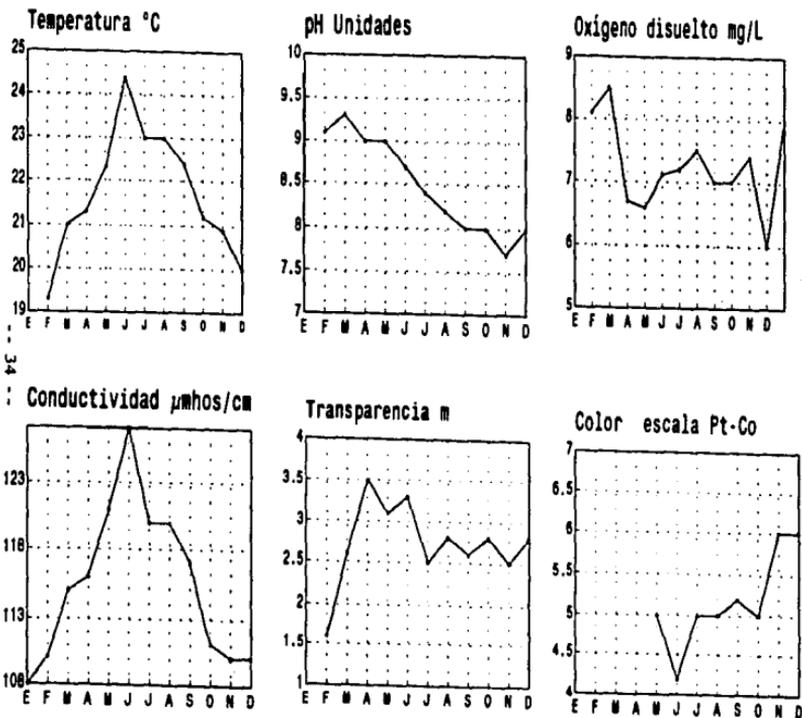
(e) Infiltraciones embalses no debe exceder de 0.05 mg/L y dentro de embalse 1 0.0059 mg/L

— No existe dato

FUENTE A.P. = Fuente de abastecimiento de agua potable

PROT. V.A. = Protección de la vida acuática (zona única)

Figura 5. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.



estacionales. Los resultados obtenidos se aproximan a lo reportado por Chávez (1986), ya que él registró la temperatura más alta en julio (25°C) y la más baja en enero (18°C).

Según los criterios ecológicos de calidad del agua (1989), el límite permisible de la temperatura se considera como condiciones naturales más menos 2°C, tanto para fuente de abastecimiento de agua potable, como para protección a la vida acuática. Por lo cual tomando de referencia los datos anteriores se puede considerar al embalse dentro de los límites permisibles.

Potencial de hidrógeno (pH)

En el embalse a través del espacio, los datos de pH superficial presentaron valores homogéneos, con un máximo de 8.5 unidades de pH (Cortina) y un mínimo de 7.7 unidades de pH (Centro) con un valor promedio de 8.2 unidades de pH. En el tiempo los valores del pH más altos se registraron durante el mes de marzo, con valores de 9.3 unidades de pH, disminuyendo a valores de 7.7 unidades de pH en noviembre (Figura 5). La variación anual fue de 1.6 unidades de pH.

Los resultados obtenidos no coinciden con lo reportado por Chávez (1986), ya que su valor máximo fue de 8.6 unidades de pH en invierno y su mínimo de 6.2 en primavera y verano. En época de secas, el pH suele ser alto (8.5-9 unidades de pH), en contraste con la época de lluvias que diluyen el agua del embalse y disminuyen el pH, provocando una baja acción amortiguadora (7.5 unidades de pH).

Así, la cantidad de carbonatos procedentes de la cuenca determinarán el pH del medio y su reserva alcalina. A mayor cantidad de carbonatos disueltos en el agua, más básico será el pH y mayor el poder amortiguador del sistema (Chávez, 1986).

En general, los valores de pH se conservaron superiores a 7 unidades, dándole carácter de neutro a alcalino al embalse. Este comportamiento es similar al que presentan otros lagos mexicanos que son ligeramente alcalinos (Chávez, 1986).

Además estos resultados, están en los límites permisibles de agua potable que marcan de 5 a 9 unidades de pH en los criterios ecológicos de la tabla 1.

Oxígeno disuelto

En el análisis espacial, el oxígeno disuelto en la superficie del embalse se mantuvo similar, con un valor promedio de 7.2 mg/L.

En el análisis temporal, al término de la primavera, los valores del oxígeno están más influenciados por las lluvias (la máxima precipitación es en verano). De mayo a noviembre, la solubilidad

del oxígeno se ve afectado por la temperatura. En los meses fríos, al disminuir la temperatura se registran altas concentraciones de oxígeno (8.5 mg/L) (Figura 5).

Los resultados obtenidos no concuerdan con Chávez (1986), ya que él registró su valor mínimo en julio con 3 mg/L y el máximo en septiembre con 11.0 mg/L. Para este estudio se obtuvieron altas concentraciones de oxígeno en marzo (8.5 mg/L) y en diciembre (6 mg/L). Esto puede deberse a que los máximos y mínimos obtenidos en ambos estudios se presentan en diferentes épocas del año, con diferentes temperaturas y a diferentes horas de muestreo.

El oxígeno disuelto registrado en el embalse, está dentro de los límites permisibles tanto para el abastecimiento de agua potable (4 mg/L), como para la protección a la vida acuática (5 mg/L). Estos valores se pueden observar en la tabla 1.

Conductividad

En el análisis espacial la conductividad superficial en el embalse, fue heterogénea presentando su máximo en la estación Jesucristo (117 micromhos/cm) y el mínimo en Club de Yates (114 micromhos/cm), con un valor promedio de 116 micromhos/cm. En el tiempo los máximos incrementos se dieron de mayo a agosto (120 a 121 micromhos/cm) disminuyendo en enero (108 micromhos/cm) (Figura 5).

Los incrementos en la conductividad pueden deberse a que en la época de lluvias el arrastre de sedimentos es mayor debido a la escorrentía y a los vientos. Y sus valores decrecen en la temporada de secas, donde el aporte de sedimento es menor.

El agua del embalse presentó una conductividad menor de 250 micromhos/cm., por lo cual se encuentra en una calidad adecuada como fuente de abastecimiento de agua potable de acuerdo a SARH, 1979.

Para este parámetro no hay límites permisibles dentro de los criterios ecológicos.

Profundidad de visión del Disco de Secchi

En el análisis espacial del embalse, la transparencia presentó valores muy semejantes, la mayor penetración de luz fue de 2.6 m (en Club de Yates, Centro, Jesucristo y Casa Punta) y la menor de 2.1 m (en Cortina), con valores promedio de 2.5 m. A través del tiempo los valores de transparencia se incrementaron de abril a junio (3.5 a 3.3 m), decreciendo de julio a enero (2.5 a 2.1 m).

Tales fluctuaciones probablemente se deban a que en los meses que se incrementa la transparencia (abril-junio) es época de secas y por lo tanto el arrastre de sedimento al embalse es menor disminuyendo la concentración de sólidos suspendidos, dando como resultado una buena penetración de luz para la fotosíntesis.

Por otro lado, cuando empieza la época de lluvias y fuertes vientos, decrece la transparencia (julio a enero). Tales fluctuaciones se debieron probablemente a la turbulencia (movimiento vertical), a las corrientes y al oleaje producidas por el viento que mueve y resuspende los sedimentos (SARH, 1979). Por lo tanto no se pueden establecer zonas distintas dentro del embalse, con base en la transparencia (Figura 5).

Para este parámetro no hay límites permisibles dentro de los criterios ecológicos citados en la tabla 1.

Color

El color se presenta muy semejante en el embalse a través del espacio, con un valor promedio de 5.2 unidades Pt-Co. En el tiempo se presenta similar de julio a octubre, con un valor máximo de 6.0 en noviembre y diciembre, y el mínimo en junio con 4.2 unidades Pt-Co (figura 5). En la época de lluvias se mantiene constante y se incrementa en la temporada de secas.

Para este parámetro no hay límites permisibles dentro de los criterios ecológicos (tabla 1).

Turbiedad

La turbiedad superficial presenta un valor promedio de 4.0 UTJ, con un valor máximo de 5.0 UTJ (Club de Yates) y mínimo de 3.0 UTJ (Centro, Jesucristo y Casa Punta).

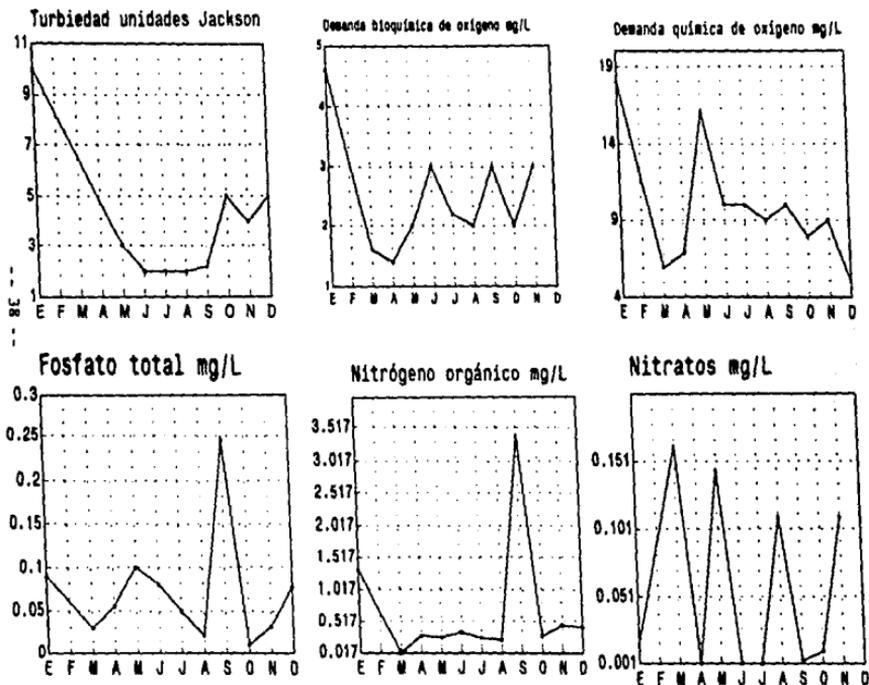
En el tiempo la turbiedad en el embalse muestra un incremento en enero con 10.0 UTJ, se mantiene semejante de mayo a septiembre (2.0, 3.0, 4.0 UTJ) con otro incremento en octubre y diciembre (5.0 UTJ). Este parámetro se encuentra en los límites permisibles del criterio ecológico (tabla 1).

En los meses fríos, la turbiedad se incrementó y durante la época de lluvias disminuyó; en esta época las lluvias contribuyen a la dilución del agua en el embalse. Se observa una relación inversa entre la transparencia y la turbiedad: a mayor transparencia menor turbiedad y viceversa (Fig. 6).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

El valor mínimo en el embalse fue de 2.2 mg/L (Club de Yates) y el máximo de 2.6 mg/L que se presentó en las estaciones Centro y Jesucristo. En el espacio su distribución fue equivalente (Tabla 1). Sin embargo la DBO a través del tiempo, presentó un valor de 4.6 mg/L en enero, con valores mínimos de 1.6 y 1.4 mg/L en marzo y abril. En general los valores fluctúan de manera oscilatoria (figura 6).

Figura 6. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.



El límite permisible para la vida acuática es de 6 mg/L, por lo cual los valores reportados para el embalse están dentro de estos límites de criterios ecológicos.

Demanda química de oxígeno (DQO)

Se tienen valores máximos de 11.4 mg/L en Cortina y mínimos de 8.7 mg/L en la estación Centro, con un valor promedio de 10.0, siendo los valores muy regulares. Los valores obtenidos para la DQO son muy variables a través del tiempo, el valor máximo se presenta en enero con 18 mg/L y el mínimo en diciembre con 5 mg/L. Estos resultados muestran que hay concentración de materia orgánica e inorgánica, en el embalse (Fig. 6).

Esta materia orgánica proviene de los poblados de Valle de Bravo y Avándaro principalmente y la inorgánica de los sedimentos que arrastran los ríos con las lluvias. La DBO se encuentra en el límite permisible (6 mg/L) propuesto para la protección de la vida acuática (Tabla 1), sin embargo la DQO en todas las estaciones fue de 6 a 9 veces mayor a la DBO.

Fosfatos (PO₄)

El interés ecológico del fósforo, radica en su importante papel en el metabolismo biológico y en la pequeña cantidad de éste en la hidrósfera (Wetzel, 1975).

En el embalse el fosfato total, tuvo un valor de 0.056 mg/L en promedio, con valores máximos de 0.061-0.074 mg/L en Casa Punta, Centro y Jesucristo y mínimos de 0.037-0.043 mg/L en Club de Yates y Cortina.

Los valores obtenidos para el fosfato total fluctúan a través del tiempo observándose dos incrementos en mayo y septiembre (0.1 y 0.245 mg/L) y en octubre llega a su mínimo (<0.01 mg/L) figura 6.

Los ortofosfatos en superficie oscilan entre 0.010 a 0.025 mg/L en el embalse. Hutchinson (1957) menciona que en el verano, puede incrementarse el fósforo en superficie, en aguas con florecimientos de algas, lo anterior podría explicar el pico de fósforo obtenido en el mes de septiembre que es mayor al del mes de mayo. Sin embargo el bloom de algas en este estudio, se presentó principalmente en los meses de abril, mayo, octubre y noviembre.

Si se considera que el límite permisible para la vida acuática es de 0.0059-0.05 mg/L (tabla 1), los resultados se encuentran fuera del límite permisible. El límite como fuente de agua potable es de 0.1 mg/L y en este aspecto también rebasa lo permitido (tabla 1).

Nitrógeno orgánico (N-Org)

El Nitrógeno Orgánico para el embalse en el espacio, tuvo un valor máximo de 1.556 mg/L en Club de Yates y 0.320 mg/L en Casa Punta, con un valor promedio de 0.641 mg/L. A través del tiempo se presenta un incremento en el embalse en el mes de septiembre con 3.4 mg/L, con un valor mínimo de 0.017 mg/L en marzo.

Ya que se establece un límite permisible de 10 mg/L, los valores obtenidos están dentro de este límite (figura 6).

Nitrógeno amoniacal (N-NH3)

Para el análisis espacial no se pueden hacer mayores inferencias respecto al nitrógeno amoniacal, porque solo se cuenta con el dato de la estación Club de Yates.

A través del tiempo, el nitrógeno amoniacal en el embalse se presentó de manera homogénea con valores de <0.05 mg/L y sólo en el mes de marzo se tuvo un valor de 0.200. Wetzel (1975) menciona que la distribución del amoníaco en el agua dulce es muy variable regional, estacional, y espacialmente. Y que el nitrógeno amoniacal en aguas bien oxigenadas es usualmente bajo.

El valor máximo obtenido (0.200) rebasa el límite permisible (0.06 mg/L), esto podría indicar una contaminación reciente por aguas residuales o descomposición de materia orgánica nitrogenada (SARH, 1979).

Nitratos (NO3)

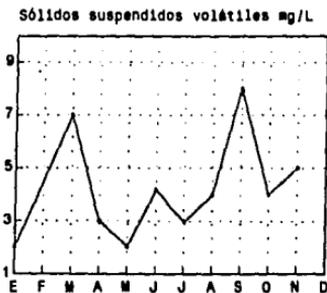
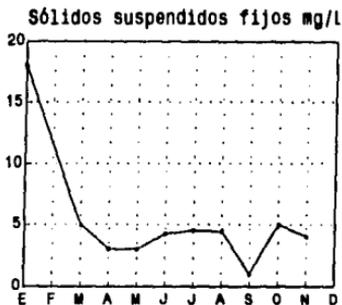
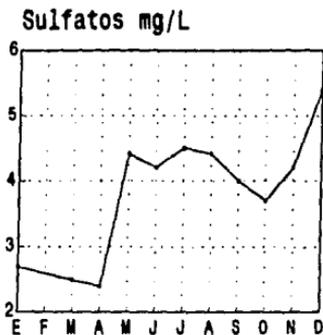
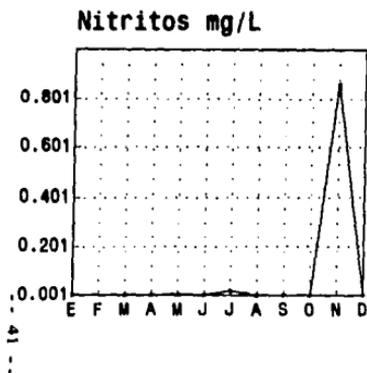
Los nitratos presentan un valor máximo de 0.200 mg/L en Cortina y Jesucristo, y un mínimo de 0.045-0.046 mg/L en Centro y Club de Yates con un valor promedio de 0.124 mg/L, siendo los valores muy heterogéneos. Y los Nitratos se presentan heterogéneos a través del tiempo con valores mínimos de < 0.001 a 0.162 mg/L (figura 6).

Como fuente de agua potable, los resultados se encuentran dentro del límite permisible (5.00 mg/L), sin embargo para la protección a la vida acuática (0.025 mg/L) están por arriba del límite de los criterios ecológicos (tabla 1).

Nitritos (NO2)

En el embalse a través del espacio, los nitritos presentan valores heterogéneos, se distribuyen en 4 zonas: con un máximo de 0.394 mg/L en Jesucristo, en Casa Punta y Centro con 0.027-0.023 mg/L y un mínimo de 0.002-0.003 mg/L en Club de Yates- Cortina, con un valor promedio de 0.089 mg/L.

Figura 7. Resultados de los análisis físicos y químicos del agua.



Y en el tiempo los valores de nitritos más elevados, son de 0.861 mg/L en el mes de noviembre, siendo los mínimos el resto del año con 0.02-0.01 mg/L (Figura 7).

Como fuente de agua potable, los resultados obtenidos rebasan el límite establecido (0.05 mg/L), sin embargo para la protección a la vida acuática (1.0 mg/L) si están dentro del límite de los criterios ecológicos (tabla 1).

Sulfatos (SO4)

En el análisis espacial, los valores obtenidos de sulfatos en el embalse fluctúan entre 3.9 mg/L (Casa Punta) y 3.8 mg/L (en las demás estaciones), siendo similares, con promedio de 4 mg/L. Los sulfatos se incrementan durante la temporada de lluvias y decrecen en los meses fríos (Fig. 7).

Los resultados obtenidos son adecuados, se encuentran en los límites permisibles de los criterios ecológicos (tabla 1), como fuente de agua potable (500 mg/L), ya que su presencia en las aguas de consumo debe estar limitada porque ejercen una acción laxante (SARH, 1979).

Por otro lado, los valores obtenidos de sulfatos en el embalse fluctúan entre 2.4 en abril y 5.4 mg/L en diciembre, siendo estos valores altos respecto al límite permisible de protección a la vida acuática (0.005 mg/L).

Sólidos suspendidos fijos (SSF)

En el análisis espacial, los SSF en el embalse se encuentran de manera heterogénea, con valor máximo de 11 mg/L en Jesucristo y mínimo de 4 mg/L en Centro y Cortina con valor promedio de 6 mg/L.

Los SSF en el tiempo, presentan un incremento de 18 mg/L en enero, manteniéndose de marzo a noviembre en un intervalo de 3 a 5 mg/L, con un decremento de 1 mg/L en septiembre.

Sólidos suspendidos volátiles (SSV)

Los SSV se mantienen semejantes con valores máximos de 6 mg/L en Cortina y mínimo de 4 mg/L en Club de Yates - Casa Punta, con un valor promedio de 5 mg/L. A su vez los SSV varían con el tiempo observándose dos incrementos en marzo y septiembre (7 y 8 mg/L) con un valor mínimo de 2 mg/L en el mes de mayo (figura 7).

El incremento de septiembre puede deberse a que es uno de los meses de mayor precipitación y la concentración de sustancias en el embalse, puede verse afectada por el incremento de volumen y por el transporte a través de los afluentes (INEGI, 1981).

Los resultados obtenidos para sólidos suspendidos fijos y sólidos suspendidos volátiles no interfieren con la penetración de la luz, no presentan límites permisibles para agua potable y para la protección a la vida acuática (tabla 1).

6.2 Plancton

De la determinación y enumeración de los organismos al microscopio se tienen un total 40 especies pertenecientes a 7 grupos. Los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo del plancton para las cinco estaciones y durante los 10 meses de muestreo (50 muestras), se presentan en el Anexo I.

Para cada taxón determinado se proporciona su descripción; con la finalidad de observar detalles morfológicos, se dibujaron las láminas correspondientes, la mayoría se tomaron de diferentes autores y el resto son originales. Estos resultados se presentan en el Anexo II.

Para dar mayor comprensión a la terminología utilizada en las descripciones se presenta un glosario de términos en el Anexo III.

6.2.1 Análisis de grupos

La clasificación taxonómica utilizada para este análisis se realizó con base a las citadas por Bourrely (1968, 1970) para fitoplancton y González (1988) para zooplancton (Tabla 2).

En la Tabla 3 se presentan los resultados del análisis de plancton por grupo, la cual se utilizó para obtener los datos cuantitativos globales del análisis por estación (espacial) y por mes (temporal).

Como se puede observar en el histograma (Fig. 8) donde se presentan los diferentes grupos taxonómicos determinados por estación, para el fitoplancton las cianofitas fueron el grupo predominante en el embalse (43.75%), le siguen en orden las crisofitas (31.25%), clorofitas (18.75%) y en menor abundancia las pirrofitas (6.25%). Respecto al zooplancton rotatoria se encontró en 40.23%, copépoda 31.62% y cladóceros con 28.14%.

Según Santoyo (1994), las cianofitas en determinado momento son el grupo protagonista de la comunidad fitopláctica, ya que llegan a constituir hasta el 97.8 % de la comunidad, lo cual concuerda con este estudio ya que las Cianofitas fueron el grupo predominante.

6.2.1.1 Distribución

La distribución del plancton en las diferentes estaciones de muestreo se puede apreciar en la Figura 9, en la cual se basan los siguientes resultados:

Tabla 2. Clasificación taxonómica según Bourrely (1968 y 1970) y González (1988).

PITOPLANCTON	ESPECIE DETERMINADA
División Cyanophyta	<u>Anabaena</u> sp. <u>Anabaena spiralis</u> <u>Chroococcus</u> sp. <u>Microcystis aeruginosa</u> (Kützing) Kützing <u>Microcystis pulverea</u> (Wood) Elenkin <u>Gomphosphaeria</u> sp. <u>Lyngbya</u> sp.
División Pyrrophyta Clase Dinophyceae	<u>Ceratium hirundinella</u> (O.F. Muller) <u>Peridinium</u> sp.
División Chrysophyta Clase Chrysophyceae Clase Bacillariophyceae	<u>Mallomonas</u> sp. Iwanof <u>Aulacoseira granulata</u> (Ehrenberg) Ralfs <u>Aulacoseira granulata</u> * <u>Fragilaria crotonensis</u> (Grunow) Kitton <u>Fragilaria</u> sp. <u>Rhizosolenia eriensis</u> <u>Boryococcus brownii</u> Kützing <u>Closterium</u> sp. Nitzsch <u>Eudorina elegans</u> Ehrenberg <u>Cocystis</u> sp. Nägeli <u>Pandorina morum</u> (Müll) Bory <u>Staurastrum geligerum</u> Brebisson <u>Staurastrum brebissonii</u> Archer <u>Staurastrum anatinum</u> * <u>Staurastrum curvatum</u> West <u>Volvox</u> sp. <u>Pediastrum simplex</u> * <u>Kirchneriella</u> sp. <u>Lamprophococopsis fritschii</u> Crown <u>Ceclastrum microsporum</u> Nägeli cf <u>Ulothrix amphigranulata</u> Skuje <u>Chlamydomonas</u> sp. <u>Cosmarium contractum</u> *
División Chlorophyta	
ZOOPLANCTON	ESPECIE DETERMINADA
Phylum Rotatoria	<u>Polyarthra</u> sp. <u>Keratella cochlearis</u> Gosse cf <u>Keratella</u> <u>Keratella</u> sp. <u>Trichoskopa</u> sp.
Orden Cladocera	<u>Daphnia longispina</u> <u>Bosmina longirostris</u>
Clase Maxillopoda Subclase Copepoda Orden Cyclopoida	<u>Paracyclops fimbriatus</u> Rheberg
	<ul style="list-style-type: none"> * <u>A. granulata</u> (Ehrenberg) Ralfs var. <u>angustissima</u> O. Müller * <u>S. anatinum</u> var. <u>anatinum</u> (W. West) * <u>P. simplex</u> (Meyen) Parra-Barrientos var. <u>simplex</u> * <u>C. contractum</u> var. <u>incrassatum</u> Scott and Prescott

Tabla 3. Resultados del análisis cuantitativo de plancton por grupos en el pesque Vello de Bravo, Mex., 1992-1993.

ESTACION	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO ANUAL	DESP. ESTADIST.
Cyanoophyta (unidades/ml)												
CENTRO	511,626	247,718	576,461	146,256	27,166	51,739	32,968	646,673	69,061	753,726	503,918	288,091
JESUCRISTO	230,600	219,527	369,318	426,766	61,190	68,258	145,295	577,194	90,575	236,410	266,071	166,047
CONTIEM	247,454	147,152	—	185,962	106,299	—	112,242	—	—	182,466	149,313	57,655
CASA PUNTA	495,661	34,280	441,980	217,618	56,537	18,611	176,526	576,331	90,575	752,966	295,648	266,592
CLUB DE Yates	901,003	366,693	822,555	139,131	50,949	64,368	95,054	937,308	71,075	752,726	399,980	296,731
PROMEDIO MENSUAL	677,249	162,676	552,579	261,067	58,811	56,099	116,276	666,827	75,321	519,656	293,859	239,992
Pyrophyta (unidades/ml)												
CENTRO	6,808	6,569	—	1,179	—	1,279	672	7,805	8,177	2,055	6,062	3,176
JESUCRISTO	1,523	1,529	9,769	16,051	—	1,759	7,269	12,675	10,668	26,626	9,196	7,472
CONTIEM	6,457	1,538	5,154	2,719	2,445	—	1,932	—	—	1,268	2,808	1,660
CASA PUNTA	828	75,174	17,927	12,012	7,116	—	760	13,750	10,668	3,128	15,639	25,095
CLUB DE Yates	8,647	3,442	16,432	7,327	775	—	5,260	6,919	2,188	—	6,768	5,271
PROMEDIO MENSUAL	6,452	17,219	12,821	7,666	7,661	1,519	2,684	9,618	6,866	6,816	7,505	6,686
Chrysophyta (unidades/ml)												
CENTRO	93,417	605,079	761,867	206,165	15,557	19,326	18,300	192,725	27,676	180,936	271,698	262,616
JESUCRISTO	42,016	500,356	373,475	626,926	621,552	121,221	289,702	317,085	10,693	246,223	312,255	299,415
CONTIEM	91,950	360,331	2,359	115,376	18,370	—	68,759	—	—	154,687	116,095	126,806
CASA PUNTA	57,689	611,526	636,766	456,660	61,957	6,061	36,801	666,831	8,806	180,536	269,071	261,659
CLUB DE Yates	90,931	625,323	1,271,978	227,601	61,522	19,448	66,732	678,161	25,788	180,936	298,520	379,668
PROMEDIO MENSUAL	75,197	518,513	606,895	296,702	167,251	61,569	120,459	669,452	16,261	168,662	266,895	270,178

— No se encontró
 = 1,271,978

Table 3. Continuation. . .

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC	PONERDIO ANUAL	DEV. ESTADIST
Chlorophyta (milligramos/l)														
CENTRO	13,442	145,314	43,357	123,197	82,650	181,997	56,090	146,765	236,491	8,785			95,446	43,269
JESUCRISTO	7,444	116,233	46,954	159,718	129,947	176,376	155,009	14,587	119,206	15,947			119,329	92,263
CORTINA	9,345	101,447	—	90,413	111,214	—	115,029	—	—	—	—	—	76,509	44,790
CASA PUNTA	11,242	673,326	70,494	247,459	338,351	39,570	151,876	142,794	222,982	11,943			293,217	205,945
CLUB DE Yates	10,467	89,872	96,098	124,015	95,640	122,976	107,606	73,896	317,149	12,820			105,278	84,700
PONERDIO MEDIANO.	10,459	279,279	64,039	152,460	149,804	150,485	117,522	116,011	273,943	16,949			123,405	83,944
Detritiva (organismos/l)														
CENTRO	1,481	3,956	1,887	—	1,061	2,248	1,146	7,357	—	1,173			2,564	2,143
JESUCRISTO	—	4,094	1,887	—	—	2,144	1,647	2,516	1,887	4,306			2,781	1,090
CORTINA	1,443	1,075	—	787	5,760	—	614	—	—	—			1,879	1,941
CASA PUNTA	880	4,249	1,887	1,005	—	—	1,744	15,449	1,887	1,173			2,496	4,906
CLUB DE Yates	741	5,024	4,194	3,082	1,882	2,518	2,430	10,194	—	1,173			3,583	3,047
PONERDIO MEDIANO.	1,186	4,099	2,444	937	2,748	2,443	1,458	8,376	1,887	1,955			2,878	2,184
Cilicivora (organismos/l)														
CENTRO	—	502	—	—	—	1,279	—	—	1,887	1,955			1,804	674
JESUCRISTO	800	—	—	—	—	5,982	—	1,572	—	—			2,811	2,748
CORTINA	1,055	—	—	—	2,052	—	—	—	—	—			1,334	786
CASA PUNTA	1,244	4,717	—	1,065	—	—	—	5,661	—	1,955			2,942	2,163
CLUB DE Yates	741	7,415	2,097	—	670	1,715	612	1,577	—	1,955			2,097	2,250
PONERDIO MEDIANO.	993	4,212	2,097	1,065	1,362	2,992	612	2,925	1,887	1,955			2,811	1,194

Table 3. Continuation. . .

Compendio (arguinos/a)

CLUBES	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
JESUCRISTO	762	---	2,097	---	---	4,330	801	1,867	---	---	2,036	1,312
COMTINA	938	---	---	---	800	---	---	---	---	---	909	41
CASA PLANTA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CLUB DE Yates	---	2,415	---	1,083	---	1,715	012	1,867	---	---	2,543	2,271
PONEREBE REEDUC.	800	2,415	2,097	1,083	800	1,125	768	1,867	80/A	80/A	2,242	2,237

--- No se encuentra

Figura 8. Promedio anual de la abundancia del plancton.

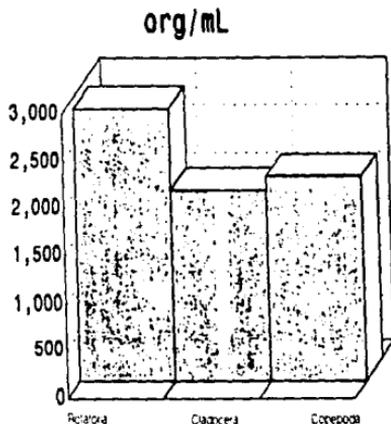
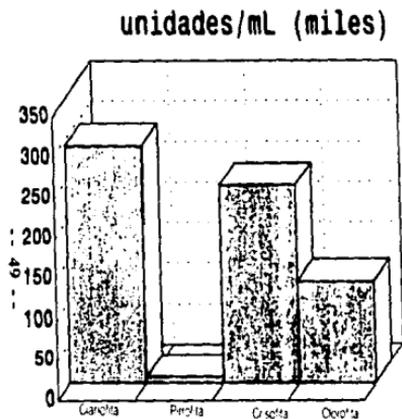
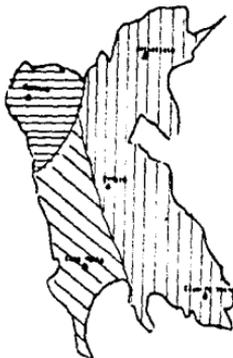


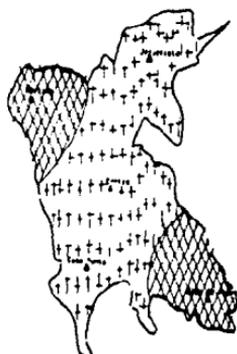
FIGURA 9. DISTRIBUCION SUPERFICIAL DEL PLANCTON POR GRUPOS (unidades mL y organismos mL).



CIANOFITA



PIRROFITA



CRISOFITA



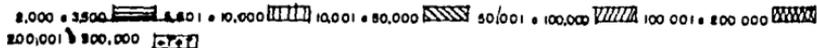
CLOROFITA



ROTATORIA



CLADOCERA



Las cianofitas en el embalse se distribuyeron en 2 zonas: en la estación Cortina presentó la menor densidad con 150,000 unidades/mL, observándose en las demás estaciones una mayor densidad (200,001 a 300,000 unidades/mL).

Las pirrofitas se distribuyeron de la siguiente manera: la menor densidad se observó en Cortina con 3,000 unidades/mL, con una zona intermedia en las estaciones Jesucristo, Centro y Club de Yates de 3,500 a 10,000 unidades/mL y una mayor densidad en Casa Punta 15,000 unidades/mL.

Las crisofitas presentaron 2 zonas de distribución en el embalse: en Cortina y Club de Yates de 100,00 a 200,000 unidades/mL, y una mayor densidad en Centro, Casa Punta y Jesucristo de 200,001 a 300,000 unidades/mL.

Las clorofitas se distribuyeron en 2 zonas: la menor densidad en Cortina y Centro con 75,000 y 95,000 unidades/mL, y las demás estaciones presentaron la mayor densidad con 100,000 unidades/mL.

Los rotatoria se distribuyeron de manera equivalente en el embalse, la estación Cortina mostró 1,879 organismos/mL, y en Centro, Jesucristo, Casa Punta y Club de Yates se tuvo más de 2,000 organismos/mL.

Los cladóceros presentaron una distribución similar en el embalse con 2,000 organismos/mL en Jesucristo y Club de Yates, y en la estación Centro, Casa Punta y Cortina con 1,500 organismos/mL.

La comunidad plánctica interactúa tanto con su medio ambiente abiótico, como con los otros seres vivos que forman parte del ecosistema lacustre. Así la forma de interacción entre los organismos y su medio o con las otras especies, determina la densidad poblacional y la estructura espacial y temporal de las comunidades (González, 1988).

Además las corrientes tienen un impacto importante en la producción del fitoplancton, ya que llevan a las células debajo de la zona eufótica, y por otra parte las suspenden dentro de ella, concentrándolas en ciertas zonas donde su consumo por el zooplancton puede ser más eficiente (Marshall, 1987).

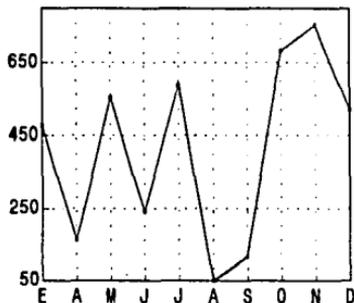
De esta forma la distribución de los grupos está relacionada con las condiciones físicas, químicas, biológicas y meteorológicas que presenta el embalse.

6.2.1.2 Abundancia temporal

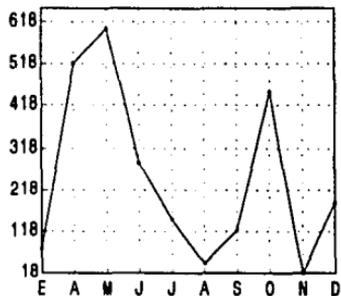
En la figura 10 se observa que las cianofitas presentan una serie de crecimientos irregulares a lo largo del año, principalmente en otoño llegando a valores mayores de 650.000 unidades/mL en noviembre. La densidad mínima se registró en el mes de agosto, cuando se presentaron valores de 50.000 unidades/mL.

Figura 10. Abundancia mensual del fitoplancton (unidades/mL).

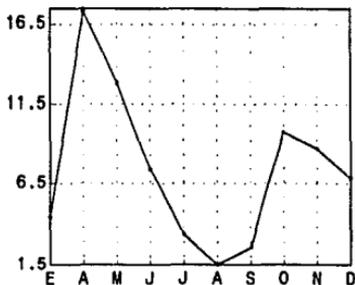
Cyanophyta (Miles)



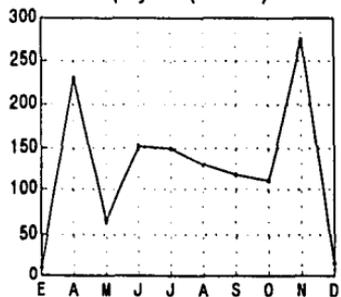
Chrysophyta (Miles)



Pyrrophyta (Miles)



Chlorophyta (Miles)



En este estudio, la abundancia de otoo, coincide con incrementos de color, oxígeno, DBO, turbiedad, nitratos, nitritos, transparencia y sulfatos.

Las crisofitas presentan su máximo en los meses de abril y mayo con 518,000 unidades/mL, decreciendo en agosto y noviembre con 18,000 unidades/mL (Figura 10).

Sus concentraciones máximas en abril y mayo, coinciden con altas concentraciones de DQO, transparencia, nitratos y sulfatos.

Las crisofitas, de acuerdo con Goldman y Horne (1983), se reproducen en primavera y esto coincide con las abundancias obtenidas.

En la figura 10 se observa que las pirrofitas (Dinofceas) presentan su mayor densidad en el mes de abril con 16,500 unidades/mL, con su mínimo en agosto con 1,500 unidades/mL. En abril y mayo que son sus concentraciones máximas coinciden con incrementos de pH, transparencia, DQO, nitratos, sulfatos.

El mayor incremento de pirrofita en el embalse fue en primavera, sin embargo Goldman reportan que en las regiones templadas estas algas crecen mejor en verano y otoo, lo cual concuerda con el segundo incremento que se observa en otoo.

Las clorofitas (figura 10) presentan dos máximos en abril y noviembre con valores mayores a 200,000 unidades/mL y decrecen en mayo y octubre con intervalos de 50,000 a 100,000 unidades/mL.

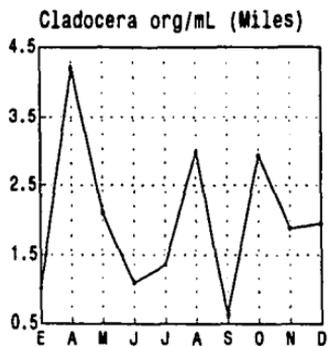
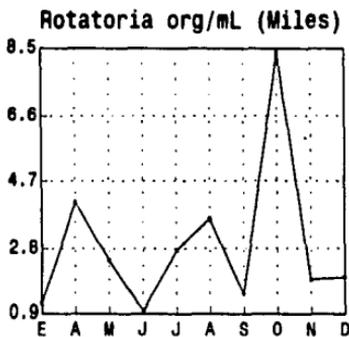
Este grupo requiere altas concentraciones de nutrientes para un óptimo crecimiento; por otro lado tienen un gran número de organismos de morfología diversa, la cual no guarda relación con los nutrientes (Hutchinson, 1967).

Sus picos reproductivos coinciden en abril con el incremento de pH y la transparencia en el embalse. Y en noviembre coinciden con color, nitratos, nitritos y sulfatos.

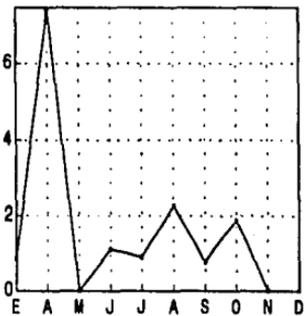
Los rotatoria (figura 10 a) tienen su mayor densidad en octubre con 8500 org/mL y sus mínimos en junio y noviembre con intervalos de 900 org/mL. El incremento poblacional en octubre coincide con Cianofita y con un segundo incremento de la turbiedad y sólidos, habiendo materia en suspensión, la cual puede ser utilizada como alimento por estos organismos.

Los cladóceros (figura 10 a) observan su mayor incremento en abril con 4,200 org/mL y sus mínimos en enero y septiembre con intervalos de 500 a 600 org/mL. Su pico reproductivo coincide con los picos de Crisofita, Pirrofita y Clorofita. Además concuerda con incrementos de pH y transparencia que favorece su crecimiento.

Figura 10a. Abundancia mensual del zooplancton (org/mL).



Copepoda org/mL (Miles)



En los cladóceros, sus picos reproductivos se reportan por Margalef (1976) en primavera y verano, estos datos corresponde con los valores obtenidos en el embalse.

Los copépodos (figura 10 a) también tienen su mayor densidad en el mes de abril (7.415 org/mL) y disminuye en noviembre (no se observaron organismos. Lo que coincide con los picos reproductivos de Crisofita, Pirofita y Clorofita, a su vez concuerda con el incremento del pH y transparencia. Al respecto Chávez (1986) menciona que los copépodos son indicadores de las variaciones producidas por los cambios estacionales.

Con base en los resultados obtenidos por grupo, se puede apreciar una comunidad heterogénea en el espacio, en las 5 estaciones del embalse, con variaciones temporales, ya que en la época de secas se presentan los incrementos de las crisofitas, pirofitas, clorofitas, rotatorios, copépodos y cladóceros, mientras que en la época de lluvias únicamente se observa abundancia relativa alta en las cianofitas.

6.2.2 Análisis de especies

Los resultados del conteo y determinación de plancton, para las cinco estaciones y durante los 10 meses de muestreo (50 muestras), se presentan en el Anexo I. Se obtuvieron 40 especies de plancton, y con la finalidad de simplificar el análisis e interpretación de estos resultados se seleccionaron las 10 especies más abundantes del fitoplancton para su descripción, las que representan aproximadamente el 90 % de la abundancia total del plancton determinado.

Los valores obtenidos de abundancia y frecuencia relativa, así como el valor de importancia, se presentan en las Tablas 6,7, y 8, que permiten visualizar fácilmente las especies dominantes.

Para la descripción de los resultados porcentuales obtenidos en la abundancia y frecuencia relativa, se designó la siguiente clasificación arbitraria:

ABUNDANCIA %	FRECUENCIA %
Mínima 1-10	Baja 1-2
Regular 11-20	Media 3-5
Máxima 21-35	Alta 6-7

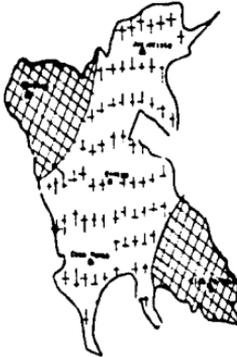
6.2.2.1 Distribución y abundancia

La distribución y abundancia de las 10 especies más representativas del embalse Valle de Bravo, se presentan con base al criterio de la abundancia relativa, se muestran en las Figuras 11,11a,12 y 13, mismas que se describen a continuación:

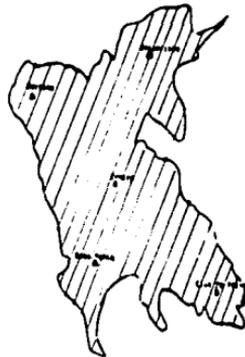
FIGURA II. DISTRIBUCION SUPERFICIAL DEL PLANCTON POR ESPECIES (unidades mL).



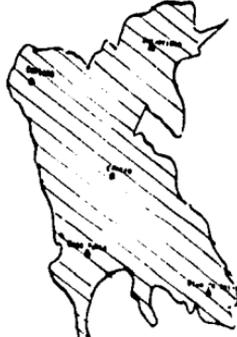
Microcystis pulverea



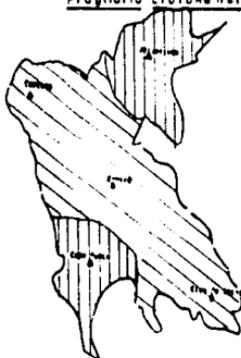
Fragilaria crotonensis



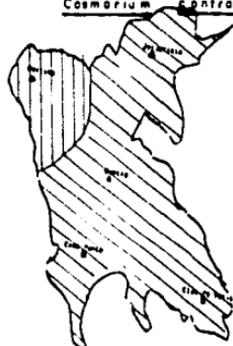
Cosmarium contractum



Staurastrum anatinum



Gomphosphaeria sp.



Anebaena sp.

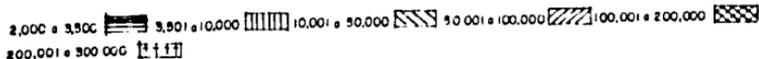
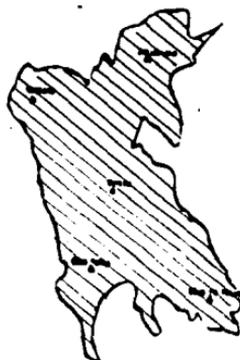
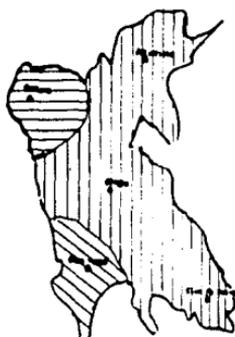


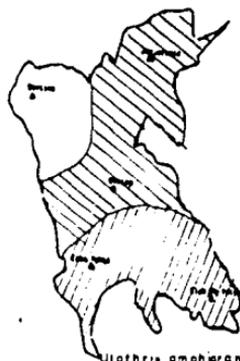
FIGURA 11A. DISTRIBUCION SUPERFICIAL DEL PLANCTON POR ESPECIES (unidades mL).



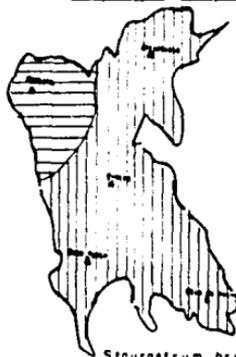
Chroococcus sp



Staurastrum saligerum



Ulothrix amphigranulata



Staurastrum brebionii

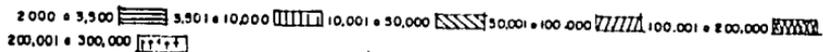


Figura 12. Abundancia mensual de las principales especies (unidades/mL).

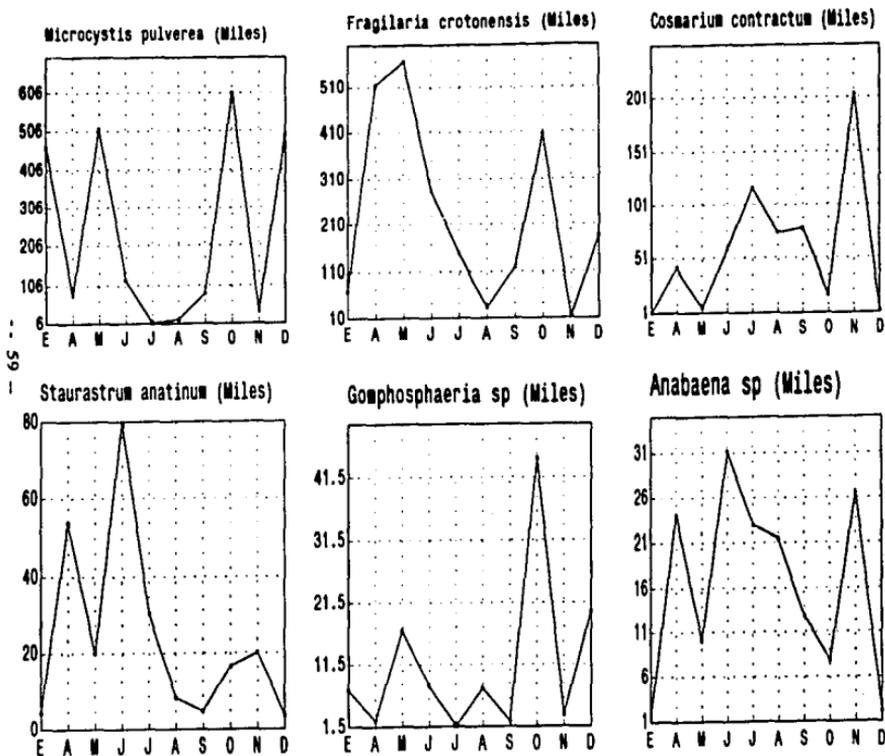
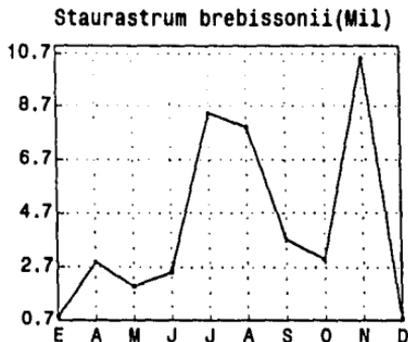
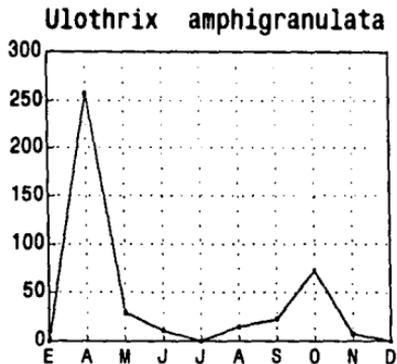
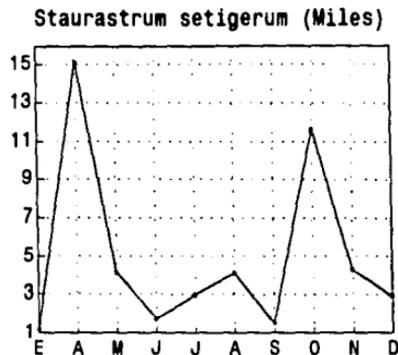
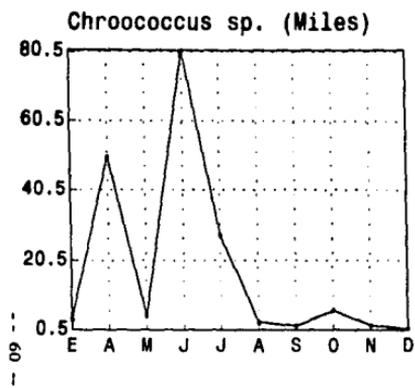


Figura 13. Abundancia mensual de las principales especies (unidades/mL).



1. Mycrocystis pulverea Wood
2. Fragilaria crotonensis Kiton
3. Cosmarium contractum var. incrassatum
4. Staurastrum anatinum var. anatinum
5. Chroococcus sp.
6. Anabaena sp.
7. Gomphosphaeria sp.
8. Ulothrix amphigranulata Skuje
9. Staurastrum prebissonii Archer
10. Staurastrum setigerum

1. Mycrocystis pulverea Wood

Se presentan tres zonas de distribución: la menor en Cortina (90,000 unidades/mL), una distribución intermedia en Jesucristo (190,000 unidades/mL), y la mayor en Centro, Casa Punta y Club de Yates (250,000 a 350,000 unidades/mL).

La abundancia temporal presentó varios picos de florecimiento durante los meses de enero, mayo, octubre, y diciembre con valores de 400 a 600,000 unidades/mL, y la abundancia más baja se tuvo en los meses de abril, julio, agosto y noviembre (6,000 a 80,000 unidades/mL). Figura 12

Fue la especie más abundante entre las cianofitas, su abundancia relativa es máxima (32.33%) y su frecuencia relativa alta (6.82%). Ocupó el primer lugar en valor de importancia (39.15%).

Esta especie es tóxica en agua dulce (OMS,1995), muy pestilente (Palmer, 1962) y de interés porque puede fijar nitrógeno.

2. Fragilaria crotonensis Kiton

Se distribuyó en dos zonas: una en Cortina y Club de Yates (130,000 a 180,000 unidades/mL) y la segunda zona con mayor abundancia en Jesucristo, Centro y Casa Punta con 250,000 a 300,000 unidades/mL). Figura 11

Presentó 2 florecimientos uno en mayo y el otro en octubre (510 y 410,000 unidades/mL), disminuyó en enero, agosto y noviembre (60,000; 30,000 y 10,000 unidades/mL). Fue la especie más abundante de las crisofitas. Figura 12

Goldman y Hornes (1983) mencionan que esta alga domina en el florecimiento de primavera y crece rápidamente compitiendo con otras algas. Se considera una forma perene del fitoplancton superficial (Hutchinson, 1967). Los resultados concuerdan con lo reportado por Chávez (1986).

Presentó una abundancia relativa máxima (31.69%) con una frecuencia relativa alta (6.82). Ocupó el segundo lugar en valor de importancia (38.51).

3. Cosmarium contractum var. incrassatum

Se distribuyó homogéneamente en todo el embalse (40,000 a 87,000 unidades/mL). Presentó dos florecimientos uno en julio y otro noviembre (117,000-204,262 unidades/mL). Su abundancia disminuyó en los meses fríos así como en mayo y octubre (5,000-17,655 unidades/mL). Figuras 11 y 12

Es una alga sávida y olorosa (Palmer, 1962); los resultados concuerdan con lo reportado por Chávez (1986).

Esta especie fue la más abundante dentro de las clorofitas, presentó una abundancia mínima (8.80%) y una frecuencia relativamente alta (6.64%). Ocupa el tercer lugar en valor de importancia (15.44%).

4. Staurastrum anatinum var. anatinum (Staurastrum paradoxum)

Su distribución fue análoga en todo el embalse en un ámbito de 20,000-30,000 unidades/ml (Figura 11).

Esta especie presentó tres incrementos; uno en abril (53,613 unidades/mL), otro en junio (79,691 unidades/mL) y el último en noviembre (19,970 unidades/mL). Se observaron decrementos en los meses fríos (3,484 unidades/ml) y en septiembre (4,630 unidades/mL). El taxón es abundante en el plancton superficial (Margalef, 1976), se considera una alga sávida y olorosa (Palmer, 1962). Concuerda con lo reportado por Chávez (1986), Chang (1989) y Vázquez (1991).

Con una abundancia relativa mínima (83.91%) y una frecuencia alta (6.82%). Ocupó el cuarto lugar en valor de importancia (10.73).

Cabe aclarar que esta especie se determinó primeramente como Staurastrum paradoxum y al realizarse una mayor revisión de la literatura, se vio que presenta cierta problemática en su diagnosis, ya que algunos autores mencionan variedades y formas inclusive, lo anterior requiere un mayor conocimiento en particular de su taxonomía, por lo cual se realizó el cambio en la nomenclatura como lo menciona Prescott y Vinyard (1982).

5. Chroococcus sp.

Su distribución fue similar en todo el embalse (20 a 25,000 unidades/ml). Figura 11a.

Para esta especie se observaron 2 incrementos, uno en abril (50,146 unidades/mL) y el segundo en junio (80,437 unidades/mL). Decrece en invierno (810 unidades/mL). Figura 13.

Su abundancia relativa fue mínima (4.45%) y su frecuencia relativa media (5.46%). Respecto al valor de importancia ocupó el quinto lugar (9.91%).

6. *Anabaena* sp.

Se distribuyó en dos zonas: la menor se presentó en Cortina con 8,000 unidades/mL, y la mayor distribución en Casa Punta, Centro, Jesucristo y Club de Yates (25,000 unidades/mL). Figura 11.

Para esta especie se observaron 2 incrementos, uno en junio (31,167 unidades/mL) y el segundo en noviembre (26,575 unidades/mL). Decrece en enero (1,392 unidades/mL) y octubre (7,908 unidades/mL). Figura 12.

Es abundante en condiciones eutróficas, se desarrolla en lagos cálidos en otoño y verano donde presenta sus florecimientos (Goldman y Horne, 1983), estas algas son indicadores de eutrofia (Hutchinson, 1967) y tóxicas en agua dulce (Sinclair, 1975). Lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el embalse.

Su abundancia relativa fue mínima (2.31%) y su frecuencia relativa alta (6.53%). Respecto al valor de importancia ocupó el sexto lugar (8.84%).

Esta alga es reportada por Margain (1981), Chang (1989) y Vázquez (1991).

7. *Gomphosphaeria* sp.

Se distribuyó en dos zonas: su menor distribución se observó en Casa Punta (5,000 unidades/mL), una zona intermedia en Jesucristo con 9,000 unidades/mL y la mayor abundancia en Cortina y Club de Yates (11,000 a 15,000 unidades/mL). Figura 11.

Esta especie presentó tres incrementos, uno en mayo (16,952 unidades/mL), otro en agosto (7,483 unidades/mL) y uno en octubre (44,529 unidades/mL). Los decrementos se dieron en enero (7,339 unidades/mL), junio (7,865 unidades/mL) y septiembre (2,302 unidades/mL). Figura 12.

Es una alga sávida y olorosa (Palmer, 1962); constituye florecimientos masivos en verano (Hutchinson, 1967).

Con una abundancia relativa mínima (1.64%) y su frecuencia relativa alta (6.41%). Fue el séptimo lugar de valor de importancia (8.05%).

8. Ulothrix amphigranulata Skuje

Se distribuyó en dos zonas: la menor se presentó en Jesucristo y Centro con 20,000 a 30,000 unidades/mL, y la mayor distribución en Casa Punta y Club de Yates (50 a 60,000 unidades/mL). Figura 11a.

Para esta especie se observaron 2 incrementos, uno en abril (257,571 unidades/mL) y el segundo en octubre (71,999 unidades/mL). Decrece durante el verano (0 unidades/mL). Figura 13.

Su abundancia relativa fue mínima (4.34%) y su frecuencia relativa baja (2.69%). Respecto al valor de importancia ocupó el octavo lugar (7.03%).

9. Staurastrum brebissonii Archer

Se distribuyó en dos zonas: su menor distribución se observó en Cortina (2,289 unidades/mL), en Jesucristo, Centro, Casa Punta y Club de Yates se observó la mayor distribución (3,000 a 6,000 unidades/mL). Figura 11a.

Presenta dos incrementos en julio (8,450 unidades/mL) y noviembre (10,536 unidades/mL), disminuyendo durante invierno y primavera (700 a 2,000 unidades/mL). Figura 13.

Su abundancia relativa fue mínima (0.59%) y su frecuencia relativa alta (6.18%). Respecto al valor de importancia ocupó el noveno lugar (6.77%).

10. Staurastrum setigerum

Se distribuyó en tres zonas para el embalse: la menor en Cortina (2,000 unidades/mL), una distribución intermedia en Jesucristo Centro y Club de Yates (5,000 unidades/mL), y en Casa Punta (10,000 unidades/mL) se observó la mayor. Figura 11a.

Presento dos incrementos en abril (15,104 unidades/mL) y octubre (11,683 unidades/mL) disminuyendo durante el verano (1,752 unidades/mL). Figura 13.

Su abundancia relativa fue mínima (0.67%) y su frecuencia relativa media (5.95%). Respecto al valor de importancia ocupó el décimo lugar (6.62).

Esta especie domina en la mayoría de los lagos oligotróficos (Goldman y Horne, 1983)

6.2.3 Análisis de comunidades

6.2.3.1 Índice de diversidad

Con los resultados biológicos obtenidos en la cuenta y determinación de los organismos pláncnicos (Anexo I) se llevó a cabo el análisis de la comunidad por medio del Índice de diversidad de Shannon-Weaver (1949), sugeridos por Krebs (1985) y Margalef (1977).

Al aplicar este índice, se puede observar que la diversidad tuvo un intervalo de 0.8 a 3.1 bits (Tabla 9)

Chang (1989) en su estudio de la presa Requena en Hidalgo, utilizó también el índice de Shannon-Weaver y los valores que obtuvo fueron de 0.5 a 3.5 bits, intervalo muy similar al reportado en este estudio. Chang menciona que la mayoría de sus resultados de diversidad, corresponden a dos tipos de contaminación a) moderada y b) altamente contaminada, cuyos miembros poblacionales se caracterizan en aguas de tipo eutróficas y con mucha materia orgánica. Lo anterior coincide con lo reportado para este estudio donde se observa la presencia de especies indicadoras de eutroficación en el embalse Valle de Bravo.

En las cinco estaciones del embalse, se puede ver que en el espacio la diversidad es similar con un promedio de 2.50 bits.

La diversidad más alta se observó en Casa Punta con 3.16 (agosto) y la más baja se observó en la misma estación con 0.81 (enero). Tabla 9.

La mayor H fue de 5.17 bits en Club de Yates (Octubre) y la menor H fue de 3.3 en Casa Punta (Julio).

Los datos de H máx. y Equitabilidad (E) de las 5 estaciones permiten explicar los resultados de Diversidad obtenidos en el embalse, ya que como se puede observar en la estación Club de Yates con una E de 0.74 (agosto) se tiene una diversidad de 3.02 bits y si la E disminuye (0.20 en enero) la diversidad también (0.81).

En la estación Centro con una E de 0.76 se tiene una diversidad de 2.52 bits (julio) y a una E menor 0.27 se tiene una diversidad menor (1.21 bits).

Para la estación Jesucristo en el mes de agosto se tuvo una E de 0.68 con una diversidad de 3.01 bits, y en enero se registró una E de 0.33 con una diversidad de 1.42 bits.

La estación Cortina presenta una E de 0.70 en julio, con una diversidad de 2.73 bits, y en mayo presenta una E de 0.35 dando como resultado una diversidad de 1.60 bits. En Casa Punta se observa una E de 0.91 (agosto) con una diversidad de 3.16 bits, y en enero presenta una E de 0.21 con una diversidad de 0.81 bits.

La diversidad en el embalse a través del tiempo, se va incrementando en los meses de primavera y alcanza su máximo en los meses de verano observándose que disminuye en invierno (figura 14). Lo anterior se corrobora con los datos de Equitabilidad que fueron mayores en julio y agosto, disminuyendo en enero.

Todo lo anterior puede deberse a que la comunidad se diversifica con el paso del tiempo, las más antiguas tienen un número de especies mayor, que las comunidades jóvenes.

Al aumentar la heterogeneidad espacial y la complejidad del medio ambiente, ocurre también la complejidad de las comunidades y la diversidad de especies.

Por otro lado, la competencia y depredación, son significativas para la organización de comunidades, ya que estas controlan la diversidad y abundancia de especies en una comunidad (Krebs, 1985).

6.2.3.2 Índice de similitud o similaridad

(comparación de especies)

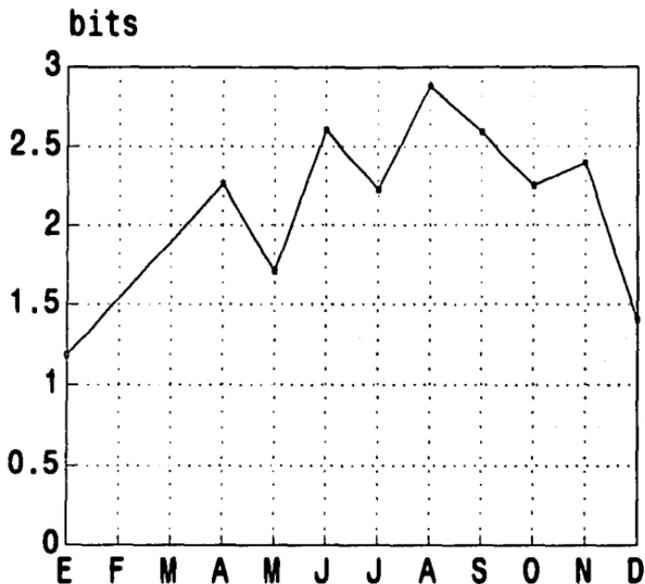
Con los resultados biológicos obtenidos en la cuenta y determinación de los organismos plácticos (Anexo 1), se aplicó el índice de Similitud de Sorensen (1948). A través de los resultados obtenidos en este índice, se observa en la matriz lo siguiente:

	CASAPUNTA	CENTRO	CLUBYATES	CORTINA	JESUCRISTO
CASAPUNTA					
CENTRO	75.51				
CLUBYATES		75.47			
CORTINA		79.62	69.09		
JESUCRISTO			67.85	80.35	
					81.03

Se presentan tres niveles de similitud:

1. Cortina-Casa Punta = 67 a 69 %
Cortina-Centro
2. Centro-Club de Yates = 70 a 79%
Casa Punta-Club de Yates
Casa Punta-Jesucristo
Casa Punta-Centro

Figura 14. Diversidad en el embalse Valle de Bravo, Méx., 1992.



3. Centro-Jesucristo = 80 a 84 %
Club Yates-Jesucristo
Cortina-Jesucristo
Cortina-Club de Yates

Las estaciones con mayor similitud de especies comunes en ambas muestras son Centro y Jesucristo con 84.61% y las estaciones de menor similitud en especies son Centro y Cortina con 67.85%

El índice de similitud va de 0 a 1, lo cual quiere decir que considera desde una disimilitud hasta una semejanza completa. Con este criterio, se puede decir que los valores obtenidos en la matriz anterior con mayor porcentaje de similitud (80%), se consideran adecuados.

La estructura de la comunidad, la abundancia relativa de los diferentes taxa, así como la asociación de las especies son características importantes, las cuales han sido aplicadas para monitorear cambios en la comunidad (Spellerberg, 1991).

6.2.3.3 Coeficiente de asociación

El concepto de asociación (Sournia, 1978), generalmente se aplica a cualquier grupo de especies que ocurren juntas. Una asociación es simplemente un grupo de especies reconocidas de acuerdo a ciertas reglas dadas.

Para Fager y McGowan (1963, vide Sournia, 1978) la asociación se compone de especies que tienen reacciones similares a las propiedades del medio ambiente.

El concepto de asociación es, la simplificación de la respuesta individual de las especies al medio ambiente.

Sournia menciona que hay 2 procedimientos para evaluar la heterogeneidad de una matriz de correlación:

1. Eliminar la alta heterogeneidad asociando las especies más frecuentes.
2. Calcular el coeficiente de correlación entre pares de especies, usando solo aquellas muestras donde ambas especies están juntas.

El coeficiente de asociación, se aplicó a las 5 estaciones del embalse y los resultados se analizaron asociando las especies más frecuentes, con valores similares de asociación.

Franco (1985) cita que la composición de una comunidad puede expresarse mediante una lista de especies. Además la composición de una muestra se puede comparar con muestras adyacentes a la misma comunidad, lo que revela con base en las especies existentes, la similitud entre las áreas muestreadas y la heterogeneidad ambiental en la cual se asienta la comunidad.

1.-Para la estación Centro se observaron las siguientes comunidades.

Con un valor de asociación de 1.0:

Gomphosphaeria sp., Fragilaria crotonensis, Cosmarium contractum, Staurastrum brebissonii, Staurastrum anatinum.

Con 0.9: Microcystis pulverea, Staurastrum setigerum.

Con 0.6: Chroococcus sp., Fragilaria sp., Ulothrix sp., Keratella cochlearis, Polyarthra sp.

Con 0.5: Peridinium sp., Pediastrum simplex, Mallomonas sp., Coelastrum sp., Trichocerca sp.

Con 0.4: Anabaena spiralis, Closterium sp., Daphnia longispina.

Con 0.2: Microcystis aeruginosa, Eudoxina elegans, Paracyclops fimbriatus, Aulacoseira granulata var. angustissima.

Con 0.1 : Lyngbya sp., Chlamydomonas sp., Bosmina longirostris, Kirchneriella sp.

2.-Para la estación Jesucristo se presentaron las siguientes comunidades.

Con 1.0: Chroococcus sp., Microcystis pulverea, Gomphosphaeria sp., Fragilaria crotonensis, Staurastrum brebissonii, Staurastrum anatinum.

Con 0.9: Anabaena spiralis, Aulacoseira granulata, Closterium sp., Cosmarium contractum, Staurastrum setigerum.

Con 0.6: Peridinium sp., Ulothrix sp.

Con 0.5: Mallomonas sp., Keratella cochlearis, Polyarthra sp.

Con 0.4: Pandorina morum, Paracyclops fimbriatus.

Con 0.2: Dimorphococcopsis fritschii, Kirchneriella sp., Bosmina longirostris.

Con 0.1: Microcystis aeruginosa, Lyngbya sp., Aulacoseira granulata var. angustissima, Eudoxina elegans, Coelastrum sp., cf Keratella.

3.-Para la estación Cortina se tuvieron los siguientes valores de asociación.

Con 1.0: Gomphosphaeria sp., Fragilaria crotonensis, Closterium sp., Cosmarium contractum, Staurastrum anatinum.

Con 0.8: Ceratium hirundinella, Staurastrum brebissonii.
Con 0.7: Chroococcus sp., Staurastrum setigerum, Keratella cochlearis.
Con 0.6: Peridinium sp., Microcystis pulverea.
Con 0.5: Anabaena spiralis, Microcystis aeruginosa.
Con 0.3: Mallomonas sp., Aulacoseira granulata, Eudorina elegans,
Pediastrum simplex, Polyarthra sp., Bosmina longirostris,
Paracyclops fimbriatus.
Con 0.2: Lynxbya sp., Fragilaria sp., Coelastrum sp.,
Kirchneriella sp., Trichocerca sp., Daphnia longispina.

4.-Para la estación Casa Punta se tuvieron los siguientes valores de asociación.

Con 1.0: Fragilaria crotonensis, Cosmarium contractum,
Staurastrum anatinum, Staurastrum brebissonii.
Con 0.9: Closterium sp., Staurastrum setigerum.
Con 0.7: Chroococcus sp., Microcystis pulverea, Ulothrix sp.,
Keratella cochlearis.
Con 0.6: Anabaena spiralis, Gomphosphaeria sp., Ceratium hirundinella,
Aulacoseira granulata.
Con 0.5: Peridinium sp., Pediastrum simplex, Polyarthra sp.
Con 0.3: Mallomonas sp., Fragilaria sp., Daphnia longispina,
Bosmina longirostris.
Con 0.2: Lynxbya sp., Aulacoseira granulata var. angustissima.
Con 0.1: Microcystis aeruginosa, Coelastrum sp., Staurastrum curvatum.

5.-Para la estación Club de Yates se presentaron las siguientes comunidades.

Con 1.0: Fragilaria crotonensis, Cosmarium contractum,
Staurastrum setigerum, Staurastrum anatinum.
Con 0.8: Anabaena spiralis, Microcystis pulverea, Gomphosphaeria
sp.
Con 0.7: Chroococcus sp., Ceratium hirundinella.
Con 0.5: Aulacoseira granulata, Fragilaria sp., Daphnia longispina,
Paracyclops fimbriatus.

Con 0.4: Lynghya sp., Rudorina elegans, Pediastrum simplex, Polyarthra sp.

Con 0.3: Peridinium sp., Mallomonas sp., Ulothrix sp., Bosmina longirostris

Con 0.2: Microcystis aeruginosa, Pandorina morum, cf Keratella sp., Trichocerca sp.

Con 0.1: Aulacoseira granulata var. angustissima, Volvox sp., Coelastrum sp., Pimorphococcopsis fritschii, Chlamydomonas sp., Keratella sp.

Después de obtener los coeficientes de asociación de las especies, se pudieron visualizar diferentes comunidades en cada estación. Las comunidades se agruparon con base en los valores obtenidos desde 0.1 hasta 1.0.

Se observó que en las 5 estaciones se presentó una comunidad predominante con un alto valor de asociación (1.0 a 0.8) con especies co-ocurrentes:

Gomphosphaeria sp., Fragilaria crotonensis, Cosmarium contractum, Staurastrum brebigonii, Staurastrum anatinum, Chroococcus sp., Microcystis pulverea, Closterium sp., Staurastrum setigerum.

Debido a la enorme variabilidad ambiental que se ocasiona por la turbulencia en el epilimnion, no se dan durante mucho tiempo las condiciones ideales para el dominio de una especie y las diferentes especies en competencia predominan, cuando alcanzan cierta ventaja competitiva. Por lo que varias de ellas pueden coincidir entonces, en elevado número (González, 1988).

Es importante remarcar que las asociaciones están compuestas de especies que tienen reacciones similares, a ciertas propiedades del medio ambiente. La característica de las asociaciones fitoplanctónicas es su estabilidad interna, lo que significa que las especies responden en diferentes formas a cambios ambientales (Sournia, 1978). Con lo cual el propósito de designar asociaciones es dar un simple camino de indicación de la clase del fitoplancton presente.

Así, la oligotrofia y eutrofia se define en términos de nutrientes, se reconocen varias series de tipos de plancton con base en Hutchinson (1967):

1.-Plancton oligotrófico desmidias.-Domina usualmente Staurastrum sp. En aguas diluidas pobres en alcalinidad y ligeramente ácidas.

2.-Plancton eutrófico diatomeas.-Domina usualmente Fragilaria crotonensis, Aulacoseira granulata. La primera puede ocurrir en comunidades oligotróficas.

3.-Plancton mesotrófico o eutrófico desmidias.- Caracterizado por especies eurytopicas (adaptadas a deficiencias de ácido, calcio y alcalinidad) como Staurastrum o Cosmarium spp.

4.-Plancton Myxophyceae.-Domina Anabaena y otras algas verde azules, usualmente se encuentran en temporadas cálidas en el año en localidades eutróficas, monoespecíficas en aguas altamente fertilizadas.

Con base en lo anterior, en el embalse se observaron las cuatro series de tipos de plancton, predominando el plancton eutrófico (diatomeas).

Así el temprano reconocimiento de diferencias en cantidad y calidad del plancton en lagos y embalses, contribuye al origen del sistema de clasificación trófico.

6.2.3.4 Análisis componentes principales

Con el fin de facilitar la búsqueda de los factores, que determinan la composición y distribución de las diferentes especies, así como el grado de asociación entre ellas, se realizó un análisis de componentes principales de resultados biológicos, físicos y químicos.

De los resultados biológicos obtenidos con la fórmula de Lackey (Anexo I), se obtuvieron los datos para las matrices de análisis de Componentes Principales, utilizando los datos promedio de todas las especies presentes a través del tiempo, en cada estación.

En las 5 estaciones de muestreo, las especies no dominantes presentaron un patrón de agrupación similar, ya que estas se agrupaban en espacios cercanos. Por el contrario las especies dominantes se salieron de esta agrupación, siendo bastante su distancia (salen de escala) respecto a las no dominantes. Figura 15.

Las especies dominantes, fueron las mismas en las 5 estaciones:

Fragilaria crotonensis, Microcystis pulverea, Staurastrum anatinum var. anatinum, Cosmarium contractum var. incrassatum, Chroococcus sp., Anabaena sp., Aulacoseira granulata, Aulacoseira granulata var. angustissima y Closterium sp.

Los resultados promedio de 12 meses de análisis físicos y químicos, se procesaron en matrices de datos, para cada estación.

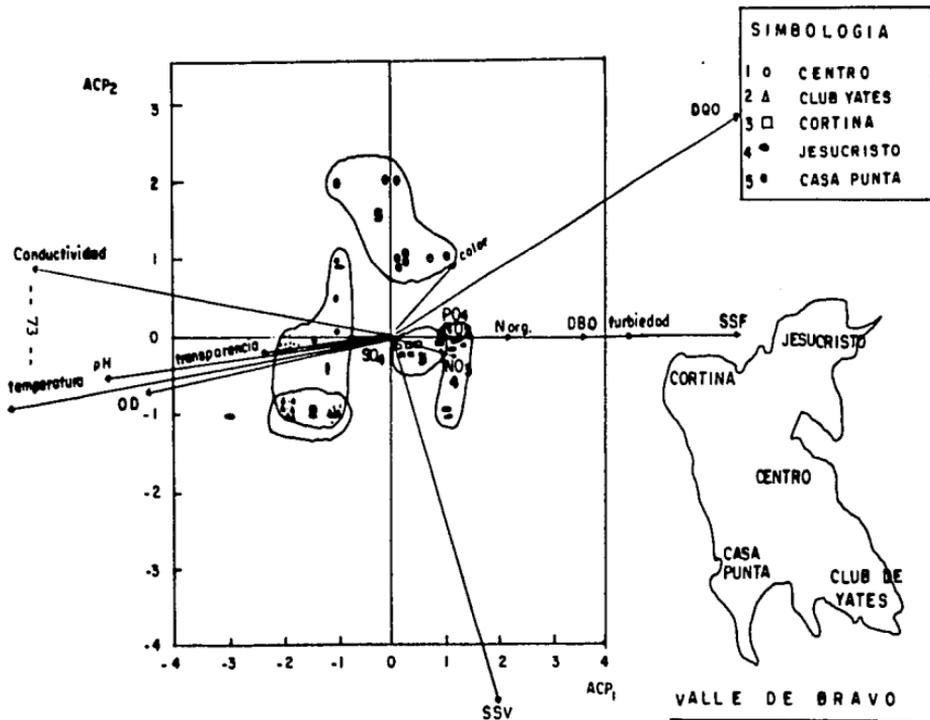


FIG. 15 ANALISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DEL PLANCTON Y PARAMETROS FISICO QUIMICOS EN EL EMBALSE VALLE DE BRAVO, MEX., 1992

Al relacionar los resultados obtenidos de ACP respecto a la posición de las especies y a los factores físicos y químicos (fig. 15) se observó que con base en el tamaño de los vectores, el orden de importancia fue: temperatura, conductividad, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos fijos, pH, sólidos suspendidos volátiles, oxígeno disuelto, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno, transparencia, nitrógeno orgánico, color, fosfatos, nitritos, nitratos, y sulfatos.

La temperatura tuvo una gran influencia en las especies encontradas en el embalse. Resultando ser el vector más importante debido a la influencia que tiene en los organismos, respecto a su reproducción y crecimiento. Es probable que este vector ocasione la mayor variabilidad encontrada.

Es interesante notar como la temperatura y el oxígeno mostraron vectores cercanos.

El vector de la conductividad también fue importante, no hubo una relación con los sólidos (SSV y SSF). Su vector fue cercano al de transparencia y se observó separado de la turbiedad.

El vector de la transparencia no fue significativo, mientras que los vectores del pH y el oxígeno disuelto marcaron una relación muy cercana. Respecto a los vectores de color y sólidos, la transparencia mostró su vector separado de estos.

El vector de la demanda química de oxígeno fue mayor, respecto al vector de la demanda bioquímica de oxígeno. El vector de la demanda química de oxígeno estuvo cercano de los vectores de: turbiedad, sólidos suspendidos fijos, nitrógenos, demanda bioquímica de oxígeno, y fosfatos.

Los vectores de los nitratos, nitritos, fosfatos y sulfatos no fueron significativos, dado que sus vectores son muy pequeños y cercanos a los ejes.

Los vectores de la demanda bioquímica de oxígeno y la conductividad se mostraron independientes. El vector de la demanda bioquímica de oxígeno se presentó alejado del vector de pH.

Se observa relación entre los vectores de turbiedad y los sólidos suspendidos fijos, pero no hubo relación con el vector de conductividad.

Las especies de la estación Centro y Club de Yates se encontraron asociadas con los vectores de conductividad, transparencia, pH, temperatura y oxígeno disuelto. Estas estaciones se encuentran influenciadas por el río Molino.

A su vez las especies de las estaciones Cortina y Jesucristo se asociaron con los vectores de fosfatos, nitrógeno orgánico, demanda bioquímica de oxígeno, turbiedad, sólidos suspendidos fijos, volátiles, nitritos y nitratos. Dichas estaciones reciben la influencia del río Amanalco.

Las especies de la estación Casa Punta se asociaron con el color.

Esta influencia de los principales parámetros físicos y químicos del embalse respecto a las especies del plancton, permiten explicar su distribución y abundancia así como sus asociaciones, que a su vez se ven influenciadas por los aportes de los ríos de la localidad.

6.2.3.5 Eutroficación

La proliferación de cianofitas comunmente asociada a la eutroficación de los lagos, puede tener un profundo efecto sobre la estructura comunitaria del plancton. Por una parte, ellas inhiben a otras algas que sirven de alimento al zooplancton o también por la sombra que producen en casos de desarrollo masivo.

Así, el efecto de densas concentraciones de algas verde-azules filamentosas, puede ser tan pernicioso que ocasionan la desaparición temporal de todos los cladóceros. Algunas especies de copépodos pueden verse también afectados por los cambios que induce la eutrofización.

Por otro lado, una incorporación excesiva de nutrientes, influye directamente sobre el fitoplancton, porque modifica su composición específica y eleva su producción. Los efectos sobre el zooplancton son más bien indirectos porque tienen que ver con el alimento o con los cambios físicos y químicos del hábitat.

Las especies que forman florecimientos no parecen tener alguna característica fisiológica especial aparte de la tendencia general de las algas verde-azules, de preferir las aguas moderadamente alcalinas y ligeramente eutróficas.

Las diatomeas son por lo general las especies dominantes en los florecimientos de primavera y van seguidos de los dinoflagelados y otras especies móviles que dominan la flora de verano, menos abundante, pero más diversa.

Las algas verdes son también comunes en el fitoplancton de primavera y verano de los lagos templados y pueden estar asociados a algas verde-azules en situaciones más eutróficas (Marshall, 1987)

Ryding y Rast (1992) mencionan las características generales de lagos y pantanos oligotróficos y eutróficos en la zona templada que se señalan a continuación:

TIPO DE MASA DE AGUA

PARAMETRO	OLIGOTROPICAS	EUTROPICAS
Aparición de proliferaciones de algas	rara	frecuente
Cantidad relativa de algas verdes y verde azules	baja	alta
Grado de distribución de algas	hipolimnion	epilimnion
Algunos grupos característicos de algas	Algas verdes: <u>Staurastrum</u> Diatomeas: <u>Tabellaria</u> Crisofíceas: <u>Dinobryon</u>	Algas verde-azules: <u>Anabaena</u> <u>Microcystis</u> Diatomeas: <u>Aulacoseira</u> <u>Fragilaria</u>
Algunos grupos característicos del zoo--plancton	<u>Bosmina</u> <u>Diaptus</u>	<u>Bosmina longirostris</u> <u>Daphnia</u>
Rawson (1958) añade:		
Cantidad	pobre	rica
Variedad	muchas especies	pocas especies
Migración diurna	extensiva	limitada
Blooms	muy raros	frecuentes

6.2.3.6 Comunidades indicadoras de calidad del agua

Con base en todos los análisis de comunidades efectuados en el presente trabajo, se pudieron reconocer aquellas comunidades que por su mayor distribución y abundancia, similitud, coeficiente de asociación de especies, tipo de masas eutróficas, y ACP sobresalían de los demás grupos. De esta forma las cianofitas (Microcystis pulverea), crisofitas (Fragilaria crotonensis) y clorofitas (Cosmarium contractum var. Angiastatum) con sus taxa dominantes, se proponen como especies indicadoras de calidad del agua con fines de monitoreo y diagnóstico.

7 DISCUSION

De los resultados físicos y químicos obtenidos en el embalse Valle de Bravo, se pudo apreciar la relación de ciertos parámetros, así como su variación en las diferentes épocas del año.

Respecto al pH, se observó una disminución de éste al incrementarse la temperatura.

El pH se encuentra en casi todos los meses en un estado alcalino por la presencia de carbonatos y bicarbonatos que determinan su valor en el embalse.

La distribución de los organismos, la productividad y el metabolismo del sistema, son dependientes de la temperatura. Esta afecta la conductividad, la densidad y solubilidad del oxígeno (SARH, 1979). En el embalse, se observó una relación directa de la temperatura respecto a la conductividad: a mayor temperatura mayor conductividad y viceversa.

A su vez el oxígeno en este estudio, para el mes de diciembre es bajo (6 mg/L), ya que a menor temperatura se esperaría una mayor concentración de oxígeno, como lo indica Wetzel (1975), teniendo una temperatura en diciembre de 20 C le correspondería una concentración de oxígeno de 8.84 mg/L.

En el embalse se vierte materia orgánica proveniente de los poblados Valle de Bravo y Avándaro, así como de los ríos adenaños, por lo que es probable que la mayor fuente de disturbio, provenga de las excretas humanas y animales descargadas en este cuerpo de agua.

Así la materia orgánica presente en este sistema acuático, ocasiona disturbios en el buen funcionamiento del ecosistema debido a que sufre transformaciones por medio de microorganismos, degradándola a compuestos más simples y estables. Estos procesos de degradación, consumen gran cantidad de oxígeno disuelto. Por esto es importante conocer la cantidad de materia orgánica que fluye hacia el embalse y la producida internamente (Castellanos, 1982).

Las fuentes de compuestos carbonosos que están disponibles para la biodegradación por los organismos son: los organismos muertos, las excretas y los compuestos de carbono.

La turbiedad, la demanda química de oxígeno, la demanda bioquímica de oxígeno y los sólidos suspendidos fijos mostraron incrementos notorios en los meses fríos disminuyendo en la época de lluvias. En esta época la conductividad se incrementa respecto a estos parámetros debido a la cantidad de materia en suspensión (SARH, 1979).

Durante la época de lluvias muchos sólidos son acarreados al embalse, lo cual requiere de su degradación, por lo cual la demanda bioquímica de oxígeno en la época de lluvias se incrementa. La demanda química de oxígeno presenta mayor demanda de oxígeno en la primavera.

En la época de secas y lluvias el oxígeno presenta una disminución, es utilizado para la degradación de la materia orgánica por medio de organismos aerobios. Ya que la concentración máxima de oxígeno es 8.5 mg/L y el mínimo es de 6 mg/L se observa un decremento de oxígeno de 2.5 mg/L.

La demanda bioquímica de oxígeno se mantiene por debajo del límite permisible de 6 mg/L, por otro lado la demanda química de oxígeno sobrepasa estos valores permisibles, demostrándose la existencia de materia orgánica (SARH, 1979).

El fosfato y el nitrógeno presentaron su máxima concentración en septiembre, en este mes la temperatura y el pH disminuyeron, lo cual favorece la solubilidad de estos nutrientes en el embalse.

La turbiedad reduce la productividad al no permitir la penetración de la luz en su totalidad. Al disminuir la luz se afecta la fotosíntesis que realizan los organismos fitoplancticos y los vegetales sumergidos, evitando así la producción de oxígeno (SARH, 1979).

A partir de junio, con el comienzo de las lluvias, la transparencia se mantiene homogénea. En estos meses la temperatura y conductividad decrecen.

El valor del fosfato total en el embalse (tabla 1) rebasa los límites permisibles citados, (0.0059 mg/L) por lo cual con los resultados obtenidos (0.074 mg/L) se puede considerar un embalse eutrófico.

Se ha observado que en lagos eutróficos, los fosfatos son fijados en el epilimnion por el plancton, transformándolo en fósforo orgánico; y al morir los microorganismos se precipitan al fondo donde se mineralizan y transforman de nuevo en fosfato (Wetzel, 1975).

Al comparar los datos del pH y el fosfato total, se puede observar que donde hay un pH alto, la solubilidad del fosfato es bajo (primavera) y el fosfato se incrementa cuando disminuye el pH (verano) (SARH, 1979). Lo anterior puede explicar los pulsos del plancton que se presentan en verano cuando las aguas son ricas en nutrientes. Además la alta concentración de fosfatos en el embalse, es ocasionada por la presencia de desechos humanos, animales y vegetales, así como de residuos de alimento y detergentes. Su presencia provoca una sobrepoblación de la flora

acuática resultando en una mayor demanda de oxígeno, por medio de su actividad fotosintética la cual disminuye cuando el fosfato aumenta.

Entre las fuentes de nitrógeno, se observó que el nitrógeno orgánico y los nitratos presentaron mayores concentraciones respecto a los nitritos, los cuales tienen su incremento desfazado respecto al del nitrógeno orgánico. El incremento de nitrógeno orgánico puede deberse a varias razones:

1. La temporada de lluvias arrastra sedimentos y se incrementan las descargas de aguas residuales provenientes de las casas.
2. En verano se presenta un segundo florecimiento del fitoplancton y la excreción de los organismos contribuye también a este incremento (SARH, 1979).

El amonio en el agua está presente como NH_4 y como NH_4OH , que más tarde es altamente tóxico a muchos organismos, especialmente peces. El amonio es fuertemente particulado especialmente en lagos alcalinos que contienen gran concentración de materia orgánica disuelta (Wetzel, 1975).

Aunque el amonio podría ser una buena fuente de nitrógeno para las plantas y muchas de ellas pueden usar valores de pH alcalino, la mayoría de las algas crecen mejor con nitrato como su fuente de nitrógeno, aún cuando el nitrato sea reducido a amoniaco, lo cual ocurre durante períodos de días muy luminosos y en lagos muy eutróficos (Wetzel, 1975).

Sin embargo Marshall (1987), menciona que las algas en general, prefieren más el amonio que el nitrato, ya que hay una mayor tasa de crecimiento con amoniaco en situaciones donde existe luz limitada.

En el embalse se encuentran los nitratos en altas concentraciones para la vida acuática (0.200 mg/L), siendo un nutriente esencial para muchos organismos autótrofos fotosintéticos, actuando como limitante en su crecimiento. Las concentraciones elevadas de Nitrógeno orgánico y amoniaco muestran una contaminación reciente por desechos domésticos (SARH, 1979).

Los sulfatos y el color se mantienen homogéneos en la temporada de lluvias, incrementándose en noviembre y diciembre.

La importancia de los sulfatos consiste en que ejercen una acción laxante y por lo tanto su presencia en las aguas de consumo debe estar limitada, se recomienda una concentración máxima de 250 mg/L. A su vez, el color en las aguas naturales, se debe a sustancias naturales en descomposición, y la coloración adquirida es amarillo pardo, lo cual causa una aversión debido a la comparación antiestética que se le asocia. Se recomienda que el agua potable no exceda de 20 unidades de color en escala Pt-Co (SARH, 1979).

Respecto al plancton, las Cianofitas ocuparon el primer lugar en abundancia respecto a los demás grupos.

Aunado a esto las cianofitas y clorofitas modifican el pH por la actividad biológica fotosintética, respiración y por el efecto de la precipitación y evaporación (González, 1978).

Su incremento en octubre y noviembre se debe al aumento de los nutrientes en septiembre, debido a los cambios en la temperatura que permiten su mayor solubilidad.

Respecto a las pirrofitas y clorofitas se observaron dos pulsos muy marcados en abril, octubre y noviembre. Estos desfazamientos de incrementos de un grupo respecto a otro indica que mientras las condiciones son favorables para unos, estos crecen se incrementan y posteriormente decrecen, al cambiar las condiciones otro grupo se ve favorecido y así se presenta una sucesión dentro de la comunidad.

Así la productividad del fitoplancton está en relación estrecha con la distribución de sus poblaciones, así como la composición de la comunidad y con el estado fisiológico. (Santoyo, 1994 vide De la Lanza *et al.*, 1994).

Habrán de considerarse también los factores abióticos, los cuales determinan en gran medida el potencial productivo. En el caso del florecimiento de una o pocas especies del fitoplancton, la producción es elevada y el índice de diversidad es mínimo (Santoyo, 1994 vide De la Lanza *et al.*, 1994).

Una de las características primordiales de la comunidad plánctica, es la coexistencia simultánea de numerosas poblaciones en un mismo hábitat lacustre (Wetzel, 1975). Aunado a esto, las variaciones en la distribución y abundancia de las especies particulares, a través del tiempo y espacio, así como la composición de las comunidades, están determinadas por cambios ambientales persistentes. Es válido suponer que los organismos que se encuentran en una localidad dada, van a reflejar las alteraciones que se presenten en ellos (Saavedra, 1982).

Chang (1989) menciona que las comunidades expresan la integración de factores que actúan durante cierto tiempo y con base en esto se podrían pronosticar otras alteraciones similares que pudiesen presentarse posteriormente en otras especies comunes.

Se observa en general que hay una relación de los grupos del fitoplancton con los del zooplancton, y así la presencia de unos organismos limita la distribución local de otros. Algunas especies de rotíferos no son cosmopolitas y otras pueden ser limitadas en su distribución por el tipo de recurso algal presente para ellos. Los rotíferos determinados en el embalse Valle de Bravo son comunes en muchas partes del mundo (Hutchinson, 1967).

La evaluación del estado trófico puede basarse en criterios físicos, químicos y biológicos. Para la exactitud de la estimación depende del indicador o indicadores utilizados, y la representación de ciertas especies es a veces indicativa de un cierto estado trófico. Por lo cual, la dominancia en el plancton de algas verde azules durante el verano en lagos templados, puede indicar condiciones eutróficas (González, 1988) como es el caso del embalse Valle de Bravo.

Muchos experimentos respecto a las cianofitas han sido realizados por Arnold (1971 vide Cole, 1983) quien concluye que estas algas sirven de forraje al zooplancton. Ha reportado 7 especies de algas verde-azules como dieta de *Daphnia pulex*, comparando a las algas verde azules (cianofitas) con las algas verdes (clorofitas) como fuente de alimento y concluyó que los cladóceros podrían sobrevivir sólo con bajos niveles de abundancia, si su alimento mezclado fuera dominado por algas verde-azules.

Para el embalse Valle de Bravo se observó que mientras la población de cianofitas crece, la población de cladóceros baja, coincidiendo ambos picos en octubre que es cuando disminuye la mayor concentración de nutrientes (septiembre).

Respecto a las especies que presentaron mayor abundancia en el embalse se tuvieron a: *Microcystis pulverea*, *Fragilaria crotonensis*, *Cosmarium contractum* var. *incrassatum*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum*, *Gomphosphaeria* sp., *Anabaena* sp., *Staurastrum brevissonii*, *Staurastrum setigerum*, *Ulothrix amphigranulata* y *Chroococcus* sp., que fueron las 10 taxa más importantes dentro del análisis de valor de importancia.

Las pronunciadas variaciones anuales de la temperatura y la duración del período diario de iluminación, figuran entre los factores que más influyen sobre la tasa de producción del plancton (González, 1988).

Muchos embalses son plagados de algas verde-azules que producen toxinas peligrosas. Los géneros *Microcystis* y *Anabaena* han sido implicados en la muerte de peces, caballos, perros, pollos, vacas, ardillas y otros animales (Cole, 1983).

Microcystis pulverea es una especie pestilente, *Fragilaria crotonensis* y *Cosmarium contractum* var. *incrassatum* son sápidas y olorosas y las descargas domésticas aceleran el florecimiento de estas especies.

Los cambios poblacionales del plancton observados en el embalse, dependen directamente de las características físicas, químicas y biológicas, presentes en las diferentes épocas del año.

Los incrementos que se presentan en la diversidad del embalse, concuerdan con las abundancias de los grupos y las especies reportadas, ya que en general presentan sus florecimientos en primavera y otoño.

La diversidad temporal del embalse, se incrementó del mes de abril a noviembre, disminuyendo en los meses fríos. En este período coincidió con temperatura adecuada, buena transparencia, pH alcalino, alta concentración de nutrientes, disminuyendo éstos en los meses fríos.

Se observó en el embalse una mayor diversidad en verano, disminuyendo ésta en el invierno, dando como resultado que a mayor Equitatividad, se presentó una mayor Diversidad.

Siqueiros (1990) basado en estudios comparativos, menciona que el índice de Shannon-Weaver describe mejor la estructura de los conjuntos de especies, debido a que refleja mejor la diversidad basada en el número de especies. De esta manera permite una mejor comparación de asociaciones de ambientes muy diferentes o similares.

El índice de Similitud comprueba la relación que existe entre la comunidad encontrada en Centro y Jesucristo, esto se debe a la influencia que presenta en estas estaciones el río Molino, como se verá más adelante en el análisis de componentes principales (ACP).

El Coeficiente de Asociación de especies, mostró una comunidad con especies co-ocurrentes con un alto valor de asociación (0.8 a 1.0). Estos resultados coinciden con las principales especies obtenidas en el valor de importancia, con las encontradas en el Análisis de Componentes Principales y las mencionadas como especies eutróficas. Los resultados de todas estas metodologías coinciden en un 70 %, lo cual indica que se tuvieron resultados similares con metodologías diferentes.

Krebs(1985) menciona que las características de las especies dominantes, suelen ejercer efectos en la estabilidad de una comunidad, que es la capacidad del sistema para regresar a su estado original después de sufrir una alteración.

La elasticidad es la capacidad de un sistema ecológico para persistir a pesar de las perturbaciones. Las comunidades suelen ser muy elásticas pero inestables. Así el conocimiento de los límites de elasticidad es importante, porque algunas comunidades estables resultan más útiles para el hombre que otras.

La elasticidad es un concepto importante respecto de todas las comunidades que manipula el hombre, ya que es necesario saber en que medida se puede perturbar a una comunidad antes de que se

modifique a una configuración menos conveniente. De aquí la importancia de realizar este tipo de estudios que contribuyan al conocimiento de los recursos acuáticos.

Con el análisis de componentes principales se pudieron apreciar las asociaciones pláncnicas de la comunidad, las cuales indican que con base en las especies más abundantes encontradas en el embalse, este tiende a la eutroficación.

Al efectuar el análisis de componentes principales se utilizó el programa Orden, a través del cual se corrigieron las matrices de las especies por estación, se obtuvieron resultados más confiables y representativos.

Las asociaciones pláncnicas fueron las mismas en las 5 estaciones: *Fragilaria crotonensis*, *Microcystis pulverea*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum*, *Cosmarium contractum* var. *incrassatum*, *Chroococcus* sp., *Anabaena* sp., *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *A. granulata* var. *angustissima*, *Closterium* sp. (Todas ellas indicadoras de eutroficación).

Con base en Hutchinson (1967) estas asociaciones indican la clase de fitoplancton presente y en el embalse predominó el plancton eutrófico.

Ya que *Microcystis pulverea*, *Fragilaria crotonensis*, *Cosmarium contractum* var. *incrassatum*, *Staurastrum anatinum*, *Staurastrum setigerum*, *Aulacoseira granulata*, *Chroococcus* sp., *Gomphosphaeria* sp., *Closterium* sp., con base en todos los análisis efectuados se pueden sugerir como una comunidad indicadora de la calidad del agua.

Los parámetros físicos y químicos también se analizaron con Análisis de Componentes Principales, en donde la temperatura mostró una gran influencia en las especies encontradas. También fueron importantes el pH, el oxígeno disuelto, conductividad, demanda química de oxígeno, sólidos, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno, transparencia, nitrógeno orgánico, color, fosfatos, nitritos, nitratos y sulfatos.

Las especies de la estación Cortina y Jesucristo se interrelacionaron con fosfatos, nitrógenos, sulfatos, sólidos, Demanda Bioquímica de Oxígeno y turbiedad en un 90% aproximadamente.

Y las especies de Casa Punta se relacionaron con el color. También presentaron interrelaciones de especies las estaciones Centro con Club de Yates, y Cortina con Jesucristo.

Esto se puede deber a que en el área de estudio, las estaciones Centro y Club de Yates presentan condiciones similares y ambas tienen la influencia del río Molino.

De la misma forma Cortina y Jesucristo, se ven influenciadas por el río Amanalco, quedando Casa Punta independiente. Quizas estas zonas son las más eutróficas.

La similitud de las especies observadas, en las estaciones se detectó desde el índice de Similitud y se confirmó con los resultados del Análisis de Componentes Principales.

Los resultados físicos y químicos confirmaron que las principales fuentes de contaminación al embalse también provienen de los ríos antes mencionados.

La distribución de grupos y especies mostró en ambos casos que su mayor distribución se presentó en aquellas estaciones cercanas a los ríos (Amanalco, Molino y Carrizal). Esto puede deberse a los aportes de nutrientes de estos durante las lluvias y a los cambios físicos y químicos que se producen. Además las algas están ampliamente distribuidas y bien adaptadas a los hábitats extremos especialmente los que son secos, cálidos o ambos (Marshall, 1987).

Con base en las características generales que citan Ryding y Rast (1992), se confirma que hay eutroficación en el embalse Valle de Bravo, ya que la proliferación de algas es frecuente, la cantidad de algas verde azules es alta, y sus grupos característicos de algas son *Anabaena*, *Microcystis*, *Aulacoseira*, *Fragilaria* y del zooplankton *Bosmina longirostris* y *Daphnia*, los cuales se encontraron presentes en este estudio.

Los resultados físicos y químicos requeridos para clasificar el agua del embalse, como fuente de abastecimiento de agua potable (Criterios ecológicos, 1989 Tabla 1) se encontraron en general dentro de los límites permisibles.

Sin embargo los resultados biológicos obtenidos indican y confirman, con base a las especies y comunidades encontradas la eutroficación del embalse.

Esta diferencia de resultados, muestra que los estudios no deben considerar un solo aspecto físico químico o biológico, sino complementarse para poder entender el ecosistema acuático.

La importancia de este trabajo, consiste en los resultados biológicos obtenidos, que permitieron conocer la distribución espacial y temporal de la comunidad, su relación con los parámetros físicos y químicos, así como los organismos indicadores de eutroficación del embalse.

8 CONCLUSIONES

-De acuerdo a los Criterios Ecológicos (1989) señalados para el abastecimiento de agua potable, los resultados físicos y químicos del agua en el embalse, están dentro de los límites permisibles (pH, oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, fosfatos, nitrógeno orgánico, nitratos, y sulfatos).

-Para la protección a la vida acuática se observó, que la mayoría de los resultados físicos y químicos, se encuentran fuera de los límites permisibles.

-Los análisis del plancton mostraron 40 especies.

-Los principales grupos del fitoplancton con base en su abundancia fueron: Cianofitas, Crisofitas, Clorofitas y Pirofitas. Para el zooplancton se encontraron a Rotatoria, Cladóceros y Copépodos.

-Se observó en las Cianofitas una relación inversa con los Cladóceros, por lo cual se puede sugerir que éstas algas le sirven de forraje.

-Las Cianofitas producen diferentes toxinas según la especie; por lo cual es importante realizar más estudios al respecto, principalmente por sus efectos nocivos a la salud.

-Las mayores distribuciones de los grupos y especies se presentaron en las estaciones Club de Yates, Casa Punta y Cortina.

-Las 10 especies más importantes fueron:

1. Microcystis pulverea
2. Fragilaria crotonensis
3. Cosmarium contractum
4. Staurastrum anatinum
5. Sirococcus sp.
6. Anabaena sp.
7. Gomphosphaeria sp.
8. Ulothrix amphigranulata
9. Staurastrum brebissonii
10. Staurastrum setigerum

-Dichas especies sobresalieron en : Valor de importancia, en el coeficiente de asociación de especies, así como en el análisis de componentes principales y la mayoría son eutróficas; por lo tanto se proponen como una comunidad indicadora de la calidad del agua.

-Microcystis pulverea (Cianofita), Fragilaria crotonensis (Crisofita) y Cosmarium contractum var. incrassatum (Clorofita), fueron las especies dominantes de los tres principales grupos en el embalse y con base en Hutchinsonson (1967) se proponen como especies indicadoras de eutroficación.

-La estructura de la comunidad plánctica en el embalse, tuvo a Microcystis pulverea (Fitoplancton) y a Keratella cochlearis (Zooplancton) como las especies más abundantes a lo largo del año.

-La diversidad obtenida como promedio en los diferentes meses con el índice de Shannon-Weaver fue de 0.81 a 3.16 bits . Se tuvo una comunidad homogénea.

- Con el Coeficiente de asociación de especies, se determinó una comunidad dominante en las 5 estaciones, con valores de 0.8 a 1.0.

-Con el análisis de componentes principales (ACP) se obtuvieron asociaciones pláncticas indicadoras de eutroficación, dicha asociación fue la misma en las 5 estaciones: Fraxillaria crotonensis, Microcystis pulverea, Staurastrum anatinum var. anatinum, Cosmarium contractum var. incrassatum, Chroococcus sp., Anabaena sp., Aulacoseira granulata, Aulacoseira granulata var. angustissima, y Closterium sp.

-Los parámetros físicos y químicos analizados con análisis de componentes principales, mostraron que los parámetros más importantes fueron: la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto.

-Con base en los resultados de ACP, las estaciones Centro y Club de Yates presentaron asociaciones de sus especies y ambas tienen la influencia del río Molino.

-Así mismo Cortina y Jesucristo también presentan asociaciones de especies y están influenciadas por el río Amanalco.

Estas semejanzas se detectaron con el Índice de Similitud, Coeficiente de Asociación de especies y se confirmaron con los resultados obtenidos en el Análisis de Componentes Principales.

-Los resultados físicos y químicos no son suficientes para evaluar la calidad del agua, por lo cual es importante realizar estudios biológicos complementarios.

-Debido a la presencia de especies eutróficas y a la alta cantidad de algas verdes y verde azules, es posible considerar que el embalse se encuentra en una etapa de eutrofia.

9 LITERATURA CONSULTADA

- Ahlstrom, E.H., 1932. Plankton rotatoria from Mexico. Trans. Amer. Microsc. Soc. 51.
- Alvarez del Villar, J., 1981. Pláticas hidrobiológicas. Ed. Continental CECSA.
- Amezcuca, C.J., 1982. Ciclos del carbono, nitrógeno y fósforo en Manual de Limnología 1a. Ed. SARH.
- APHA-AWWA-WPCF., Greenberg, A.E., Connors, J. J. y Jenkins, D. (Ed.), 1989. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 17 Ed. Washington, D.C. EUA.
- Bicudo, C.E.M. y R.M.T. Bicudo, 1969. Algas do lagoa das Prateleiras, parque nacional de Itatiaia, Brasil. Rickia 4.
- Bourrelly, P., 1968. Les Algues D'eau Douce Initiation à la Systématique. Tome I y II : Les Algues Jaunes et Brunes. Ed. N. Boubee, Place Saint-André Des-Arts, Paris Francia.
- Bourrelly, P., 1970. Les Algues D'eau Douce Initiation à la Systématique. Tome III : Les Algues Bleues et Rouges. Les Euglénies, Peridinieus et Criptomonadines. Ed. N. Boubee, Place Saint-André Des-Arts, Paris Francia.
- Bueno, S.J y C. Márquez M., 1975. Algunos insectos acuáticos de la presa de Valle de Bravo. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Natural. Tomo XXXVI.
- Bravo, I.L.A., 1995. Estudio limnológico de la presa Madín, México con énfasis en su estado trófico y en el manejo de cuenca. Tesis de Maestría (Biología) Fac. Ciencias UNAM México, D.F.
- Brower, J. E y J.H.Zar, 1971 Field and laboratory methods for general ecology. WM.C. Brown Company Publishers, Dubuque Iowa, EUA.
- Cairns, J., y J.R.Pratt, 1986. Use of protozoan communities in protecting aquatic ecosystems. Symposia Biologica Hungarica 33.
- Cantoral, U.E.A., 1993. Ecología de comunidades algales del Sistema Hidrológico El Salto, en la Huasteca Potosina. Tesis de Maestría (Biología) Fac. de Ciencias UNAM.
- Castellanos, L.O., 1982. Materia orgánica y proceso de degradación en Manual de Limnología 1a. Ed. SARH.
- CE-CCA-001/89. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. Diario Oficial del 13 de diciembre de 1989.

- CNA, 1990. Estrategias 1990-1994. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México.
- CNA, 1995. Limitaciones y soluciones en el abastecimiento del agua. Teorema Rev. especializada en tecnología ambiental N° 5 año 2 junio-agosto.
- Chávez, H.C., 1981. Criterios de calidad del agua. Introducción a la Ingeniería sanitaria. SARH 3ª edición.
- Chávez, 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 (Biología) Facultad de Ciencias, UNAM México, D.F.
- Chang, W.L.A., 1989. Variación de la comunidad planctónica de la presa Requena. Hgo. Tesis de Licenciatura (Biología) Facultad de Ciencias, UNAM México, D.F.
- Comita, G.W., 1951. Studies on mexican copepods. Trans. Amer. Microscop. Soc. 70.
- Cota, J., 1982. Introducción al plancton en Manual de Limnología 1a. Ed. SARH
- Cole, G.A., 1983. Textbook of Limnology. The C.V. Mosby Company 3a Ed.
- Cox, G. W., 1983. Laboratory manual of general ecology W. M.C. Brown Company publishers, Dubuque, Iowa, EUA.
- Dawes, C.J., 1986. Botánica marina. En Figueroa, T.M.G., Moreno, R.J.L. y R. Margain 1991. Antología. Fitoplancton. UAM Unidad Iztapalapa, México D.F.
- Desikachary, T. V., 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research New Delhi.
- Díaz, Z.G., 1981. Los indicadores biológicos de contaminación y su posible uso en México. en Introducción a la Ingeniería Sanitaria (agua) SARH, 3a Ed.
- Dussart, B.H., 1983. en Embalses, Fotosíntesis y Productividad Primaria. Campo de Acción No. 5. Curso-Taller realizado en la Universidad de Chile, Enero. Bahamonde, N y S Cabrera Ed. Programa sobre el hombre y la Biosfera, UNESCO.
- Franco, L.J., G. de la Cruz., A. Cruz G., A. Roche., R. Navarrete, G. Flores, E. Kato M., S. Sánchez., L.G. Abarca., C.M-Bedia., 1989. Manual de Ecología. 2a. Ed. Editorial Trillas México, D.F.

- Flores, G.C., 1980. Variaciones estacionales en la composición florística del fitoplancton de dos canales de Xochimilco, D.F. México. Tejido de Licenciatura (Biología) IPN Esc. Nac. de Ciencias Biológicas.
- Forest, H.S., 1954. Handbook of algae. With special reference to Tennessee and the Southeastern United States. Contr. Bot. Lab. Univ. Tenn. n.s. 155
- García, C.J., 1985. Utilización del plancton como herramienta para el conocimiento de la calidad del agua en la cuenca del Alto Amacuzac. Edo. de Morelos. Tejido de Licenciatura (Biología) Fac. Ciencias UNAM México, D.F.
- Gannon, J.E. y R.S. Stemberger, 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. Trans. Am. Micro. Soc. 97 (1): 16-35.
- Goldman, C.R., y A.J. Horne, 1983. Limnology. Ed. MacGraw-Hill Book Company.
- Guizar, L., 1982. Introducción al fitoplancton en Manual de Limnología. 1a. Ed. SARH.
- González, I.A., 1988. El Plancton de las Aguas Continentales. Secretaría General de la OEA, Washington D.C. EUA.
- Guarrera, S.A. y O. Kühnemann, 1949. Catálogo de las "Chlorophyta" y "Cyanophytas" de agua dulce de la República Argentina. Lilloa 15.
- Henebry, M.S y B.T. Ridgeway, 1979. Epizoic ciliated protozoa of planktonic copepods and cladocerans and their possible use as indicators of organic water pollution. Trans. Amer. Micros. Soc. 98 (4)
- Hernández-Becerril, D.U., 1993. Fitoplancton marino en México. En Biodiversidad marina y costera. Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México.
- Hernández, C.R., 1982. Aprovechamiento y usos del agua de presas y lagos en México (Cap. 30) en Manual de Limnología. SARH. Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de usos del agua y prevención de la contaminación. Subdirección de Investigación y Entrenamiento.
- Huber-Pestalozzi, G., 1983. Das Phytoplankton des süßwassers. Systematik und Biologie. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u Obermiller).
- Hutchinson, G.E., 1957. A treatise on Limnology. Vol. 1 Part 2 Chemistry of lakes.

- Hutchinson, G.E., 1967. A treatise on Limnology. Vol. 2 Part 2 Introduction to lake biology and the limnoplankton. John Wiley and Sons, Inc. Nueva York
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1981. Síntesis geográfica del Edo. de México. INEGI (Ed.) SPP Mex.
- Jackson, W.H., 1982. Limnología y ecología del plancton. en Manual de Limnología. SARH. 1a. Edición
- Krebs, C.J., 1985. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper y Row ed. Nueva York.
- Limón, M., 1982. Propiedades térmicas de los lagos. en Manual de Limnología. SARH. 1a. edición.
- Luna-Pabello, V.M., 1987. Estudio de los protozoarios ciliados presentes en un sistema de tratamiento por medio de "biodiscos." Tesis de Licenciatura (Biología) Fac. de Ciencias UNAM México, D.F.
- Magaña, M.P.A.J., 1996. Sistema de monitoreo rápido para el diagnóstico de la eutroficación en centros urbanos y turísticos costeros, Huatulco un caso de estudio. XXV Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Tomo IV. Contaminación de cuerpos de agua, impacto y riesgo ambiental, contaminación atmosférica, legislación ambiental y salud ambiental. Memorias, 3 al 7 de noviembre, México, D.F.
- Margain, H.R.M., 1981. Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la Cuenca del Río Pánuco. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias UNAM México, D.F.
- Margalef, R., 1969. Comunidades planctónicas en lagunas litorales. In Lagunas Costeras Un Simposio. UNAM-UNESCO-MEXICO.
- Margalef, R., 1974. Ecología. Ed. Omega, Barcelona España.
- Margalef, R., D. Planas, J. Armengol, A. Vidal, N. Prat, A. Guisot, J. Toja y M. Estrada, 1976. Limnología de los Embalses Españoles. Departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona, Dirección General de Obras Hidráulicas, Ministerio de Obras Públicas, Madrid, España.
- Margalef, R., 1977. Ecología. Ed. Omega, Barcelona España.
- Margalef, R., 1982. Biología de los Embalses. Investigación y Ciencia No. 11: 51-82

- Margalef, R., 1983. Limnología. (Patrones de distribución en Figueroa, T.M.G., Moreno, R.J.L. y R. Margain 1991. Antología. Fitoplancton. UAM Unidad Iztapalapa.
- Marshall, D.W., 1987. Biología de las Algas. Enfoque fisiológico. Ed. Limusa. México D.F.
- Mason, F.C., 1984. Biología de la Contaminación del Agua Dulce. Alhambra. Madrid, España.
- Matthews, R.A., A.L. Bukema Jr., J. Cairns y J.H. Rodger Jr., 1982. Review Papers. Biological monitoring. Part II A-Receiving systems functional methods, relationships and indices.
- Moss, B., 1980. Ecology of fresh waters.
- Odum, E.P., 1971. Ecología. 3a. Ed. Interamericana, México.
- Organización Mundial de la Salud, 1995. Cufas para la Calidad del Agua Potable. Segunda edición, Vol. 1 Recomendaciones. Ginebra, Suiza.
- Osorio-Tafall, B.F., 1942a. Rotíferos planctónicos de México I, II y III. Rev. de la Soc. Mex. de Hia. Natural Vol. III N° 1-4.
- Osorio-Tafall, B.F., 1942b. Plancton del lago de Pátzcuaro. Rev. de la Soc. Mex. de Hia. Natural Vol. III N° 1-4.
- Orta, M.T., I. Navarro, J.L. Sánchez-Bibriesca, E. Nicanor., 1994 Impacto de los detergentes sobre los cuerpos de agua. En Ingeniería Ambiental Año 7 No. 25.
- Ortega, M.M., 1984. Catálogo de las Algas Continentales Recientes de México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ortega, M.M., 1987. Doce años de Ficología en México (1971-1983) en Aguirre S.G. y Arenas V.A., 1987. Contribuciones en Hidrobiología UNAM. México, D.F.
- Ortiz, V.B. y C.A. Ortiz., 1987. Edafología. Universidad Autónoma de Chapingo. Depto. de suelos 6° Ed.
- Olvera, V.V., 1990. Estudio de la eutroficación del embalse Valle de Bravo, México. Tesis de Maestría (Biología) Fac. Ciencias UNAM México, D.F.
- Olvera, V.V., L.A. Bravo y J.J. Sánchez 1992. Limnología, monitores de Vibrio cholerae y manejo de cuenca de la presa Valle de Bravo, México. CNA-IMTA

- Olvera, V.V., 1996. Limnología y manejo de cuenca de la presa Valle de Bravo, México. Tesis Doctoral (Biología) Fac. de Ciencias UNAM México, D.F. (en elaboración).
- Palmer, M.C., 1962. Algas en Abastecimiento de Agua. Depto. de Sanidad, Educación y Bienestar de EU. Serv. Sanidad Pública, Ed. Interamericana.
- Parra-Barrientos, O., 1979. Revisión der Gattung Pediastrum Meyen. (Chlorophyta). Biblioteca Phycologica J. Cramer. Band 48.
- Pennak, R.W., 1978. Fresh water invertebrates of United States. John Will & Sons.
- Pianka, E.R., 1974. Ecología evolutiva. Harper & Row
- Prescott, G.W., 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. Ed. Red. W.C. Brown, Co. Dubuque, IOWA EEUUA.
- Prescott, G.W. y W.C. Vinyard., 1982. A synopsis of North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermas Section 4. University of Nebraska Press.
- Krebs, C. J., 1985. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Haria Harper and Row Latinoamericana. Nueva York
- Kemmer, F.N. y J. McCallion, 1989. Manual del agua. Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. Nalco Chemical Company. Tomo 1 Mc Graw Hill.
- Rawson, D.J., 1958. Algal indicators of trophic lake types. Oceanography and Limnology 1 (1).
- Richardson, K., (1983) Distribución fitoplanctónica en relación con las características físicas de la columna de agua, en Embalses, Fotosíntesis y Productividad Primaria. Campo de Acción N. 5. Curso Taller realizado en la Univ. de Chile, Enero Bahamonde, N y S Cabrera, Ed. Programa sobre el hombre y la biosfera, UNESCO.
- Ryding, S.O y W. Rast, 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ed. Pirámide SA. Madrid y UNESCO
- Rincón, S.A.R. y N. Reyes O., 1992. Manual de Microscopía Óptica. Ed. Asoc. Quim. del Inst. Nac. de la Nutrición "Salvador Zubirán". México, D.F.
- Saavedra, S.J., 1982. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua del lago de Páztcuaro, Michoacán. Tesis de Licenciatura (Biología) Fac. de Ciencias UNAM México, D.F.

- SARH, 1976. Análisis de Plankton y Perifiton. Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de Protección y Ordenación Ecológica.
- SARH, 1979. Manual del Curso "Análisis de Aguas y Aguas de desecho". Dir. Gral. de Prot. y Ord. Ecol. Subdir. de Área de Invest. y Entrenamiento 4a. Edición. Vol. I, II y III.
- SARH, 1982. Manual de Técnicas de Muestreo y Análisis de Plankton y Perifiton. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. Subdirección de Investigación y Entrenamiento (CIECCA). México, D.F.
- SARH, 1982. Uso y manejo del agua y aguas residuales en las principales cuencas hidrológicas del país y en las localidades mayores de 10,000 habitantes. Vol. 1. Subsecretaría de Planeación. Dir. Gral. de usos del agua y prevención de la contaminación.
- SARH, 1988. Boletín de calidad del agua 8. Región Hidrológica No. 18 Balsas. CNA. Subdirección Gral. de Admon. del agua.
- Sámano, B.A., 1934. Contribución al conocimiento de algas verdes de los lagos del Valle de México. An. Inst. Biol. MEX. 5
- Smith, G.M., 1950. The freshwater algae of the United States. Second edition. McGraw Hill. Co Nueva York.
- Santoyo, R.H., 1994. Fitoplancton y Productividad. en De La Lanza, G. y Cáceres. Lagunas costeras y el litoral mexicano.
- Sládecák, V., 1973. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. 7.
- Sinclair, R.M., 1975. Manual del curso de Limnología. SARH
- Siqueiros, B.D.A., 1990. Una nota sobre los índices usados para valorar la diversidad de especies en asociaciones de diatomeas bentónicas. Depto. de Biol. Mar. UABCS. La Paz, BCS., México.
- Solis, R., 1982. Métodos cuantitativos de laboratorio para plancton. en Manual de Limnología. SARH 1a. edición.
- Sournia, A., 1978. Phytoplankton Manual. UNESCO.
- Spellerberg, J.F., 1991. Monitoring ecological change.
- Spiegel, R.M., 1970. Estadística. Serie Schaum. Ed. Mc Graw-Hill Book Co., EEUUA.
- SRH, 1967. Los recursos humanos en la cuenca del Balsas. Dir. Gral. de usos del agua y prevención de la contaminación.

- Trainer, F.R., 1984. en E. Shubert. Algae as ecological indicators. Academic Press.
- Thornton, K.W., B.L.Kimmel y F.E.Payne., 1990. Reservoir Limnology: Ecological Perspectives. John Wiley and Sons.
- Vallentyne, J.R., 1978. Introducción a la Limnología. Los Lagos y el Hombre. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Vázquez, M.A., 1991. El plancton dulceacuático como indicador biológico de algunos metales pesados en el lago Nabor Carrillo, Edo. de México. Tesis de Licenciatura. (Biología) Fac. de Ciencias UNAM México, D.F.
- Vollenweider, R.A., 1983. Eutrophication, lecture notes distributed to participants of the 2nd technical meeting regional project on eutrophication in tropical lakes. Brasil, 1983. Ingeniería Ambiental Año 7 No. 25.
- Ward, H.B. y Whipple, L.E., 1945. Fresh Water Biology. John Wiley and Sons. Londres, Inglaterra.
- Washington, H.G., 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Res. Vol 18 (6).
- Wetzel, R.G., 1975. Limnology. W.B. Saunders Co. Philadelphia, EUA.
- Whitford, L.A. y G.J. Schumacher 1969. A Manual of the Fresh Water Algae in North Carolina. Tech. Bull. No. 188.
- Wickstead, H.J., 1979. Zooplankton marino. Ed. Omega, Barcelona, España.

Tabla A1-1. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en el embalse Valle de Bravo, Mex., 1992-1993.

GRUPO/ESPECIE	CENTRO											PROMEDIO ANUAL	DEV ESTÁNDAR	
	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
Cianofita (unidades/ml)														
<i>Microcystis</i> sp.	----	28,042	11,322	24,816	10,944	21,251	10,149	8,282	12,209	1,474		14,795	9,289	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	----	----	14,249	----	----	4,488	----	19,905	1,887	----		9,872	8,257	
<i>Crotophaga</i> sp.	1,344	65,713	4,718	77,424	9,265	2,559	----	10,274	----	----		21,640	30,790	
<i>Microcystis aeruginosa</i>	----	470	----	----	----	----	----	1,715	----	----		1,192	739	
<i>Microcystis pulchra</i>	500,794	130,416	579,194	70,888	4,141	22,351	21,218	527,155	12,476	715,812		257,030	780,755	
<i>Microcystis aeruginosa</i> sp.	9,204	2,675	22,044	3,104	3,249	444	1,577	81,027	1,847	15,458		14,145	74,521	
<i>Ulothrix</i> sp.	----	----	----	----	----	----	----	----	----	782		782	0	
SUMATORIAS	511,424	247,718	576,461	146,254	27,186	51,774	12,944	648,472	49,041	731,724		561,918	788,091	
Pirrofita (unidades/ml)														
<i>Leptodinium</i> sp.	6,024	----	----	----	----	----	----	3,478	----	----		4,951	1,518	
<i>Leptodinium</i> <i>halophilum</i>	782	4,549	----	1,129	----	1,279	472	3,926	4,177	2,055		2,624	2,647	
SUMATORIAS	6,806	4,549		1,129		1,279	472	7,405	4,177	2,055		4,042	3,174	
Crocifita (unidades/ml)														
<i>Chlorella</i> sp.	3,772	----	2,814	----	----	----	----	5,712	1,697	1,128		2,947	1,783	
<i>Chlorella</i> <i>granulata</i>	3,072	3,544	1,847	----	----	3,878	1,021	21,744	----	3,514		5,515	7,214	
<i>Chlorella</i> <i>granulata</i> 1	----	----	11,522	----	----	----	----	----	1,467	----		6,405	4,677	
<i>Chlorella</i> <i>granulata</i>	85,810	407,445	725,842	204,145	15,552	7,244	57,278	544,114	22,115	174,287		221,779	797,424	
<i>Chlorella</i> sp.	741	----	----	----	----	6,217	----	21,214	1,847	----		8,015	9,194	
SUMATORIAS	43,417	405,029	741,847	204,145	15,552	14,224	56,501	592,722	27,676	180,914		271,499	742,414	
Clorofita (unidades/ml)														
<i>Ulothrix</i> sp.	----	----	3,145	----	----	----	----	----	3,774	----		3,440	445	
<i>Ulothrix</i> <i>gracilis</i>	----	7,758	----	----	----	----	470	----	----	----		4,204	4,998	

Table A1-1. Continuation...

GRUPO/ESPECIE	CENTRO											PROBIO ANAL.	REV ESTIMAD.	
	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
Clostridia (unidades/ml)														
<i>Clostridium enterocolitum</i> s	1,175	40,811	5,189	46,945	57,155	156,945	43,151	27,124	142,767	1,998		44,454	47,947	
<i>Clostridium histolyticum</i>	741	----	----	----	----	----	----	----	----	----		741	6	
<i>Clostridium septicum</i>	1,564	8,951	1,867	2,175	----	3,919	1,258	17,732	2,776	2,546		4,418	4,215	
<i>Clostridium sporosporum</i>	----	7,671	1,887	1,129	4,627	6,555	7,444	4,464	4,919	762		7,444	2,141	
<i>Clostridium botulinum</i> s	6,231	41,471	9,425	44,448	26,868	5,433	7,447	14,262	11,222	2,747		27,222	26,280	
<i>C. botulinum</i>	----	----	----	----	----	----	----	2,472	----	----		2,472	0	
<i>Perfringens viridis</i>	1,782	1,802	----	1,081	----	----	----	3,735	----	----		1,596	344	
<i>Paenibacillus sp.</i>	----	670	----	----	----	----	----	----	----	----		670	0	
<i>Clostridium sp.</i>	----	----	----	----	----	----	----	----	----	762		762	0	
<i>Viridans amorphum</i>	----	----	22,014	----	----	5,543	----	87,195	4,919	----		22,418	24,709	
SUMATORIAS	13,447	145,514	42,527	121,197	82,456	181,497	56,174	146,765	156,491	8,255		45,444	47,248	
Rotatoria (organismos/ml)														
<i>Rotatoria longicauda</i>	----	440	1,867	----	1,462	2,248	----	2,497	----	1,472		1,525	450	
<i>Rotatoria sp.</i>	1,481	2,420	----	----	----	----	1,246	7,155	----	----		2,151	845	
<i>Rotatoria sp.</i>	----	670	----	----	----	----	----	2,497	----	----		1,764	1,069	
SUMATORIAS	1,481	3,530	1,867	----	1,462	2,248	1,246	7,155	----	1,472		2,540	2,142	
Ciliocera (organismos/ml)														
<i>Paramecia longicauda</i>	----	503	----	----	----	1,278	----	----	1,487	1,172		1,211	547	
<i>Paramecia sp.</i>	----	----	----	----	----	----	----	----	----	762		762	0	
SUMATORIAS	----	503	----	----	----	1,278	----	----	1,487	1,935		1,446	674	

---- no se encontro

Table A1-1. Continuation...

Capítulo (organismo/a)

Caracinos leucistas	782	----	----	----	----	----	----	----	----	----	782	0
Amplio crustáceo	----	a70	----	----	----	----	----	----	----	----	a70	0
SUBTOTAL	782	a70	----	726	29							

---- no se encuentra

* *Amelastira scabra* var. *amelastira*

* *Caracinos leucistas* var. *leucistinus*

* *Sinacris scabra* var. *scabra*

Tabla A1-2. Resultados del análisis cuantitativo de plancón en la estación Zencueta, en el embalse Valle de Bravo, Mex., 1992-1993.

GRUPO/ESPECIE	CLUB DE DATOS											POBLENTO ANUAL	SERVICIO ESTACION	
	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AÑO	SEP	OCT	NOV	DIC				
Clasofito (unidades/mL)														
<i>ANABAZA</i> sp.	2,163	31,974	5,177	50,980	34,347	29,775	21,192	2,673	31,449	1,615	21,327	17,563		
<i>ANABAZA SALICIS</i>	----	2,215	4,543	3,974	1,441	7,442	10,674	10,483	6,290	1,494	3,422	3,486		
<i>CHROOCYLLIS</i> sp.	4,904	66,453	4,069	118,496	10,329	2,990	1,386	1,730	1,687	810	21,608	40,064		
<i>MICROCYLLIS SCYTHINOSA</i>	----	667	----	----	----	----	----	----	----	----	667	0		
<i>MICROCYLLIS SULCATA</i>	210,424	11,134	357,229	236,713	11,269	22,049	129,318	510,690	47,173	219,182	184,840	159,805		
<i>SPERMATOPHYTES</i> sp.	5,105	3,667	3,263	13,181	1,564	5,982	2,813	41,918	1,687	11,107	9,161	17,029		
<i>LIBERTIA</i> sp.	----	----	----	----	----	----	----	----	1,887	----	1,887	0		
SUMATORIAS	230,600	219,327	749,318	424,246	47,150	40,258	145,292	577,194	96,573	234,610	244,071	168,047		
Pirmofito (unidades/mL)														
<i>PERIDINIUM</i> sp.	1,323	----	2,936	1,005	----	----	1,456	7,233	----	3,415	2,911	2,274		
<i>CRATAEUM HICANTHICUM</i>	----	1,329	6,832	12,046	----	1,759	5,713	5,242	10,068	11,311	8,142	6,594		
SUMATORIAS	1,323	1,329	9,768	14,051	----	1,759	7,249	12,475	10,068	24,626	9,156	7,472		
Crisofito (unidades/mL)														
<i>DALLONIA</i> sp.	2,107	----	1,776	1,475	----	----	826	8,492	----	----	3,231	3,084		
<i>CHLOROCYLLIS SCYTHINATA</i>	915	1,294	6,290	1,002	2,015	----	1,410	6,709	1,887	4,528	1,004	2,274		
<i>CHLOROCYLLIS SCYTHINATA*</i>	----	----	9,784	----	----	----	----	----	----	----	9,784	0		
<i>CHLOROCYLLIS LUTULENSIS</i>	38,119	579,662	751,310	622,486	618,777	112,857	784,426	290,111	6,919	240,867	303,708	210,750		
<i>CHLOROCYLLIS</i> sp.	990	----	2,097	----	----	----	8,668	826	16,773	1,687	828	4,564		
SUMATORIAS	42,614	580,956	371,472	624,976	621,552	114,521	594,762	312,065	10,692	246,223	312,753	209,413		

Clasifica (contadores/ml)

Clasifica no.	2,807	3,311	1,887	2,636	8,744	1,407	2,372	1,887	----	4,926	3,337	2,167
Exposición clásica	----	5,549	----	----	----	----	----	----	----	----	5,549	0
Conexión clasificada	----	26,817	5,841	71,244	72,516	122,900	146,499	3,475	261,026	3,535	75,132	82,861

---- no se encuentra

Tabla A1-2 - Continuación...

GRUPO/ESPECIE	CLUB DE RATES										PROMEDIO ANUAL	DEVIACION ESTÁNDAR		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT			NOV	DIC
<i>Stenocystus arizonicus</i>	----	3,507	2,397	1,941	1,788	4,509	1,445	6,491	2,851	1,401	----	----	3,157	2,501
<i>Stenocystus nebrascensis</i>	----	1,821	1,667	4,870	4,858	12,843	3,210	1,847	13,858	741	----	----	3,306	4,929
<i>Stenocystus andersoni</i>	1,334	67,060	14,526	48,703	31,663	15,898	13,266	15,076	29,562	4,534	----	----	25,939	23,877
<i>Paracystis calva</i>	----	7,090	----	941	----	----	----	1,353	----	----	----	----	828	2,553
<i>Paracystis hirsuta</i>	880	562	2,097	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,184	803
<i>Microcystis</i> sp.	3,128	454	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,791	1,491
<i>C. h. ambicaryculata</i>	----	----	17,891	8,422	----	----	18,879	25,849	57,026	11,951	----	----	19,942	10,256
<i>Loxostoma microsporum</i>	----	----	----	----	----	----	----	----	1,572	----	----	----	1,572	0
<i>S. trilineata</i>	----	----	----	938	----	----	----	----	2,473	----	----	----	1,866	1,227
SUMOTRIM	7,644	116,221	46,056	159,718	120,967	176,276	153,069	74,567	319,208	15,967	----	----	119,129	92,263

Detonatoria (organismos/ml)

<i>Paracystis calva</i>	----	1,307	----	----	----	1,583	782	----	1,687	1,991	----	----	1,510	487
<i>C. hirsuta</i>	----	----	1,867	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,867	0
<i>Paracystis</i> sp.	----	2,787	----	----	----	1,561	860	2,516	----	2,309	----	----	2,007	786
SUMOTRIM	----	4,094	1,867	----	----	3,144	1,642	2,516	1,687	4,300	----	----	2,781	1,096

Clasifica (organismos)

TECNICA INGENIERIA	----	----	----	----	----	5,982	----	----	----	----	5,982	8
INGENIERIA INDUSTRIAL	800	----	----	----	----	----	----	1,572	----	----	1,274	409
SUMATORIAS	800	----	----	----	----	5,982	----	1,572	----	----	2,811	2,748

Tabla A1-2. Continuacion...

Capítulo (organismos)

PARATECNOLOGIA INGENIERIA	782	----	----	----	----	2,815	8e7	1,887	----	----	1,592	95e
empleo craticos	----	----	2,097	----	----	1,715	----	----	----	----	1,904	278
SUMATORIAS	782	----	2,097	----	----	4,550	8e1	1,887	----	----	2,634	1,312

--- no se encuentran
 * INGENIERIA INDUSTRIAL ver. INGENIERIA
 * INGENIERIA INDUSTRIAL ver. INGENIERIA
 * INGENIERIA INDUSTRIAL ver. INGENIERIA
 * de INGENIERIA INDUSTRIAL ver. INGENIERIA
 * INGENIERIA INDUSTRIAL ver. INGENIERIA

Tabla A1-3. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Cortina, en el humedal Valle de Bravo, Mex., 1997-1992.

GRUPO/ESPECIE	CORTINA											PROBIO ANUAL	DECV ESTADIAN
	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
Cianofita (indivuos/mL)													
GNATHON sp.	1,150	23,364	----	7,317	3,120	----	11,730	----	----	3,199	----	0,216	0,760
GNATHON BRACILIS	----	521	----	----	1,574	----	7,576	----	----	----	----	2,224	3,804
CHLOROCYTHA sp.	7,111	65,558	----	91,779	91,779	----	1,274	----	----	----	----	46,500	45,047
CHLOROCYTHA BRACILIS	----	2,124	----	----	----	----	525	----	----	----	----	1,329	1,125
CHLOROCYTHA BRACILIS	234,333	74,502	----	32,273	2,931	----	99,449	----	----	58,314	----	86,751	77,394
GNATHON BRACILIS sp.	9,052	1,063	----	12,592	800	----	1,945	----	----	91,751	----	11,351	15,475
GNATHON sp.	----	----	----	----	----	----	511	----	----	----	----	533	0
QUANTITAT	247,434	147,152	----	181,942	100,799	----	112,542	----	----	161,644	----	189,212	37,435
Pirritia (indivuos/mL)													
FRAGILARIA sp.	3,434	----	2,154	741	----	----	574	----	----	1,364	----	2,295	2,012
FRAGILARIA BRACILIS	871	1,938	----	1,978	2,495	----	1,774	----	----	----	----	1,717	641
QUANTITAT	4,305	1,938	2,154	2,719	2,495	----	1,922	----	----	1,364	----	2,845	1,499
Crimida (indivuos/mL)													
BRACHIONUS sp.	794	----	2,159	----	----	----	----	----	----	----	----	1,322	1,170
BRACHIONUS BRACILIS	3,140	----	----	----	----	----	2,142	----	----	3,499	----	3,500	1,531
FRAGILARIA BRACHIONUS	89,679	340,321	----	115,376	18,570	----	64,617	----	----	151,968	----	132,844	120,139
FRAGILARIA sp.	1,607	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,047	0
QUANTITAT	91,920	340,321	2,159	115,376	18,570	----	66,759	----	----	154,467	----	116,695	120,008

--- No se encontró

Tabla A1-3. Continuación...

GÉNERO/ESPECIE	CONTIN											PROMEDIO Mensual	DESV ESTANDARD	
	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DIC				
Clasifica (en decenas/m.)														
<i>Colaspis (colaspis)?</i>	939	23,892	----	45,848	66,718	----	98,094	----	----	2,159		59,842	58,538	
<i>Leptocis (leptocis)</i>	----	2,474	----	741	----	----	----	----	----	----		1,589	1,199	
<i>Colaspis sp.</i>	1,575	4,675	----	1,506	4,301	----	1,979	----	----	23,875		6,235	8,661	
<i>Paraspis (paraspis)</i>	----	10,750	----	----	----	----	----	----	----	1,279		6,900	6,474	
<i>Stenaspis (stenaspis)</i>	----	2,851	----	1,810	1,665	----	551	----	----	----		2,165	1,378	
<i>Stenaspis (stenaspis)</i>	821	89*	----	762	9,170	----	1,851	----	----	----		2,289	2,056	
<i>Stenaspis (stenaspis)</i>	4,555	54,879	----	40,346	29,816	----	10,572	----	----	4,495		74,073	70,889	
<i>Colaspis (colaspis)</i>	704	----	----	----	----	----	----	----	----	----		704	0	
<i>Paraspis (paraspis)</i>	821	812	----	----	----	----	----	----	----	----		817	4	
<i>Stenaspis (stenaspis)</i>	----	541	----	----	----	----	----	----	----	----		541	0	
SUMATORIO	9,345	101,447	----	90,413	111,214	----	115,029	----	----	31,608		74,509	44,770	

Butelaria (en gotas/m.)

<i>Butelaria sp.</i>	939	574	----	----	----	----	----	----	----	----		737	286
<i>Butelaria (butelaria)</i>	704	541	----	----	5,786	----	414	----	----	----		1,785	2,331
<i>Butelaria sp.</i>	----	----	----	782	----	----	----	----	----	----		782	0
SUMATORIO	1,643	1,075	----	782	5,786	----	414	----	----	----		1,879	1,941

Cladocera (en gotas/m.)

<i>Cladocera (cladocera)</i>	----	----	----	----	2,951	----	----	----	----	----		2,951	0
<i>Cladocera (cladocera)</i>	1,951	----	----	----	----	----	----	----	----	----		1,951	0
SUMATORIO	1,951	----	----	----	2,951	----	----	----	----	----		1,354	796

Capitolo (organismi/CL)

PARACALISSE IONIZZANTE	018	----	----	----	800	----	----	----	----	----	TOT	41
SUMMARIO	018	----	----	----	800	----	----	----	----	----	TOT	41

---- no se encontro
 * IONIZZANTE IONIZZANTE var. IONIZZANTE
 * IONIZZANTE IONIZZANTE var. IONIZZANTE

Tabla 61-4. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en el canal Valle de Bravo, Mex., 1992-1993.

CADA MUESTRA												PROMEDIO MENS.	DEV. ESTANDAR
GENÉRIPECIE	ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
Cianofita (unidades/ml.)													
<i>Microcystis</i> sp.	854	9,907	9,242	47,332	31,000	7,434	10,183	3,494	31,449	1,474		15,446	15,500
<i>Microcystis</i> <i>bricallia</i>	----	----	12,580	1,005	----	2,459	7,950	24,343	4,290	----		9,088	8,527
<i>Microcystis</i> sp.	----	11,007	1,867	107,764	18,179	----	1,520	2,971	1,887	----		20,745	30,801
<i>Microcystis</i> <i>oculiformis</i>	----	----	----	----	----	----	1,899	----	----	----		1,899	0
<i>Microcystis</i> <i>polysphaera</i>	491,640	8,449	416,348	158,398	3,276	4,118	149,529	541,644	47,173	735,832		754,063	247,507
<i>Synechocystis</i> sp.	3,167	4,717	1,867	3,119	----	----	3,545	----	1,867	15,438		4,851	4,850
<i>Lyngbya</i> sp.	----	----	----	----	----	----	----	1,887	1,887	----		1,887	0
SUBTOTAL	495,641	34,290	441,980	217,638	54,337	14,011	174,524	574,331	94,573	752,944		295,640	240,592
Pirrofita (unidades/ml.)													
<i>Pyrodictum</i> sp.	----	75,174	7,544	1,083	----	----	----	7,989	----	1,083		18,575	31,814
<i>Ceratium</i> <i>diradicinella</i>	828	----	10,379	10,929	7,116	----	740	3,741	10,444	2,055		5,964	4,127
SUBTOTAL	828	75,174	17,923	12,012	7,116	----	740	11,730	10,644	3,138		15,639	25,945
Crocofita (unidades/ml.)													
<i>Chlorella</i> sp.	----	----	----	----	----	----	740	1,344	----	1,120		1,151	402
<i>Chlorella</i> <i>scamlati</i>	3,431	4,403	2,831	1,005	----	----	----	8,448	----	3,119		3,913	2,390
<i>Chlorella</i> <i>scamlati</i> †	----	7,862	11,921	----	----	----	----	----	----	----		9,967	2,891
<i>Cryptomonas</i> <i>casimirovi</i>	34,258	599,241	414,077	455,635	41,057	1,487	14,042	412,179	4,914	174,207		742,142	255,705
<i>Cryptomonas</i> sp.	----	----	1,887	----	----	4,174	----	22,400	1,887	----		7,387	4,934
SUBTOTAL	37,689	611,324	416,764	456,640	41,057	4,061	54,601	444,631	6,804	174,207		244,647	241,700
Clorofita (unidades/ml.)													
<i>Chlamydomonas</i> <i>contortum</i> †	1,759	78,937	5,441	87,466	293,325	11,634	108,087	12,403	241,024	1,990		84,325	100,878
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1,294	245,302	2,516	4,900	131	1,447	2,332	4,242	----	4,420		30,997	60,733

Table A1-4. Continuation...

CASE PUNTS												PREVIOUS MONTH	NEW ESTIMATED
GRUPO/ESPECIE	ENE	FEB	MAR	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC			
Clasificia (organismo/m.)													
<i>LAMPIDINA</i> sp.	880	----	----	1,044	1,779	----	740	----	----	----		1,114	637
<i>SLONCALINA</i> <i>SELIENSIS</i>	1,144	37,352	2,145	2,718	----	1,887	7,194	12,439	6,405	2,344		19,117	18,124
<i>S. MERRILLI</i>	880	6,405	1,887	4,459	17,609	8,492	5,371	1,407	13,838	782		6,153	5,720
<i>SLONCALINA</i> <i>SMALLI</i>	4,405	13,521	26,417	187,701	21,457	3,488	12,252	16,402	29,562	2,797		28,170	43,074
<i>COLLALINA</i> <i>SELIENSIS</i>	----	----	----	1,903	----	----	----	----	----	----		1,903	0
<i>TRIALINA</i> <i>SMALLI</i>	880	2,359	1,907	1,508	----	----	----	1,564	----	----		1,640	543
<i>WIDINIA</i>													
<i>SEMIACINATA</i> <i>Sp. n.</i>	----	257,371	28,931	13,410	----	----	12,560	29,680	91,797	11,951	----	62,464	90,574
<i>SLONCALINA</i> <i>SMALLI</i>	----	11,479	----	----	----	----	----	----	----	----		11,479	0
SUBTOTAL	8,189	349,069	42,268	171,061	42,845	78,667	42,457	121,609	61,936	5,925		122,071	32,750
Bacterias (organismo/m.)													
<i>FRANCOISIA</i> sp.	----	----	----	----	----	----	506	1,564	----	----		1,033	740
<i>SEMIACINATA</i>	----	4,246	1,907	1,005	----	----	740	6,255	1,887	1,173		2,459	2,038
<i>COLLALINA</i> sp.	880	2,123	----	----	----	----	----	5,836	----	----		2,678	2,463
SUBTOTAL	880	6,369	1,907	1,005	0	0	1,246	13,444	1,887	1,173		2,792	4,155
Clasificia (organismo/m.)													
<i>SEMIACINATA</i>	----	----	----	1,081	----	----	----	5,661	----	1,173		2,639	2,618
<i>SEMIACINATA</i>	1,794	4,717	----	----	----	----	----	----	----	782		2,264	2,139
SUBTOTAL	1,794	4,717	0	1,081	0	0	0	5,661	0	1,955		1,471	2,090

--- no se cuentan

1 *COLLALINA* *SEMIACINATA* var. *SEMIACINATA*

2 *SEMIACINATA* *SEMIACINATA* var. *SEMIACINATA*

3 *SEMIACINATA* *SEMIACINATA* var. *SEMIACINATA*

Tabla A1-5. Resultados del análisis cuantitativo de plancton en la estación Club de Yates, en el humedal Valle de Bravo, Mex., 1992-1993.

GRUPO/ESPECIE	CLUB DE YATES											PROMEDIO ANUAL	SENI- CIBO ESTADIA	
	ENE	ABA	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC				
Cianofita (unidades/mL)														
<i>ANABAZA</i> sp.	----	31,691	14,379	21,150	31,319	27,201	19,894	15,191	30,191	1,474		20,648	16,883	
<i>ANABAZA</i> <i>STRAUSII</i>	----	1,693	8,127	1,063	1,325	6,347	6,692	67,878	5,022	----		11,615	20,887	
<i>CHROOCOCUS</i> sp.	4,581	39,997	6,552	45,722	8,472	----	2,675	6,230	1,887	----		14,880	17,524	
<i>PLACOCYCLUS</i> <i>REICHERDTSII</i>	----	1,320	----	----	----	----	----	6,460	----	----		2,790	2,343	
<i>PLACOCYCLUS</i> <i>PULICRUS</i>	687,130	81,211	750,565	65,699	7,223	15,339	71,457	811,673	24,530	735,612		347,044	393,801	
<i>NOCTUCLACUS</i> sp.	9,290	9,024	40,822	7,327	679	15,481	1,626	10,921	7,548	15,639		11,816	11,251	
<i>LABREA</i> sp.	----	----	2,997	----	----	----	----	1,165	1,867	782		1,978	969	
SUMATORIA	101,001	144,692	422,555	129,131	51,745	69,348	95,056	927,206	11,075	751,726		199,988	394,751	
Pirrofita (unidades/mL)														
<i>PATHELIUS</i> sp.	2,600	----	2,754	----	----	----	----	1,659	----	1,083		3,123	1,720	
<i>UCULINUS</i> <i>CALCIVIRIDII</i>	6,024	2,441	11,276	7,327	775	----	----	1,972	6,919	2,055		5,175	4,126	
SUMATORIA	8,624	2,442	14,022	7,327	775	----	----	5,260	6,919	3,138		8,298	5,846	
Crocifita (unidades/mL)														
<i>CRUCIOLINA</i> sp.	741	----	2,359	----	----	----	----	9,946	----	1,128		3,548	4,311	
<i>CRUCIOLINA</i> <i>STRAUSII</i>	7,072	1,642	4,979	1,759	----	----	----	14,122	----	2,319		5,474	4,719	
<i>CRUCIOLINA</i> <i>STRAUSII</i> *	----	----	15,899	----	----	----	----	----	----	----		15,899	0	
<i>CRUCIOLINA</i> <i>CRUCIOLINA</i>	83,148	413,881	1,250,644	220,642	60,182	14,541	64,727	549,970	21,365	176,287		284,541	382,749	
<i>CRUCIOLINA</i> sp.	----	----	2,997	----	1,340	4,907	----	16,104	4,802	----		9,376	13,906	
<i>PHRYDOLINA</i> <i>STRAUSII</i>	----	----	800	----	----	----	----	----	----	----		800	0	
SUMATORIA	79,911	425,523	1,261,978	222,401	61,522	19,448	68,732	628,161	25,766	186,924		297,520	392,917	

Clasifita (unidades/ml.)

<u>Coccidiosis</u>	1,972	22,631	8,639	61,926	92,281	86,782	37,774	28,304	191,211	1,970	51,117	58,644
<u>Coccidiosis</u>	----	----	----	----	----	----	----	1,572	----	----	----	0

---- No se encuentra

Tabla A1-3. Continuación...

GUSO/ESPECIE	CLUB DE VOTES										PROMEDIO ANUAL	SERVICIO ESTABLE
	ENE	AÑO	MAY	JUN	JUL	AÑO	SEP	OCT	NOV	DIC		

Clasifita (unidades/ml.)

<u>Coccidiosis</u>	----	7,005	----	----	----	----	2,108	----	----	----	6,555	3,464
<u>Coccidiosis</u>	811	2,435	9,264	1,044	3,456	3,998	2,123	12,027	3,774	5,661	4,481	3,608
<u>Coccidiosis</u>	----	1,548	2,359	1,382	8,627	3,855	2,748	4,594	7,548	782	3,650	2,637
<u>Coccidiosis</u>	8,343	50,910	29,090	72,336	63,983	9,871	13,742	19,727	9,435	2,797	25,788	22,992
<u>Coccidiosis</u>	----	3,869	----	7,327	----	----	1,184	1,572	----	----	3,489	2,820
<u>Coccidiosis</u>	1,393	1,254	2,097	----	670	----	----	2,774	----	----	1,828	1,194
<u>Coccidiosis</u>	----	----	----	----	----	----	----	----	----	782	782	0
<u>Coccidiosis</u>	----	----	44,649	----	----	14,513	----	----	105,291	----	55,454	63,981
<u>Coccidiosis</u>	----	----	----	----	----	----	----	6,126	----	----	4,126	0
<u>Coccidiosis</u>	----	----	----	890	----	----	----	----	----	----	890	0
<u>Coccidiosis</u>	----	896	----	----	----	----	----	----	----	----	890	0
<u>Coccidiosis</u>	----	----	----	----	----	----	----	860	----	----	890	0
TOTAL	10,449	81,952	76,098	124,095	188,427	118,519	59,327	75,876	31,719	12,028	105,291	87,094

Butelaria (organismos/ML)

Butelaria sp.	----	4,784	----	----	----	1,561	1,818	8,909	----	----	3,463	2,506
Butelaria technicola	741	742	2,097	----	1,712	2,242	612	1,572	----	1,173	1,299	623
cf. technicola	----	----	----	----	----	1,715	----	1,715	----	----	1,715	0
Butelaria sp.	--	----	2,097	----	----	----	----	----	----	----	2,097	0
Ichthyococcus sp.	----	----	----	1,003	670	----	----	----	----	----	877	292
SUMTORIA	741	3,026	4,194	1,063	1,862	5,318	2,430	10,196	----	1,173	2,097	3,047

Clasocera (organismos/ML)

Bathmia longissima	741	7,415	----	----	670	1,715	----	1,572	----	1,173	2,216	2,583
Bathmia longicauda	----	----	2,097	----	----	----	612	----	----	782	1,164	813
SUMTORIA	741	7,415	2,097	----	670	1,715	612	1,572	----	1,955	2,097	2,230

Copepoda (organismos/ML)

Paracalanus labidocera	----	7,415	----	1,063	----	1,715	612	1,607	----	----	2,542	2,771
SUMTORIA	----	7,415	----	1,063	----	1,715	612	1,607	----	----	2,542	2,771

---- No se encuentra

- 1. Bathmionella grandis var. subultramarina
- 2. Bathmionella longicauda var. longicauda
- 3. Bathmionella grandis var. grandis
- 4. cf. Bathmionella longicauda 5. var.
- 6. Bathmionella technicola

Tabla A1-4. Resultados de abundancia relativa en el embalse Valle de Bravo, Méx

ENTACIONES DE SEPTIEMBRE, 1992-1993						
ESPECIE	CASA	CASITO	CORTINA	CILOS	JESUCRIS	TOTAL
Anabaena sp.	1.86	2.11	2.14	2.59	2.92	2.31
Anabaena anulata	1.08	1.41	.83	1.46	.74	1.09
Chroococcus sp.	2.47	3.09	12.00	1.87	2.96	4.45
Microcystis aeruginosa	.22	.17	.14	.15	.09	.23
Microcystis bulwersii	10.55	16.73	22.92	46.66	25.59	32.33
Gomphonema sp.	.57	2.02	2.93	1.48	1.25	1.64
Lyngbya sp.	.22	.11	.11	.24	.25	.18
Plectonidium sp.	2.21	.70	.59	.39	.39	.85
Ceratium hirundinella	.71	.40	.44	.65	1.11	.65
Mallomonas sp.	.11	.63	.39	.44	.45	.36
Aulacoseira granulata	.44	.78	.90	.68	.41	.64
Aulacoseira granulata *	1.18	.94	.00	2.00	1.34	1.12
Fragilaria crotonensis	28.89	31.69	34.30	22.77	41.61	31.69
Fragilaria sp.	.90	1.14	.27	1.17	.42	.81
Closterium sp.	3.59	.49	1.61	.00	.45	1.22
Eudorina sicca	.00	.60	.41	.43	.76	.43
Scenedesmus konigianus	10.32	7.06	10.28	6.43	10.29	8.80
Staurastrum astrocum	1.20	.63	.55	.56	.45	.67
Staurastrum kribbiae	.73	.52	.59	.45	.72	.59
Staurastrum anatum	3.35	3.30	6.21	3.24	3.55	3.91
Girchneriella sp.	.00	.09	.13	.00	.24	.05
Wolffia amphiregulata	7.45	4.70	.00	6.97	2.73	6.34
Cocleastrum microscopum	.11	.10	.18	.19	.21	.15

Nota: Los resultados son en porcentaje %

Tabla A1-4. Continuación

ESTACIONES DE MUESTREO, 1992-1993						
ESPECIE	CASA	CUESTRO	CORTINA	CIAM	JERÓNIMO	TOTAL
<i>Alaopha haemorrhoidalis</i>	00	35	00	51	24	21
<i>Arachis</i>						
<i>Arachis cochlearis</i>	21 80	19 44	24 38	8 35	00	14 80
cf <i>Arachis</i>	00	00	00	11 02	13 38	4 84
<i>Arachis</i> sp.	00	00	00	13 48	10 43	4 82
<i>Polyrhiza</i> sp.	25 52	27 44	10 04	23 42	14 12	20 11
<i>Paspalum longispina</i>	23 40	15 45	28 04	14 23	42 31	24 65
<i>Paspalum longispinus</i>	20 07	9 98	14 41	7 48	8 41	12 11
<i>Panicum longispinus</i>	00	9 98	12 41	14 34	11 20	9 98
<i>Panicum sp.</i>	13	00	1 54	57	34	51
<i>Pennisetum glaberrimum</i>	19	22	21	23	14	1 01
<i>Pennisetum glaberrimum</i>	1 34	00	00	00	00	27
<i>Panicum sp.</i>	9 17	17 44	10 48	5 43	00	8 43
<i>Panicum sp.</i>	00	11	00	09	00	03
<i>Panicum sp.</i>	00	00	00	11	00	02
<i>Panicum sp.</i>	00	00	00	11	00	02
<i>Panicum sp.</i>	00	00	00	11	00	02
<i>Panicum sp.</i>	00	00	00	11	00	02

Nota: Los resultados son en porcentaje ±
 * *Aulacoseira granulata* var. *annulata*

Tabla A1-7. Resultados de frecuencia relativa en el embalse Valle de Bravo, Méx

ESTACIONES DE MUESTREO, 1992-1993						
especie	CASA	CHAPITO	COPIJIMA	CIJUE	JEROCUISI	TOTAL
<i>Anabaena</i> sp.	6.80	6.67	6.98	6.04	6.17	6.53
<i>Anabaena spiralis</i>	4.08	2.94	3.49	5.37	5.56	4.30
<i>Chlorococum</i> sp.	4.76	5.19	5.81	5.37	6.17	5.46
<i>Microcystis aeruginosa</i>	.68	1.48	2.33	1.14	.62	1.29
<i>Microcystis pulvora</i>	6.80	7.43	6.98	6.71	6.17	6.82
<i>Scenedesmus</i> sp.	4.76	7.43	6.98	6.71	6.17	6.41
<i>Lyngbya</i> sp.	1.18	.74	1.14	2.68	.62	1.31
<i>Peridinium</i> sp.	3.40	3.48	5.81	3.68	3.70	3.42
<i>Ceratium hirundinella</i>	5.44	5.93	5.81	5.37	6.94	5.50
<i>Halimnion</i> sp.	3.04	3.70	3.33	2.68	3.09	2.79
<i>Aulacoseira granulata</i>	4.08	5.19	3.49	4.03	5.56	4.47
<i>Aulacoseira granulata*</i>	1.36	1.48	.00	.67	.62	.83
<i>Fragilaria crotonensis</i>	6.80	7.43	6.98	6.71	6.17	6.82
<i>Fragilaria</i> sp.	2.72	2.96	1.14	3.36	4.32	2.93
<i>Closterium</i> sp.	6.12	3.48	6.98	.00	5.56	4.03
<i>Eudorina elegans</i>	.00	1.48	3.33	2.68	.62	1.42
<i>Coelastrum contractum</i>	6.80	7.43	6.98	6.71	5.56	6.64
<i>Staurastrum gelidum</i>	6.12	6.67	4.65	6.71	5.56	5.95
<i>Staurastrum hirsutum</i>	6.80	6.67	5.81	6.04	5.56	6.18
<i>Staurastrum anatum</i>	6.80	7.43	6.98	6.71	6.17	6.82
<i>Kirchneriella</i> sp.	.00	.74	1.14	.00	1.23	.63
<i>Ulothrix amphioxanulata</i>	4.76	2.96	.00	2.01	3.70	2.69
<i>Coelastrum microcorymum</i>	.68	.74	1.14	.67	.62	.77

Nota: Los resultados son en %

Tabla A1-7. Continuación.

ESPECIE	ESTACIONES DE MUESTREO, 1992-1993					
	CARA	CENTRO	CORTINA	CLON	JERUCUIS	TOTAL
<i>Diamphococconeis</i> sp.	.00	.74	.00	.67	1.23	.53
<i>Esatella</i> <i>ochroleuca</i>	19.89	33.33	40.00	25.81	27.78	33.16
cf <i>Esatella</i>	.00	.00	.00	4.45	5.56	2.40
<i>Esatella</i> sp.	.00	.00	.00	1.23	.00	.65
<i>Polyarthra</i> sp.	14.67	22.22	20.00	12.90	27.78	19.91
<i>Boeckia</i> <i>longicauda</i>	14.67	22.22	10.00	19.35	5.56	14.74
<i>Boeckia</i> <i>longicauda</i>	14.67	5.56	10.00	9.68	11.11	10.40
<i>Paracyclops</i> <i>familiatus</i>	.00	5.56	10.00	16.13	22.22	10.79
<i>Pandanus</i> <i>negus</i>	2.72	.00	2.33	1.34	2.47	1.77
<i>Pediatrum</i> <i>slipium</i>	3.40	2.96	2.31	3.36	1.85	2.78
<i>Staurastrum</i> <i>curvatum</i>	.48	.00	.00	.00	.00	.14
<i>Tachocerca</i> sp.	11.11	11.11	10.00	8.45	.00	7.79
<i>Chlamydomonas</i> sp.	.00	.74	.00	.67	.00	.28
<i>Volvox</i> sp.	.00	.00	.00	.67	.00	.13
<i>Elbkoclenia</i> sp.	.00	.00	.00	.67	.00	.13
<i>Botryococcus</i> <i>braunii</i>	.00	.00	.00	.67	.00	.13
<i>Oocystis</i> sp.	.00	.00	.00	.67	.00	.13

Nota: Los resultados son en %
Aulacoseira granulata var. *andusliana**

Tabla AI-8. VALOR DE IMPORTANCIA

Fitoplancton

<i>Microcystis pulverea</i>	39.15
<i>Fragilaria crotonensis</i>	38.51
<i>Cosmarium contractum</i>	15.44
<i>Staurastrum anatinum</i>	10.73
<i>Chroococcus</i> sp.	9.91
<i>Anabaena</i> sp.	8.84
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	8.05
cf <i>Ulothrix amphigranulata</i>	7.03
<i>Staurastrum brebissonii</i>	6.77
<i>Staurastrum setigerum</i>	6.62
<i>Ceratium hirundinella</i>	6.15
<i>Anabaena spiralis</i>	5.39
<i>Closterium</i> sp.	5.35
<i>Aulacoseira granulata</i>	5.11
<i>Peridinium</i> sp.	4.27
<i>Fragilaria</i> sp.	3.72
<i>Mallomonas</i> sp.	3.13
<i>Pediastrum simplex</i>	2.98
<i>Pandorina morum</i>	2.28
<i>Aulacoseira granulata</i> *	1.95
<i>Eudorina elegans</i>	1.85
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1.52
<i>Lyngbya</i> sp.	1.49
<i>Coelastrum microsporum</i>	.92
<i>Bimorphococopsis fritschii</i>	.74
<i>Kirchneriella</i> sp.	.72
<i>Staurastrum curvatum</i>	.41
<i>Chlamydomonas</i> sp.	.31
<i>Rhizocolenia</i> sp.	.15
<i>Botryococcus brawni</i>	.15
<i>Oocystis</i> sp.	.15
<i>Volvox</i> sp.	.15

Zooplancton

<i>Keratella cochlearis</i>	47.96
<i>Polyarthra</i> sp.	40.02
<i>Daphnia longispina</i>	39.41
<i>Bosmina longirostris</i>	22.71
<i>Raxacyclops fimbriatus</i>	20.76
<i>Trichocerca</i> sp.	16.36
cf <i>Keratella</i>	7.26
<i>Keratella</i> sp.	5.47

* *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*

Tabla AI- 9. Resultados de Diversidad por estación en el embalse Valle de Bravo, México.

ESTACIONES		ENE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
CLUB DE YATES	H	.81	2.21	1.70	2.55	2.70	3.02	2.62	2.29	2.38	1.08	2.14
	H Máx	4.17	4.39	4.70	4.00	4.09	4.09	4.17	5.17	6.09	4.25	4.31
	E	.20	.50	.36	.64	.66	.74	.63	.44	.58	.25	.50
CENTRO	H	1.21	2.19	1.58	2.42	2.52	2.39	2.78	2.52	2.75	1.08	2.14
	H Máx	4.46	4.58	4.09	3.70	3.32	4.09	4.00	4.91	6.09	4.25	4.15
	E	.27	.48	.39	.65	.76	.59	.69	.51	.67	.25	.53
JESUCRISTO	H	1.42	2.05	1.89	2.62	1.36	3.01	2.21	2.12	2.24	1.99	2.09
	H Máx	4.32	4.32	4.52	4.70	3.58	4.46	4.64	4.64	4.09	4.58	4.39
	E	.33	.47	.42	.56	.38	.68	.47	.46	.55	.43	.47
CORTINA	H	1.66	2.21	1.60	2.79	2.73	2.81	2.77	2.09	---	1.77	2.27
	H Máx	4.52	4.32	4.64	4.25	3.91	4.58	4.46	5.13	---	3.46	4.36
	E	.37	.51	.35	.66	.70	.62	.62	.41	---	.51	.53
CASA PUNTA	H	.81	2.61	1.75	2.61	1.78	3.16	2.54	2.19	2.21	1.09	2.08
	H Máx	3.91	4.46	4.25	4.58	3.32	3.46	4.52	4.70	4.00	4.25	4.14
	E	.21	.59	.41	.57	.54	.91	.56	.47	.55	.26	.51
PROMEDIO	H	1.18	2.25	1.70	2.60	2.22	2.88	2.58	2.24	2.39	1.40	2.14
	H Máx	4.28	4.41	4.44	4.25	3.64	4.14	4.36	4.91	4.06	4.16	4.27
	E	.28	.51	.39	.62	.61	.71	.59	.46	.58	.34	.51

--- no hubo muestra

Tábla 10-1. Coeficiente de Asociación de Especies Escarabeo Centro.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d		
A	44	40	22	96	10	10	70	40	40	22	96	10	22	22	96	0	80	1	90	11	10	11	46	0	17	10	20	25	44	11	0	
B	10	20	40	0	0	20	33	50	10	50	40	60	10	0	40	44	44	40	40	20	14	0	1	43	17	20	0	0	0	0	0	
C	25	70	70	0	20	53	31	51	13	70	13	11	70	14	40	65	70	14	57	14	0	18	43	31	20	22	0	0	0	0	0	
D	10	20	0	50	17	19	0	22	20	0	31	20	0	22	22	20	13	50	50	0	20	33	1	20	20	0	0	0	0	0	0	
E	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
F	10	15	40	10	10	15	1	40	15	15	1	10	50	10	10	40	10	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	10	
G	0	13	20	14	0	50	0	0	50	0	11	11	0	0	0	17	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
H	25	40	20	0	20	50	0	10	50	22	10	20	50	50	0	0	20	14	50	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
I	44	57	11	40	52	11	20	40	13	40	70	40	11	46	11	33	33	40	50	25	10	33	40	50	25	10	13	13	13	13	13	
J	50	40	50	50	40	0	50	20	54	40	50	25	20	0	20	50	10	20	50	10	20	50	10	20	50	10	20	50	10	20	50	10
K	13	70	10	13	20	14	70	40	70	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	
L	20	20	1	0	22	0	22	22	20	0	0	50	14	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
M	60	20	22	1	10	50	10	1	10	50	1	10	40	10	10	40	10	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10
N	20	0	40	25	44	10	40	25	31	0	40	40	33	20	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
O	0	20	0	22	22	20	0	0	50	14	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P	20	0	22	22	20	0	25	50	0	14	50	33	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Q	10	50	10	10	40	10	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40	10	40
R	11	0	10	0	20	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S	40	40	11	44	11	44	11	44	50	44	22	40	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
T	10	17	75	11	11	44	67	35	22	44	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
U	10	40	10	10	40	60	60	35	40	35	40	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
V	25	0	25	17	25	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
W	0	6	17	25	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	0	17	25	50	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Y	0	17	20	0	25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Z	0	14	26	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
a	33	33	43	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
b	50	14	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Coefficiente de asociación de especies Estación Centro.

<u>Anabaena</u> sp.	A
<u>Anabaena spiralis</u>	B
<u>Chroococcus</u> sp.	C
<u>Microcystis aeruginosa</u>	D
<u>Microcystis pulverea</u>	E
<u>Gomphosphaeria</u> sp.	F
<u>Lynghya</u> sp.	G
<u>Peridinium</u> sp.	H
<u>Ceratium hirundinella</u>	I
<u>Maliomonas</u> sp.	J
<u>Aulacoseira granulata</u>	K
<u>Aulacoseira granulata</u> var. <u>angustissima</u>	L
<u>Fragilaria crotonensis</u>	M
<u>Fragilaria</u> sp.	N
<u>Closterium</u> sp.	N
<u>Eudorina elegans</u>	O
<u>Cosmarium contractum</u>	P
<u>Cosmarium microsporum</u>	O
<u>Staurastrum setigerum</u>	R
<u>Staurastrum brebissonii</u>	S
<u>Staurastrum anatinum</u>	T
<u>Dimorphococcopsis fritschii</u>	U
<u>Pediastrum simplex</u>	V
<u>Kirchneriella</u> sp.	W
<u>Chlamydomonas</u> sp.	X
<u>Ulothrix amphigranulata</u>	Y
<u>Keratella cochlearis</u>	Z
<u>Polyarthra</u> sp.	a
<u>Trichocerca</u> sp.	b
<u>Daphnia longispina</u>	c
<u>Bosmina longirostris</u>	d
<u>Paracyclops fimbriatus</u>	e

Table 10-2. Coefficients de Asociación de Especies Exarctón Carolina.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d	e									
A	.50	.81	.33	1	.17	.67	.81	.31	.50	1	.16	1	.33	1	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	.33	.17	.67	.33	.17	.17	.33								
B	.40	.87	.50	.33	.17	.65	0	.20	.50	0	.55	.25	0	.75	.65	.85	0	.33	.75	.25	0	.33	.25	0	.33	.25	0	.33	.25								
C	.45	.81	.83	.20	.50	1	.33	.33	.83	.20	.45	.83	.20	0	1	.83	.00	.80	.40	.20	.20	.40	.20	.20	.40	.20	.20	.40	.20	.40							
D	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33	.33							
E	1	.17	.67	.81	.31	.50	1	.16	1	.33	1	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.33	.17	.17	.33	.17	.33	.17							
F	.17	.67	.81	.31	.50	1	.16	1	.33	1	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.33	.17	.17	.33	.17	.33	.17	.33	.17						
G	.20	.25	0	.33	0	.17	0	.17	0	.17	0	.25	.20	.17	0	.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
H	.33	.65	.60	.57	.32	.57	.37	.57	.20	.39	.62	.57	.16	0	.29	.16	.20	0	.29	.16	.20	0	.29	.16	.20	0	.29	.16	.20	0	.29	.16					
I	.17	.37	.33	.81	.25	.83	.65	.83	.20	.65	1	.83	.62	.80	.40	.20	.20	.20	.40	.20	.20	.40	.20	.20	.40	.20	.20	.40	.20	.40	.20	.40					
J	.25	.14	.55	.50	0	.50	.50	0	.50	.50	0	.17	.50	.33	0	.20	.33	0	.50	.33	0	.50	.33	0	.50	.33	0	.50	.33	0	.50	.33					
K	.50	.33	.50	0	.50	.33	.17	.40	.50	.25	0	.40	.25	0	0	.33	.25	0	.33	.25	0	.33	.25	0	.33	.25	0	.33	.25	0	.33	.25					
M	.16	1	.33	1	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1				
N	.17	0	.17	0	1	0	.17	.50	0	.25	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1			
O	.33	1	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81	1	.33	.17	.67	.81		
P	.33	0	.50	.40	.33	.33	.50	.20	.33	.50	0	0	0	0	.33	.50	.40	.33	.33	.50	.20	.33	.50	0	0	0	.33	.50	.40	.33	.33	.50	.20	.33	.50	0	
Q	.17	.67	.81	1	.30	.37	.67	.33	.37	.37	.33	.37	.37	.33	.37	.67	.81	1	.30	.37	.67	.33	.37	.33	.37	.33	.37	.67	.81	1	.30	.37	.67	.33	.37	.33	
R	0	.10	.17	.55	0	.25	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	0	1	.50	0	
S	.10	.66	.20	.25	.65	.20	.25	.25	0	.20	.66	.20	.25	.25	0	.20	.66	.20	.25	.25	0	.20	.66	.20	.25	.25	0	.20	.66	.20	.25	.25	0	.20	.66	.20	
T	.41	.60	.20	.40	.40	.20	.20	.20	.40	.41	.60	.20	.40	.40	.20	.20	.40	.40	.20	.20	.40	.41	.60	.20	.40	.40	.20	.20	.40	.41	.60	.20	.40	.40	.20	.20	.40
V	.33	.50	1	0	0	.50	.33	.33	.50	1	0	0	0	0	.33	.50	1	0	0	0	.33	.50	1	0	0	0	0	.33	.50	1	0	0	0	0	0	.33	
W	.35	.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	0	.25	.25	.50	.50	
Y	0	0	.33	.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Coefficiente de asociación de especies Estación Cortina.

<u>Anabaena</u> sp.	A
<u>Anabaena spiralis</u>	B
<u>Chroococcus</u> sp.	C
<u>Microcystis aeruginosa</u>	D
<u>Microcystis pulverea</u>	E
<u>Gomphosphaeria</u> sp.	F
<u>Lynxbya</u> sp.	G
<u>Peridinium</u> sp.	H
<u>Ceratium hirsutinella</u>	I
<u>Mallomonas</u> sp.	J
<u>Aulacoseira granulata</u>	K
<u>Fragilaria crotonensis</u>	M
<u>Fragilaria</u> sp.	N
<u>Closterium</u> sp.	N
<u>Eudorina elegans</u>	O
<u>Cosmarium contractum</u>	P
<u>Coelastrum microsporum</u>	O
<u>Staurastrum setigerum</u>	R
<u>Staurastrum brevissonii</u>	S
<u>Staurastrum anatinum</u>	T
<u>Pediastrum simplex</u>	V
<u>Kriegeriella</u> sp.	W
<u>Kriegeriella cochlearis</u>	Z
<u>Polyarthra</u> sp.	a
<u>Trichocerca</u> sp.	b
<u>Daphnia longispina</u>	c
<u>Bosmina longirostris</u>	d
<u>Paracyclops zimbriatus</u>	e

Tabla 10-5. Crecimiento de Asociaciones de Especies Estación Club de Fútbol.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
A	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260
B	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520
C	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600	630	660	690	720	750	780
D	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040
E	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300
F	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560
G	70	140	210	280	350	420	490	560	630	700	770	840	910	980	1050	1120	1190	1260	1330	1400	1470	1540	1610	1680	1750	1820
H	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800	880	960	1040	1120	1200	1280	1360	1440	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000	2080
I	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900	990	1080	1170	1260	1350	1440	1530	1620	1710	1800	1890	1980	2070	2160	2250	2340
J	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600
K	110	220	330	440	550	660	770	880	990	1100	1210	1320	1430	1540	1650	1760	1870	1980	2090	2200	2310	2420	2530	2640	2750	2860
L	120	240	360	480	600	720	840	960	1080	1200	1320	1440	1560	1680	1800	1920	2040	2160	2280	2400	2520	2640	2760	2880	3000	3120
M	130	260	390	520	650	780	910	1040	1170	1300	1430	1560	1690	1820	1950	2080	2210	2340	2470	2600	2730	2860	2990	3120	3250	3380
N	140	280	420	560	700	840	980	1120	1260	1400	1540	1680	1820	1960	2100	2240	2380	2520	2660	2800	2940	3080	3220	3360	3500	3640
O	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700	2850	3000	3150	3300	3450	3600	3750	3900
P	160	320	480	640	800	960	1120	1280	1440	1600	1760	1920	2080	2240	2400	2560	2720	2880	3040	3200	3360	3520	3680	3840	4000	4160
Q	170	340	510	680	850	1020	1190	1360	1530	1700	1870	2040	2210	2380	2550	2720	2890	3060	3230	3400	3570	3740	3910	4080	4250	4420
R	180	360	540	720	900	1080	1260	1440	1620	1800	1980	2160	2340	2520	2700	2880	3060	3240	3420	3600	3780	3960	4140	4320	4500	4680
S	190	380	570	760	950	1140	1330	1520	1710	1900	2090	2280	2470	2660	2850	3040	3230	3420	3610	3800	3990	4180	4370	4560	4750	4940
T	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3400	3600	3800	4000	4200	4400	4600	4800	5000	5200
U	210	420	630	840	1050	1260	1470	1680	1890	2100	2310	2520	2730	2940	3150	3360	3570	3780	3990	4200	4410	4620	4830	5040	5250	5460
V	220	440	660	880	1100	1320	1540	1760	1980	2200	2420	2640	2860	3080	3300	3520	3740	3960	4180	4400	4620	4840	5060	5280	5500	5720
W	230	460	690	920	1150	1380	1610	1840	2070	2300	2530	2760	2990	3220	3450	3680	3910	4140	4370	4600	4830	5060	5290	5520	5750	5980
X	240	480	720	960	1200	1440	1680	1920	2160	2400	2640	2880	3120	3360	3600	3840	4080	4320	4560	4800	5040	5280	5520	5760	6000	6240
Y	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500
Z	260	520	780	1040	1300	1560	1820	2080	2340	2600	2860	3120	3380	3640	3900	4160	4420	4680	4940	5200	5460	5720	5980	6240	6500	6760

Coefficiente de asociación de especies Estación Club de Yates.

<i>Anabaena</i> sp.	A
<i>Anabaena spiralis</i>	B
<i>Chroococcus</i> sp.	C
<i>Microcystis aeruginosa</i>	D
<i>Microcystis pulverca</i>	E
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	F
<i>Lyngbya</i> sp.	G
<i>Peridinium</i> sp.	H
<i>Ceratium hirundinella</i>	I
<i>Mallomonas</i> sp.	J
<i>Aulacoseira granulata</i>	K
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	L
<i>Fragilaria crotonensis</i>	M
<i>Fragilaria</i> sp.	N
<i>Eudorina elegans</i>	O
<i>Cosmarium contractum</i>	P
<i>Volvox</i> sp.	Q
<i>Coelastrum microsporum</i>	R
<i>Staurastrum setigerum</i>	S
<i>Staurastrum brebissonii</i>	T
<i>Staurastrum anatinum</i>	U
<i>Dimorphococcopsis fritschii</i>	V
<i>Pandorina morum</i>	W
<i>Pediastrum simplex</i>	X
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Y
<i>Ullothrix amphigranulata</i>	a
<i>Keratella cochlearis</i>	b
cf <i>Keratella</i> sp.	c
<i>Polyarthra</i> sp.	d
<i>Daphnia longispina</i>	e
<i>Bosmina longirostris</i>	f
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	g
<i>Keratella</i> sp.	h
<i>Trichocerca</i> sp.	i

Tabla 10-4. Coeficiente de Asociación de Expectos Estración Casa Punta.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	a	b	c	d		
A	.60	.70	.10	1	.70	.50	.80	.30	.60	.20	1	.40	.90	1	.10	.90	1	1	.10	.60	.50	.70	.70	.70	.30	.10					
B	.71	.10	.60	.40	.33	.50	.45	.43	.14	.45	.64	.35	.83	.34	.66	.60	.40	0	.22	.62	.85	.41	.12	.20							
C	.10	.76	.45	.28	.46	.28	.30	.20	.70	.15	.70	.14	.60	.70	.16	.37	.57	.35	.75	.35	.35	.28	.22								
D	.10	.14	0	0	.32	.33	0	.10	0	.10	0	.11	.10	0	.11	.10	0	.11	.10	0	.15	.14	.14	0	0						
E	.70	.20	.50	.80	.35	.60	.25	1	.40	.90	1	.10	.90	1	.10	.90	1	.10	.60	.50	.70	.70	.70	.70	.30						
F	.12	.50	.46	.25	.62	.20	.20	.28	.24	.28	.24	.77	.79	.72	.14	.42	.50	.42	.35	.25	.20	.42									
G	.16	.25	.25	.14	0	.20	.50	.35	.20	0	.32	.32	.25	0	.54	.28	.28	.25	.25	0											
H	.44	.33	.83	.43	.95	.33	.62	.50	.20	.95	.50	.20	.14	.66	.50	.71	.33	.62	.33												
I	.37	.50	.11	.80	.33	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80	.22	.77	.80
J	.28	0	.30	.25	.33	.30	0	.33	.30	.30	0	.34	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34	.25	.34
K	.33	.42	.25	.62	.46	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62	.46	.62
L	.20	.22	.22	.22	0	.32	.20	.22	.22	.20	0	.40	.38	.24	.35	0	.25														
M	.60	.80	1	.55	.90	1	.10	.40	.50	.70	.70	.30	.30																		
N	.42	.40	0	.64	.40	0	.33	.57	.42	.16	.25	0																			
O	.90	.11	.80	.80	.90	.11	.44	.55	.64	.85	.33	.33	.33																		
P	.10	.90	1	.10	.60	.50	.70	.70	.30	.30																					
Q	.11	.10	.10	0	.15	.20	.14	.14	0	.23	0																				
R	.90	.90	.33	.33	.55	.37	.33	.33																							
S	1	.10	.40	.50	.70	.70	.30	.30																							
T	.10	.60	.50	.70	.70	.30	.30																								
U	0	.20	.14	.14	0	.23	0																								
V	.20	.22	.22	.22	.20	.22	.20	.22																							
W	.64	.57	.60	.33	.33																										
X	.70	.38	.25	.22																											
Y	.35	.47	.25																												
Z	.20	.50																													

Coefficiente de asociación de especies Estación Casa Punta.

<u>Anabaena</u> sp.	A
<u>Anabaena</u> spiralis	B
<u>Chroococcus</u> sp.	C
<u>Microcystis</u> aeruginosa	D
<u>Microcystis</u> pulverea	E
<u>Gomphosphaeria</u> sp.	F
<u>Lynghya</u> sp.	G
<u>Pezidium</u> sp.	H
<u>Ceratium</u> hirundinella	I
<u>Mallomonas</u> sp.	J
<u>Aulacoseira</u> granulata	K
<u>Aulacoseira</u> granulata var. angustissima	L
<u>Fragilaria</u> crotonensis	M
<u>Fragilaria</u> sp.	N
<u>Closterium</u> sp.	N
<u>Cosmarium</u> contractum	P
<u>Coelastrum</u> microsporum	O
<u>Staurastrum</u> setigerum	R
<u>Staurastrum</u> brebissonii	S
<u>Staurastrum</u> anatinum	T
<u>Staurastrum</u> curvatum	U
<u>Pandorina</u> moxum	V
<u>Pediastrum</u> simplex	W
<u>Ulothrix</u> amphigranulata	Y
<u>Keratella</u> cochlearis	Z
<u>Polyarthra</u> sp.	b
<u>Daphnia</u> longispina	c
<u>Bosmina</u> longirostris	d

Coefficiente de asociación de especies Estación Jesucristo.

<i>Anabaena</i> sp.	A
<i>Anabaena spiralis</i>	B
<i>Chroococcus</i> sp.	C
<i>Microcystis aeruginosa</i>	D
<i>Microcystis pulverea</i>	E
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	F
<i>Lyngbya</i> sp.	G
<i>Peridinium</i> sp.	H
<i>Ceratium hirundinella</i>	I
<i>Mallomonas</i> sp.	J
<i>Aulacoseira granulata</i>	K
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	L
<i>Fragilaria crotonensis</i>	M
<i>Fragilaria</i> sp.	N
<i>Closterium</i> sp.	O
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Cosmarium contractum</i>	Q
<i>Coelastrum microsporum</i>	R
<i>Staurastrum setigerum</i>	S
<i>Staurastrum brebissonii</i>	T
<i>Staurastrum anatinum</i>	U
<i>Dimorphococcopsis fritschii</i>	V
<i>Eudorina merum</i>	W
<i>Pediastrum simplex</i>	X
<i>Kirchneriella</i> sp.	Y
<i>Ulothrix amphigranulata</i>	Z
<i>Keratella cochlearis</i>	a
cf. <i>Keratella</i>	b
<i>Polyarthra</i> sp.	c
<i>Daphnia longispina</i>	d
<i>Bosmina longirostris</i>	e
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	e

Anexo II Descripción, láminas y figuras

Division Cyanophyta
Clase Myxophyceae
Familia Nostocaceae
Anabaena sp.
(Lámina 1, Fig. 1)

Margain, 1981, p. 248, lám. XVIII, fig. 194; González, 1988, p. 96, lám. 31, fig. 8; Desikachary, 1959, p. 400.

La sistemática de este género esta basada en las siguientes características: lugar de los acinetos con respecto a los heterocistos; forma y tamaño de los acinetos; esféricos, elipsoidales; cilíndricos; la ornamentación de la membrana de los acinetos; número y disposición de los acinetos; presencia o ausencia de vaina mucosa; forma y dimensiones de las células; presencia o ausencia de pseudovacúolas; forma de la célula apical; la forma del tricoma: recto, elicoidal, curvado; el hábitat: planctónico, subaéreo. El género comprende cerca de 60-70 especies repartidas en el mundo entero.

Celulas formando filamentos (tricomas). Filamentos solitarios o en conjuntos no consistentes y. células vegetativas todas iguales, además de heterocistos generalmente intercalares, a menudo con acinetos adyacentes o cercanos. Células de 1.5-4 micrómetros de diámetro.

Anabaena spiralis
(Lámina 1, Fig. 2)

Ortega, 1984, p. 31, lám. 7, fig. 4.

Filamentos de vida libre, euplánticos, epifíticos. La mayoría solitarios o formando fascículos libres flotando. Tricomas regulares o irregulares en forma de espiral. Gonidio subgloboso a oblongo.

Familia Chroococcaceae
Chroococcus sp.
(Lámina 1, Fig. 6)

Prescott, 1961, p. 446, lám. 100; Whitford, 1969, p. 127; González, 1988, p. 97, fig. 31-1; Ortega, 1984, p. 13-14, lám. 1, fig. 8-9.
Células solitarias irregularmente dispuestas en un cenobio, o vaina gelatinosa sobrepuesta. Células redondeadas.

Gomphosphaeria sp.
(Lámina 1, Fig. 7)

González, 1984, p. 16, lám. 2, fig. 9.
Células piriformes, colonias elipsoidales esféricas o semiesféricas con la periferia de la matriz gelatinosa.
De 3 micrómetros de diámetro y 7 micrómetros de longitud.

Microcystis aeruginosa
(Lamina 1, Fig. 4)

Ortega, 1984, p. 18, lám. 3, fig. 1-3; Gonzalez, 1988, p. 97, fig. 31-2; Prescott, 1961, p. 456, lám. 102, fig. 1-4.

Células redondeadas solitarias irregularmente dispuestas en un cenobio. Sin vaina, nunca sobrepuestas. Usualmente con pocas o numerosas pseudovacúolas. Colonias lobuladas. células de 3-4 micrometros de diametro.

Microcystis pulverea
(Lamina 1, Fig. 5)

Prescott, 1961, p. 19, lám. 3, fig. 5.

Colonia globular u ovalada, células sin pseudovacúolas o si presenta son pequeñas e inconspicuas., compactas con un mucilago colonial. Células de 2 a 3 micrometros de diametro.

Lyngbya sp.
(Lamina 1, Fig. 3)

Margain, 1981, p. 269, lám. XXI, fig. 229; Desikachary, 1959, p. 278.

Tricomas rectos o irregularmente contorneados, a veces espiralados; tricoma sola o libre con una vaina delgada o masiva gruesa y firme; vaina incolora o raramente de color amarillo, café, rojo, azul o púrpura; los filamentos se reúnen en una masa formando placas extendidas con pelos erectos.

Division Pyrrophyta
Clase Dinophyceae
Familia Ceratiaceae
Ceratium hirundinella
(Lamina 1, Fig. 9)

Prescott, 1961, p. 437, lám. 92, fig. 4-5; Whitford, 1969, p. 123, lám. 59, fig. 23; Gonzalez, 1982, p. 97, fig. 31-16; Ortega, 1984, p. 156, lám. 42, fig. 1-2; Forest, 1954, p. 342, fig. 517.

Células solitarias con un cuerno apical y 2 ó más cuernos antapicales largos, con un abrupto surco o incision transversal en la parte media. De color café, con flagelos blindados.

Familia Peridiniaceae
Peridinium sp.
(Lamina 1, Fig. 8)

Margain, 1981, p. 279, lam. XXI, fig. 237; Prescott, 1962, p. 431; Bourrelly, 1970, p. 58.

Celulas globosas a elipsoidales, de vida libre, móviles, usualmente aplanadas dorso-ventralmente; recubiertas por una teca celulósica mostrando el cingulo y el sulcus característico de las Peridinales.

El cingulo divide a la célula en dos partes casi iguales; denominadas epiteca e hipoteca; surco medio y ligeramente espiralado; con un poro en el polo anterior, o con un falso ápice, que se proyecta en un cuerno; surco longitudinal usualmente ancho y extendiéndose hacia el polo posterior; flagelos adheridos en el sulcus en la porción ventral, uno por el surco transversal y el otro rastrero; arreglo y número de láminas en la epiteca variable, usualmente 4 apicales, 3 intercalares y 6-7 precingulares; una de las láminas apicales extendiéndose de la cima del surco longitudinal y hacia el polo apical. Hipoteca con 5 láminas postcingulares y 2 antapicales; todas las láminas evidentemente marcadas con engrosamientos reticulares y a veces con otras decoraciones, como pequeñas espinas y con suturas amplias o estrechas entre las láminas las cuales están usualmente estriadas, como también en el surco transversal.

División Chrysophyta
Familia Bacillariophyceae
Aulacoseira granulata
(Lamina 3, Fig. 6)

Ortega, 1984, p. 79, lam. 22, fig. 8; Gonzalez, 1988, p. 99, fig. 32-7; Whitford, 1969, p. 106, lam. 49, fig. 4.

Valvas circulares o semicirculares con ornamentación radial. Valva con un anillo marginal de procesos. Areolas con foramen interno y criba externa, eje pervalvar comúnmente bien desarrollado, células formando cadenas, ornamentación especialmente desarrollada en el manto valvar. Células de 27-40 micrometros de longitud y 11-22 micrometros de diametro.

Familia Diatomaceae
Fragilaria crotonensis
(Lamina 3, Fig. 7)

Prescott, 1961, p. 960, lám. 6, fig. 14; Whitford, 1969, p. 108, lám. 50, fig. 11; Ortega, 1984, p. 85, lám. 24, fig. 9-10; Gonzalez, 1988, p. 99, fig. 32-13.

Valvas alargadas, ornamentación bilateral a lo largo de un eje medio, rafa a veces presente en 1 o 2 valvas. Valvas carentes de costillas transapicales. Células solitarias o en colonias. Eje apical isopolar recto, células reunidas en largas bandas mediante los márgenes de las valvas, se presentan en vista cingular.

Clase Chrysophyceae
Mallomonas sp.
(Lamina 3, Fig. 5)

Gonzalez, 1988, p. 99, fig. 32-2; Prescott, 1961, p. 372, lám. 97, fig. 1; Whitford, 1969, p. 99, lám. 45, fig. 2.

Células dentro de una lorica o cubierta de escamas silíceas o bastones con un flagelo. Unicelular, la mayoría de las especies tienen agujas finas en las escamas.

Familia Rhizosolenia
Orden Rhizosoleniales
Rhizosolenia oriensis
(Lamina 3, Fig. 8)

Gonzalez, 1988, p. 99, fig. 32-6; Whitford, 1969, p. 107, lám. 49, fig. 20.

Valvas circulares o semicirculares, con ornamentación radial. Sin procesos marginales en las valvas. El ápice de las valvas con una espina centrada o excéntrica.

División Chlorophyta
Familia Volvocaceae
Orden Volvocales
Pandorina morum (Mull.) Bory
(Lamina 2, Fig. 5)

Prescott, 1961, p. 75, lám. 1, fig. 23; Gonzalez, 1988, p. 102, fig. 33-6; Smith, 1950, p. 96.

Células piriformes agrupadas densamente, colonia usualmente ovalada, en número 16. Común en el plancton de aguas duras y aguas suaves; en lagos, pero más frecuentemente en aguas someras. De 10 a 15 micrómetros de diámetro y de 12 a 17 micrómetros de largo.

Familia Dictyosphaeriaceae
Botryococcus braunii Kutzing
(Lamina 1, Fig. 10)

Margain, 1981, p. 100, lám. III, fig. 27; Prescott, 1961, p. 232, lám. 52, fig. 1, 2, 11; Whitford, 1969, p. 43, lám. 12, fig. 2; Bicudo, 1969, p. 8, fig. 15.

Celulas ovoide-elipsoidales arregladas radialmente en la periferia de la colonia; cada célula está rodeada por una capa de aceites o de pectinas; con un cloroplasto verde amarillo a verde pasto, parietal, en forma de copa y con un pirenoide.

Colonias de vida libre, irregulares, encerradas completamente por una membrana gruesa hialina anaranjada u oscura, que se produce en proyecciones regulares o irregulares; el almidón almacenado le da a la colonia su característico color rojo.

Celulas de 3-6 micrometros de ancho, por 6-12 micrometros de largo.

Familia Scenedesmaceae
Coelastrum microsporum Nagel
(Lamina 1, Fig. 12)

Margain, 1981, p. 105, lám. IV, fig. 30; Gonzalez, 1988, p. 102, fig. 33-23.

Las celulas son esfericas, ovoides, o tetrahedricas y a veces ornamentadas con verrugas o espinas; la division se hace por medio de autoesporulacion y cada célula origina un pequeño cenobio hijo; ciertas especies pueden retener cenobios hijos durante largo tiempo, unidos por los restos membranosos de las celulas maternas.

Colonia esférica hueca de 4, 8, 16, 32, celulas o multiples, estas de formas diversas con apendices más o menos largos que reúnen a las celulas entre si. Cloroplasto en forma de copa con un pirenoide.

Familia Hydrodictyaceae
Pediastrum simplex
var. *simplex* (Meyen) Parra-Barrientos
(Lamina 2, Fig. 1)

Margain, 1981, p. 122, lám. IV, fig. 47; Prescott, 1961, p. 227, lám. 50, fig. 2; Gonzalez, 1988, p. 102, fig. 33-22; Parra-Barrientos, 1979, p. 111, lám. 46-51.

Lado interior de las celulas perifericas casi recto, el lado exterior transformado en un proceso gradualmente punteado, con lados concavos; celulas interiores poligonales, en contacto las unas con las otras y con perforaciones ocasionalmente pequeñas y escasas.

Colonias circulares a ovales, de 4, 8, 16, 32, o mas células ; pared celular lisa, punteada o granulada; células de 8-24 micrómetros de ancho por 10-45 micrómetros de largo.

Familia Ulothricaceae
Orden Ulothricales
cf *Ulothrix amphigranulata* Stuje
(Lamina 1, Fig. 11)

Margain, 1981, p. 126, lam. V, fig. 51; Whitford, 1969, p. 18, lam. 4 fig. 3.

Células uninucleadas con un cloroplasto parietal envolviendo por lo menos tres cuartas partes de la circunferencia de la célula; este cloroplasto es comúnmente un manchón celular casi o completamente cerrado, con uno o más pirenoides.

Filamentos simples no ramificados, fijos cuando juvenes, pero sin célula apical diferenciada; flotantes, de vida libre cuando adultos; cilíndricos compuestos de una sola serie de células, todas iguales; a veces con vaina amorfa o estriada longitudinal o transversalmente. Membrana delgada o espesa, presentando raramente piezas en forma de H en sección óptica longitudinal.

Orden Zygnematales
Closterium sp. Nitzsch
(Lamina 2, Fig. 4)

Margain, 1981, p. 157, lam. IX, fig. 104; González, 1988, p. 102, fig. 33-15.

Células solitarias, raramente agrupadas, lunadas o raramente rectas. Apices delgados, pudiendo ser escaso o fuertemente agudos, truncados. Pared celular lisa o estriada, punteada, en algunas especies existe una banda fajar, producto de la formación o interpolación de las semicélulas nuevas y viejas; la pared celular a menudo es de color café o amarillenta. Con dos cloroplastos, uno por cada semicélula, con número variable de bandas longitudinales, de uno a muchos pirenoides, sin orden o en series lineales. Núcleo en la parte media entre los dos cloroplastos. Vacuolas terminales prominentes, con uno o varios gránulos vibrátiles de calcio. Células de 7 micrómetros de diámetro.

Cosmarium contractum
var. *incrassatum* Scott y Prescott
(Lamina 2, Fig. 3)

Margain, 1981, p. 191, lam. XIII, fig. 145; Whitford, 1969, p. 72, lam. 27, fig. 4; Smith, 1950, p. 323.

Células solitarias con una constricción media evidente; semicélulas elípticas, subcirculares, subcuadradas o truncadas-piramidales, enteras, no divididas en lóbulos. En vista apical elíptica, u oblonga, raramente circular, a veces

roniformes y a menudo con una protuberancia saliente. Membrana lisa. Uno o más cloroplastos axiales por semicélula con uno o más pirenoides sin espinas. El centro de las células a veces con una protuberancia.

Este género comprende alrededor de 2000 especies, en donde los caracteres sistemáticos importantes son: ornamentación de la membrana, estructura y número de cloroplastos, forma de la célula en vista apical, lateral y ventral.

Staurostrum setigerum Brebisson
(Lamina 2, Fig. 9)

Margain, 1981, p. 201, lám. XIII, fig. 148.

Células casi tan largas como anchas, profundamente constreñidas. Senos abierto y angulado agudo; muy delgado en el extremo; semicélulas oblongas- elípticas. Margen ventral frecuentemente más convexo que el margen dorsal; ápice convexo, subtruncado, o a veces ligeramente aplanado en el centro. Ángulos laterales redondeados y ornamentados con una pequeña papila. Vista lateral triangular, con lados cóncavos y ángulos redondeados, cada uno con un pequeño mucro; pared celular lisa.

Largo de 27-50 micrómetros, ancho 27-49 micrómetros, istmo 8-17 micrómetros.

Staurostrum brebissonii Archer
(Lamina 3, Fig. 1)

Margain, 1981, p. 201, lám. XIII, fig. 149.

Células pequeñas casi tan largas como anchas, profundamente constreñidas o seno agudo, abriéndose hacia afuera. Semicélulas elípticas o elíptica fusiformes. Ángulos agudamente redondeados. Pared celular con espinas numerosas, finas y agudas, las cuales están más o menos agrupadas cerca de los ángulos, alrededor de los cuales se agrupan en series concéntricas. Vista apical usualmente con 3-5 ángulos. Lados evidentemente cóncavos, ángulos agudamente redondeados. Largo de 34-48 micrómetro, ancho sin espinas 40-62 micrómetros, istmo 12.5- 13.5 micrómetros, el largo de las espinas es alrededor de 2.5 micrómetros.

Staurostrum anatinum var. *anatinum* West
(Lamina 2, Fig. 7)

Margain, 1981, p. 207, lám. XIV, fig. 155; Prescott y Vinyard, 1982, p. 123, lám. 429, fig. 4; Guarrera y Kuhnemann, 1949, p. 289.

Células pequeñas de uno y medio a dos y medio veces más largas que anchas, excluyendo los procesos. Constricción moderadamente profunda. Seno agudo. Semicélulas en forma de copa o cuneadas. Ángulos inferiores ampliamente redondeados, llegando a ser las

semicelulas más anchas hacia el apice, el cual es casi plano. Angulos superiores proyectados para formar procesos distantes, divergentes, terminados en 3-4 espinas de tamaño variable y provistas con numerosas series de denticulaciones. Vista vertical usualmente con 3-4 ángulos. Lados rectos o muy ligeramente concavos. Angulos proyectados en largos procesos. Centro del apice casi liso, a veces con una serie de cortas espinas o granulos, justo dentro de cada margen lateral. Cloroplasto axial, con un pirenoide central y con un par de lóbulos extendiéndose hacia cada angulo. Largo 21-36 micrometro ancho incluyendo procesos 41-70 micrometros, ancho del istmo 5-12 micrometros.

Staurostrum curvatum West
(Lamina 2, Fig. 7)

Margain, 1981, p. 209, lam. XIV, fig. 15B; Prescott y Vinyard, 1982, lam. 354, fig. 3

Celulas pequeñas un poco más largas que anchas. Sin procesos sinus profundo y abierto, contriccion evidente. Semicelulas elipsoidales con el margen dorsal recto, plano o ligeramente convexo y el margen ventral mucho más concavo. Angulos proyectándose entre si, vista vertical triangular con lados concavos y ángulos simplemente redondeados; pared celular lisa, procesos alternándose debido a un giro en el istmo, largo 22 a 24 micrometros, ancho sin espinas 20 a 22 micrometros, ancho con espinas 29 a 30 micrometros, istmo 5 a 7.5 micrometros.

Familia Volvocaceae
Orden Volvocales
Eudorina elegans Ehrenberg
(Lamina 2, Fig. 6)

Margain, 1981, p. 70, lam. I, fig. 2; Prescott, 1961, p. 76, fig. 24-26; Gonzalez, 1988, p. 102, fig. 33-7; Guarrera y Kuhnemann, 1949, p. 225.

Con 16-32 celulas ovoides, dispuestas irregularmente dentro de una envoltura gelatinosa o arregladas en series transversas. Las celulas usualmente yacen en la periferia de la vaina, o a veces se agrupan hacia el interior. Celulas de 10 a 20 micrometros de diametro; colonia esferica ovalada, . Común en el plancton de lagos de aguas duras.

Familia Oocystaceae
Orden Chlorococcales
Oocystis sp. Nageli
(Lamina 1, Fig. 13)

Margain, 1981, p. 86, lam. III, fig. 15.

Celulas elipsoidales solitarias o en grupos de 2-16, contenidas en la membrana materna, a menudo la membrana celular presenta 2 engrosamientos apicales. Cloroplasto de forma variable según

las especies: hay uno o más cloroplastos parietales, con o sin pirenóide. Algunas especies tienen cloroplastos con lóbulos radiados. Su reproducción es por medio de autosporas.

Familia Volvocaceae
Orden Volvocales
Volvox sp.
(Lamina 3, Fig. 3)

Mergain, 1981, p. 314, lam. 1, fig. 3; Prescott, 1962, p. 77, lam. 2; González, 1988, p. 102, fig. 33-8; Smith, 1950, p. 104.

Celulas con un cloroplasto circular parietal, con dos vacuolas contractiles en la parte anterior, abajo de la inserción flagelar y una mancha ocular anterior y lateral.

Colonias esféricas de 100 células elipsoidales, de 4 a 6 micrómetros de diámetro, con conexiones citoplásmicas entre ellas muy finas y sin vainas celulares individuales. En las colonias maduras se presentan dos o más colonias hijas dióicas. En las colonias femeninas se forman de 19 a 21 huevos, la mitad de las células masculinas forman anterocoides, de 15-18 micrómetros de diámetro, siendo más o menos 32 anterocoides por racimos. Cigotos de 38-62 micrómetros de diámetro, con pared celular lisa.

Dimorphococcopsis fritschii Crown
(Lamina 3, Fig. 2)

Bourrelly, 1988.

Las células están reunidas por finos filamentos. Presenta un plasto parietal sin pirenóide, hay 2 células cordiformes que alternan con 2 células cilíndricas.

Colonias envueltas por una vaina mucosa, bien definidas, agrupadas en paquetes de 4 células (procenobio). Dentro de cada procenobio, hay 2 células cordiformes que alternan con 2 células cilíndricas.

Kirchneriella sp.
(Lamina 3, Fig. 4)

González, 1988, p. 209, lam. 56, fig. 13.

Celulas regularmente contorneadas y alejadas unas de otras. Organismos inmóviles, colonias en forma de media luna. Colonias no unidas por tractos gelatinosos.

Familia Chlamydomonadaceae
Chlamydomonas sp.
(Lamina 2, Fig. 2)

Gonzalez, 1988, p. 190, lám. 51, fig. 10.

Organismos móviles, unicelulares. Con 2 ó más flagelos iguales, pared celular gruesa, con un pirenóide al menos.

Phylum Rotatoria
Keratella cochlearis
(Lamina 4, Fig. 1)

González, 1988, p. 104, fig. 34-5; Ahlstrom, 1932, p. 242.

Organismo con un ovario trofi nunca ramado. Sin pie o disco de fijación. Sin apéndices. Con lórica o semilórica. Margen anterior de la lórica con espinas simétricas. Placa dorsal con facetas poligonales.

Trichocerca sp.
(Lamina 4, Fig. 5)

González, 1988, p. 104, fig. 34-8; Ahlstrom, 1932, p. 242.

Con un ovario trofi nunca ramado. Pie o disco de fijación en la superficie ventral. Pie terminado con 1 o 2 dedos. Con lórica o semilórica. Cuerpo algo torcido, asimétrico. Dedos desiguales. Trofi virgado.

Polyarthra sp.
(Lamina 4, Fig. 4)

González, 1988, p. 104, fig. 34-1; Ahlstrom, 1932, p. 242.

Con un ovario, trofi nunca ramado, sin pie o disco de fijación. Con apéndices cuticulares filiformes o en forma de remos o apéndices huecos con músculos y sedas. Con 4 grupos de 3 remos anterolaterales y dorsolaterales cerca del extremo anterior. Trofi virginado.

Orden Cladocera
Daphnia longispina
(Lamina 4, Fig. 6)

González, 1988, p. 106, fig. 33-3; Pennak, 1978, p. 366.

Cinco o seis pares de patas, el primero y el segundo por más o menos prensiles. Con segmentos cilíndricos, los demás son foliáceos. Antenas no cubiertas por fornices, se fijan en la parte ventral de la cabeza. Antenas de la hembra suelen ser pequeñas; cinco pares de patas. Rama dorsal de la antena con 4 segmentos, rama ventral con 3 segmentos. Rostro presente. Seno

cervical ausente. Valvas con espina posterior, rostro puntiagudo, antenula pequeña, 3-4 procesos abdominales, por lo general bien desarrollados.

Orden Cladocera
Bosmina longirostris
(Lamina 4, Fig. 7)

Gonzalez, 1988, p. 106, fig. 35-9; Pennak, 1978, p. 373, fig. 261-c.

Cinco o seis pares de patas. el primero y el segundo más o menos prensiles, con segmentos cilíndricos, los demás son foliáceos. Antenas no cubiertas por fornicas, se fijan en la parte ventral de la cabeza. Antenulas de la hembra largas, inmóviles, más o menos curvadas hacia atrás, fijas a la cabeza, sedas olfatorias laterales, comúnmente cerca de la base.

Clase Maxillopoda
Subclase Copepoda
Orden Cyclopoida
Familia Cyclopidae
Paracyclops fimbriatus
(Lamina 4, Fig. 8)

Pennak, 1978, p. 401; Comita, 1951, p. 367.

Primer antena con 8 segmentos. Cuerpo alargado y cilíndrico, claramente segmentado y con caparazón no bivalvo. Cuatro pares de patas natatorias y un quinto par reducido o vestigial (Gonzalez, 1988).

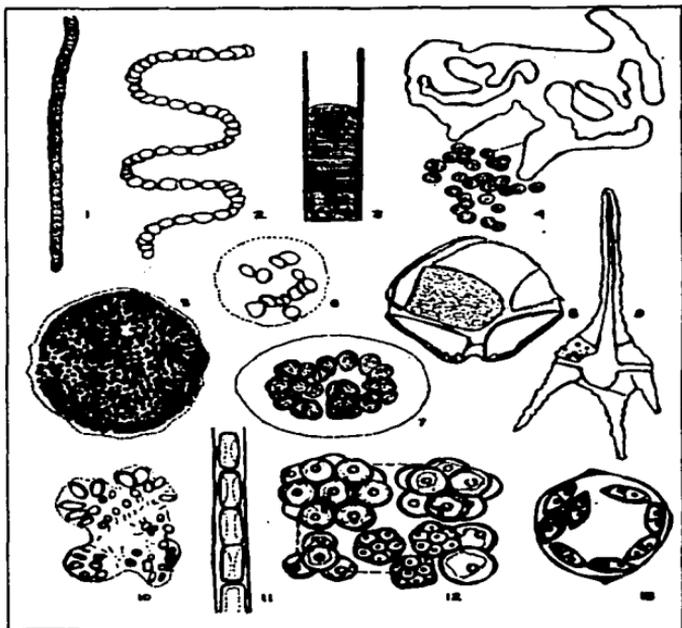


Lámina 1

DIVISION CYANOPHYTA Figs.: 1. *Anabaena* sp. según Desikachary, 1959; 2. *Anabaena spiralis* según Prescott, 1962; 3. *Lyngbya* sp. según Desikachary, 1959; 4. *Microcystis aeruginosa*; 5. *Microcystis pulverea* según Prescott, 1962; 6. *Chroococcus* sp. según Whitford, 1969; 7. *Gomphosphaeria* sp. según Desikachary, 1959; DIVISION PYRROPHYTA 8. *Peridinium* sp. según Margain, 1981; 9. *Ceratium hirundinella* según Prescott, 1962. DIVISION CHLOROPHYTA 10. *Botryococcus braunii* Kutzing según Margain, 1981; 11. *Ulothrix amphigranulata* Skuja según Prescott, 1962; 12. *Coelastrum microsporum* Nageli según Pestalozzi y Halft, 1983; 13. *Oocystis* sp. Nageli según Margain, 1981.

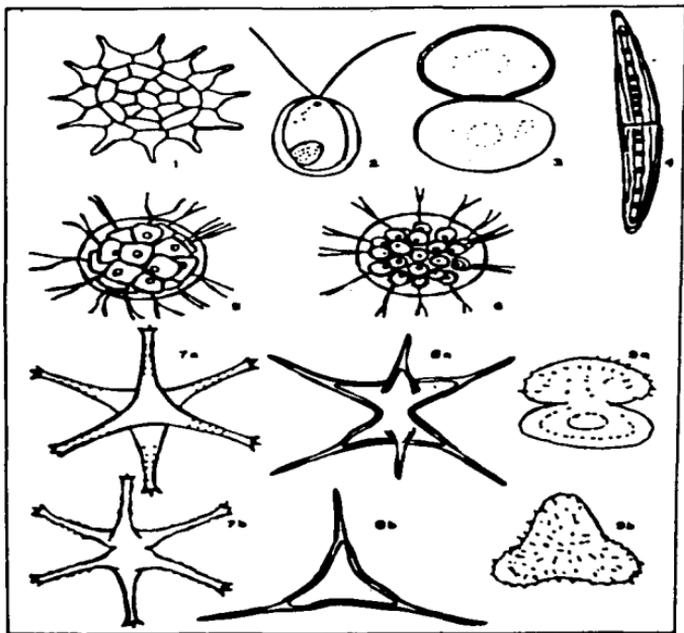


Lámina 2

DIVISION CHLOROPHYTA Figs: 1. *Pediastrum simplex* var. *simplex* (Meyen) Parra-Barrientos según Margain, 1981; 2. *Chlamydomonas* sp. según Whitford, 1969; 3. *Cosmarium contractum* var. *incrassatum* Scott y Prescott según Whitford, 1969; 4. *Closterium* sp. NITZCH según Margain, 1981; 5. *Pandorina morum* (Muell) Bory según Margain, 1981; 6. *Eudorina elegans* Ehrenberg según Margain, 1981; 7a. *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* según West, 7a vista apical 7b vista lateral; 8a. *Staurastrum curvatum* según Margain, 1981, 8a vista apical 8b. vista lateral; 9a. *Staurastrum setigerum* Brebisson según Margain, 1981; 9a. vista apical 9b. vista lateral.

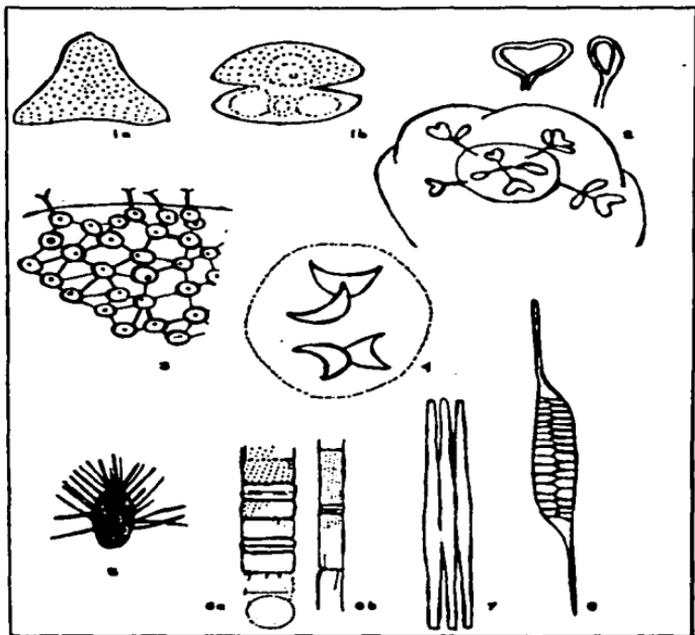


Lámina 3

1a. *Staurastrum brebissonii* Archer según Margain, 1981; 1a. vista apical. 1b. vista lateral; 2. *Dimorphococcopsis fritschii* Crown según Bourrelly, 1988; 3. *Volvox* sp. según Margain, 1981; 4. *Kirchneriella* sp. original; DIVISION GRY-SOPHTA 5. *Malleomonas* sp. Iwanoff según Prescott, 1962; 6. *Aulacoseira* -- granulata seg'un Margain, 1981; 7. *Fragilaria crotonensis* según Margain, 1981; 8. *Rhizosolenia ericensis* seg'un Whitford, 1969.

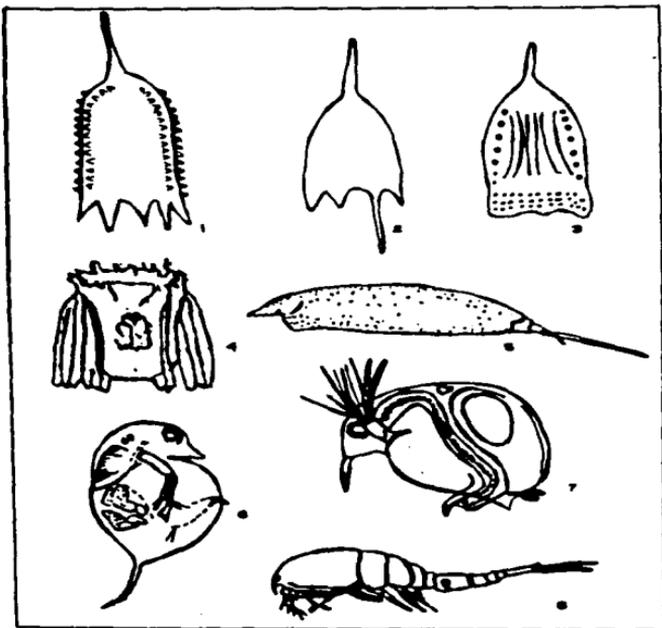


Lámina 4

PHYLUM ROTATORIA Figs: 1. *Keratella cochlearis* original; 2. *Keratella* sp. original; 3. cf *Keratella* original; 4. *Polyarthra* sp. según González, 1988; 5. *Trichocerca* sp. según Greenberg et al, 1989; ORDEN CLADOCERA 6. *Daphnia longispina* según Pennak, 1978; 7. *Bosmina longirostris* según Pennak, 1978; CLASE MÁXILLOPODA 8. *Paracyclops fimbriatus* según Pennak, 1978.

Anexo III Glosario

Acineto.- espora no motil de pared gruesa, derivada de la célula vegetativa.

Apical.- se refiere al ápice o punta de las algas.

Areola.- perforaciones repetidas regularmente en la frústula o pared celular de sílice de las diatomeas.

Cenobio.- células reunidas por una matriz gelatinosa.

Cíngulo.-cinturón

Epiteca.-la mitad, ligeramente más grande, de las 2 piezas de la pared de una diatomea. Ajusta como una cubierta rebordeada sobre la hipoteca, más pequeña, pero por lo demás correspondiente.

Gelatinosa, matriz.-substancia semisólida que rodea la pared celular y que en algunas algas, posee forma o color característicos.

Heterocisto.-célula especializada de ciertas algas filamentosas verde azules; mayor más transparente y de pared más gruesa que las células vegetativas ordinarias.

Hipoteca.-la parte más pequeña o mitad fundamental de la pared de una diatomea, su reborde encaja dentro del correspondiente borde de la epiteca.

Lorica.-una pared rígida que cubre o rodea a una célula móvil, separada por un espacio del protoplasto o de la pared celular. En el extremo anterior presenta una abertura a través de la cual sale el flagelo.

Pirenoide.-corpúsculo frecuentemente en un cromatóforo, alrededor del cual se congregan gránulos de almidón.

Rafe.-una línea, hendidura o espacio transparente que se extiende longitudinalmente en la superficie valvar de una diatomea.

Surco.-una excavación, o hundimiento lineal en el lado de la célula de ciertos flagelados.

Vacuola.-una porción dentro del protoplasto que contiene líquido, como savia o aceites celulares.

Valvar, cara.-la superficie superior de la epiteca o la hipoteca de una diatomea.