



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ANALISIS DE LA ESTRUCTURA DE LOS CRECIMIENTOS
ALGALES DE TRES AMBIENTES DISTINTOS EN LA LOCALIDAD
DE SAN ANTONIO TEXCALA, TEHUACAN, PUEBLA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS
(BIOLOGIA VEGETAL)

P R E S E N T A

CLAUDIA IBARRA VAZQUEZ

Director de Tesis: M. en C. Eberto Novelo Maldonado



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.

Dedico este trabajo...

a mi madre, que desde mi punto de vista, es la única persona que realmente conoce y valora el significado de la fuerza y la esperanza... tal vez algún día su afán por transmitirme esta cualidad de frutos.

A Gabriela Vázquez, como un tributo a su nobleza y porque hacia donde volteo, sin importar tiempos ni lugares, siempre está su mano dispuesta a ayudarme.

A Esther Langarica y Mauricio Contla por su incondicional e invaluable apoyo

A Enrique Cantoral, Javier Carmona, Francisco Valadez y Rosa Luz Tavera por regalarme una gran parte de su tiempo para resolver mis dudas, pero sobretodo por su amistad.

A Marco Antonio por ese gran regalo de optimismo y de cariño que me da a diario

Muy especialmente a Eberto Novelo Maldonado, de quien conviene aprender que el precio de la grandeza intelectual no consiste en perder la grandeza como ser humano... ¡gracias!.

Agradecimientos

Al Dr. Jorge González González, Director del Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias, por facilitarme el uso de las instalaciones del mismo, por su apoyo y comentarios en la realización de la presente investigación.

A la D.G.A.P.A., por el apoyo que como becaria siempre recibí de esta instancia y de sus representantes en la Facultad de Ciencias.

A los revisores de este trabajo, por sus invaluable aportaciones.

A todos los integrantes del Laboratorio de Ficología.

ÍNDICE

Introducción	1
Área de estudio	8
Descripción de los sitios de colecta	12
METODOLOGÍA	
Muestreo, análisis químico y determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua	14
Toma de muestras de material algal	15
RESULTADOS	
Revisión de muestras colectadas	30
Tratamiento estadístico	30
Descripción taxonómica de las especies observadas	34
Discusión	70
BIBLIOGRAFÍA	
	87
FIGURAS	
Ubicación geográfica de la zona de estudio	10
Crecimientos algales visibles en la colecta de marzo	11
Crecimientos algales visibles en la colecta de mayo	12
Método de muestreo	16
Abundancia absoluta de las especies de las muestras del FCME de 1984	17
Abundancia absoluta de las especies de las muestras colectadas en marzo de 1994	18
Formas de vida registradas para las especies observadas	21
Datos fisicoquímicos observados para marzo, mayo, agosto y octubre de 1994	28
Relación de las especies y parámetros fisicoquímicos en marzo y mayo de 1994	29
Matriz de datos de parámetros ambientales, abundancia absoluta y distribución espacio-temporal de las especies	29
Valores de algunos de los coeficientes obtenidos del modelo de regresión logística	33

Sitios de colecta durante la temporada de lluvias	67
Relación del porcentaje de abundancia absoluta de las especies en cada fecha de colecta	78
Registro de estudios ficoflorísticos del Valle de Tehuacán	85

LÁMINAS

Dibujos de las especies de las divisiones Cyanoprokariota y Chlorophyta	67
Dibujos de las especies de las divisiones Chromophyta y Bacillariophyta	68
Dibujos de la división Bacillariophyta.	69

RESUMEN

Se estudiaron tres sitios en la localidad de San Antonio Texcala considerando la variación de la fisiografía del lugar. En cada sitio se colectaron muestras de los crecimientos visibles distintos entre sí y muestras de agua (para su análisis fisicoquímico) en marzo, mayo, agosto y octubre de 1994. De cada muestra de algas dependiendo del tipo de material con el que se contaba, se elaboraron preparaciones permanentes y semipermanentes utilizando diferentes técnicas, con el fin de hacer una descripción de las especies presentes, y elaborar un dibujo original que resaltara sus principales características. Para hacer una evaluación florística más completa de la localidad se consideraron muestras del herbario FCME de mayo de 1980, abril de 1984 y julio de 1992, que según las notas de campo se hubieran colectado en alguno de los sitios de interés para ésta investigación. Las especies observadas fueron ubicadas y descritas taxonómicamente con la finalidad de contribuir al conocimiento taxonómico de la ficoflora de México, particularmente del Valle de Tehuacán.

Los datos fisicoquímicos que se obtuvieron con las muestras de agua fueron pH, temperatura, oxígeno, dureza total, dureza de calcio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos. Los valores obtenidos de este análisis se vincularon con las abundancias absolutas de las especies registradas en cada punto, en cada fecha y se analizó estadísticamente su relación a través de un paquete logístico politómico aplicado (STATA) y los resultados se presentan gráficamente utilizando del programa TILIA. Como resultado de esto se reconoce que la presencia de las especies puede atribuirse básicamente a dos factores 1) la velocidad de corriente asociada al volumen de agua y 2) la presencia de nitratos en el medio. Sin embargo, la variación estructural de los crecimientos responde a la presencia de nitratos y a las distintas combinaciones de los diferentes factores estimados, así como a las formas de vida y a la abundancia de las especies.

INTRODUCCIÓN

Se define a una **comunidad** como la conjunción de poblaciones de varias especies que coexisten e interaccionan bajo ciertas condiciones y circunstancias en una relación espacio-tiempo determinada y delimitada arbitrariamente (Underwood, 1986), que está caracterizada por su función y estructura.

Un enfoque estructural de la comunidad, analiza sus componentes, resaltando su naturaleza, número, distribución, arreglo y patrones de interacción. Por otro lado, un enfoque funcional resalta la dinámica y el desarrollo del sistema (Caswell, 1976). El objetivo del estudio de las comunidades es conocer las características y la **estructura** de estas conjunciones (Russell & Fielding, 1981. En: González-González, 1992).

Desde una perspectiva general, el concepto de estructura es definido como el arreglo o disposición de las diversas partes de un todo. En el contexto de las comunidades, se usa este término para hacer referencia al sitio que ocupan las especies o poblaciones al interior de una comunidad y a la abundancia de cada una de éstas. Esta estructura está representada por alguna expresión cuantitativa de su composición (Whitton, 1975; Caswell, 1966; Westhoff y Van Der Maarel, 1946; Sournia, 1978; Margalef, 1983; Allen, 1977).

Particularmente los trabajos sobre estructura de las comunidades en grupos algales difieren de lo anteriormente descrito. En estos casos la investigación se enfoca a la identificación de las especies que constituyen estas comunidades y puede aproximarse de distintas maneras, de tal modo que cada comunidad puede ser estudiada a un nivel particular. Para Margalef (1963 En: Whitton, 1975) y Sournia (1978), estos niveles corresponden a estructuras tróficas, taxonómicas y/o bioquímicas, argumentando que cada una de ellas se presenta en todas las comunidades de manera simultánea (haciendo necesario su reconocimiento) definiéndolas de la siguiente forma:

Estructura trófica: es la cantidad de sustancias químicas proporcionadas entre diferentes especies y está usualmente representada por un diagrama que indica patrones de flujo de energía al interior de la comunidad.

Estructura taxonómica: es un listado de especies que además de indicar su diversidad, indica su recurrencia.

Estructura química: hace referencia a la proporción de pigmentos y a los espectros de los ácidos grasos producidos por los distintos conjuntos de microorganismos.

Bajo estos criterios, el aspecto más enfatizado en el estudio de comunidades dentro de la ficología se refiere a su estructura taxonómica. Se ha señalado que en las comunidades algales de cuerpos de agua permanentes o efímeros (charcos), cuando las poblaciones tienen un acomodo transgresivo (se presentan unas sobre otras), puede ocurrir una superposición de complejos en donde suceden cambios rápidos. Particularmente en las algas, este hecho produce un patrón de mosaico (Sournia,

1978; Margalef, 1994), que es una comunidad compleja a la que podemos referirnos como crecimiento algal. Típicamente las macroalgas de corriente sobre las que comúnmente se entremezclan microalgas y otros organismos forman talos maduros de estructura discreta reconocible a simple vista. Esta manifestación es la que se reconoce como crecimiento algal. (Dodds, 1991; Stock y Word, 1991). La fisionomía (aspecto) de estos crecimientos puede variar de acuerdo a las características que le otorgan los conjuntos de distintos niveles de organización y formas de vida (Tavera y González-González, 1990). Este aspecto es importante porque la complejidad de la trama de cada crecimiento determina la distribución de los nutrimentos al interior de los mismos y tal vez su propia actividad fotosintética (Siqueiros, Ibarra y Loya, 1985).

En general, las comunidades acuáticas, algales o no, responden al mismo tipo de factores, pero cada uno cobra una importancia particular dependiendo de los requerimientos metabólicos de las especies presentes. En el caso de los ríos (ambientes lóticos), y refiriéndonos particularmente a las algas, la dinámica de los sistemas situados aguas abajo dependen de los procesos fisicoquímicos y biológicos que se desarrollan aguas arriba (Décamps y Naiman, 1990). Aunado a esto, no hay que olvidar la relación que existe entre la estructura y el funcionamiento de las comunidades que viven en un cuerpo de agua, con los procesos de hidrología y geomorfología que ahí suceden (Vannote *et al.*, 1980). Prescott (1962) afirma que es claro que el efecto mecánico que provoca el movimiento de las aguas influye en el establecimiento diferencial de las especies, y también en la forma en que éstas se

desarrollan, porque existe una respuesta a la variación ambiental que puede determinar su presencia y su abundancia. Con respecto a esto, es posible que si se presenta una combinación de factores en un ambiente dado, se establezcan y permanezcan poblaciones algales particulares, las cuales reconocemos por la conspicuidad de algunos de los componentes de cada crecimiento; por ello es importante la identificación y el conteo de los diferentes grupos encontrados en una región determinada. Dicho de otra forma, el número de especies (la riqueza) puede traducirse en importantes funciones transferencia de nutrientes y energía entre diferentes grupos taxonómicos con diferentes ciclos de vida. Este número de especies puede ser similar en diferentes ambientes, por ejemplo en zonas templadas con respecto a zonas tropicales; sin embargo, los miembros de las mismas especies son en muchos casos morfológicamente diferentes entre un ambiente y otro. Patrick (1988) explica que la combinación de los elementos abióticos no es siempre la misma en dos cuerpos de agua, lo cual puede determinar una composición algal y una expresión diferencial de las especies.

Retomando la información anterior, procedimos a trabajar en un cuerpo de agua de una zona desértica que responde a las características de ambiente lótico y que se ubica en San Antonio Texcala (*Texcalli*; lugar donde se saca agua de las piedras), Tehuacán, Puebla. El lugar presenta una estacionalidad climática muy marcada, lo que produce diferencias notables en cuanto al volumen de agua y aporte de sedimentos. Debido a esto, se esperaba una variación estacional en la composición florística, en

la abundancia de las especies observadas o en ambos atributos, lo cual se reflejaría en la variación de la estructura taxonómica y en la fisionomía de estos crecimientos.

Bajo tales consideraciones, se plantearon los siguientes objetivos:

Describir la variación temporal de la estructura taxonómica de los crecimientos algales visibles en San Antonio Texcala, Tehuacán, Puebla.

Determinar la relación entre la variación taxonómica y la variación de las características físicas y químicas en los diferentes sitios de colecta.

Determinar cuáles factores determinan el establecimiento de los crecimientos algales visibles de la localidad.

Contribuir al conocimiento de la ficoflora a través de la generación de información de las especies presentes en la cuenca alta del Río Papaloapan, particularmente en la localidad de estudio San Antonio Texcala, Tehuacán, Puebla.

En los municipios de Teotitlán, Zicastla, San Antonio Texcala, San Hipólito Xochiltlenango, Francisco I. Madero, San Lorenzo y Ex-hacienda Garcicrespo, todos localizados en el Valle de Tehuacán, se han llevado a cabo varias investigaciones que han incrementado el conocimiento de su diversidad ficológica (Novelo, 1978; Novelo, 1985; Avila, 1985; Navarro, 1988; Avila 1989; Ibarra, 1992; Cuesta, 1993). Cada trabajo incluye listas florísticas, muchas de las cuales van acompañadas de

descripciones taxonómicas a nivel de especie; en conjunto, estos estudios muestran una amplia variedad de ambientes cuando menos de una manera fisiográfica, tales como paredones, manantiales, suelo, ríos y charcos. De las descripciones y conclusiones aportadas por estas investigaciones en cuanto a las especies observadas, su abundancia y su recurrencia, surge la inquietud de conocer la riqueza y la estructura de los crecimientos algales de la localidad de San Antonio Texcala, Tehuacán, Puebla. Estos datos de ambientes y riqueza de especies cuya comparación nos permitió conocer las variaciones de la región, nos ayudaron a decidir la ubicación de los sitios de colecta, pues de acuerdo a los reportes previos, existe un aporte diferencial de sedimentos y nutrimentos provocados por la corriente misma. Con esta base se planteó una hipótesis que proponía que la estructura de los crecimientos, sería también distinta en cada sitio de colecta, y que estaría asociada a elementos fisicoquímicos distintos. Esta aproximación al conocimiento de las especies nos permitiría abordar un punto de vista ecológico, importante por la aridez de información que hasta el momento impera en esta región con respecto a las comunidades algales. No obstante, además de las interrogantes ecológicas había otro problema no menos importante a resolver, y que es el hecho de que en México la determinación de las especies algales se hace consultando claves taxonómicas (y por lo tanto se ponderan características) construidas a partir de especies que han sido colectadas en regiones lejanas tales como Europa y la India o sencillamente ajenas a nuestro país y ambientes como los registros de Estados Unidos. Por lo tanto, las aportaciones que incluyen las características taxonómicas y condiciones ambientales determinadas para las especies

observadas en nuestro país, contribuyen de manera importante a la caracterización de su biota. Por esta razón, paralelamente al análisis ecológico se siguió una aproximación taxonómica al estudio de las comunidades de San Antonio Texcala, para lo cual se utilizaron muestras de herbario que según los registros de campo hubieran sido colectadas en alguno de los sitios de colecta de nuestro interés.

Durante el desarrollo de la investigación, este carácter dual presentó salvedades que es necesario aclarar. A lo largo de las colectas de 1994 se obtuvieron datos ambientales (que se describen en la metodología y en los resultados) para cada muestra, ya que esto era necesario para poder hacer inferencias sobre las relaciones ecológicas de las especies. Sin embargo, estos datos no estaban disponibles para las muestras de herbario. Por lo tanto ese material preservado se utilizó solamente para resolver en parte nuestra preocupación por el problema de lo incompleto del conocimiento taxonómico y ficoflorístico de la cuenca alta del río Papaloapan y por lo tanto de México. Es claro que las especies descritas a partir del material de herbario no pueden manejarse de la misma manera que aquellas que fueron colectadas directamente y con objetivos y orientaciones precisas. Justamente por esta razón esas especies no fueron incluidas en los tratamientos estadísticos y aproximaciones ecológicas que se describen a lo largo de la tesis.

AREA DE ESTUDIO

El Valle de Tehuacán se ubica al Sureste de Puebla, extendiéndose hasta el norte de Oaxaca, entre los 17° 39' y 18° 53' de latitud norte y los 96° 55' y 97° 44' de longitud oeste (fig. 1). Al norte colinda con Tlacotepec, Puerto del Aire y la zona noreste de la Sierra Madre Oriental, también llamada Sierra de Zongolica, y al sureste está rodeado por la Sierra de Zapotitlán (Villaseñor, Dávila y Chiang, 1990).

Rzedowski (1986) reconoce en México 17 diferentes provincias florísticas agrupadas en 4 regiones. Éstas a su vez se conjuntan en dos reinos de acuerdo a la jerarquización de las divisiones florísticas de México. De esta manera, el Valle de Tehuacán-Cuicatlán conforma una provincia que pertenece al Reino Neotropical y a la Región Xerofítica Mexicana. Su flora está en parte representada por *Neobuxbaumia tetetzo*, *Yucca periculosa*, *Stenocereus weberii* y *Escontria chiotilla*, las cuales corresponden a tetecheras, izotales, cardonales y quiotillales, respectivamente. Bordeando los ríos de la región (Cuenca Alta del Río Papaloapan y en menor proporción de la Cuenca Alta del Río Balsas) y algunos arroyos intermitentes se encuentran los bosques de galería (Villaseñor, Dávila y Chiang 1990).

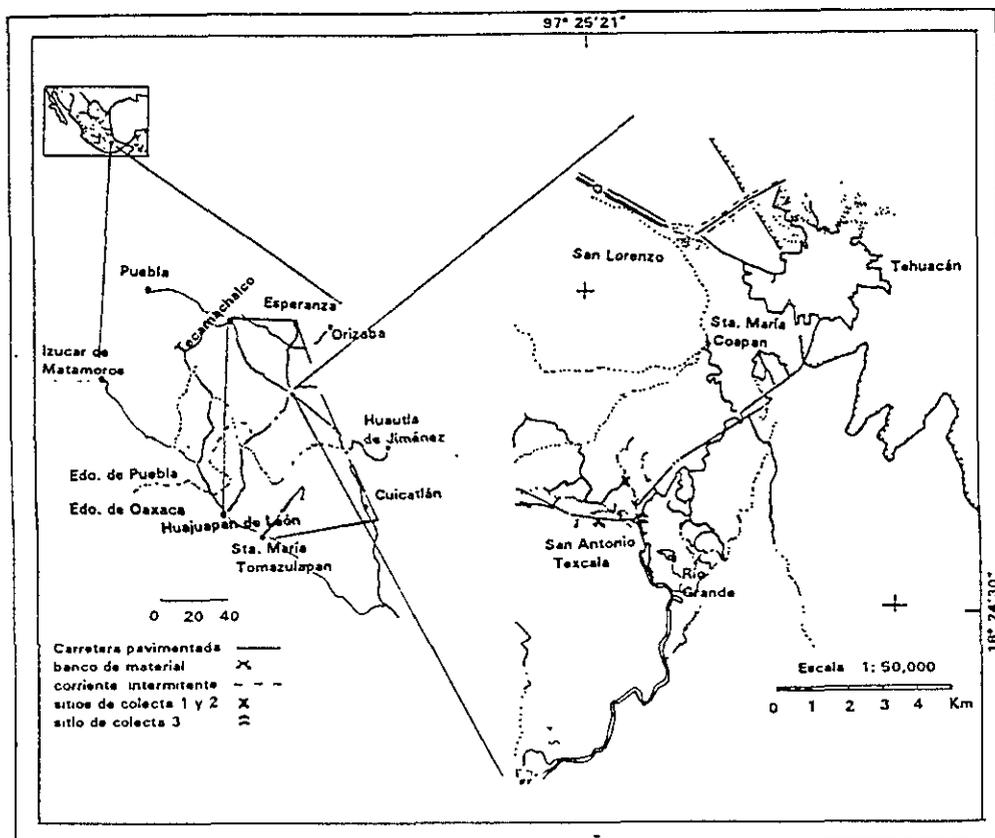
La temperatura media anual en el norte del Valle es de 18 °C; al centro 20 °C y al sur 22 °C. Enero es el mes más frío del año, mientras que abril, mayo y junio son los más calurosos. El clima del Valle de Tehuacán es seco semicálido, con lluvias en verano

y un bajo porcentaje de precipitación invernal; presenta un invierno fresco (Jáuregui, 1968; Fuentes, 1972). Este clima se debe fundamentalmente al efecto de la sombra de lluvia que producen las sierras de Juárez y Zongolica y la Sierra Mazateca.

Los factores a los que se atribuye la gran riqueza florística del Valle de Tehuacán son su posición geográfica, su clima y su fisiografía, pero es necesario recalcar que esta zona es tal vez donde mejor puede observarse la penetración de elementos tropicales, propios de las zonas cálido-húmedas, hacia las zonas áridas y semiáridas. El Valle de Tehuacán es pues, una zona fitogeográficamente estratégica, lo que explica su gran riqueza florística (Villaseñor, Dávila y Chiang, 1990), y no sería muy aventurado pensar que estas mismas condiciones promuevan la diversidad algal de la zona. Edáficamente, encontramos en este valle una serie de características propias; los suelos son de tipo rendsina, xerosol háplico, litosol y una fase física petrocálcica de textura media. Se trata de una región típicamente caliza, en la que las rocas calcáreas cubren una gran parte de la misma. Existen también yacimientos de yeso y otras sales solubles, por lo que las aguas poseen una salinidad muy elevada (Fuentes, 1972).

Hidrológicamente el Valle de Tehuacán cuenta con dos ríos principales: el Tonto y el Tehuacán. Este último corre hacia el sur y entronca con el Río Grande, para tomar el nombre de Río Salado (fig. 1). Éste recibe aguas del Río Hondo y se une al Tomellín en el estado de Oaxaca. A pesar de la presencia de estos ríos, el principal aporte de agua para el Valle de Tehuacán es de origen subterráneo (Cuesta, 1993).

Fig. 1 Ubicación Geográfica de la zona de estudio. Modificado de Villaseñor, Davila y Chiang (1990).





Descripción de los sitios de colecta

La localidad de San Antonio Texcala (fig. 1), se localiza a 20 minutos del Valle de Tehuacán a una altitud de 1600 msnm y tiene un clima templado semihúmedo, con una temperatura media anual de 18.6 °C; la atraviesan diversos riachuelos que aumentan o disminuyen su volumen de agua dependiendo de la temporada del año. En uno de estos arroyos denominado por los habitantes del lugar como Palenque se llevó acabo esta investigación.



Fig. 4 Mismos crecimientos de la figura anterior a finales de la temporada de secas.

Nótese que prácticamente no existe agua en el cauce y los crecimientos aun cuando están secos en la superficie conservan, bajo ésta primera capa, algas vivas.

El arroyo se encuentra bordeado por árboles de pirúl, gramíneas y arbustos, pero sobretodo por una gran cantidad de especies de cactáceas. Las canteras de onix son muy abundantes; de hecho, en el lugar se encuentra una mina de este material y su explotación es parte importante del modo de vida de la región. El agua del lugar es utilizada para beber y para riego de cultivos de maíz, frijol y calabaza principalmente. Con este fin se instaló un sistema de tubería que ayuda a su distribución. Este sistema se inicia en un escurrimiento que constituyó el primer sitio de colecta y que más adelante se describe detalladamente.

A lo largo de este cuerpo de agua se observan crecimientos conspicuos, particularmente compuestos por filamentos de clorofitas, mismos que al entremezclarse alcanzan los 14 metros de largo y aproximadamente 15 centímetros de espesor (Fig.3 y 4). En ésta localidad se distinguen tres zonas por sus características fisiográficas y fisionómicas, y por ello constituyeron los sitios de colecta.

Sitio de colecta 1

Se trata de un paredón-cascada de aproximadamente 5 m de alto y 10 m de ancho, con una caída de agua no muy abundante. Se presentan crecimientos en forma de tufos, de color café rojizo, situados en la parte alta de la caída a salvo del golpe de agua pero siempre muy humedecidos.

En la parte baja, sometidos al golpe de agua, se observaron crecimientos que formaban mechones de filamentos de color verde brillante y que cubrían rocas de 20 a 30 cm de diámetro. Los filamentos medían hasta 25 cm de longitud.

Finalmente, la conformación tan irregular de esta pared de escurrimiento forma en su base una pequeña oquedad sombreada, la cual tiene una altura de 50 cm y una profundidad aproximada a 1 m, y mantiene un nivel de agua de 10 cm, aun en la temporada de secas. En su interior y durante esta misma temporada, es común

observar crecimientos de *Chara*.

Sitio de colecta 2

Este sitio está representado por una pequeña poza cuya zona más profunda no sobrepasa los 40 centímetros. Se observan pocos crecimientos, todos de color verde intenso, cuyo substrato, al igual que todo el fondo de esta poza, es limoso arenoso. Debido a que la velocidad de corriente no es intensa y no se crean turbulencias, se observan varias colonias de renacuajos durante las temporadas más calurosas. Los crecimientos mencionados no aparecen en la zona central de la poza, sino sólo adheridos en la periferia.

Sitio de colecta 3

Este tercer sitio de colecta se ubica en la parte baja del arroyo en donde, debido a la presencia de grandes rocas los crecimientos existentes se encuentran muy protegidos de la acción mecánica de factores como la velocidad de corriente (la cual de por sí ya es muy baja). Está ubicado cerca el puente de la carretera de acceso.

En este lugar hay una característica que llama la atención. La parte media de este arroyo es utilizada por los habitantes del lugar para el lavado de ropa, para lo cual utilizan grandes cantidades de detergente e hipoclorito de sodio.

Por la misma dirección de la corriente, todos estos desechos (incluidos los empaques) se dirigen a este sitio de colecta. Además, su cercanía a la carretera de acceso, al lado de la cual se encuentran casas habitación y pequeños comercios procesadores de onix, lo convierten en un depósito de basura que supera la regularidad del servicio de limpieza del estado. No obstante, los crecimientos en esta zona no sólo están presentes, sino que son muy abundantes y no difieren del resto de los crecimientos a lo largo del arroyo, cuando menos en apariencia.

METODOLOGÍA

De acuerdo a las hipótesis de trabajo y a los objetivos ya mencionados, se utilizó la siguiente metodología: Se planearon muestreos de los crecimientos visibles distintos entre sí, durante los meses de marzo y mayo (temporada de secas), y de agosto y octubre (temporada de lluvias) de 1994, con la finalidad de contar con dos muestreos por cada temporada y de esta manera contar con una repetición de cada muestreo

Por otro lado, la colección de muestras de herbario de la Facultad de Ciencias U.N.A.M. (FCME) con clave **PAP**, nos permitió revisar ejemplares colectados en mayo de 1980, abril de 1984 y julio de 1992 que según las notas de campo, habían sido colectadas en alguno de los sitios de interés para esta investigación. Todas las muestras fueron revisadas para conocer únicamente la riqueza de la localidad como se explica en los antecedentes.

Muestreo, análisis químico y determinación de factores físicos del agua:

Para la aproximación al conocimiento ecológico de los crecimientos, en cada colecta realizada durante 1994 se efectuaron análisis químicos del agua para los tres sitios. Estos análisis incluyeron dureza total, dureza de calcio, nitratos, nitritos, nitrógeno, fosfatos y silicatos. El trabajo se realizó de acuerdo a los métodos normalizados para el análisis de aguas y aguas residuales de E.U. que son también aplicados en México, (Fernández, 1990). Cabe aclarar que se realizaron diferentes técnicas para la determinación de amonio, sin embargo bajo ninguna de ellas se obtuvieron lecturas por lo que ese factor no fue considerado, aun cuando sabemos que el nitrógeno del amonio es el primero que las algas consumen, no obstante se tomaron datos de nitratos que es el segundo suministro más importante de nitrógeno para este grupo de organismos (Meave M.E., com. per.). La idea de cuantificar nitrógeno de nitritos es básicamente conocer su concentración en el medio, ya que se habla de la toxicidad

de este elemento para los grupos algales en general pero no se establecen concentraciones letales, de tal manera que estas lecturas son un precedente para los sitios trabajados en los tiempos señalados.

Para la determinación de nitrato y nitritos, se tomaron muestras de agua en recipientes plásticos de 2 litros, a los cuales se les agregaron 1.5 ml de ácido nítrico puro. Dicha fijación de las de muestras de agua con ácido se realizó con el fin de retrasar los cambios químicos y biológicos que pudieran producirse después del muestreo (APHA-AWWA. WPCF, 1991).

En el caso de la determinación de silicatos, alcalinidad, dureza de calcio, dureza total y fosfatos, las muestras de agua no fueron fijadas con ningún reactivo, pero se usaron los mismos volúmenes. En todos los casos las muestras fueron transportadas en hielo y los análisis fueron realizados no más de 24 horas después de haber sido colectadas.

Con respecto a la determinación de concentraciones de fosfatos, nitritos y nitratos, se utilizaron los métodos colorimétricos descritos por Fernández (1990). El pH y la temperatura se obtuvieron con un analizador electroquímico Jenway modelo 3405. Para la determinación de oxígeno se utilizó un oxímetro YSI modelo 51 B. Cada uno de estos factores fueron evaluados directamente del cuerpo de agua en el momento de la colecta durante las cuatro fechas establecidas.

Toma de muestras de material algal:

En lo que respecta a la toma de muestras de los crecimientos algales se colectó siempre un mismo volumen de muestra (6 cm^3), con ayuda de una caja de plástico rígido de 3 cm^2 de área y 2 cm de profundidad (fig. 5 a), que era colocada con la única cara abierta hacia el crecimiento a colectar, para luego hacer presión contra el substrato y eliminar el excedente con una espátula (fig. 5 b). Finalmente con ayuda

de la misma espátula, que hace las veces de una trampa, se sella la cara abierta de la caja, sin disminuir la presión que se ejerce sobre ésta (fig. 3c). Cada muestra así tomada, fue trasladada a un frasco y fijada con formol al 4 %. Con éste método se pretendió igualar la probabilidad de coleccionar especies unicelulares y filamentosas en un volumen de muestra determinado.

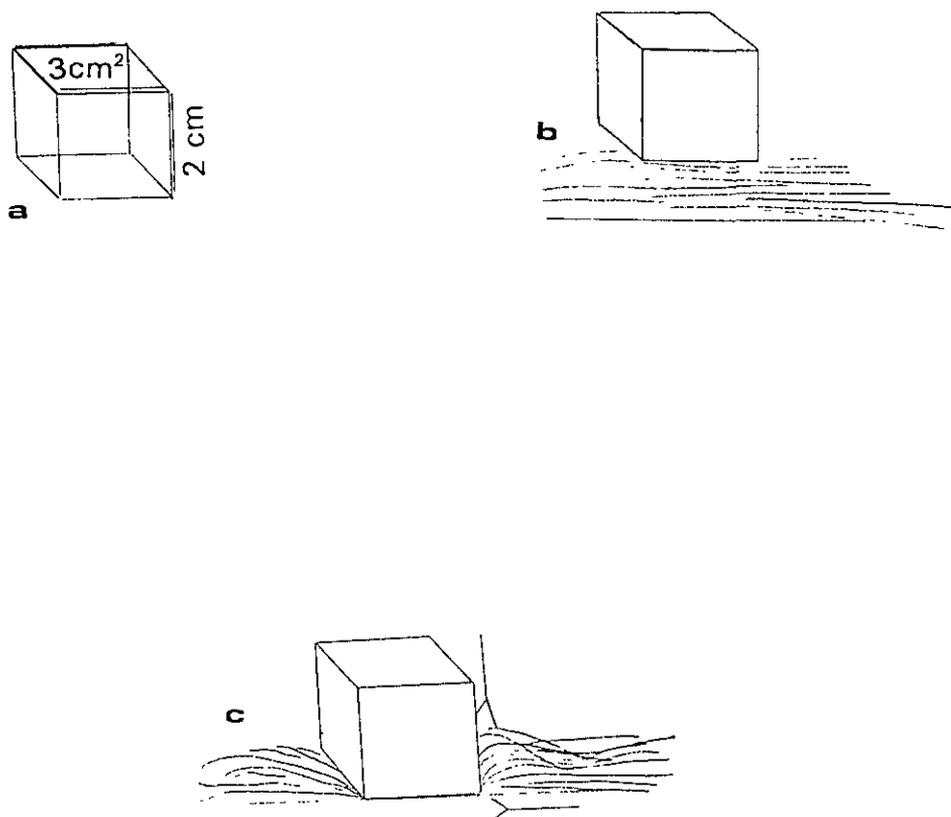


Fig. 5 a) caja de plástico rígido, b) se coloca directamente sobre el crecimiento, c) con una espátula que hace las veces de una trampa, se colecciona la muestra.

RESULTADOS

Se registraron 73 especies, pertenecientes a 42 géneros de las divisiones Chlorophyta, Cyanoprokariota, Chromophyta y Chrysophyta. Del total de las células observadas, 53.4% pertenece al grupo de las Chromophyta, 24.5% son células de Cyanoprokaryota, 21.4% son Chlorophyta y sólo el 0.24% pertenece al grupo de las Chrysophyta.

De las especies registradas, el 75.34% estuvieron presentes en las muestras colectadas en marzo de 1994, siendo este mes en el que mayor riqueza de especies se presentó. Sin embargo, el 90.4% de las especies observadas en esta fecha no tiene una abundancia mayor a 10 individuos (células) por muestra. En contraste el muestreo de abril de 1984, del que se revisaron muestras de herbario, sólo se observaron 11 especies (15.06 % del total), ubicándose como la temporada menos rica; no obstante, estas especies son las más abundantes (fig.5).

Especie	abundancia absoluta
<i>Amphora veneta</i>	13
<i>Denticula kuetzingi</i>	15
<i>Epithemia argus</i>	710
<i>Fragilaria ulna</i>	82
<i>Mastogloia smithii</i>	68
<i>Navicula confervacea</i>	32
<i>Nitzschia amphibia</i>	16
<i>Nitzschia microcephala</i>	9
<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	68
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	40
<i>Terpsinoe musica</i>	50

Fig.6 Abundancia absoluta de las especies del punto 1 de las muestras de herbario de abril de 1984

El sitio de colecta 3 es el que menor número de muestras y especies reúne, debido a que sus formas de crecimiento son muy homogéneas, (cabe recordar que sólo se colectaron crecimientos visibles diferentes entre sí) no obstante cada crecimiento alcanza coberturas aproximadas a los 6 m².

En contraste, el sitio 1 (fig. 7), presenta tal diversidad de formas de crecimiento que el número de muestras (12) y especies (56) de ninguna manera puede compararse con el sitio 3 anteriormente descrito. Para el sitio 1, el área considerada es de 5 m² y su heterogeneidad es muy marcada.

Especie	Abundancia absoluta
<i>Achnanthes minutissima</i>	254
<i>Amphora inariensis</i>	17
<i>A. veneta</i>	26
<i>Anabaena</i> sp.	40
<i>Anomoeoneis vitrea</i>	27
<i>Caloneis bacillum</i>	3
<i>Campylodiscus clipeus</i>	22
<i>Cladophora rivularis</i>	234
<i>Cocconeis placentula</i>	49
<i>Cosmarium botrytis</i>	20
<i>C. formosulum</i>	84
<i>C. ralfsii</i>	50
<i>C. regnelli</i>	35
<i>Chroococcus turgidus</i>	1115
<i>Cymbella caespitosa</i>	78
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	21

Fig.7 Abundancia absoluta de las especies del punto 1 de las muestras colectadas en marzo de 1994.

Espece	Abundancia absoluta
<i>Denticula elegans</i>	21
<i>D. kuetzingii</i>	235
<i>Eucapsis</i> sp.	4
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1940
<i>Fragillaria capucina</i> var. <i>amphicephala</i>	17
<i>F. construens</i> f. <i>binodis</i>	16
<i>F. ulna</i>	767
<i>Gloeothece rupestris</i>	2160
<i>Gomphonema clavatum</i>	136
<i>G. insigne</i>	76
<i>G. minutum</i>	50
<i>G. parvulum</i>	605
<i>G. truncatum</i>	294
<i>Mastogloia smithii</i>	24
<i>Merismopedia elegans</i>	13
<i>Microcystis biformis</i>	13
<i>M. elachista</i>	29
<i>Nitzschia amphibia</i>	84
<i>N. constricta</i>	57
<i>N. denticula</i>	43
<i>N. microcephala</i>	5
<i>N. palea</i>	129
<i>Oedogonium</i> sp	42
<i>Oscillatoria princeps</i>	459
<i>Pediastrum angulosum</i> var <i>uraenosum</i>	6

Especie	Abundancia absoluta
<i>Pinnularia ignobilis</i>	53
<i>Pleurosira laevis</i>	37
<i>Plectonema</i> sp.	18
<i>Rhizoclonium fontanum</i>	21
<i>R. hieroglyphicum</i>	58
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	198
<i>Rhopalodia brevissonni</i>	40
<i>R. gibba</i>	23
<i>Synechococcus major</i>	21
<i>Scytonema javanicum</i>	22
<i>Spirogyra</i> sp.	64
<i>Staurastrum orbiculare</i>	18
<i>Surirella ovalis</i>	256
<i>Terpsinoe musica</i>	144
<i>Vaucheria</i> sp.	46

Cada especie presenta una determinada forma de vida, que en conjunto proporcionan una fisionomía particular a los crecimientos de la zona se estudio, en donde básicamente se observan especies epífitas (creciendo sobre algas o plantas), perifíticas (creciendo asociado a plantas, rocas y otros objetos sumergidos sin fijarse a ellos), epilíticas (creciendo sobre rocas), epipélicas (creciendo sobre lodo, limo, arcilla o barro), bénticas (creciendo en íntima relación con el fondo) , edáficas (creciendo sobre suelo, independiente a zonas de inundación) y pláncticas (creciendo suspendidas en un cuerpo de agua). A continuación se presenta una tabla con las especies colectadas durante 1994 y la forma de vida que se ha registrado en la literatura para cada una, lo que representa en principio, la estructura de los crecimientos.

ESPECIE	Forma de vida							
	EPIFITON	PERIFITON	EPLITON	EPIPELON	BENTOS	EDAFICA	PLANCTON	
<i>Cocconeis placentula</i>	*	*	*		*		*	
<i>Achnanthes minutissima</i>	*	*	*		*	*		
<i>Chroococcus turgidus</i>	*	*		*			*	
<i>Rhizoclonium fontanum</i>		*	*		*		*	
<i>R. hieroglyphicum</i>		*	*		*		*	
<i>Gomphonema clavatum</i>		*	*		*		*	
<i>Nitzschia microcephala</i>		*	*	*	*			
<i>Fragilaria ulna</i>		*			*	*	*	
<i>Vaucheria</i> sp.	*	*					*	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		*	*		*			
<i>Anabaena</i> sp.	*	*			*			
<i>Pediastrum angulosum</i>	*	*					*	
<i>Cosmarium botritis</i>		*		*			*	
<i>C. formosulum</i>		*		*			*	

Forma de vida

ESPECIE	EPIFITON	PERIFITON	EPLITON	EPIPELON	BENTOS	EDAFICA	PLANCTON
<i>C. ralfsii</i>	*			*			*
<i>C. regnelli</i>	*			*			*
<i>Frailaria construens</i>	*		*				*
<i>Amphora veneta</i>	*			*	*		
<i>Caloneis bacillum</i>	*						*
<i>Gomphonema parvulum</i>			*	*	*		
<i>G. truncatum</i>			*	*			*
<i>Rhopalodia gibba</i>	*			*	*		
<i>Nitzschia palea</i>	*			*	*		
<i>Oscillatoria princeps</i>	*				*		
<i>Microcystis biformis</i>			*	*			*
<i>Eucapsis</i> sp.	*				*		
<i>Merismopedia elegans</i>	*				*		
<i>Synechococcus major</i>	*						*
<i>Cladophora rivularis</i>				*			*

Forma de vida

ESPECIE	EPIFITON	PERIFITON	EPILITON	EPIPELON	BENTOS	EDAFICA	PLANCTON
<i>Pleurosira laevis</i>	*	*					
<i>Terpsinoe musica</i>	*		*				
<i>Cymbella caespitosa</i>	*						
<i>Gomphonema minutum</i>			*	*			
<i>Mastogloia smithii</i>	*				*		
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	*		*				
<i>Nitzschis amphibia</i>	*						*
<i>N. inconspicua</i>	*				*		
<i>Enteromorpha intestinalis</i>			*		*		
<i>Microcystis elachista</i>							*
<i>Staurastrum orbiculare</i>							*
<i>Spirogyra</i> sp.							*
<i>Scytonema javanicum</i>						*	
<i>Cymbella brehmi</i>					*		

Forma de vida

ESPECIE	EPIFITON	PERIFITON	EPILITON	EPIPELON	BENTOS	EDAFICA	PLANCTON
<i>Campylodiscus clypeus</i>					*		
<i>Surrella ovalis</i>					*		
<i>Oedogonium sp.</i>			*				
<i>Fragilaria capucina</i>			*				
<i>Pinularia ignobilis</i>			*				
<i>Anomooneis vitrea</i>	*						
<i>Gophonema insigne</i>							
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	*						
<i>Denticula elegans</i>	*						
<i>Denticula küetzingii</i>	*						
<i>Nitzschia constricta</i>	*						
<i>N. denticula</i>	*						
<i>Plectonema sp.</i>	*						
<i>Amphora inairiensis</i>	*						

De la tabla anterior resalta una característica importante y es que el 66.66% de las especies presentan más de una forma de vida. Algunas especies como *Cocconeis placentula* y *Achnanthes minutissima* se han registrado hasta con 5 tipos diferentes de formas de vida y solamente el 15.78% puede ubicarse dentro de una sola forma de vida, entre estas especies se encuentra *Scytonema javanicum*, localizada en la literatura como una especie edáfica. Sin embargo, en el arroyo de Palenque se observaron con una forma de vida perifítica. Las dos especies restantes que han sido registradas como formas de vida edáficas (*Achnanthes minutissima* y *Fragilaria ulna*) pero que además pueden presentarse como especies perifíticas o bénticas, epipélicas o epilíticas (considerándolas individualmente), en la zona de estudio se registraron como formas perifíticas.

Enteromorpha intestinalis y *Cladophora rivularis* como ya se ha mencionado, son los elementos más conspicuos al interior de los crecimientos colectados; sobre estos o entre estos, se localizan parte de las especies restantes que presentan formas de vida epífita o perifítica. En el caso de otras especies como *Rhizoclonium fontanum*, *R. hieroglyphicum* y *Oscillatoria princeps* fueron reconocidas como especies exclusivamente bénticas; *Plectonema* sp. como una especie epífita y *Spirogyra* sp. como perifítica y no como una especie exclusivamente béntica como lo señala la literatura.

En estos términos se observaron en el total de los crecimientos:

8.77% de especies bénticas (*Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora rivularis*, *Rhizoclonium fontanum*, *R. hieroglyphicum* y *Oscillatoria princeps*) 1.75% de especies epífitas (*Plectonema* sp.) y 89.47% de especies que pueden formar parte del perifiton o del epifiton (el resto de las especies). Esta estructura puede describirse en cada fecha de colecta de la siguiente manera:

En marzo de 1994 se observaron 5 especies bénticas conspicuas que soportan 1 especie exclusivamente epífita y 51 especies epífitas y perifíticas. Durante la colecta de mayo se observaron 4 componentes bénticos conspicuos que soportan 1 especie epífita y 52 especies que son epífitas y perifíticas.

Con respecto al análisis estadístico se utilizaron solamente las especies observadas durante la colecta de 1994, debido a que únicamente de estas muestras se contaba con factores ambientales asociados, los cuales se presentan en la figura 9.

En la misma figura es posible observar los parámetros considerados para cada sitio en cada fecha de colecta; a partir de estos datos y de los resultados de abundancia absoluta obtenidos, se construyó la matriz (fig.10) con la que hizo el manejo estadístico de la investigación.

A través de la aplicación de un modelo de regresión logística, se observó que de las 62 especies presentes en marzo de 1994, el 64.51% debe su presencia a las concentraciones de nitrógeno de nitratos ($N-NO_3$) del medio. Se observó también que la relación O_2 /Dureza de Calcio (DC), fue, en porcentaje, la que es requerida por un menor número de especies para poder establecerse. Dicho de otra manera, la variable de respuesta que determina la presencia de más del 50% de las especies es el $N-NO_3$ (fig.11 a).

Para el mes de mayo, las variables de respuesta determinantes son: NNO_3 para el 43.9 % de las especies y temperatura ($^{\circ}C$)/ DC / Si como se observa en la figura 11b.

La ubicación taxonómica de las especies se realizó bajo el esquema particular de autores especialistas en cada grupo, de esta manera para el caso de Bacillariophyceae la clasificación que se utiliza esta basada en la propuesta de

Krammer & Lange-Bertalot (1986-1991), para Cyanoprokaryota se sigue el esquema propuesto por Anagnostidis & Komarék (1985) y para Chlorophyta y Chrysophyta el propuesto por Bourrelly (1968, 1972). Para todos los casos las especies se determinaron siguiendo las claves y las descripciones de Lyon, (1927); Frey, (1929); Geitler, (1932); Marie, (1938); Tiffany & Britton, (1952); Desicachary, (1959); Wood, (1964); Starmarch, (1966, 1972); Fott, (1969); Prescott, (1982); Anagnostidis & Komarék, (1985, 1988); y Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a y 1991 b) según el grupo taxonómico.

Fig. 9 Datos fisicoquímicos observados en las colectas de marzo, mayo, agosto y octubre de 1994, en cada sitio de colecta.

Parámetro/punto de colecta	marzo			mayo			agosto			octubre		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
pH	7	7	7	7.94	7.94	8.3	7.5	7.4	7.9	8.0	8.07	8.10
temperatura °C	22.5	22.8	21	26.6	23.6	22.9	26.1	26.2	22.3	23.0	25.2	23.5
oxígeno mg l ⁻¹	3.8	3.4	4.4	0.02	0.4	0.6	5.0	6.2	6.2	6.5	6.4	6.5
Dureza total mg l ⁻¹	3.2	2.76	2.96	1.44	1.968	1.632	1.56	1.968	1.56	1.728	1.48	2.52
Dureza de calcio mg l ⁻¹	2.8	4.2	2.28	1.36	3.2	1.8	1.6	1.6	1.88	0.6	1.28	0.84
N-NO ₃ mg l ⁻¹	67.925	67.925	67.925	70	67.925	57.925	61.32	40.0	70.0	57.925	58.185	67.925
N-NO ₂ mg l ⁻¹	0.0	0.5	0.5	0.5	0.0	2.5	1.125	0.75	1.125	2.45	0.75	2.05
P-PO ₄ mg l ⁻¹	0.00495	0.0495	0.0495	0.003215	0.003215	0.003747	0.0	0.0	0.0049	0.00875	0.0075	0.0049
Silice mg l ⁻¹	11.7	12.9	10.5	8.0	4.75	4.5	4.9	6.05	4.86	5.4	2.8	4.7

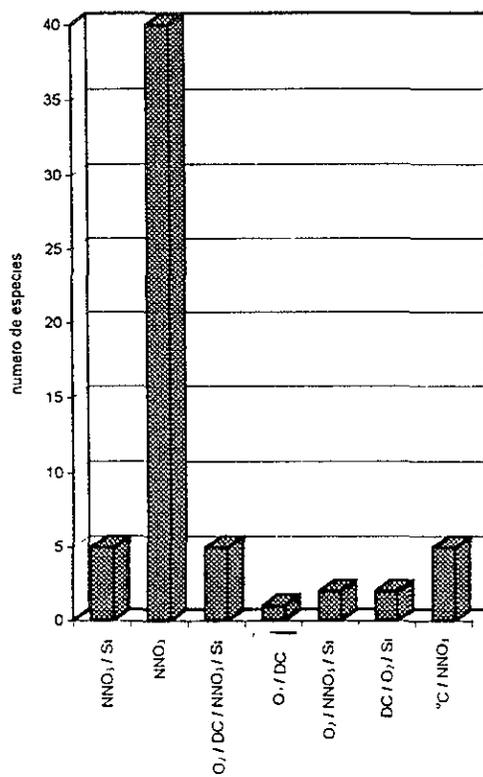


Fig. 11a Respuesta de las especies observadas en marzo de 1994 asociadas a las características fisicoquímicas. Los porcentajes son el resultado del manejo de datos a través del modelo de regresión logística

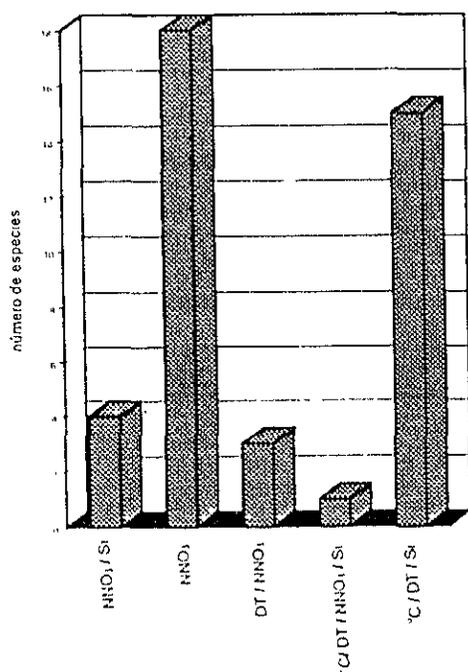


Fig. 11b Respuesta de las especies observadas en mayo de 1994 asociadas a las características fisicoquímicas. Los porcentajes son el resultado del manejo de datos a través del modelo de regresión logística

Revisión de las muestras colectadas.

Para determinar las especies, cada muestra se revisó de manera prospectiva, para luego decidir el tipo de preparaciones a realizar, por ejemplo la limpieza y el montaje de diatomeas se hizo según la técnica de St. Clair y Rushforth (reportada en Ruthforth, Kaczmarzka y Johansen, 1984) preparaciones con gelatina glicerinada al 50% o incluso preparaciones frescas, todo de acuerdo al material de trabajo y al trabajo que con ellas se tuvieran que cubrir, esto es, determinación taxonómica, dibujos, fotografía o conteo.

Para la obtención de abundancias absolutas se utilizó un mililitro de muestra resuspendida, lo que aseguró la misma probabilidad de conteo para todas las especies presentes, sin importar si se trataba de unicelulares o de algas filamentosas. En el caso de filamentos se hicieron también conteos celulares por muestra, es decir, una célula de un filamento es igual a un individuo y una unicélula es un individuo. Cabe señalar que la utilización de esta metodología, se enfocó únicamente a la obtención de abundancias absolutas.

Tratamiento estadístico.

El objetivo de aplicar pruebas estadísticas en esta investigación, era relacionar la presencia de las especies en el tiempo y en el espacio con su abundancia y con las

características abióticas en las cuales se encontraban. Sin embargo, los datos de abundancia obtenidos del conteo celular (abundancia absoluta y su manifestación diferencial en el tiempo y en el espacio) eran en su mayoría valores de cero como se muestra en la figura 10 lo que nos llevó a elegir un modelo de regresión logística que nos permitió categorizar las variables consideradas (temperatura, oxígeno disuelto, dureza total, dureza de calcio, nitritos, nitratos, fosfatos y silicatos), relacionándolas con la abundancia absoluta de las especies. Estos dos criterios marcan la pauta para la generación de una categoría base con la que se especifica el valor de una variable dependiente que predeterminadamente es la más frecuente. El paquete que nos permitió la aplicación del modelo de regresión logística fue el ESTATA versión 3.

Particularmente en nuestro caso, se consideraron 57 especies algales para el tratamiento estadístico, que fueron colectadas en 1994 (marzo, mayo, agosto y octubre) y para las cuales se conocían los elementos fisicoquímicos en los que se encontraban en el momento de la colecta.

Se calculó la probabilidad de presencia de las especies asociando su abundancia absoluta, su distribución en el tiempo y en el espacio (tres sitios de colecta con una repetición) y las características abióticas del medio (fig.10a).

A cada variable (fig.10b) le corresponde un nivel de significancia que nos permite decidir si es determinante para la presencia de una especie. En este caso, los valores que sean menores a 0.5 nos hablan de que la probabilidad de error al inferir que una variable es determinante para la presencia de una especie es menor al 50%. Los valores de significancia se encuentran representados en la columna $P > |t|$ de la figura 10b.

Por otro lado a cada especie le corresponden un conjunto de coeficientes y a cada coeficiente le puede corresponder más de una respuesta, es aquí donde se emplea la categoría base que ya se mencionó. Finalmente el paquete trabaja con el siguiente modelo matemático:

$$P(Y = 1) = \frac{e^{x\beta(1)}}{1 + e^{x\beta(2)} + e^{x\beta(3)} + e^{x\beta(n)}}$$

que sustituyendolo con los valores de la fig 10b se logra correlacionar temperatura en °C (gc) y NNO_3

$$e^{-661.9823}$$

$$P(\text{sp} = \text{sp}2) = \underline{\hspace{15em}}$$

$$1 + e^{-661.9823} + e^{-631.9641} + e^{-640.3226} + e^{-630.3859} + e^{-649.1064}$$

Fig. 10b Ejemplo de la sustitución del valor de los coeficientes en el modelo matemático.

especie	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
2						
gc	-661.9823					
nno3	219.1231	.0452354	4844.057	0.000	219.0341	219.2121
3						
gc	-631.9641					
nno3	209.1969	.0451717	4631.149	0.000	209.108	209.2857
4						
gc	-640.3226					
nno3	211.9656	.0451598	4693.676	0.000	211.8767	212.0544
5						
gc	-630.3859					
nno3	208.6741	.0451742	4619.316	0.000	208.5852	208.763
6						
gc	-649.1064					
nno3	214.8372	.0458816	4682.429	0.000	214.7469	214.9275

(Outcome especie==1 is the comparison group)

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES OBSERVADAS

División Cyanoprokariota

Clase Cyanophyceae

Orden Chroococcales

Familia Chroococcaceae

Chroococcus turgidus Kützing

Iam.1.1 (FCME) PAP 1537, 1542, 1543, 1544, 1545

Células esféricas agrupadas en pequeñas colonias de 2 y 4 células, cada una dentro de una vaina gelatinosa homogénea e incolora. Las células son de color verde azul, su diámetro sin vaina va de 8.2 a 15.6 μm y la vaina tiene un grosor de 3.5 a 5.2 μm .

Habita en rocas húmedas, lodo y ocasionalmente se ha descrito como una especie planctónica.

Familia Microcystaceae

Eucapsis sp.

Iam.1.2 (FCME) PAP 1543

Células esféricas generalmente divididas en tres planos y formando paquetes de cuatro células que flotan libremente. La forma del eje (regular o no) es determinante

para distinguir a las especies. Las células observadas presentaban un diámetro de 0.2-0.5 μm .

Se observan colonias conspicuas de las especies del género en ambientes templados.

Gloeothece sp.

lam.1.3 (FCME) PAP 1537, 1538, 1543, 1545, 1552.

Células elipsoidales atenuadas en los ápices. Vaina estratificada, incolora, células orientadas en sentido contrario. Se observaron células de 0.2-0.7 μm de ancho y 0.4-0.8 μm de largo.

Merismopedia elegans Braun

lam.1.4 (FCME) PAP 1537, 1538, 1542, 1543, 1548

Colonia monostromática de 20 células que flota libremente, las células están embebidas en una vaina homogénea. Cada célula de 0.3-0.4 μm de ancho y 0.2-0.3 μm de largo.

Distribuida entre otras algas en aguas estancadas, algunas veces planctónica.

Synechococcus maior Schröter

lam.1.5 (FCME) PAP 1541, 1542, 1552

Células solitarias, no sésiles de forma elipsoidal con división transversal. La célula mide 26.6 μm de largo y 14.6 μm de ancho.

Se ha registrado esta especie en aguas estancadas.

Microcystis biformis (A. Br.)

Iam.1.6 (FCME) PAP 1542

Células esféricas, rodeada por una vaina mucilaginosa, homogénea, y poco densa, esta característica la hace difícil de delimitar. Las colonias miden de 5-13.3 μm de ancho.

Microcystis elachista (W. et G.S. West) Starmarch

Iam.1.7 (FCME) PAP 1545, 1548, 1552, 1554

Colonias muy densas de células redondeadas, rodeadas por una vaina incolora. El grosor de las colonias celulares es de 5 μm . Es una especie planctónica de agua estancada

Orden Oscillatoriales

Familia Oscillatorioideae

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont

Iam.1.8 (FCME) PAP 1537, 1539, 1541, 1542, 1550

Tricomas formando una película expandida verde azul, rectos enredados, ligeramente curvos en el ápice, células de 8.7 a 13 μm de diámetro. Colectada en aguas de velocidad media y pH de 6 a 6.8.

Plectonema sp. Thuret

lam.1.9 (FCME) PAP 1527, 1528, 1543, 1552, 1553

No posee heterocitos. Se trata de filamentos libres con una vaina más o menos espesa conteniendo un tricoma, las falsas ramificaciones son raras, se multiplica a través de hormogonios.

Las células observadas miden de 5-8 μm de ancho y de 2.66-4.8 μm de ancho.

Orden Nostocales

Familia Nostocaceae

Anabaena sp. Bory ex Born.

lam. 1.10 (FCME) PAP 210, 216, 1527, 1541, 1546, 1549, 1552, 1555.

Tricomas simples y regulares con células apicales redondeadas con heterocitos intercalares y vaina difluente. Cada célula mide de 4 a 6 μm de largo y de 2 a 3 μm de ancho, los heterocitos son intercalares, elípticos de 3 μm de largo y 4 μm de ancho.

Familia Scytonemataceae

Scytonema javanicum (Kützing) Bornet

lam.1.11 (FCME) PAP 1542

Talos formados por filamentos cilíndricos, poco ramificados, cada ramificación es curvada en varias direcciones, los filamentos están cubiertos por una vaina densa.

Las células miden de 4.66-9.3 μm de largo y de 7.33-9.4 μm de ancho.

División Chlorophyta

Clase Euchlorophyceae

Orden Chlorococcales

Familia Hydrodictyaceae

Pediastrum angulosum (Ehrenberg) Meneghini

Iam.1.12 (FCME) PAP 1537, 1548

Células completamente simétricas, en forma de pentágonos unidos por la base. El margen de las células con dos proyecciones. Existe una prolongación más o menos ancha de las proyecciones. La base de las células centrales mide 8.66 μm de ancho.

Clase Ulothricophyceae

Orden Oedogoniales

Oedogonium sp.

Iam.1.13 (FCME) PAP 1539, 1541

Filamentos uniseriados no ramificados, la célula basal es de forma de pera y ligeramente más larga que las demás. El resto de las células son cilíndricas y miden de 17-20(40) μm de largo y por 5.33-9 μm de ancho. La célula basal presenta de 20-25 μm de largo.

Orden Siphonocladales

Cladophora rivularis (Linnaeus) Hoek

lam.1.14 (FCME) PAP 1522, 1528, 1536, 1537, 1546, 1551

= *C. fracta* var. *rivularis* (L.) Brand; *C. crispata* (Roth) Kützing, *C. glomerata* var. *fluitans* (Kütz.) Rabenh., *C. oligoclona* (Kütz.) Kützing; *C. insignis* (C. Ag.) Kützing.

Filamentos largos, cilíndricos, poco ramificados. Las ramas son laterales e intercalares. Los crecimientos de esta especie son sésiles, fijos sobre su base por estructuras rizoidales. Las tallas que presenta son muy variables, las células, incluyendo la apical van de 19-39 μm de largo y de 8-1 μm de ancho.

Rhizoclonium fontanum Kützing

lam.1.15 (FCME) PAP 1546

= *R. fontinale* Kützing

Filamentos rectos, células cilíndricas con la pared lateral accidentada, dando origen a pequeñas ramas multiseriadas, pared celular de 2.3 a 3.6 μm de espesor, células de 8.66-26 μm de diámetro, cloroplasto parietal reticulado.

Colectada en pH neutro en zonas de corriente leve y de alta iluminación. En México se ha registrado para la Cuenca Baja del Río Amacuzac.

Rhizoclonium hieroglyphicum (C. Agardh) Kützing ampl.

Stockmayer

lam.1.16 (FCME) PAP 1536, 1545, 1548

Filamentos uniseriados no ramificados fijos por la base; células de $16.66 \mu\text{m}$ de largo y $4 \mu\text{m}$ de ancho, con un cloroplasto parietal reticular y numerosos pirenoides. La membrana es espesa, lamelada y estratificada. La célula basal se alarga en un rizoide de fijación discoide, también es posible observar rizoides secundarios.

Orden: Ulvales

Familia: Ulvaceae

Enteromorpha intestinalis (Linnaeus) Link

lam .1.17 (FCME) PAP 1537, 1541, 1542, 1544, 1546, 1547, 1554, 1555

Talos cilíndricos de ramificación escasa con sólo una célula de grosor, de color verde intenso, cada célula se observa casi cuadrada, con un cloroplasto conspicuo. Los filamentos son sésiles, aunque los rizomas que le sirven como estructuras de fijación no son muy fuertes. Cada filamento alcanza grandes longitudes, y por estas características, la especie no se encuentra en cuerpos de agua con grandes corrientes. La luz del tubo varía a lo largo del filamento entre $16 \mu\text{m}$ de diámetro, hasta los grandes filamentos de hasta 9 mm de diámetro.

Clase Zygomycetes

Orden Zygnematales

Familia Desmidiaceae

Cosmarium botrytis Bory

Iam.1.18 (FCME) PAP 1527, 1538, 1539, 1540, 1549

Grandes células granuladas de forma ligeramente trapezoidal, los ápices son convexos, ligeramente redondeados en los ángulos inferiores, se observan 2 cromatóforos en cada hemicélula. Cada célula mide de 30 a 35 μm de largo y de 25 a 38 μm de ancho.

Cosmarium formosulum Hoffman

Iam.1.19 (FCME) PAP 1522, 1537, 1541

Células casi piramidales o de forma trapezoide, 29.33 μm de largo y 22 μm de ancho; membrana ornamentada con verrugas y gránulos. Se observan proyecciones centrales de apariencia granular.

Cosmarium ralfsii Brébisson

Iam.1.20 (FCME) PAP 1528, 1537, 1541, 1542, 1543, 1545

Célula circular o semicircular. Posee una membrana lisa; sinus profundo y muy simple 8 μm de largo y 6.3 μm de ancho.

Cosmarium regnelli Wille

lam.1.21 (FCME) PAP 1538, 1545

Células pequeñas más largas que anchas, cada hemicélulas de forma casi hexagonal, los ángulos laterales son redondeados, no se observa ornamentación alguna, cada hemicélula contiene un cloroplasto y un pirenoide. Miden 15 μm de largo y 12 μm de ancho.

Staurostrum orbiculare Ralfs

lam.1.22 (FCME) PAP 1541

Células más largas que anchas, con constricción profunda, sinus lineales un poco ensanchados en el fondo. Apicalmente triangular, angularmente redondeada y sus lados son apenas cóncavos. Membrana finamente puntiaguda. La especie es rara y se confunde fácilmente con *S. dickiei*. Hemicélulas medianamente circulares, paredes poco aplanadas y los ángulos de las bases son ligeramente redondeados.

Familia Zignemataceae

Spirogyra sp. Link

lam.1.23 (FCME) PAP 1537, 1541, 1550

Filamentos simples con rizoides en la base, plastos muy característicos parietales, helicoidales con numerosos pirenoides dispuestos en fila, se observa un plasto por célula. Los planos de división son indispensables para conocer a la especie.

Chara globularis Thuillier

lam.2.24 (FCME) PAP 1530, 1536

= *C. vulgaris* Linnaeus 1753, *C. globularis* Thuillier 1799, *C. aspera* Deth ex Willdenow 1809, *C. fragilis* Desvaux 1810, *C. delicatula* Devaux 1810, *C. Intertexta* Desvaux 1810, *C. galioides* DeCandolle 1813, *C. pulchella* Walroth 1815, *C. diffusa* Liljeblad 1816.

Crecimiento fuertemente ramificado de 9 a 15 cm de largo, corteza lisa. Células en espina obscuras. Presenta de 6 a 9 ramas en cada verticilio con 2 segmentos corticados. Corónula de 75 a 82 μm de largo y de 120 a 144 μm de ancho. Los estipuloides son de forma globosa y de características haplostefanos (en una sola hilera).

División Chromophyta

Clase Xanthophyceae

Orden Vaucheriales

Familia. Vaucheriaceae

Vaucheria sp.

lam.2.25 (FCME) PAP 1536

Talo subaéreo o acuático, irregularmente ramificado; estas ramificaciones en ocasiones son difíciles de distinguir porque miden lo mismo que el talo principal. Se trata de un cenocito en el que pueden presentarse paredes transversales cuando se forman estructuras reproductoras.

División Bacillariophyta

Clase Bacillariophyceae

Orden Centrales

Familia Thalassiosiraceae

Cyclotella meneghiniana Kützing

Iam.2.26 (FCME) PAP 210, 1527, 1545, 1550, 1555

= *Surirella melosiroides* Meneghini 1844, *Cyclotella operculata* *rectangula* Kützing 1849, *Cyclotella rectangula* Brébisson ex Rabenhorst 1853, *C. meneghiniana* var. *rectangulata* Grunow in Van Heurck 1882, *C. kuetzingiana* Thwaites 1848, *C. meneghiniana* var. *binotata* Grunow in Van Heurck 1882, *C. meneghiniana* var. *plana* Fricke 1900 (in Schmidt et al. (1874-1956)), *C. meneghiniana* f. *plana* (Fricke) Hustedt 1828, *C. laevissima* (van Goor) Hustedt 1928.

Células en forma de tambor a veces observándose planas en la superficie. Diámetro de 5 a 43 μm , estrías radiales, punteadas, con una densidad de 6 a 10 en 10 μm ; a veces se observan espinas largas o cortas al rededor de la valva. Se observan 2 procesos reforzados en el centro de la valva que no tienen una posición simétrica.

Es una forma litoral que habita en el plancton de mares eutróficos, aunque también se cita en aguas oligotróficas y aguas salobres. Es una especie halófila.

Familia Biddulphiaceae

Pleurosira laevis (Ehrenberg) Compère

lam.2.27 (FCME) PAP 1527, 1528, 1536, 1538, 1543, 1547, 1550, 1555

= *P. thermalis* Meneghini, 1846; *Bidulphia laevis* Ehrenberg, 1843.

Valvas elípticas, de 64-68 μm de longitud en el eje más amplio, con dos ocelos de 4.5-5.2 μm de ancho y 12.92 a 14.4 μm de ancho. Registrada para perifiton y epifiton de agua dulce.

Terpsinoe musica Ehrenberg

lam.2.28 (FCME) PAP 210, 214, 995, 1530, 1533, 1534, 1535, 1536, 1538,
1541, 1543, 1544, 1545, 1555

Células de 117 μm de largo y 113 μm de ancho, solitarias o formando cadenas en zigzag. Vista conectiva larga, cuadrangular.

Vista valvar con poros en disposición radial. Las células con una longitud de 143 μm de largo y 42.66 μm de ancho.

Reportada con forma de vida epilítica o epifítica.

Orden Pennales

Familia Fragilariaceae

Fragilaria capucina Desmazières var. *amphicephala* (Grunow) Lange-Bertalot

lam.2.29 (FCME) PAP 210, 1540, 1545, 1548, 1549, 1551, 1555

= *Synedra amphicephala* Kützing, 1844.

Valva lineal con los extremos redondeados, área axial lanceolada, estrías no muy evidentes, lineales, con una densidad de 10 a 14 en 10 μm .

Distribuida en aguas dulces, ecológicamente consideradas desde oligo hasta mesotróficas de circumneutras a alcalinífilas; no se les encuentra en cuerpos de agua con descargas residuales.

Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow f. *binodis* (Ehrenberg) Hustedt

lam.2.30 (FCME) PAP 210, 1543, 1546, 1548, 1549, 1550

= *F. binodis* Ehrenberg, 1854 non *F. (?) binodis* Ehrenberg, 1843; *F. binodis* (Ehrenberg) Grunow, 1862.

Valvas angostas en la parte media y vueltas a adelgazar en los ápices. Esta forma se distingue por presentar 2 salientes por lado. Krammer & Lange-Bertalot las describen como doblemente gibosas. La valva mide de 4 a 35 μm de largo y de 2 a 12 μm de ancho, área axial recta, estrías lineales paralelas con una densidad de 14 a 18 en 10 μm . Generalmente se encuentran formando colonias en aguas salobres sobre macrofitas de estanques, pero siempre en aguas someras.

Fragilaria pinnata Ehrenberg

lam.2.31 (FCME) PAP 211

Valvas fuertemente ensanchadas en la parte central, ápices redondeados, 3-7 μm de longitud y 3-8 μm de ancho, las estrías son punteadas, paralelas o radiales 4-6/10 μm . Sus requerimientos de habitat aun está en revisión.

Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot (lam.2.32)

(FCME) PAP 210, 214, 215, 986, 990, 1522, 1527, 1528, 1530, 1533, 1534, 1535, 1536, 1537, 1539, 1542, 1543, 1547, 1548, 1549, 1555

Valvas lineales sin constricción media, 27-92/10 μm de longitud y 6.92-7.80 μm de diámetro, estrías desfasadas 10-12/10 μm .

Registradas en aguas termales con baja velocidad de corriente.

Familia Achnantheaceae

Achnanthes minutissima Kützing

lam.2.33 (FCME) PAP 210, 216, 1521, 1522, 1534, 1535, 1536, 1545, 1550

= *A. microcephalum* Kützing, 1844; *Achnantheidium lineare* W Smith, 1855; *Achnanthes minutissima* var. *cryptocephala* Grunow in Van Heurck, 1880.

Valvas elípticas o lineal-elípticas de 5-7 μm de largo y 3-4 μm de ancho. Las estrías son radiales hacia los poros con una densidad de 30/10 μm .

Se ha registrado en aguas dulces de características mesosaprobias.

Cocconeis placentula Ehrenberg (lam.2.34)

(FCME) PAP 210, 216, 1530, 1533, 1537, 1544, 1545, 1555

Valva elíptica con ápices redondeados, en la valva con rafe el área axial es lineal y el área central pequeña y redondeada. De 28.38 a 29.23 μm de longitud y 13.86 a 13.60 μm de ancho, estrías radiales con una densidad de 15 en 50 μm , se observa un área hialina que interrumpe la disposición de las estrías en el margen de la valva pero que es más angosta que en la variedad *euglypta*. El rafe es lineal y central. La valva sin rafe presenta un área axial lineal, no se observa área central, las estrías son punteadas, cada estría esta formada hasta por 6 puntos y tienen un acomodo radial; no se observa área hialina alguna.

Familia Naviculaceae

Amphipleura lindheimerii Grunow

lam.2.35 (FCME) PAP 1527, 1528

= *A. pellucida* var. *lindheimerii* (Grunow) Cleve 1984.

Valva rómbica hasta lineal lanceolada, largo de 137.94 μm a 186.6 μm , ancho de 21.45 a 23.76 μm . Presenta un engrosamiento central muy evidente y cortado aproximadamente 1/6 y hasta 1/3 del de la valva donde la morfología del rafe en su parte central adopta una forma de lanza con un surco medio. Área axial angosta, estrías paralelas muy finas, casi indistinguibles en microscopía de luz, con una densidad de 26 a 28 en 10 μm .

Amphora inarisesis Krammer

lam.2.36 (FCME) PAP 210, 1534, 1540

Valvas dorsalmente convexas y ligeramente cóncavas en la parte ventral, largo de 10 a 28 μm , ancho de 3 a 6 μm , rafe desplazado hacia la parte dorsal con los extremos distales curvados hacia la parte ventral y los proximales hacia la parte dorsal, el área axial es angosta y el área central con una fascie en la parte ventral de la valva. Las estrías son radiales en la parte media y convergentes en los extremos.

Son cosmopolitas de aguas nórdicas y alpinas, así como de aguas oligotróficas y altamente conductivas.

Amphora veneta Kützing

lam.2.37 FCME PAP 982, 1536, 1541, 1549, 1555

Valva dorsoventral, 29-32 μm de largo, 4.98-4.72 μm de ancho, estrías punteadas de acomodo radial 24-26/10 μm .

Comúnmente presentes en aguas duras o moderadamente duras.

Anomoeoneis vitrea (Grunow) Ross

lam.2.38 (FCME) PAP 210, 214, 1522, 1533, 1534, 1536, 1538, 1545, 1548,
1549, 1551, 1555

= *Gomphonema vitreum* Grunow 1878, *Anomoeoneis exilis* (Grunow)

Cleve, 1895, non *Navicula exilis* Kützing, 1844.

Valvas lanceoladas, largo de 13.2 a 21.12 μm , ancho de 5.28 a 5.94 μm . Rafe recto, filiforme, poro central distintivo, área central muy estrecha, linoleada, transapicalmente elongada. Se reportan de 30 a 37 estrías no contrastables en microscopía de luz.

Cosmopolitas en regiones de litoral oligotrófico y en aguas conductivas; en Europa central se encuentra en aguas marinas subalpinas y en Estados Unidos se encuentra en aguas alcalinas.

Europa Central y Estados Unidos.

Caloneis bacillum (Grunow)

lam.2.39 (FCME) PAP 1533, 1539, 1549

Valvas lanceoladas con extremos cuneado-rostrados; área axial angosta; área central transversal; alvéolos radiales; rafe recto; estrías paralelas en la región media y convergentes hacia los polos. Largo 25.5-31 μm , ancho 6-7.5 μm ; estrías 14-20/10 μm .

Aguas duras a ligeramente salobres; aguas estancadas; aguas suaves a duras.

Cymbella brehmii Hustedt

lam.2.40 (FCME) PAP 216

Valva dorsal convexa, valva ventral cóncava, largo de 11 a 19 μm , ancho de 4 a 5 μm , rafe desplazado hacia la parte ventral, presenta un poro central, área axial angosta, área central ausente o muy reducida en la que se observa un estigma. Las estrías son lineales, con una densidad de 11 a 13 en 10 μm . Sus requerimientos ecológicos no están suficientemente conocidos.

Se ha registrado para el norte y centro de Europa, así como para Norteamérica.

Cymbella caespitosa (Kützing) Brun

lam.2.41 (FCME) PAP 216, 1539, 1545, 1547, 1551

=*Encyonema caespitosum* Kützing 1849, *Encyonema auerswaldii* Rabenhorst 1853.

Valvas dorsoventralmente convexas. Posición excéntrica ventral. Las valvas miden de 45.1 a 46.3 μm de largo por 16.5 a 16.7 μm de ancho, estrías con densidad de 14/10 μm . Apices redondeados, área central pequeña, redondeada y sin estigmas.

Cosmopolita de zonas templadas, en aguas oligo ó eutróficas y medianamente conductivas. Perifiton y epifiton.

Cymbella muellerii Hustedt

lam.2.42 (FCME) PAP 210, 1522, 1533

= *C. grossestriata* var. *obtusiuscula* O.Müller, 1905; *C. turgida* sensu Hustedt, 1930 pro parte; *C. muelleri* Hust., 1938; *C. muelleri* var. *javanica* Hustedt, 1938.

Valva dorsoventral cóncava y ventralmente recta e inflada al centro. De 75.9 μm de largo, 17.6 μm de ancho, estrías dispuestas radialmente en el centro de la valva y en paralelo en los extremos, con una densidad de 6/10 μm .

Aguas salobres con alta conductividad. Perifiton, epifiton.

Cymbella silesiaca Bleisch in Rabenhorst

lam.2.43 (FCME) PAP 210

= *C. ventricosa* Kützing 1844 pro parte, *C. minuta* var. *silesiaca* (Bleisch) Reimer 1975.

Valvas ventralmente convexas pero no más que el lado dorsal, de 15 a 46 μm de largo y de 6 a 14 μm de ancho, rafe filiforme desplazado hacia la zona ventral, área axial lineal, angosta, área central pequeña con un estigma aislado del lado dorsal.

Cosmopolita de aguas oligotróficas, alfa-mesosaprobias.

Cymbella turgidula Grunow

lam.2.44 (FCME) PAP 210

Valvas dorsoventrales 24.3-31 μm de largo, 7.98-9.6 μm de ancho, dos estigmas ventrales, 11/10 μm estrías radiales.

Se encuentra en el perifiton de agua dulce.

Gomphonema clavatum Ehrenberg

lam.2.45 (FCME) PAP 210, 1522, 1533, 1534, 1535, 1537, 1541, 1545,
1550, 1555

Valvas heteropolares, 24.6-33 μm de largo y 10-15 μm de ancho estrías paralelas
6/10 μm .

Se reporta como parte de las poblaciones planctónicas de agua dulce con alta
conductividad.

Gomphonema insigne Gregory

lam.2.46 (FCME) PAP 210, 1534, 1536, 1541, 1545, 1548, 1551, 1555

Valva heteropolar con los extremos agudos-redondeados, 43 μm de largo y 8.6 μm
de ancho. Las estrías 10/10 μm paralelas en el centro y convergentes hacia los
ápices.

Esta especie se distribuye en aguas circumneutras, mesotróficas o eutróficas, no
se presentan en medios extremadamente ácidos.

Gomphonema minutum (C. Agardh) C. Agardh

lam.2.47 (FCME) PAP 210, 1538, 1543, 1544, 1545, 1548, 1550, 1551

= *Licmophora minuta* C. Agardh, 1827; *Gomphonema tenellum* Kützting 1844; *G. curtum* Hustedt 1945.

Valva heteropolar con la ápices redondeados, 21.50 μm de largo y 5.30 μm de

ancho, 12/10 μm estrías radiales muy evidentes. Se observa un estigma en el área central.

Se reporta en aguas eutróficas.

Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing

Iam.2.48 (FCME) PAP 210, 212, 216, 1530, 1533, 1535, 1536, 1538, 1540,
1546, 1547, 1555

= *Sphenella* (?) *parvula* Kützing, 1844; *Gomphonema micropus* Kützing, 1844; *G. lagenula* Kützing, 1844; *G. parvulum* Kützing, 1849; *G. parvula* Rabhenhorst, 1853; *G. parvulum* var. *exilis* Grunow in Schneider, 1878; *G. micropus* f. *major* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. micropus* var. *minor* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. micropus* var. *exilis* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. parvulum* var. *lanceolata* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. parvulum* var. *subcapitata* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. parvulum* var. *exilissima* Grunow in Van Heurck, 1880; *G. parvulum* var. *micropus* Cleve, 1894; *G. parvulum* var. *subelliptica* Cleve, 1894; *G. micropus* var. *major* Hérib, 1903; *G. parvulum* var. *curta* Roch., 1920; *G. parvulum* var. *lagenula* Freng. 1923; *G. parvulum* var. *genuinum* f. *semiaperta* A. Mayer, 1828.

Valvas elíptica de ápices subrostrados 18 - 20 μm de largo 6 - 7 μm de ancho. Las estrías con una densidad de 143/10 μm dispuestas paralelamente en los extremos y radialmente en la parte media.

Se registra para ambientes de marisma, ríos, aguas ricas en nutrientes, particularmente en aguas con desechos sanitarios y agrícolas.

Gomphonema truncatum Ehrenberg

Iam.3.49 (FCME) PAP 216, 1535, 1536, 1540, 1541, 1543, 1544, 1545,
1546, 1547, 1551, 1555

Valva triondulada; área axial estrecha, área central con nódulo central y una estría opuesta; estrías radiales. Largo 30-85 μm , ancho 7-11 μm ; estrías 8-11/10 μm (central). Perifítico normalmente sésil. Aguas con alta conductividad; sobre macrofitas y algas filamentosas; soporta aguas contaminadas.

Mastogloia smithii Thwaites, 1856 var. *lacustris* Grunow

Iam.3.50 (FCME) PAP 986, 995, 1537, 1544, 1549, 1550, 1551

Valva elíptica lanceolada, hasta lineal lanceolada, de 34.32 a 41.58 μm de largo y de 9.9 a 11.88 μm de ancho; los ápices son rostrados. Se observan de 6 partecta en 10 μm en el interior de la valva; área axial lineal, área central casi rectangular.

Habita agua dulce altamente conductiva, agua salobre y litorales, además de lagos oligohalobios. Forman parte del fitoplancton. Registrada en Europa Central y E.U.

Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard

Iam.3.51 (FCME) PAP 210

= *Pinnularia cincta* Ehrenberg 1854, *Navicula heuflerii* G 1860, *N. inutilis* Krasske 1949, *Navicula umida* Bock 1970, *N. cari* var. *cincta* (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1980.

Valvas elípticas hasta lineal lanceoladas, largo de 13 a 45 μm , ancho de 5 a 8 μm , rafe filiforme, área axial angosta con un nódulo central, área central circular. Las

estrías son radiales en el centro, convergentes en los extremos con una densidad de 8 a 12 en 10 μm .

Son cosmopolitas en regiones con aguas conductivas y salobres, así como en aguas de regiones montañosas.

Navicula confervacea (Kützing) Grunow in Van Heurck

lam.3.52 (FCME) PAP 214, 995, 1528, 1530

= *Diadsmis confervacea* Kützing 1844, *Diadsmis peregrina* W. Smith 1857, *Navicula confervacea* var. *hungarica* Grunow in Van Heurck 1880.

Valvas elípticas a lanceoladas, largo de 9 a 28 μm , ancho de 4 a 10 μm , rafe filiforme, área axial lineal lanceolada, área central relativamente amplia por el acortamiento gradual de las estrías que se encuentran en esta área en donde también se presenta un nódulo central. Las estrías son radiales, punteadas con una densidad de 18 a 26 en 10 μm .

Son cosmopolitas, presentes generalmente en regiones con distintos tipos de aguas, se les localiza en cuerpos de agua efímeros.

Navicula goeppertiana (Bleisch) H.L. Smith

lam.3.53 (FCME) PAP 212, 1527, 1528

Valva lanceolada, ancha, extremos redondeados; área axial lineal, angosta; área central transversal con un estigma; rafe filiforme; estrías pequeñas en la región central, punteadas, radiales. Largo 28.8-30 μm , ancho 10.35-11 μm ; 15-16/10 μm .

Perifftica. Aguas con baja conductividad.

Navicula pupula Kützing

Iam.3.54 (FCME) PAP 216, 1527

Valva lineal elíptica hasta lineal con los extremos ligeramente capitados y con engrosamientos polares, largo de 10 a 90 μm , ancho de 4 a 21 μm , rafe filiforme, poro central en forma de punto, área axial pequeña, lineal, área central ligeramente rómbica; las estrías son radiales en el centro y en los polos desde paralelas hasta convergentes con una densidad de 16 a 26 en 10 μm .

Navicula subminuscula Manguin

Iam.3.55 (FCME) PAP 210

=*N. luzonensis* Hustedt 1942, *N. demissa* Hustedt 1945, *N. frugalis* Hustedt 1957, *N. vaucheriae* Petersen sensu Hustedt 1961, *N. perparva* Hustedt sensu Chohnoky 1968.

Valvas elípticas, rómbicas-elípticas hasta elípticas lanceoladas, largo de 7 a 12 μm , ancho de 3 a 6 μm , rafe filiforme, algunas veces arqueado. Área axial moderadamente lineal, las estrías con una densidad de 15 a 26 en 10 μm lineales y ligeramente convergentes.

Cosmopolitas de regiones altamente conductivas pero no salobres, se les encuentra en regiones polisaprobias; son resistentes a los residuos industriales.

Pinnularia acrosphaeria W. Smith

lam.3.56 (FCME) PAP 986

Valvas lineales ligeramente aglobadas en el centro y en los extremos, éstos últimos además son ligeramente redondeados. Largo de 93.72 a 95.7 μm de largo y de 21.12 a 21.78 μm de ancho. Las estrías son paralelas en la parte media y radiales en los extremos, con una densidad de 7 a 8 en 10 μm . Area axial ancha.

Cosmopolita distribuida en los trópicos y regiones salinas.

Europa Central y Estados Unidos.

Pinnularia ignobilis (Krasske) Cleve - Euler

lam.3.57 (FCME) PAP 211, 1521, 1527, 1533, 1539, 1540, 1541, 1544,
1547, 1549

= *Navicula ignobilis* Krasske, 1938.

Valva triondulada. Largo de 14.52 a 32.6 μm , ancho de 3.43 a 5 μm . Rafe filiforme, recto, con un nódulo central; en los extremos el área axial es lineal, el área central es pequeña y redondeada. Las estrías son radiales y punteadas con una densidad de 8 a 17 en 10 μm .

Aerófilas distribuídas en agua dulce

Europa Central y estados Unidos.

Pinnularia streptoraphe Cleve

lam.3.58 (FCME) PAP 210, 1527, 1528

Valvas con los bordes paralelos, ápices redondeados, largo de 106 a 126 μm , ancho de 19.8 a 21.78 μm , estrías radiales en el centro y ligeramente convergentes en los extremos con una densidad de 7 a 9 en 10 μm . Area axial lanceolada, área central asimétrica, rafe marcadamente sinuoso con los extremos distales en forma de ganchos.

Según Germain, ésta es una especie localizada estrictamente en medios ácidos, particularmente en turberas. Según Krammer y Lange-Bertalot es cosmopolita de aguas altamente conductivas.

Europa Central, Estados Unidos y Francia.

Pinnularia subcapitata Gregory

lam.3.59 (FCME) PAP 214

= *Pinnularia bilseana* Janich, 1860.

Valva lineal hasta lineal lanceolada, largo de 34.32 a 37.62 μm , ancho de 5.94 a 6.6 μm . Rafe filiforme con los extremos proximales desviados lateralmente. Area axial lineal lanceolada, estrías radiales en la parte media, convergentes en los extremos con una densidad de 9 a 12 en 10 μm .

Cosmopolitas de aguas altamente conductivas con contenido mineral.

Rhoicosphenia curvata (Kützing) Grunow ex Rabenhorst

lam.3.60 (FCME) PAP 982, 995, 1527, 1528, 1530, 1536, 1541, 1542, 1543,
1545, 1547, 1548, 1550

Valva heteropolar, de 34.2 μm de largo y 15.4 μm de ancho, estrías centrales ensanchadas 9-15/10 μm .

De amplia distribución, comúnmente reportada para medios alcalinos con bajos niveles de contaminación.

Familia Ephithemiaceae

Rhopalodia brebissonni Krammer

lam.3.61 (FCME) PAP 212, 1536, 1537, 1539, 1544, 1550, 1551

= *Rhopalodia musculus* var. *succinta* seensu H. y M. Paragallo 1897 - 1908; *R. gibberula* var. *succinta* sensu Fricke 1905.

Valvas dorsoventrales con los extremos con los extremos adelgazados, 17-25(40) μm de largo y 7-9 μm de ancho. Se observan 3-6/10 μm costillas que cruzan por completo la valva. 19-21/10 μm estrías punteadas.

Se reporta en cuerpos de agua dulce de alta conductividad.

Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O. Müller

lam.3.62 (FCME) PAP 1527, 1530, 1539, 1542, 1546, 1549

Frústulo lineal con la valva ligeramente curvada en la región ventral, presenta un vértice hacia el centro, en la región media; ápices ligeramente curvados; rafe sin nódulos visibles, con curvaturas en la mitad debidas a la forma de la valva. Largo (38.1) 122.5-127.25 μm , ancho 23.75-25 μm ; ancho de la valva 10.88-12 μm ; costillas 6-8/10 μm con 2-3 alvéolos, dos hileras de alvéolos entre las costillas; hileras de alveólos 6-7/10 μm ; estrías 11-16/10 μm .

Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing

lam.3.63 (FCME) PAP 215, 990

= (?) *Eunotia ocellata* Ehrenberg 1841, (?) *Epithemia ocellata* (Ehrenberg) Kützing 1844, (?) *Eunothia argus* Ehrenberg 1843, *E. longicornis* (Ehrenberg, 1845) W. Smith 1853, *E. intermedia* Fricke 1904, *E. peisonis* Pantocsek 1901.

Células de 77.22 a 96.36 μm de largo y de 11.22 a 114.52 μm de ancho; con rafe ancho que las surca longitudinalmente, arqueadas, dorsalmente convexas y ventralmente cóncavas. El cinturón en los extremos es casi paralelo al margen, presenta de 8 - 10 (14) estrías en 10 μm en conjuntos de 6 y 8 entre dos fíbulas. Cada estría está compuesta de 5 a 8 areolas.

Cosmopolita de aguas altamente conductivas, se le ha encontrado en manantiales, zonas pantanosas así como en litorales marinos. Se tienen registro de la especie para Norte, Centro y Sudamérica, particularmente en México para la zona de San Andrés en Tehuacán, Puebla.

Familia Bacillariaceae

Denticula elegans Kützing

lam.3.64 (FCME) PAP 210, 1534, 1537, 1544, 1551

= *Denticula ocellata* W. Smith 1856.

Valvas lineales elípticas hasta elípticas lanceoladas, ligeramente convexas a paralelas, 15 a 45 μm de largo y 4 a 8 μm de ancho. 25 fíbulas en 100 μm con 4 a 8 alveolos interfibulares. 15 a 18 estrías punteadas en 10 μm .

Cosmopolita de agua dulce, aerófila de aguas altamente conductivas.

Distribuidas en Europa central y del norte, Estados Unidos, Chile y Brasil. Patrick y Reimer la reporta para aguas cálidas.

Denticula kuetzingii Grunow

lam.3.65 (FCME) PAP 210, 995, 1533, 1536, 1540, 1543, 1545, 1548

= *D. obtusa* W Smith, *D. decipiens* Arnott, *Nitzschia denticula* Grunow in Cleve y Grunow.

Valvas lanceoladas de 14-20 μm de largo y 5.15-6.3 μm de ancho. Estrías punteadas 10-13/10 μm .

Común en aguas altamente conductivas.

Nitzschia amphibia Grunow

lam.3.66 (FCME) PAP 210, 214, 982, 1522, 1527, 1539, 1543, 1545, 1546,
1547, 1551, 1555

Valval lanceoladas con los ápices agudos, de 14 a 25 μm de largo y 3.2 6 μm de ancho. Fíbulas 10/10 μm , estrías 10/10 μm .

Se ha reportado en ríos, riberas de cursos de agua dulce alcalina no contaminada, aunque según Germain, la contaminación no la daña.

N.constricta (Kützing) Ralfs in Pritchard non (Gregory) Grunow et Cleve and
Grunow

lam.3.67 (FCME) PAP 210, 1533, 1537, 1539, 1540, 1542, 1555

= *Synedra constricta* Kützing 1844; *Triblionella apiculata* Gregory 1857, *Nitzschia apiculata* (Gregory) Grunow, 1878.

Valvas lineales con ambos márgenes cóncavos y los ápices subrostrados, de 20 a 24 μm de largo y de 4 a 5.3 μm de ancho. Fíbula 8-9/10 μm . No se observa la densidad de las estrías con microscopía de luz.

Se reporta en el perifiton y epifiton de aguas alfa-mesosaprobias

Nitzschia denticula Grunow

lam.3.68 (FCME) PAP 1533, 1544, 1546, 1550

Frústulo en vista cingular de forma lineal o rectangular. Rafe excéntrico, a veces un poco lateral. Valva con costillas perpendiculares al rafe. Células solitarias, en colonias, en cintas cortas, o reunidas en masas gelatinosas.

Nitzschia inconspicua Grunow

lam.3.69 (FCME) PAP 210, 982, 1544, 1555

= *N. frustulum* var. *inconspicua* Grunow in Van Heurck, 1881 (?), *N. abbreviata* Hustedt in A. Smith et al, 1924, *N. invisitata* Hustedt, 1492.

Valvas lanceoladas, ápices redondeados de 8-9 μm de largo y 3-4 μm de ancho, 8-9/10 μm fíbulas. Es difícil observar la estriación con microscopía de luz

Especie cosmopolita de agua dulce altamente conductiva, o de aguas supralitorales.

Nitzschia microcephala Grunow in Cleve and Möller

lam.3.70 (FCME) PAP 210, 214, 995, 1530, 1539, 1543, 1548, 1551

Valva lanceolada, ápices rostrados 14.5 a 16 μm de largo y de 3.90 a 4.80 μm de ancho, 10/10 μm fíbulas.

Se reportan para aguas altamente electrolíticas y / o muy contaminadas.

Nitzschia palea (Kützing) W. Smith

lam.3.71 (FCME) PAP 210, 214, 1527, 1533, 1534, 1536, 1537, 1538, 1539,
1541, 1542, 1545, 1547, 1548, 1555

Valvas lineales-lanceoladas, ápices agudos de 22.8 a 33.9 μm de largo y de 2.60 a 7.9 μm de ancho 11-19/10 fíbulas cortas. De silificación baja por lo que la estriación no es evidente.

Especie ampliamente distribuida, tolera elevados niveles de desecación y contaminación.

Familia: Surirelaceae

Campylodiscus clypeus Ehrenberg

lam.3.72 (FCME) PAP 1527, 1528, 1537, 1541, 1542, 1544, 1550

= *C. ovatus* Ralfs in Pritchard, *C. stellula* Schumann

Células en forma de silla de montar, 78-97 μm de diámetro, 1.5/10 μm fíbulas concéntricas, periférica. Estrías punteadas 8/10 μm .

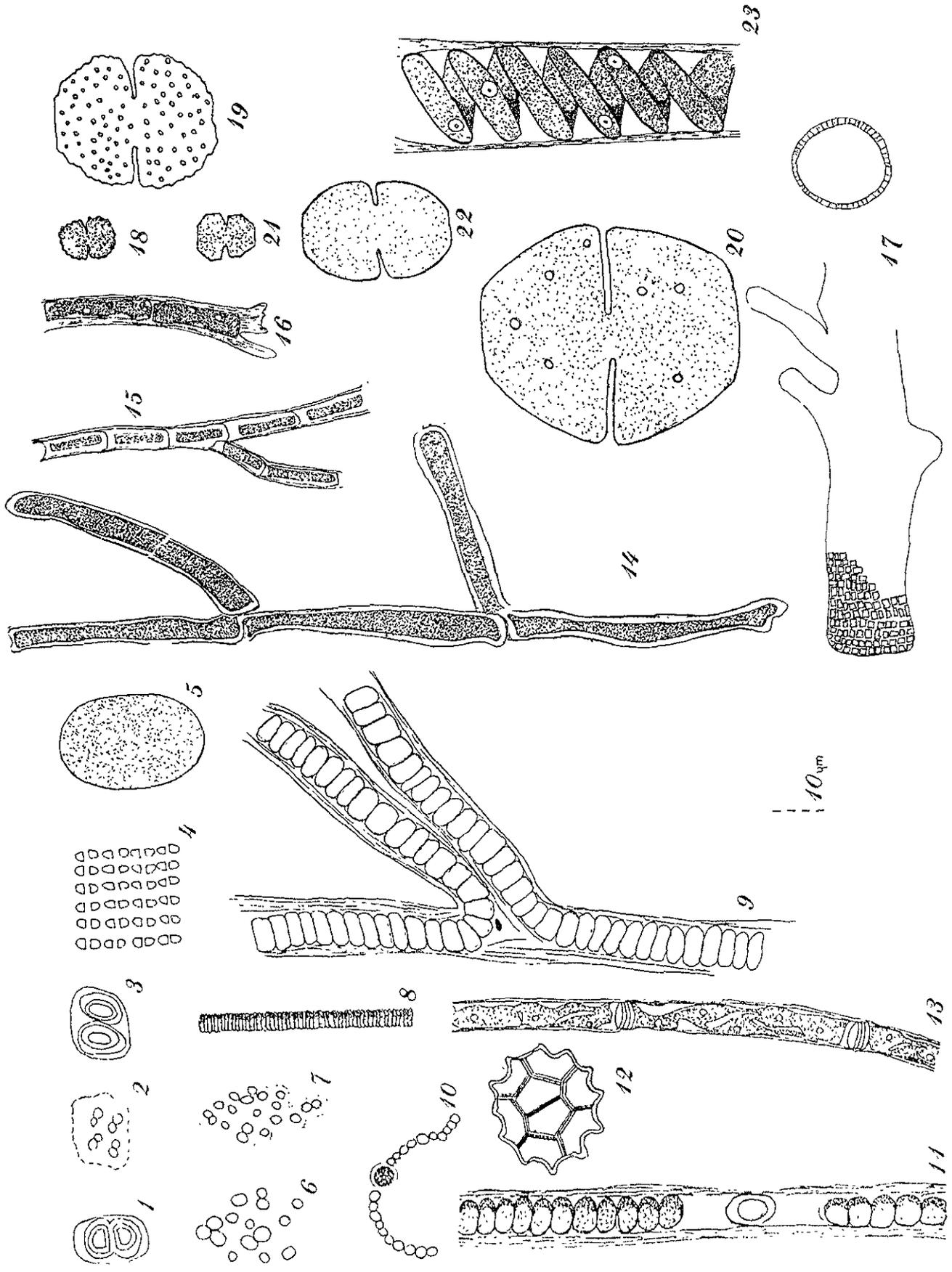
Reportada para ambientes con altas concentraciones de sales.

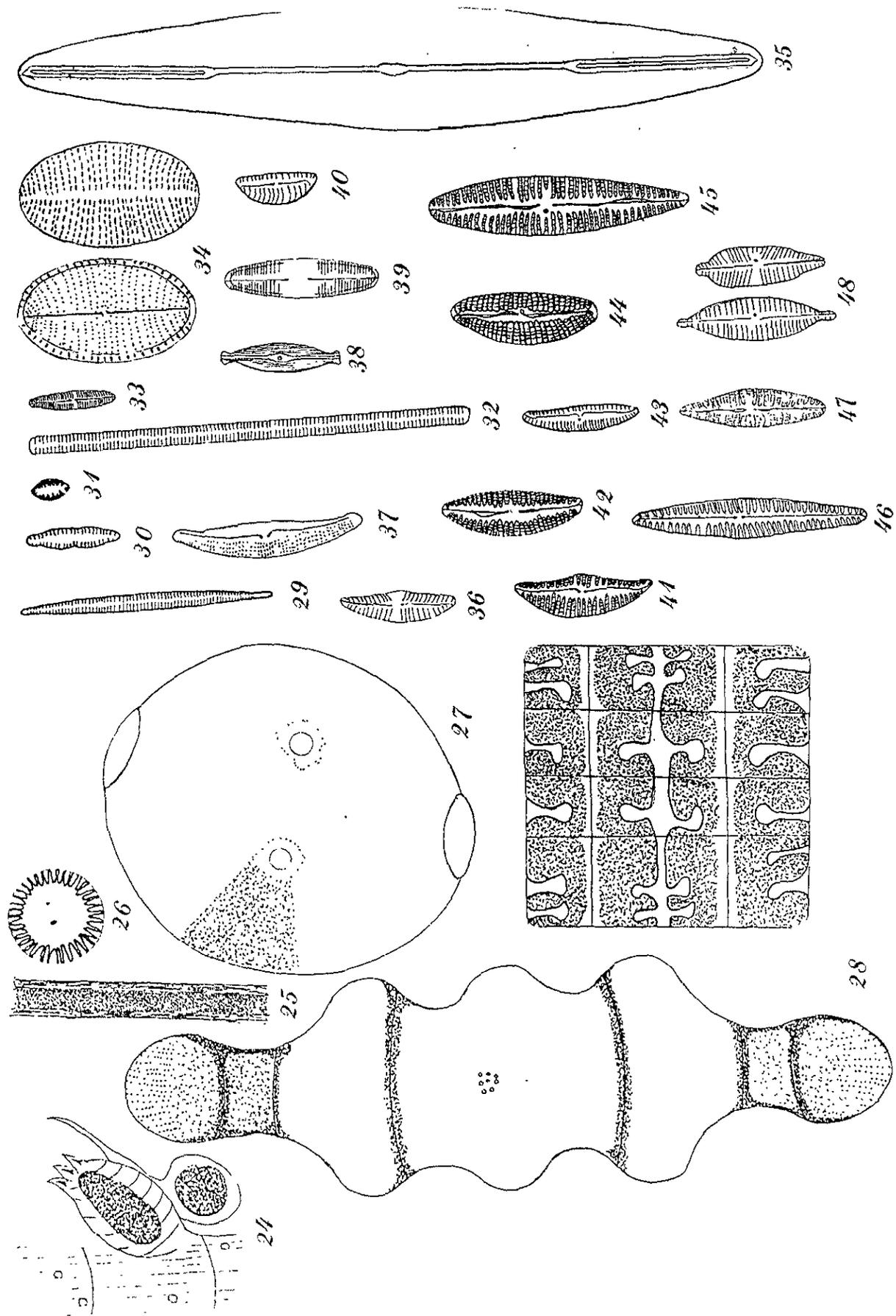
Surirella ovalis Brébisson

lam.3.73 (FCME) PAP 210, 214, 1533, 1536, 1538, 1539, 1541, 1545, 1546,
1548, 1555

Valvas heteroplares con los ápices agudos 45-75 μm de largo 28-36 μm de ancho,
estrías paralelas 10-13/10 μm .

Comúnmente bentónica.





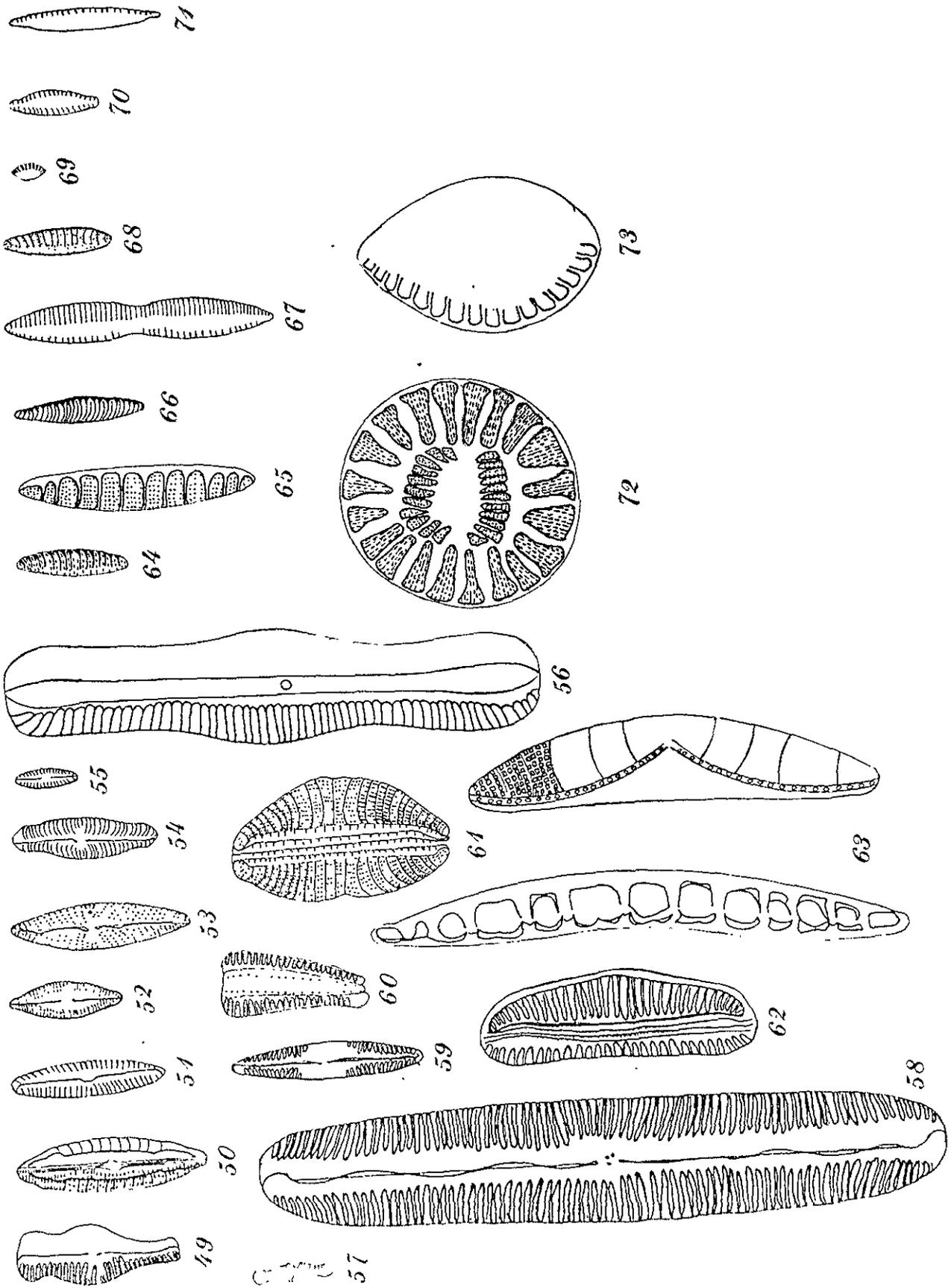




Fig. 12 Durante la temporada de lluvias se presentan incrementos importantes del volumen del cuerpo de agua que arrastran materiales sólidos y desprenden los crecimientos algales. Este factor es importante porque incluso provoca cambios en curso del arroyo.



Fig. 13 Pastos de la periferia del arroyo "barridos" por las corrientes producidas durante la temporada de lluvias.

DISCUSIÓN

Caswell (1976) hace reflexiones interesantes sobre las interacciones biológicas en la estructura natural de las comunidades, en las que enfatiza el vínculo de la diversidad de las especies con la estructura, función, estabilidad y persistencia de la comunidad que conforman.

El conocimiento florístico es el primer paso para aplicar estas reflexiones al estudio de las comunidades ya sean algales o conformadas por otro tipo de organismos. Esta es la forma de caracterizar de una manera integral a cualquier ambiente; de este hecho se desprende la importancia de los estudios florísticos. Particularmente, los estudios de estructura de comunidades, como se menciona en la introducción del presente trabajo es medida por la diversidad de sus especies. La diversidad es evaluada en principio por el reconocimiento de las especies que conforman esas comunidades; como se menciona en la introducción del presente trabajo, en México el conocimiento taxonómico en el campo ficológico es muy pobre y es por esto que como parte de los objetivos planteados se ubica taxonómicamente y se describe a las especies del total de muestras observadas, asociando a cada una un dibujo original con las características que las especies reflejan concretamente en este ambiente. Esta aproximación permite conocer la composición de los crecimientos a diferentes niveles taxonómicos y comenzar a discutir su distribución espacio-temporal.

Johansson (1982 En: Banderas, 1994) asegura que la mayoría de las especies algales de agua dulce están presentes todo el tiempo en este tipo de cuerpos de agua, y que florecen solamente cuando las condiciones son propicias. Dicha aproximación es en exceso ambigua como para explicar el fenómeno, ya que hablar de "las condiciones propicias" es hablar prácticamente de cualquier conjunto de elementos, bióticos y/o abióticos, por lo que es necesario precisar las características de cada sitio de estudio.

Particularmente en el caso de San Antonio Texcala, la distribución espacio-temporal de las especies puede atribuirse básicamente a dos factores: 1) la velocidad de corriente asociada al volumen de agua y 2) la presencia de nitrógeno de nitratos (N-NO_3) en el medio.

Lo anterior se explica de la siguiente manera. Durante la temporada de secas (marzo y mayo) el volumen de agua del arroyo de Palenque es constante, y la velocidad de corriente es muy baja. En algunos sitios, dependiendo de la topografía del lugar, es prácticamente nula, lo que permite que especies con crecimientos que son conspicuos como *Enteromorpha intestinalis* y *Cladophora rivularis* (ambas clorofitas que no desarrollan estructuras de fijación fuertes, M.E. Meave com. pers.) puedan fijarse a los cantos rodados del cauce, ocupando grandes áreas (Fig. 3). A estos crecimientos se encuentran asociadas una gran cantidad de especies de diatomeas cuya forma de vida es epífita; en términos numéricos del modo en que fueron considerados en esta investigación, son mucho más abundantes que los filamentos en sí. Entonces, para este grupo, dada su forma de vida, resulta

indispensable el éxito de colonización de los crecimientos filamentosos, ya que es el sustrato sobre el cual desarrollarán sus florecimientos. No obstante el hecho de que una sola especie aparezca registrada con más de una forma de vida, puede ser resultado del momento de la colecta misma; dicho de otra manera, las especies que sirven como sustrato a otras, a lo largo de su ciclo de vida pueden ocupar distintos sitios al interior de un cuerpo de agua, por esta razón, las especies que crecen sobre estas o entre estas, se observaran también en distintos sitios de la columna de agua. De esta manera, encontramos especies que se registran como epífitas o pláncnicas, algunas veces pasando incluso como edáficas o epilíticas sobretodo cuando los cuerpos de agua tienen una temporalidad muy marcada. A estas características se ajusta la localidad de San Antonio Texcala, en donde además no es posible hablar de una columna de agua ya que en los sitios de colecta la profundidad en general no va más allá de los 15 cm. En estas condiciones, los crecimientos se expanden a lo largo del arroyo mezclándose drásticamente zonas de perifiton con zonas que en otras circunstancias se caracterizarían como zonas bénticas. Ahora bien, se ha reportado lo que en el momento se observó, sin embargo la caracterización de formas de vida para cada especie no está plenamente trabajada (ni aun en la literaruta), mientras sigamos considerando a las formas de vida como una expresión aislada de las especies.

Por otra parte, la composición química del agua en esta fecha presentó la mayor homogeneidad en los tres puntos de colecta como se muestra en la fig.9. Las lecturas de pH, la concentración de nitrógeno de nitratos y la concentración de ortofosfatos permanecen constantes en los tres sitios, pero de entre todos los

factores registrados, es el nitrógeno en forma de nitratos el que mayor concentración alcanza (68 mgml^{-1}); éste fue el factor determinante para el establecimiento de las especies en los distintos sitios de colecta, de tal manera que durante las colectas de marzo y mayo, la mayoría de las especies observadas están condicionadas a las concentraciones de nitrógeno de nitratos, como se observa en las figuras 11a y b.

Con esto no se pretende asegurar que este factor actúe independientemente, pero sí de manera importante. Tal vez estemos observando una combinación "idónea" para el desarrollo de estos grupos, en ese tiempo, en ese lugar. Sin embargo, aun cuando existe una marcada constancia en los factores ambientales presentes a lo largo del cauce del arroyo, existe una disminución de la diversidad algal. Esto puede tener varias aplicaciones: como se mencionó en la descripción de los sitios de colecta, el que se ubica en la parte más baja del río tiene aportes de hipoclorito de sodio, detergentes y desechos de las casas habitación circundantes, que provocan la eutroficación de las aguas en esta zona, lo que explicaría las características de los crecimientos observados, ya que los cuerpos de agua eutróficos favorecen el desarrollo de crecimientos muy abundantes y poco diversos (M.E. Meave com. pers.). En este sentido el sitio de colecta 1 resulta antagónico. Se trata de un paredón que por la propia naturaleza de su fisiografía ofrece un intervalo más amplio de condiciones (como se menciona en los resultados), originándose zonas con diferentes intensidades lumínicas o de golpeo y con distintos volúmenes de agua. Esta amplitud de características físicas puede promover el establecimiento de crecimientos distintos.

Ahora bien, la razón por la que no se observaron crecimientos en agosto y octubre se debe básicamente a factores estacionales ya que como lo señalan Rott y Pfister (1988) este tipo de variaciones son de suma importancia en el desarrollo anual de las algas en todas las aguas de corriente, porque determinan las condiciones ambientales y por lo tanto la presencia o ausencia de las especies. En San Antonio Texcala, la variación estacional no sólo es importante, sino determinante, puesto que, las corrientes creadas durante la época de lluvias (agosto, octubre), arrastran los crecimientos existentes, cambiando incluso el cauce del cuerpo de agua y no permitiendo la fijación o establecimiento de las poblaciones, dejando la zona prácticamente "limpia" como se observa en las figuras 12 y 13, por lo tanto estamos hablando de comunidades algales que se renuevan cada temporada de secas. Tal vez no sea aventurado pensar que el patrón de la fisionomía, y por lo tanto de la composición de las comunidades se repite, como puede verse en las figuras 6 y 7 en donde el 100% de las especies presentes en las muestras de herbario de abril de 1984, se presentan en los crecimientos colectados en marzo y mayo de 1994.

La razón por la que en este caso no se reportan crecimientos filamentosos tal vez obedece a la metodología de colecta que se utilizó en ese momento (determinada por supuesto por los objetivos particulares de cada investigación).

Los crecimientos algales ocurren de una manera transgresiva (tal como ocurre con las especies de plantas vasculares en los bosques); es decir, se presentan en más de una capa. Esta puede ser una manera de describir los crecimientos observados; existen los filamentos que como ya se mencionó sirven de substrato a las algas unicelulares; sobre estas dos capas, se acomodan más filamentos epifitados y así sucesivamente.

La conjunción de los elementos analizados hasta este momento origina cambios en la dinámica de las comunidades, de tal manera que se ha observado que la velocidad de corriente y el aporte lumínico son factores importantes que favorecen el desarrollo de las algas, puesto que existe un recambio continuo de gases y nutrientes que elevan la actividad fotosintética. Estos factores son claramente evidenciados en San Antonio Texcala, donde si bien la velocidad de corriente no es fuerte, sí es suficiente para el volumen de agua que lleva durante la temporada de secas, el cual también es muy bajo, lo que promueve el establecimiento y desarrollo de las comunidades. Sin embargo, su excesivo crecimiento provoca los resultados señalados por Dodds (1991 En: Banderas, 1994): los crecimientos conspicuos frenan la corriente de agua, el recambio de gases y el paso de la luz hacia las capas basales. Este fenómeno de eutroficación debilita las estructuras de fijación. El último paso es el arrastre de todos los crecimientos por el aumento

súbito en el volumen de agua y la velocidad de la corriente. Luego recomienza el ciclo, iniciándose nuevamente el reclutamiento de especies pioneras que servirán de substrato a otras.

Estos eventos y la suma de otros, tales como el recambio de especies, reducción de la abundancia de algunas poblaciones o desaparición de las mismas al interior de los crecimientos algales visibles del lugar, es lo que finalmente modifica su estructura. Pero para entrar a esta discusión es necesario retomar la información representada en la figura 14; en donde es posible apreciar la variación en la composición de los crecimientos a partir de la variación de las poblaciones de cada especie a través del tiempo para cada sitio de colecta.

En la figura 15 se observa que las especies que pueden considerarse como más abundantes, de una manera general en la zona de estudio en los distintos tiempos de colecta, son: *Achnanthes minutissima*, *Chroococcus turgidus*, *Denticula kuetzingii*, *Fragilaria ulna*, *Gloeotheca* sp., *Gomphonema truncatum*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cladophora rivularis*, *Plectonema* sp., *Oscillatoria princeps* y *Enteromorpha intestinalis*. Como ya se describió, el substrato de las especies epífitas son las algas que forman grandes crecimientos como *C. rivularis* y *E. intestinalis*. Sin embargo, todas estas especies se mueven de manera particular en el espacio y en el tiempo como se muestra en la figura 14; en las cuales se aprecia, que la composición de los crecimientos visibles de San Antonio Texcala, varían considerablemente ya sea por el recambio de algunas de las especies que los conforman, o por el cambio en su densidad poblacional. Esta variación guarda una relación estrecha entre las

especies y los factores fisicoquímicos, pero también nos obliga a pensar que si el cambio de los factores ambientales tales como la luz, la temperatura y la composición química presentan poca variación entre un sitio de colecta y otro en un mismo tiempo, entonces, la propia composición diferencial de los crecimientos podría estar produciendo cambios que ayudan a la modificación de su expresión (presencia-abundancia), o bien modifican el medio de manera suficiente, para el establecimiento de nuevas poblaciones.

Fig. 15 Relación de porcentaje de abundancia en cada fecha de colecta durante 1994.

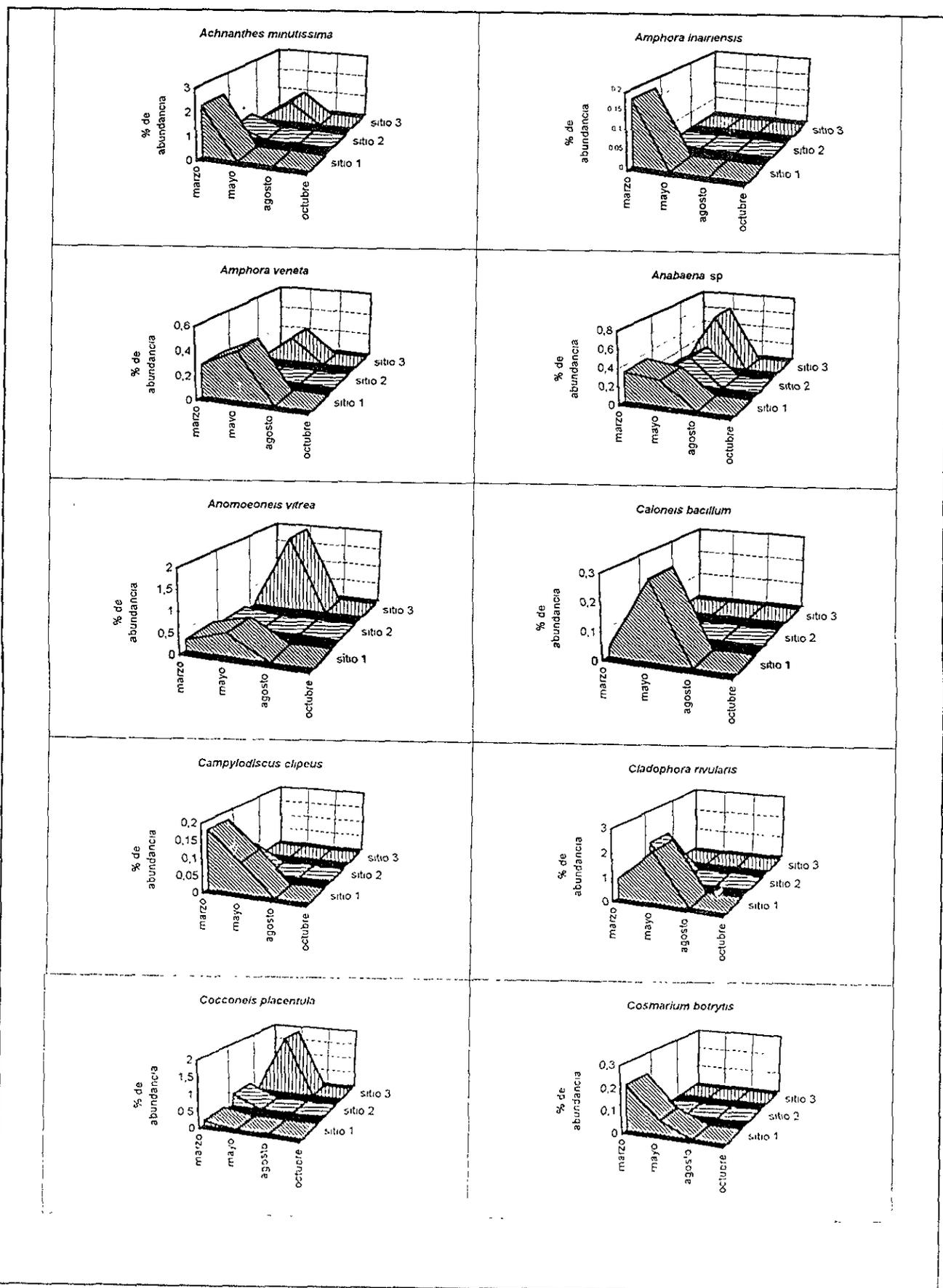


Fig. 15 continuación

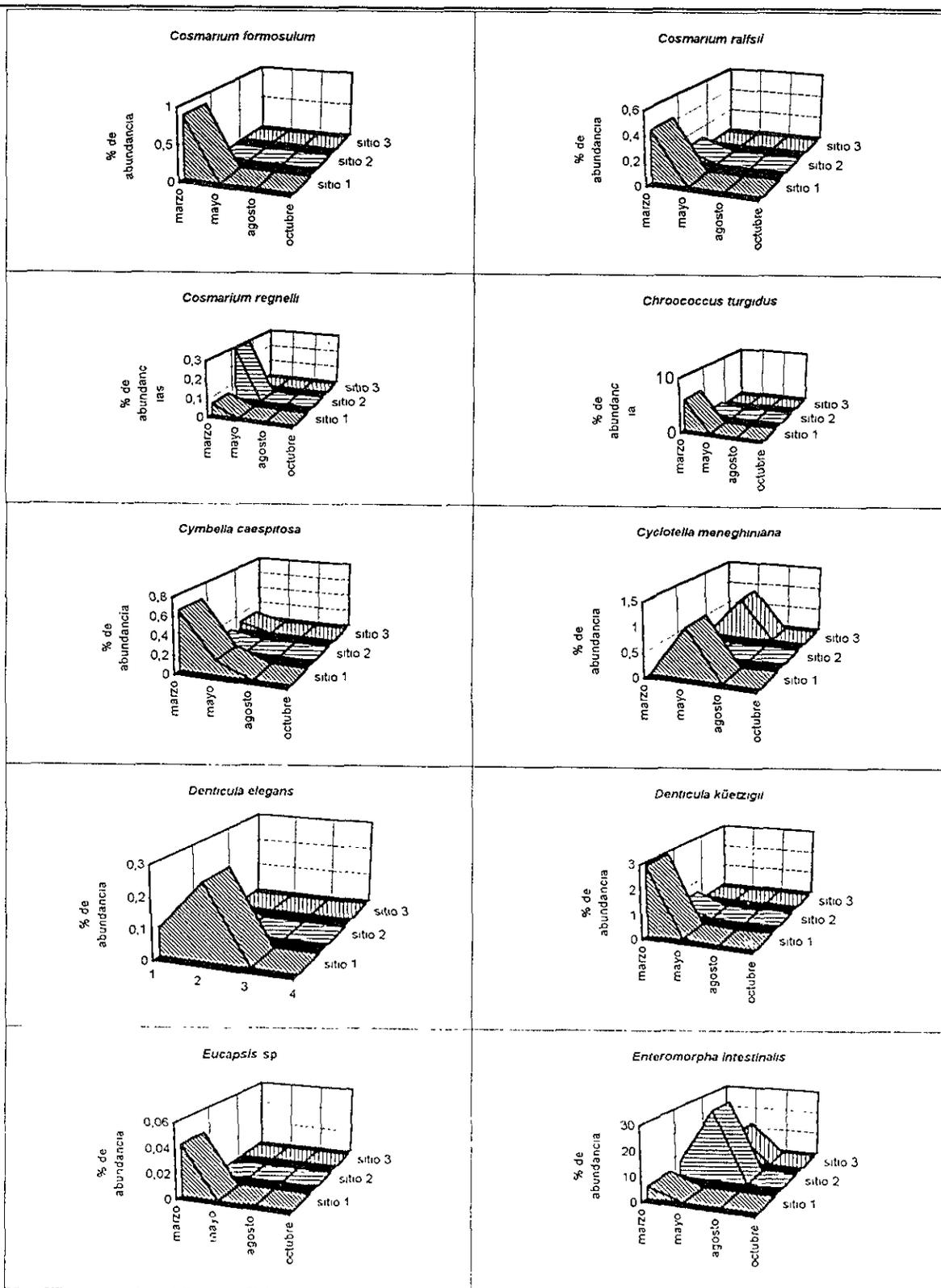


Fig. 15 continuación

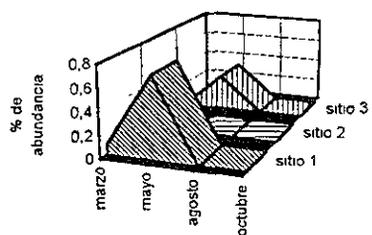
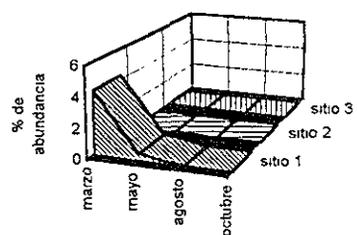
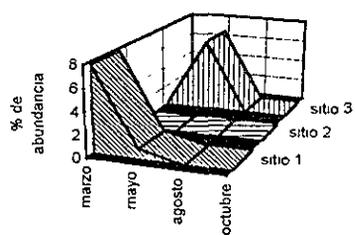
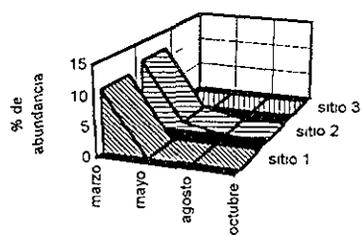
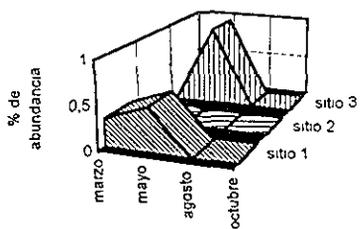
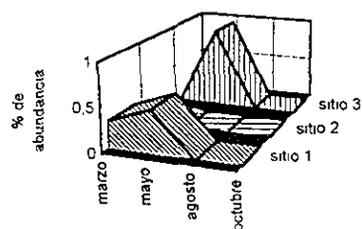
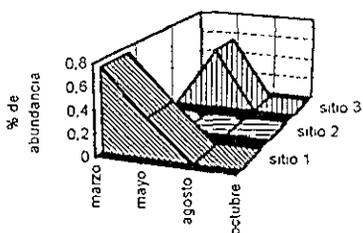
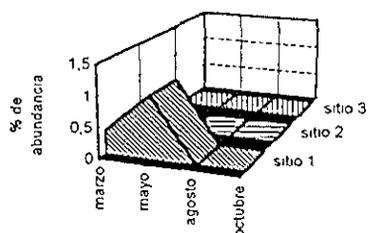
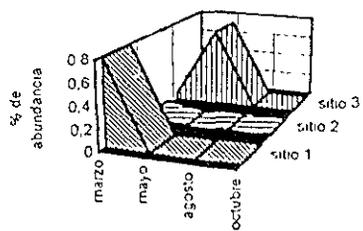
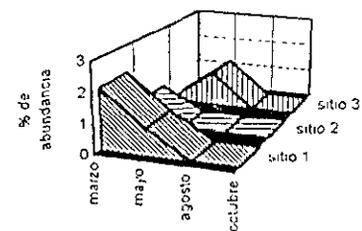
Fragilaria capucina*Fragilaria construens**Fragilaria ulna**Gloeothece sp**Gomphonema clavatum**Gomphonema clavatum**Gomphonema insignis**Gomphonema minutum**Gomphonema parvulum**Gomphonema truncatum*

Fig. 15 continuación

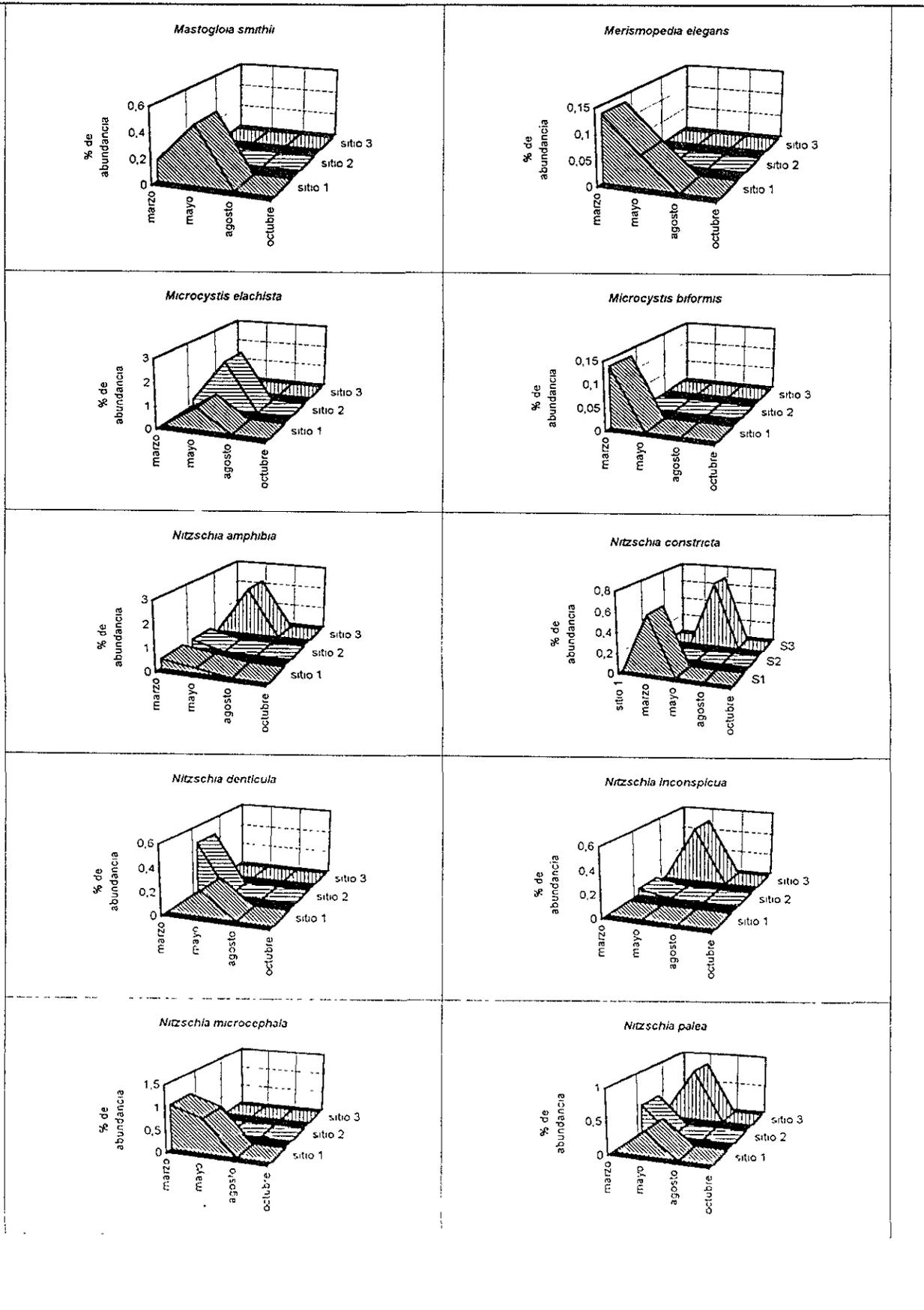


Fig. 15 continuación

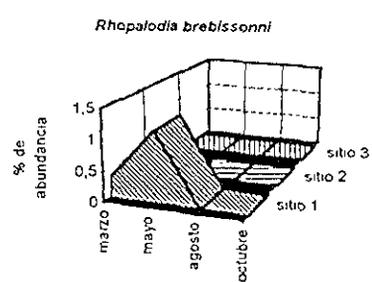
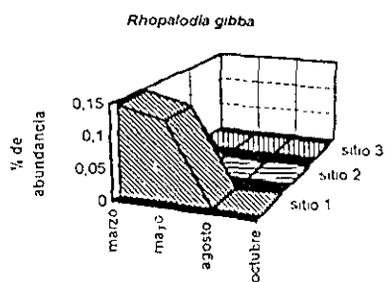
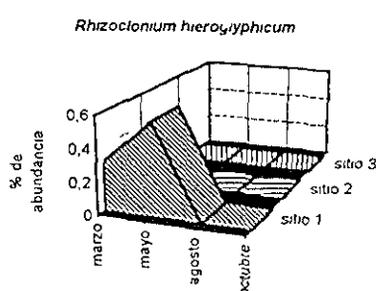
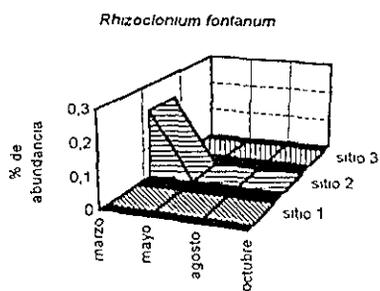
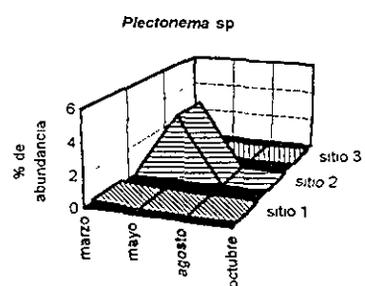
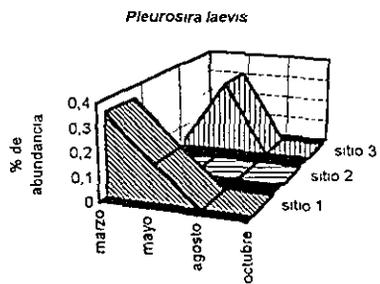
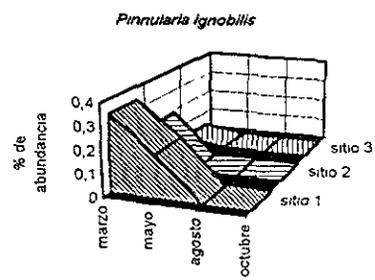
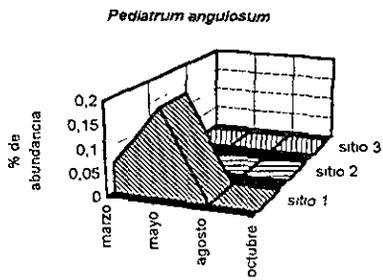
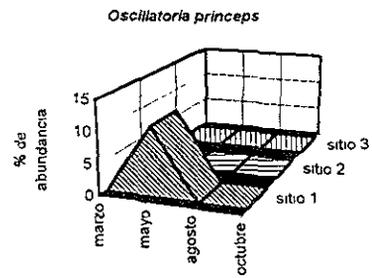
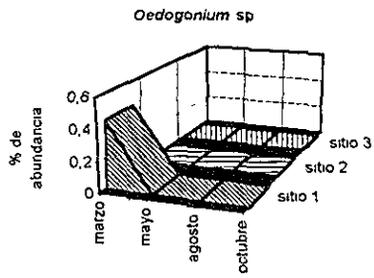
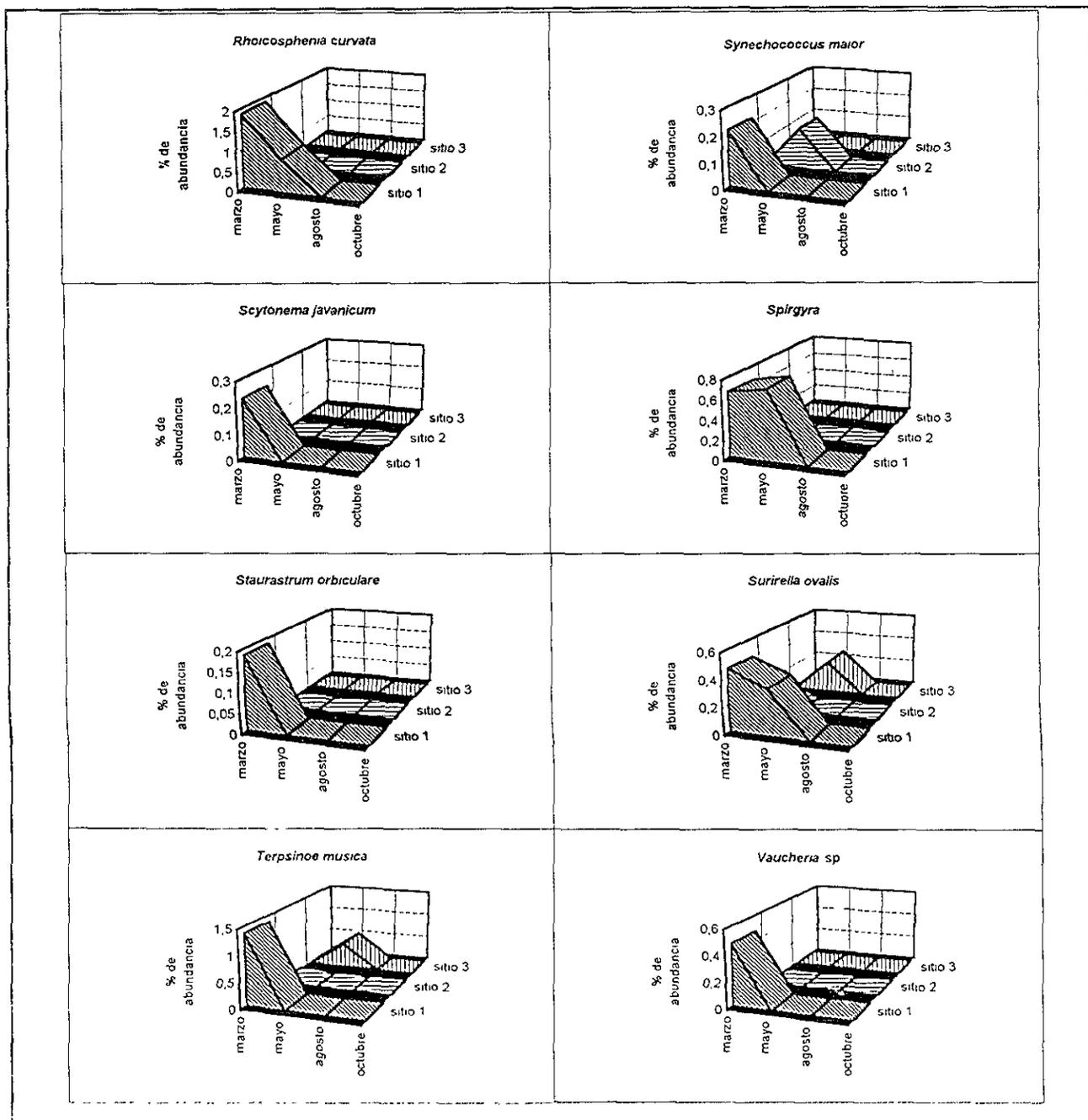


Fig. 15 continuación



Otro elemento que no puede dejarse de lado es la riqueza de especies que alberga el arroyo de Palenque. Esto es muy evidente cuando se agrupan y comparan listados florísticos de diferentes localidades de Tehuacán (fig. 16). A través de esta tabla, es posible apreciar que el Valle de Tehuacán, es el que mayor número de especies tiene registradas, con el menor número de muestras. Si se observa con detenimiento la tabla 4 se puede apreciar que en los trabajos realizados en 1985 y 1988 (Ávila y Navarro respectivamente) aun cuando se registran más de 60 especies, debe tomarse en cuenta que ésta es la diversidad ficológica de por lo menos cinco municipios, mientras que en sólo 8 muestras de San Antonio Texcala en 1992, se reportan 60 especies que contemplan únicamente al grupo de las Bacillariophyceae.

Figura 16. Relación de los municipios del Valle de Tehuacán en donde se han realizado estudios con aproximaciones ficoflorísticas. Se evidencia el número de muestras colectadas y de especies registradas por cada autor.

Autor	Municipios	No de muestras	No. de spp descritas
Ávila (1985)	Teotitlán	19	66
	Zicastla		
	Sn. Antonio Texcala		
	Sn. Hopólito		
	Xochiltlenango		
Autor	Municipios	No de muestras	No de spp descritas
Ávila (1989)	Teotitlán	12	80
	Zicastla		
	Sn. Antonio Texcala		
	Sn Hopólito		
	Xochiltlenango		

Autor	Municipios	No. de muestras	No. de spp descritas
Ávila (1985)	Teotitlán Zicastla Sn. Antonio Texcala Sn. Hopólito Xochiltenango	19	66
Ibarra (1992)	San Antonio Texcala	8	60
Cuesta (1993)	San Lorenzo	8	97*

* reporta 16 especies sin epíteto específico y 15 registros cfr.

Finalmente, me parece importante recalcar que la ficoflora de los cuerpos de agua, no puede evaluarse considerando solamente su permanencia y su volumen de agua como elementos directamente proporcionales a la riqueza de sus especies algales. Como ejemplo de este hecho se realizó una comparación de un listado florístico de una localidad con aportes de agua de manantial (característica que comparte con San Antonio Texcala en particular y el Valle de Tehuacán en general) ubicada en la Huasteca Potosina (com. pers. Carmona, Cantoral y Montejano). En una revisión de 59 muestras de esta localidad, con 4 sitios de colecta se reportan 59 especies (Cantoral, 1993); lo cual resalta la importancia del Valle de Tehuacán y puntualmente de San Antonio Texcala como una zona de interés ficológico importante.

BIBLIOGRAFIA

Allen. 1977. **Multiple Stable Configurations in Ordination of Phytoplankton Community Change Rates.** Ecology 50:1076-1084.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. 1985. **Modern Approach to the Clasification System of Cyanophytes.** 1.Introduction. Algological Studies, 38-39:291- 292.

Anagnostidis, K. and Komarek, J. 1988. **Modern Approach to the Clasification System of Cyanophytes.** 3.Oscillatoriales. Algological Studies, 50-53:327- 472.

APHA.AWWA.WPCF.1991. **Standar Metods For The Examination of Water and Wastewater.** American Public Health Association. Washington.

Avila Nava, J. 1985. **Ficoflora Manifiesta del Suelo del Valle de Tehuacán, Puebla. México:** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Avila Nava, J. 1989. **Ficoflora Potencial de Suelo Húmedo del Valle de Tehuacán, Puebla. México:** Tesis de Maestría en Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Banderas Tarabay, A.G. 1988. **Análisis de la Estructura de la Cominudad Fitobentónica del Lago el Sol, Nevado de Toluca, México:** Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Banderas Tarabay, A.G. 1994. **Limnología del Lago el Sol, Nevado de Toluca, México.** Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Bourelly P. 1968. **Les Algues deau Douce. Initiation a la Systematique.** Tome II: Les Algues jaunes et brunes Chrysophycees, Pheophycees, Xanthophycees et Diatomees. Société Nouvelle des Editions Boubée et Cie, París.

Bourelly P. 1972. **Les Algues deau Douce. Initiation a la Systematique.** Les Algues Vertes. T. I. N. Boubée et Cie, París.

Cantoral U., E. 1990. **Ficoflora de Ambientes Lénticos en la Localidad el Salto, en la Región de la Huasteca Potosina.** Tesis Profesional Fac. de Ciencias. U.N.A.M. México.

Cantoral U., E. y Montejano G. 1990. **Ficoflora de Ambientes Lénticos en la Localidad El Salto, S.L.P.** Resúmenes XI Congr. Mex. de Bot. Oaxtepec, Morelos, Méx.

Cantoral U., E. 1993. **Ecología de Comunidades Algales del Sistema Hidrológico El Salto en la Huasteca Potosina.** Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de Siostemas y Recursos Acuáticos). Facultad de Ciencias. U.N.A.M.

Caswel, H. 1976. **Community Structure: A Neutral Model Analisis.** (46): 327-354.

Cuesta Zarco, I.J. 1993. **Ecología de la Ficoflora de los Manantiales de San Lorenzo, Tehuacán, Puebla.** Flora Ficológica de la Cuenca del Río Papaloapan. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México.

Décamps H. y Naiman, R.J. 1990. **La Ecología de los Ríos.** Mundo Científico. 91:470-479.

Desicachary, T.V. 1959. **Cyanophyta Mongraphs on Algae.** Indian Council of Agricultural Research. New Delhi.

Dodds W.K. 1991. **Micro-inveronmental Characteristics of Filamentous Algal Communities in Flowing Freshwaters**. *Freshwater Biol.* 25.199-209

González-González J. 1992. **Flora Ficológica de México: Concepciones y Estrategias para la Integración de una Flora Ficológica Nacional**. *Ciencias* (6):13-33.

Fernández Villagómez, G. 1990. **Manual de Laboratorio de Química del Agua**. Facultadde Ingeniería. División de Estudios de Postgrado. UNAM. México.

Fott, B. 1969. **Studies in Phycology**. E. Schweizerbart ´sche Verlagsbuchhand.

Frémy, P. 1929. **Les Myxophycées de Láfriqe Ecuatoriale Fangaise**. Tome III. Mémoire No. 2. *Archives de Botanique*.

Fuentes, A.L. 1972. **Regiones Naturales del Estado de Puebla**. Instituto de Geografía U.N.A.M. México.

Geitler, L. 1932. **Cyanophyceae**. In Rabeenhorst´s *Kryptogamen-Flora von Deutchland, Osterreich und der Schweiz*. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h. Lelpzing. Germany.

Ibarra Vázquez C. 1992. **Flora Diatomológica de Texcala, Tehuacán, Puebla**. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias U.N.A.M. México.

Jaúregui, E. 1968. **Mesoclima de la Región Puebla-Tlaxcala**. Instituto de Geografía. U.N.A.M. México.

Krammer, K. und H. Lange-Bertalot. 1986. **Bacillariophyceae. Teil 1: Naviculaceae. Band 2/1.** In Die Susswasserflora von Mitteleuropa, ed. A. Pascher (Begr. von); Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyling, H.; Mollenhauer, D. (Hrsg.), 1-876, 206 Taf. Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. und H. Lange-Bertalot. 1988. **Bacillariophyceae. Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.. Band 2/2.** In Die Susswasserflora von Mitteleuropa, ed. A. Pascher (Begr. von); Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyling, H.; Mollenhauer, D. (Hrsg.), 576, 187 Taf. Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. und H. Lange-Bertalot. 1991a. **Bacillariophyceae. Teil 3: Centrales, Fragillariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3.** In Die Susswasserflora von Mitteleuropa, ed. A. Pascher (Begr. von); Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyling, H.; Mollenhauer, D. (Hrsg.), 576, 166 Taf. Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag.

Krammer, K. und H. Lange-Bertalot. 1991 b. **Bacillariophyceae. Teil 4: Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 2/4.** In Die Susswasserflora von Mitteleuropa, ed. A. Pascher (Begr. von); Ettl, H.; Gerloff, J.; Heyling, H.; Mollenhauer, D. (Hrsg.), 438, 88 Taf. Stuttgart, Germany: Gustav Fischer Verlag.

Lee, R.E. 1980. **Phycology.** Cambridge university Press.

Margalef, R. 1983. **Limnología.** Omega, S.A. Barcelona.

Margalef, R. 1994. **Limnology Now a Paradigm of Planetary Problems.** Elsevier. Barcelona, España.

Marie- Irene. 1938. Flore Desmidiées de la Région de Montreal. Lapraire, Canada.

Navarro J., L.E. 1988. **Un Estudio Tónico de *Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow ex Rabenhorst var. *curvata* en el Valle de Tehuacán, Puebla.** Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México.

Novelo Maldonado, E. 1978. **Diseño y Ensayo de una Metodología para Estudios de la Flora Ficológica del Suelo en Zonas Áridas Realizado en Tehuacán, Puebla.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.

Novelo Maldonado, E. 1985. **Ficoflora Dinámica del Suelo del Valle de Tehuacán, Puebla.** Tesis de Maestría en Ciencias. UNAM. México.

Patrick, R. 1988. **Importance of Diversity in the Functioning and Structure of Riverine Communities.** Limnol Oceanogr. 33(6 part 1): 1304-1307

Prescott, G. W. D. 1962. **Algae of the Western Great Lakes Area.** WM.C.Brown Company Publishers. U.S.A.

Prescott, G.W.; Bicudo E. 1982. Vinyard W.C. **A synopsis of North American Desmids. Part II Desmidiaceae: Placodermæ. Section 4. Nebraska.**

Rott, E.y Pfister P. 1988. **Natural Epilithic Algal Communities in Fast-Flowing Mountain Streams and Some Man-Induced Changes.** Verh.Internat. Verein. Limnol 23:1320-1324.

Round, F.E. 1981. **The Ecology of Algae.** Cambridge University Press Great Britain.

Rzedowski, J. 1986. **Vegetación de México**. Limusa. México.

Siqueiros Beltrones, D.A., Ibarra Obando S.E. y Loya Salinas D.H. 1985. **Una Aproximación a la Estructura Florística de las Diatomeas Epífitas de *Zostera marina* y sus Variaciones Temporales en Bahía Falsa, San Quintín, B.C., Ciencias Marinas 11(3):69-88(20)**

Sournia, A. 1978. **Phytoplankton Manual**. Muséum National d' Histoire Naturelle. UNESCO. París.

Starmarch, K. 1966. **Flora Ślaskowodna Polski. Tom 2: Cyanophyta-Sinice, Glaucophyta-Glaukofity**. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Krakow.

Starmarch, K. 1972. **Flora Ślaskowodna Polski. Chlorophyta III. Zielenice Nitkowate: Ulothricales, Ulvales, Prasiolales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Siphonales, Dictiotomosiphonales**. Warszawa-Kraków.

Stock, M.S. y A.K., Word. 1991. **Blue-green Algal Mats in a Small Stream**. J. Phycol 27:692-8

Tavera, S.R. L. y González G.J. 1990. **Caracterización Ficoflorística de los paredones de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de las Formas de Crecimiento Algales en la Tipificación de un Ambiente**. Bol. Soc. Bot. México. 50: 121-133.

Tiffany, L.H. and M.E. Britton. 1952. **The Algae of Illinois**. The University of Chicago Press. Chicago. U.S.A.

Underwood, A.J. 1986. **What is a Community?**. Patterns and Processes in the History of Life. Eds. D.M. Raup and D. Joblonski, pp. 351-367. Dahlem Konferenzen. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Vannote, R.L. *et al* .1980. **The River Continuum Concept**. Can.J. Fish.Aquat. Sci. Vol. 137:130-137.

Villaseñor, J.L., P. Dávila y F. Chiang. 1990. **Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán**. Bol. Soc. Bot. México 50:135-149.

Witton, B. A. 1975. **River Ecology**. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

Westhoff, V. y E. Van Der Maarel. 1946. **The Braun-Blanquet Approach**: 286-397

Wood R.D.; Imahori K. 1964. **Iconograph of the Characeae**. Wenherm Press Kingston R.I.