



03474
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

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

**ECOLOGIA DE COMUNIDADES ALGALES
DEL SISTEMA HIDROLOGICO EL SALTO,
EN LA HUASTECA POTOSINA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

(BIOLOGIA DE SISTEMAS Y RECURSOS ACUATICOS)

P R E S E N T A

ENRIQUE ARTURO CANTORAL URIZA

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ECOLOGIA DE COMUNIDADES ALGALES DEL SISTEMA HIDROLOGICO EL SALTO, EN LA HUASTECA POTOSINA

CONTENIDO

	PAG.
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
ANTECEDENTES	5
AREA DE ESTUDIO	7
1) Caracterización fisiográfica general de la cuenca baja de la Huasteca Potosina	7
2) Ubicación de las localidades de estudio	7
3) Descripción de las localidades de estudio	8
METODOLOGIA	15
RESULTADOS	19
DISCUSION Y CONCLUSIONES	31
CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS	36
BIBLIOGRAFIA	40
APENDICE 1 Consideraciones teórico-metodológicas	51
1) Concepto de flora y el concepto de ficoflora dinámica	51
2) Concepto de ecología, comunidad (asociación, biocenosis) y comunidades algales, formas de crecimiento (asociación-microambiente)	55
3) Algunos métodos de estudio de la vegetación terrestre que se utilizan para el estudio de las algas	64
APENDICE 2 Matrices de similitud (presencia-ausencia) para obtener el índice de Jaccard (S)	70
Todas las especies	70
Por división	72
APENDICE 3 Valoración de la abundancia en diatomeas	75

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de los estudios de comunidades algales bajo la aproximación de flora dinámica (González-González, 1987, 1992) con énfasis en la flora típica (florístico-ecológica) en cuatro localidades del sistema hidrológico El Salto ubicado en la Huasteca Potosina. El inventario ficológico comprende la identificación de 129 taxa infragenéricos, distribuidos de la siguiente forma: 22 especies de la división Cyanophyta (17.05 %), 6 especies de la división Rhodophyta (4.65 %), 17 especies de la división Chlorophyta (13.18 %), 1 especie de la división Pyrrhophyta (0.77 %), y 83 especies de la división Chromophyta (64.34 %).

Se reconocieron 14 formas de crecimiento distintas, caracterizadas por presentar cada una especies estructurales y especies acompañantes particulares. En condiciones lólicas predominaron los mechones de filamentos filiformes y tapetes. Los mechones de filamentos filiformes y mechones, presentaron una mayor diversidad, con especies principalmente de tipo epifíticas. En condiciones lénticas predominaron las masas de filamentos flotantes y natas planctónicas, ambas con especies de tipo metafítico.

Se realizaron análisis en términos de presencia-ausencia de las especies con el índice de similitud de Jaccard (S) entre localidades (todas y por división). Se obtuvieron índices de similitud para la comparación ficolorística total entre localidades, menores de $S=50$, lo que nos muestra poca similitud en términos específicos.

Se discuten los problemas de incorporar la abundancia en comunidades microalgales, que están formadas por diferentes niveles de organización como son unicelulares, filamentos, colonias, entre otros. Así también, entre un mismo nivel de organización (unicelular) para el caso concreto de las diatomeas. Se incorpora la abundancia como un criterio de análisis para las comunidades de diatomeas (Bacillariophyceae) en las cuatro localidades de estudio, así como la relación con algunos parámetros ambientales como velocidad de corriente, sustrato e iluminación.

Se mencionan los diferentes problemas taxonómicos que presentan las diferentes divisiones algales presentes en el sistema hidrológico.

INTRODUCCION

Las comunidades algales de ambientes lóticos han sido estudiadas principalmente para regiones templadas (Hynes, 1970; Kawecka, 1971, 1980; Donaldson y Whitton, 1977; Holmes y Whitton, 1981; Johansson, 1982; Sheath, *et al.* 1986; Rott y Pfister, 1988; Sheath y Cole, 1992). En las regiones tropicales en comparación, se han estudiado poco, por lo que poco es conocido acerca de los factores que afectan su estructura.

Para el estudio de las comunidades algales durante el presente siglo, se han desarrollado dos aproximaciones teórico-metodológicas (Round, 1981). La primera es la escuela de la clasificación de comunidades, donde consideran a la vegetación como un mosaico de unidades discontinuas (Serviére, 1993). Dentro de esta escuela, para los ficólogos han sido importantes los métodos utilizados en la fisionomía y la fitosociología; la fisionomía se basa en las formas de crecimiento de las plantas (Wärming, 1909 En: Round 1981), o bien en las formas de vida de las plantas (Raunkier 1934, En: Round, 1981). En el método fitosociológico propuesto por la escuela de Braun-Blanquet (Round, 1981), reconocen que en las comunidades existen especies más sencitivas a ciertos factores ambientales, por lo que son utilizadas como especies "diagnósticas", y sirven dentro de este marco teórico, para organizar las comunidades dentro de una clasificación jerárquica con la asociación como la unidad básica.

La segunda aproximación que es más reciente, tiene que ver con el estudio de las comunidades a lo largo de gradientes ambientales, es conocida como análisis de gradiente (Round, 1981). Aquí consideran a la vegetación como un complejo "continuum" de poblaciones de especies que varía a lo largo de gradientes ambientales (Chapman, 1986; Kooistra *et al.*, 1989 En: Sérviere, 1993). Utilizan métodos numéricos como coeficientes de similitud, análisis de grupos recurrentes, etc. (Allen y Skagen, 1973), para relacionar las asociaciones de especies con uno o más gradientes ambientales, conocidos como ordenación (Round, 1981).

Ahora bien, vemos que existen varias formas de aproximación al estudio de las comunidades algales, desde los métodos florísticos cualitativos hasta los tratamientos

con métodos numéricos sofisticados, pasando por los estudios de análisis de la estructura de las comunidades, que se basan en la composición específica y caracterizadas por sus especies dominantes. De cualquier forma, la selección de los métodos depende de la concepción e intención de la persona que los realiza, así como de los objetivos que se haya planteado (González-González, 1992a).

El título del presente trabajo "ecología de comunidades algales del sistema hidrológico El Salto, en la Huasteca Potosina", tiene como objetivo el reunir los estudios con aproximación florística con los estudios ecológicos, bajo la concepción de ficoflora dinámica (González-González, 1987, 1992, 1992a). Esta considera tres puntos de partida e intergración que son complementarios, los estudios sobre regiones (con orientación tónica), sobre ambientes algales (con orientación tónica) y sobre grupos taxonómicos (con orientación tónica) Serviére (1993).

Para los estudios ficoflorísticos con orientación ecológica de las comunidades algales dulceacuólicas, bajo la concepción de flora dinámica, utilizamos como aproximación metodológica el análisis de las formas de crecimiento. Esto es, el trabajo bajo el criterio de integración de la flora tónica (cómo y cuándo). En este criterio, primeramente es necesario el conocer las listas ficoflorísticas como un antecedente, y posteriormente trabajar la flora manifiesta, aquella que ubicamos espacio-temporalmente, por tanto, sabemos la manifestación de las especies bajo condiciones ambientales conocidas.

En el trabajo con las algas dulceacuólicas, debido a que las comunidades pueden cambiar considerablemente en períodos de tiempo sorprendentemente cortos (semanas, meses), y presentan una gran variación espacial, necesitamos estrategias teórico-metodológicas para definir las y delimitarlas. En el campo, el primer contacto que tenemos con las algas es su manifestación en términos de la presencia que podemos detectar (visible). A esta manifestación de las algas las llamamos crecimientos visibles, posteriormente analizamos dichos crecimientos y nos damos cuenta que están formados por algas con diferentes niveles de organización (unicelulares, filamentosos, cenobiales, etc.) y que pertenecen a distintos taxa. Estos crecimientos ocupan un área en los ríos, por tanto están compartiendo una serie de

factores ambientales en el momento de su presencia. Esta conjunción (factores ambientales con los diferentes taxa) es lo que llamamos formas de crecimiento.

En este sentido, las formas de crecimiento en las algas son grupos funcionales, porque están formadas por la conjunción de manifestaciones diferenciales de distintos patrones estructurales básicos (taxa) en coincidencia con factores mesológicos particulares para el momento de coincidencia.

Al interior de una forma de crecimiento, conocemos a las especies que están juntas, así como las condiciones ambientales en las que se presentan, por tanto se puede hablar de asociación. Este es un objetivo que se quiere alcanzar al trabajar con formas de crecimiento, puesto que si estas asociaciones son consistentes (especies con condiciones ambientales) se puede hablar de un microambiente, que está caracterizado por el espacio fisiográfico conocido (v.gr. un rápido) en el que se presenten un grupo de especies, delimitado en términos de la homogeneidad de las formas de crecimiento. Por tanto, para el conocimiento de las comunidades algales, es fundamental el conocer las variaciones en las condiciones microambientales que se reflejan en las formas de crecimiento.

En términos de lo planteado anteriormente, los objetivos específicos de esta tesis son:

- Realizar la elaboración del inventario ficoflorístico.
- Estudio de la transformación espacio-temporal de la ficoflora, a través del análisis de las formas de crecimiento algales evidentes.
- Reconocimiento de asociaciones, con el conocimiento de las formas de crecimiento y de las condiciones ambientales en las que se presentan.

Por otro lado, se presentan una serie de apéndice, que tienen como intención mostrar información complementaria al presente trabajo. Para ello, se plantean en el apéndice 1 consideraciones teórico-metodológicas que incluyen el desarrollo del concepto de flora, ficoflora, ecología, comunidad, comunidades algales; algunos métodos de estudio de la vegetación terrestre que se utilizan en el estudio de las comunidades algales. En el apéndice 2, se muestran las matrices de similitud en

términos de presencia-ausencia para obtener el índice de Jaccard (S) para las localidades estudiadas. En el apéndice 3, se presentan los resultados de la valoración de la abundancia en diatomeas.

ANTECEDENTES

En la Huasteca Potosina, concretamente en la cuenca del río Pánuco, las comunidades algales han sido poco estudiadas, hasta la fecha se cuenta con los trabajos florísticos de Margain (1981), Cantoral (1990) para ambientes lénticos y de Meave (1986), Carmona (1990) para ambientes lóticos. Se han reportado un total de 346 especies creciendo en ambientes lénticos como 204 especies en ambientes lóticos.

Los resultados de los trabajos de Cantoral y Montejano (1990); Carmona y Montejano (1990); Cantoral, Montejano y Carmona (1993); Montejano, Cantoral y Carmona (1991); Cantoral y Montejano (1993a), Carmona y Montejano (1993), se han presentado en diversos congresos nacionales e internacionales.

En el sistema hidrológico del Salto, se han realizado los trabajos: Ficoflora de las cascadas del río Micos en la Huasteca Potosina (Meave, 1983); y Ficoflora de ambientes lenticos de la localidad El Salto en la región de la Huasteca Potosina (Cantoral, 1990). Este último estudio, fue el antecedente inmediato que dio pie al presente proyecto, con énfasis en aspectos florístico-ecológicos, ya que fue clara la manifestación diferencial de la ficoflora a través del análisis de las formas de crecimiento en ambientes cambiantes, como lo son las pozas en época de lluvias con flujo de corriente y en época de secas sin este (Cantoral y Montejano, 1993).

El presente trabajo se sitúa en la Huasteca Potosina dentro de la cuenca del río Pánuco. En esta zona, que es de naturaleza carstica, se originan numerosas corrientes que atraviesan muy variadas topografías de terreno en un área relativamente homogénea desde el punto de vista climático y geológico. Esto provoca la formación de una gran variedad de ambientes como manantiales, cascadas y rápidos en áreas relativamente pequeñas, lo que facilita el desarrollo de estudios ficoflorísticos comparativos. La selección de las localidades de estudio dentro del sistema hidrológico

del Salto, es debido a que representan la gran mayoría de ambientes desde el punto de vista fisiográfico, que se encuentran en los ríos de la cuenca baja de la Huasteca Potosina.

Así entonces, el presente proyecto forma parte del Programa Flora Ficológica de México y a su vez del Proyecto Flora Ficológica del Pánuco, que se vienen desarrollando en el laboratorio de Ficológica de la Facultad de Ciencias, UNAM, y constituye una continuación a los trabajos realizados en el río El Salto dentro de la cuenca baja del río Pánuco.

AREA DE ESTUDIO

1) Caracterización fisiográfica general de la cuenca baja de la Huasteca Potosina

La cuenca del río Pánuco es una de las regiones hidrográficas más importantes del país, tanto por la superficie que ocupa 84,956 km², como por el volúmen de sus escurrimientos. Esta cuenca abarca 769.59 km² de la superficie del estado de San Luis Potosí, la mayor parte de la cuenca baja que corresponde a la Huasteca Potosina.

El área de estudio se encuentra ubicada en el estado de San Luis Potosí, en la región denominada la Huasteca (García, 1973) y dentro de la cuenca del río Pánuco. Fisiográficamente forma parte de la provincia de la sierra madre oriental y en menor proporción, de la provincia de la llanura costera del golfo norte, encontrándose la mayor parte del área dentro de la subprovincia del carso huasteco.

Desde el punto de vista biogeográfico, la huasteca se encuentra ubicada en el límite norte de la región neotropical a los 101° 20' y 98° 30' de longitud oeste y a los 22° 50' y 21° 10' de latitud norte dentro del estado de San Luis Potosí.

El tipo de roca predominante, es caliza, por lo que el contenido de carbonatos en el agua es generalmente alto. El clima de la región es cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973); su temperatura media anual oscila entre los 27°C y 29°C y la media mensual fluctúa entre 28°C y 32°C. (cuadro 1).

2) Ubicación de las localidades estudiadas

Las cuatro localidades El Nacimiento del Salto, El Salto, El Meco y Micos, pertenecen al río El Salto que es afluente del río Tambaón, y este junto con el río Moctezuma forman el sistema hidrológico del Pánuco. (Fig. 1). (Datos geográficos tomados de INEGI, 1985; y datos hidrológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, 1971)

Las considerables aportaciones de agua que se captan en esta vertiente dan como resultado la existencia de una zona de escurrimientos importantes. Los ríos mas importantes en la zona son el Tambaón (que se origina de la confluencia de los ríos Verde y Santa María), que recibe la mayor cantidad de aportes en esta región, y el río Moctezuma, colector principal de la cuenca del río Pánuco.

Es una región cárstica de las más extensas del país. En esta zona predominan las rocas calizas, por lo que se observan una gran cantidad de carbonatos disueltos en el agua de los ríos. Dichas rocas al ser disueltas por el agua, forman sistemas cavernarios y también copiosos manantiales, con altos contenidos de carbonatos. Por esta razón, es común encontrar que el sustrato predominante en muchas corrientes esta constituido por travertino.

El río El Salto se origina a 8 km al sureste de Tula, Tamaulipas, como continuación del río Naranjos, a una elevación de 1600 msnm dentro de una topografía accidentada, formada por plegamientos de rocas sedimentarias, calizas y travertinos de la sierra madre oriental. Predomina el suelo de tipo rendzina derivado de la roca madre de tipo calizo, por lo que el suelo y el agua de los ríos contienen abundante carbonato de calcio. Está dentro de una selva baja caducifolia, (Köppen modificada por García, 1973) con un clima de tipo [(A)C(m, w)], semicálido húmedo en el que se marca claramente una época de lluvias y otra de secas (durante el invierno). La precipitación promedio es de 1053 mm, donde la época de secas es de noviembre a abril, mientras que la época de lluvias de mayo a octubre.

3) Descripción de las localidades

A continuación se presenta una breve descripción resultado del trabajo realizado en campo de las cuatro localidades.

Localidad Nacimiento del Salto

El cauce tiene aproximadamente 15 m de ancho y se presenta una serie de discontinuidades del terreno, por lo que se forman zonas de rápidos abruptas en una serie de costillas de las rocas emergentes y zonas del río profundas. La profundidad en el centro del cauce es de unos 3 m y en las orillas de 50 cm. La corriente es muy fuerte (1.5 a 2 m/seg.) en todo el cauce, y hacia los lados se forman zonas de turbulencia, debido a la presencia de rocas grandes que impiden el libre flujo. En la zona de las costillas, la velocidad de corriente es sumamente rápida. A los costados del río, se pueden apreciar el surgimiento de agua de abundantes manantiales.

Abundan pastos acuáticos sumergidos, así como abundantes raíces de los árboles que se encuentran en la orilla del cauce. Sobre todo, hay vegetación sumergida en la zona de las costillas. También hay abundantes musgos y hepáticas foliosas que cubren prácticamente la superficie de las rocas que se encuentran cerca de la orilla. Predomina el sustrato ígneo, el cuál en las orillas está cubierto por un limo café muy suave. Los lados del cauce están tapizados de árboles altos y de gran follaje, lo que provoca una amplia cobertura de iluminación en las orillas del cauce.

Localidad El Salto

Presenta una zona de cascadas con diferentes niveles en cada uno de los cuáles hay pozas. Se inicia con la cascada principal de 90 m de altura que lleva bastante agua, la cual cae a una poza que nos lleva a otro nivel o terraza, la cual tiene una poza aislada y otra mas grande que es por donde continúa el cauce, podemos apreciar un tercer nivel de pozas grandes y profundas. Toda esta zona se encuentra muy iluminada, no hay cobertura de vegetación, las paredes de las pozas están dominadas por helechos del género *Adiantum* y pastos. El sustrato de la zona es de CaCO_3 limoso, el cual presenta una consistencia dura en las orillas de las pozas. El gradiente de la velocidad de corriente es muy variable, desde velocidades muy rápidas y de impacto fuerte en las cascadas, hasta muy suaves en las grandes pozas.

Localidad El Meco

En esta localidad el río El Salto tiene un ancho de aproximadamente 100 m y llega a tener hasta 4 m de profundidad. Las orillas son muy regulares con paredes verticales que sobresalen del agua hasta por 1 m. El golpe de vista general es el de una localidad donde la corriente del agua es moderada y el panorama ficológico homogéneo. Sin embargo, el cauce presenta cambios de nivel abruptos, por lo que se forman plataformas grandes de la roca madre aplanada, las cuales a veces quedan totalmente sumergidas, y a veces quedan al nivel del agua, por lo que cierta vegetación acuática (pastos) emerge, y también hay porciones que sobresalen del agua que tienen vegetación terrestre, por lo que aparentan islotes.

En las zonas de la plataforma casi al nivel del agua, se forman una diversidad de ambientes, ya que la irregularidad de las rocas provocan que se formen rápidos con corriente muy rápida, pozas con corriente suave, pozas con corriente casi estancada, pequeñas cascadas en los bordes del desnivel del cauce del río.

La vegetación que predomina son pastos acuáticos sumergidos, así como tapetes de distintos colores que cubren todo el fondo. En general, está zona es muy iluminada, sólo hacia las orillas hay sombra por la vegetación lateral al cauce. En las zonas profundas del río, el sustrato es talcoso de color muy claro provocado por la precipitación de carbonatos (Golubic, 1973), pero en zona de plataformas de rápidos, este mismo sustrato se encuentra endurecido, y por la corriente tiene una apariencia y consistencia rugosa que no se levanta al pisarlo.

Localidad Micos

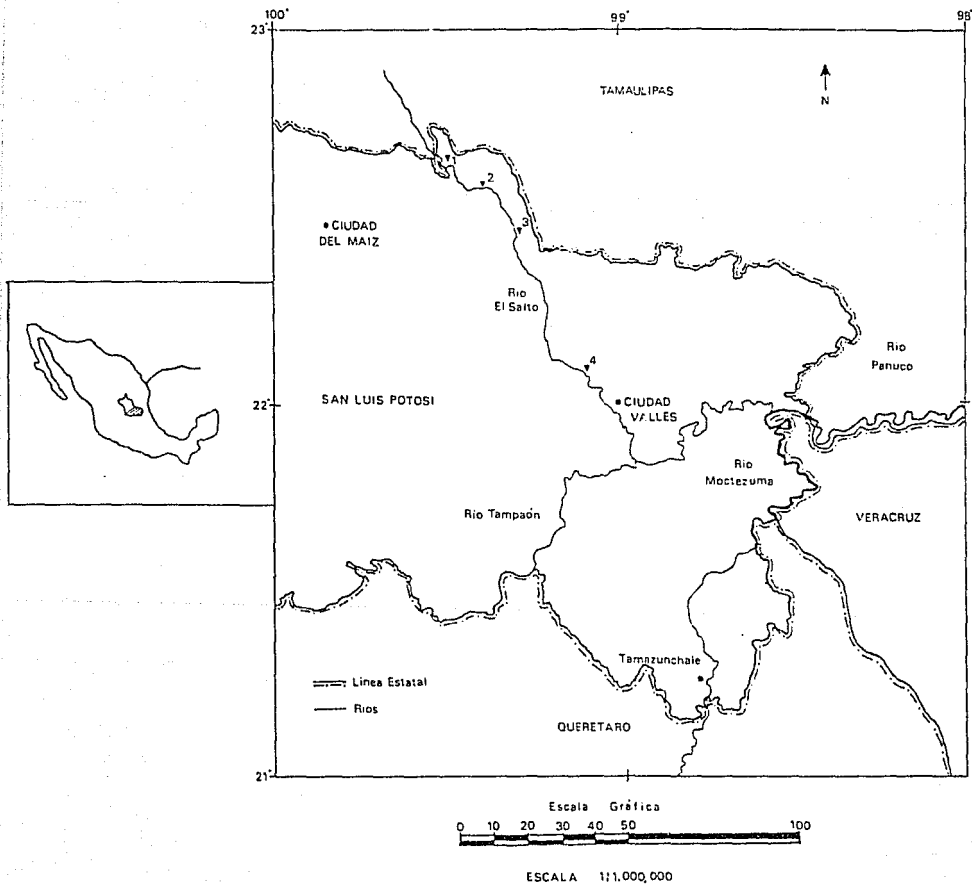
En esta zona de la localidad río abajo, éste se separa en dos vertientes, siendo la principal la del lado izquierdo, viendo río abajo. Esta sección muestra un ancho del cauce de aproximadamente 20 a 25 m, aunque en algunos hay remansos de 10 m de ancho que le dan un ancho mayor. Debido a la presencia de salientes rocosas, se forman zonas de rápidos de baja profundidad y zonas de turbulencia por la confluencia de varias corrientes. La velocidad de corriente en el centro del cauce, a la altura donde el río se angosta es muy alta (2-3 m/seg. aproximadamente). Las orillas del río son en general abruptas (90°) con algunas proyecciones de rocas que sobresalen de la orilla a poca profundidad. En los remansos existen rocas de gran tamaño a manera de islas sumergidas, que dan a esta zona una topografía abrupta.

La vegetación en términos generales, está compuesta por pastos que crecen sobre los islotes en las zonas de corriente. La iluminación en términos generales es baja por la cobertura de la vegetación en las orillas del cauce, con excepción del centro. En relación a la velocidad de corriente se pueden reconocer tres zonas: rápidos, remansos y zonas de turbulencia. El sustrato en esta zona es de CaCO_3 muy compactado y duro, y limoso en las partes más profundas y/o protegidas.

Cuadro 1. Características generales de las localidades de estudio

LOCALIDAD	UBICACION	ALTITUD (msnm)	AMBIENTES
NACIMIENTO DEL SALTO	-	500	Rápidos con playas de cantos rodados
EL SALTO	22° 35' LN 99° 24' 24" LW	400	Pozas con y sin comunicación, zonas de deslizamiento, charcos
EL MECO	21° 56' 24" LN 100° 52' 100" LW	300	Pozas dentro del cauce principal, plataforma
MICOS	22° 6' 5" LN 99° 9' 18" LW	120	Manantiales, cascadas, pozas, rápidos, paredones
TIPO DE CLIMA		TEMPERATURA	
Cálido subhúmedo (Aw2 Aw1) con lluvias en verano		Media anual: 27°C-29°C Media mensual (alta): 28°C-32°C (mayo-junio) Media mensual (baja): 18°C-21°C (enero)	
PRECIPITACION		SUSTRATO	
Media anual: 848 mm-1062 mm [máxima]: 196 mm (septiembre) [mínima]: 15 mm (marzo)		Travertino Predominan rocas calizas	

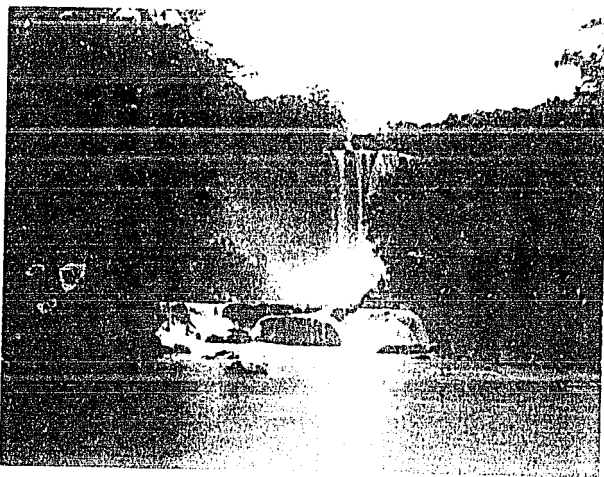
Fig. 1. Ubicación de las localidades de estudio en la Huasteca Potosina (1- Nacimiento del Salto, 2- El Salto, 3- El Meco y 4- Micos)



LOCALIDAD NACIMIENTO DEL SALTO



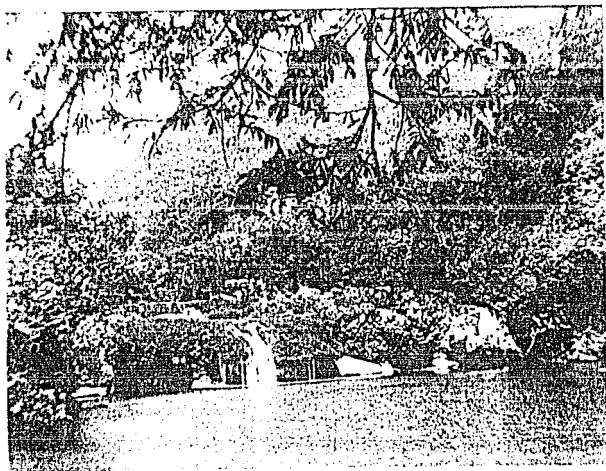
LOCALIDAD EL SALTO



LOCALIDAD EL MECO



LOCALIDAD MICOS



METODOLOGIA

Para reconocer variaciones en condiciones microambientales en las localidades estudiadas, se llevó a cabo una sectorización preliminar de la localidad, empleando como criterio la homogeneidad de los siguientes aspectos: las formas de crecimiento algales, la fisiografía del terreno, el sustrato, la insolación y la velocidad de corriente.

Se tomaron datos de temperatura, pH, conductividad, alcalinidad, velocidad de corriente e intensidad luminosa (cuadro 2). Para pH, temperatura y conductividad se empleo un analizador electroquímico Jenway 3405, para la velocidad de corriente un corrientímetro Swoffer Instruments Modelo 2100 (Series Current Velocity Meters) y conductímetro YSI-33. La iluminación se estimó empleando el criterio del horizonte visible utilizado por Johansson (1982), insolación muy alta = >80% del horizonte visible; alta = 60-80%; media = 40-60%; baja = 20-40% y muy baja = <20%. En cuanto a la velocidad de corriente, se tomaron datos estimativos con base en las cinco categorías empleadas por Johansson (1982): muy baja (casi estancada); baja; moderada; alta y muy alta. La alcalinidad se midió por el Método Indicador de fenoftaleína y naranja de metilo (Taras *et al.*, 1971).

Cuadro 2. Características químicas de las localidades de estudio

LOCALIDAD	TEMPERATURA (°C)	pH	CONDUCTIVIDAD (μ S)	ALCALINIDAD (mg/l CaCO ₃)
Nacimiento de El Salto	23-27.5	7-7.8	800-1320	472
El Salto	23-27	7.2-8	800-1130	386
El Meco	23.5-27	7-8	700-1220	372
Micos	22-27.5	7-8	750-930	554

En cada una de las cuatro localidades, se tomaron muestras tanto de crecimientos visibles como de fitopláncton, empleando para estas últimas una red manual con malla del # 40. Las formas epipélicas se colectaron directamente a mano o separándolas del sustrato con ayuda de una espátula. Los crecimientos epilíticos se colectaron cortando fragmentos de roca con cincel y martillo. El material se preservó en formol al 4 % e incorporado a la sección ficológica del Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME), bajo las siglas PA que corresponden al proyecto flora ficológica de la cuenca del río Pánuco (cuadro 3).

Cuadro 3. Relación de los números de referencia de la colección flora ficológica de la cuenca del río Pánuco

Localidad	No. PA SECAS	No. PA LLUVIAS
Nacimiento del Salto	2589-2611	2812-2821
El Salto	2664-2667 979-986 *	1916-1932
El Meco	2639-2663	
Micos	2668-2700	

Nota: la colecta de las cuatro localidades en la época de secas corresponde a marzo de 1987. Para la localidad El Salto, una colecta mas en época de secas (*) abril 1982. En el Nacimiento del Salto la época de lluvias corresponde a diciembre 1987 y en El Salto a septiembre 1983. Se denomina época de secas o lluvias, como situaciones contrastantes, no es en referencia estrictamente a que en ese ríes de colecta este o no lloviendo, si no mas bien a una colecta que se encuentre antes o después del período de lluvias, lo que para nosotros es importante considerar a lo largo del año, ya que tenemos una idea general de como estan los crecimientos algales en una época u otra.

Para cada una de las muestras se tomaron datos de las formas de crecimiento, en términos de sus características fisionómicas, como color, tamaño y textura. En este trabajo se emplea el término forma de crecimiento, para describir la apariencia de los crecimientos algales visibles, que son considerados como la fisionomía de las asociaciones de especies y su relación con la fisiografía del ambiente (Donaldson y Whitton, 1977; Whitton *et al.*, 1979; Holmes y Whitton, 1981; Tavera y González, 1990).

Dentro de las formas de crecimiento, se observan variaciones proporcionales de las especies que las constituyen, por lo que reconocemos dos jerarquías principales, las especies estructurales (Collado, 1989) y las especies acompañantes. Por estructurales, se reconce a aquellas que le dan cuerpo y sostén al conjunto de las especies en coincidencia, y por acompañantes a aquellas que se encuentran dependientes de alguna manera a las estructurales, por ejemplo que esten epífitas, o sólo entrelazadas con las evidentes (metafitas).

Para determinar la estructura de la comunidad en el tiempo, es necesario considerar los factores de variación tanto ambientales (cambios climáticos) como biológicos (tiempos de esporulación, reproducción sexual y/o asexual, etc.) Banderas, (1988). El saber si una especie en una época del año precisa (momento) presenta estados vegetativos, sexuales, asexuales y la combinación entre estos, nos da información importante para su interpretación en el ambiente.

Se hicieron preparaciones permanentes de las muestras con gelatina glicerizada al 50 % y 75 %. En el caso de las diatomeas, las preparaciones se hacen con la técnica de oxidación ácida (Rushforth, Kaczmariska y Johansen, 1984) y posteriormente montadas en resina Naphrax. Para estimar la abundancia de diatomeas, se realizó el conteo de células que se encuentran en 1 ml de muestra de la cual se realizan tres preparaciones (Rott y Pfister, 1988) donde se observan por un lado el número de especies (riqueza) y por otro se realiza el conteo (abundancia) de cada población a lo largo de microtransectos en cada preparación (apéndice 3).

De los trabajos ficoflorísticos generales se consultaron Smith (1950), Tiffany y Britton (1952). El esquema de clasificación seguido para el grupo de las Cyanophyta,

es el de Anagnostidis y Komárek (1985, 1988, 1990), Komárek y Anagnostidis (1986, 1989). Para su identificación se utilizaron los trabajos de Tilden (1910), Gardner (1927), Freymy (1929), Geitler (1932), Desikachary (1959), Starmach (1966), Komárek y Kann (1973), Montejano, Gold y Komárek (1993). Se siguió el esquema de clasificación de Krammer y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a) para las especies de la Clase Bacillariophyceae. Para su identificación los trabajos de Hustedt (1930, 1930a, 1959), Starmach (1964), Patrick y Reimer (1966 y 1975), Germain (1981), Sarode y Kamat (1984).

En relación a la determinación genérica del resto de los taxa, se siguió el esquema planteado por Bourrelly (1968, 1970, y 1972). Para la identificación de las especies de la Clase Chlorophyceae a Van den Hoek (1963), Prescott (1962), Fott y Komárek (1983), para las especies del Orden Zygnematales a Irenne-Marie (1938), Transeau (1951), Randhawa (1959), Gauthier-Liévre (1965); para las especies de la Clase Charophyceae a Allen (1954), Wood (1965, 1967), Tindall, Rodríguez (1977); para Desmidiaceae a Ralfs (1848), West y West (1904), Prescott, Bicudo y Vinyard (1982). Para las especies de la Clase Rhodophyceae se utilizaron los trabajos de Starmach (1969, 1977), Rieth (1979), Kumano (1984); por último para la especie de la Clase Dinophyceae a Starmach (1974).

Se llevó a cabo el cálculo del coeficiente de Jaccard para obtener información en base a presencia-ausencia de las especies de las cuatro localidades del sistema hidrológico El Salto. Se utilizaron los programas estadísticos ANACOM (1991) y NTSYS-PC (1990), haciendo la matriz de similitud cualitativa, el método de agrupación "cluster" (SAHN Sequential, Agglomerative, Hierarchical, and Nested clustering methods) según Sneath y Sokal (1973) En: NTSYS-PC (1990), y por último la media aritmética no ponderada (UPGMA unweighted pair-group method using arithmetic average) como técnica de ligamiento que se refleja finalmente en el dendrograma. (Fig.3 y Fig. 4).

RESULTADOS

En términos del inventario ficoflorístico del presente estudio, de un total de 118 muestras, se identificaron 129 taxa infragenéricos, distribuidos de la siguiente forma: 22 especies de la división Cyanophyta (17.05 %), 6 especies de la división Rhodophyta (4.65 %), 17 especies de la división Chlorophyta (13.18 %), 1 especie para la división Pyrrhophyta (0.77 %), y 83 especies para la división Chromophyta (64.34 %). (Tabla 1, Fig. 2).

Tabla 1. Lista ficoflorística de las especies en el sistema hidrológico El Salto con la distribución por localidad

	A	B	C	D
DIVISION CYANOPHYTA				
<u>Coleodesmium wrangelii</u> (Agardh) Borzi			*	
<u>Homoeothrix juliana</u> f. <u>tenuis</u> Singh, R.N.			*	*
<u>Lyngbya majuscula</u> Harvey ex Gomont	*		*	
<u>Lyngbya</u> sp. 1			*	*
<u>Lyngbya</u> sp. 2			*	
<u>Lyngbya</u> sp. 3	*	*		
<u>Merismopedia glauca</u> (Ehrenberg) Nägeli	*	*		*
<u>Microcoleus paludosus</u> (Kützing) Gomont			*	
<u>Nostoc microscopicum</u> Carm. ex Born. et Flah.	*			
<u>Nostoc</u> sp.		*		
<u>Oscillatoria</u> sp.	*			
<u>Phormidium</u> sp. 1			*	*
<u>Phormidium</u> sp. 2				*
<u>Phormidium</u> sp. 3				*
<u>Plectonema radiosum</u> (Schiederm.) Gomont		*		
<u>Plectonema tomasinianum</u> (Kützing) Born. ex Gomont	*		*	
<u>Plectonema wollei</u> Farlow ex Gomont	*			
<u>Scytonema cincinnatum</u> Thuret ex Born. et Flah.	*			
<u>Scytonema simplex</u> Bharadwaja		*		
<u>Stichosiphon filamentosus</u> (Ghose) Geitler	*		*	*
<u>Tolypothrix tenuis</u> (Kützing) John. Schmidt		*		
<u>Xenococcus willei</u> Gardner	*			*
DIVISION RHODOPHYTA				
<u>Audouinella</u> sp. 1	*			*
<u>Batrachospermum globosporum</u> Israelson	*			*
<u>Chroodactylon ramosum</u> (Thwaites) Hansg.			*	
<u>Comosopogon</u> sp.	*		*	*
<u>Hildenbrandia rivularis</u> (Liebm) Ag.	*			
<u>Thorea riekei</u> Bishoff	*		*	*

Continuación Tabla 1

DIVISION CHLOROPHYTA				
<u>Chara vulgaris</u> Linnaeus		*		
<u>Cladophora fracta</u> (Müller ex Vahl) Kützing		*		
<u>Cladophora glomerata</u> (Linnæus) Kützing	*		*	*
<u>Cosmarium</u> sp. 1		*	*	*
<u>Cosmarium</u> sp. 2	*		*	*
<u>Desmidiun swartzii</u> Agardh (St. Nicodeme, Bretagne)		*		
<u>Mougeotia scalaris</u> Hassall		*	*	
<u>Mougeotia viridis</u> (Kützing) Wittrock		*	*	
<u>Oedogonium</u> sp.	*	*	*	*
<u>Pediastrum simplex</u> var. <u>simplex</u> (Meyen) Parra-Barrien.		*		
<u>Rhizoclonium</u> sp.			*	*
<u>Spirogyra</u> sp. 1		*		
<u>Spirogyra</u> sp. 2	*	*	*	*
<u>Spirogyra</u> sp. 3			*	*
<u>Staurastrum arctiscon</u> (Ehrenberg) Lund var. <u>glabrum</u>		*		
<u>Zygnema</u> sp. 1			*	
<u>Zygnema</u> sp. 2		*		
DIVISION PYRRHOPHYTA				
<u>Peridinium gatunense</u> Nygaard in Ostenfeld & Nygaard		*		
DIVISION CHROMOPHYTA				
CLASE BACILLARIOPHYCEAE				
<u>Achnanthes affinis</u> Grunow		*	*	*
<u>Achnanthes inflata</u> (Kützing) Grunow			*	
<u>Achnanthes</u> sp.				*
<u>Actinocyclus normanii</u> (Gregory ex Greville) Hustedt	*		*	
<u>Actinocyclus normanii</u> (f. <u>subsalsus</u>) (sensu Krammer, Lange-Bertalot)				*
<u>Amphipleura lindheimerii</u> Grunow	*	*		*
<u>Amphipleura pellucida</u> (Kützing) Kützing	*		*	*
<u>Amphora libyca</u> Ehrenberg	*	*	*	*
<u>Amphora ovalis</u> (Kützing) Kützing			*	
<u>Amphora</u> sp.			*	
<u>Campylodiscus hibernicus</u> Ehrenberg				*
<u>Capantogramma crucicula</u> (Grunow ex Cleve) Ross	*	*		*
<u>Cocconeis pediculus</u> Ehrenberg	*	*	*	*
<u>Cocconeis placentula</u> Ehrenberg var. <u>placentula</u>	*	*	*	*
<u>Cocconeis placentula</u> var. <u>euglypta</u> (Ehrenberg) Cleve	*		*	
<u>Cocconeis placentula</u> var. <u>lineata</u> (Ehren.) Van Heurck	*		*	
<u>Cyclotella meneghiniana</u> Kützing	*	*	*	*
<u>Cyclotella stelligera</u> Cleve & Grunow		*		
<u>Cymbella affinis</u> Kützing				*
<u>Cymbella cymbiformis</u> Agardh	*		*	*
<u>Cymbella delicatula</u> Kützing			*	
<u>Cymbella gracilis</u> (Ehrenberg) Kützing	*	*	*	*

Continuación Tabla 1

<i>Cymbella laevis</i> Wägeli	*	*	*
<i>Cymbella lunata</i> W. Sm.			*
<i>Cymbella mexicana</i> (Ehrenberg) Cleve		*	
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst		*	
<i>Cymbella minuta</i> var. <i>silesiaca</i> (Bleis. ex Rabenh.) Reim.		*	
<i>Cymbella muellerii</i> Hustedt	*	*	*
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	*	*	*
<i>Cymbella</i> sp. 1			*
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck		*	*
<i>Denticula elegans</i> Kützing	*	*	*
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	*	*	*
<i>Diploneis modica</i> Hustedt		*	*
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	*	*	*
<i>Eunotia</i> sp.	*	*	*
<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot	*	*	*
<i>Fragilaria gouldardi</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	*	*	*
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>	*	*	*
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	*	*	*
<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow		*	
<i>Gomphonema pseudoaurum</i> Lange-Bertalot	*	*	*
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	*	*	*
<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	*	*	*
<i>Gyrosigma spencerii</i> (Quekett) Griffith & Henfrey	*		
<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites ex W. Sm.		*	*
<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grunow		*	
<i>Melosira</i> sp.			*
<i>Navicula crucicula</i> (W. Smith) Donkin	*	*	
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		*	
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing		*	*
<i>Navicula pseudotuscula</i> Hustedt	*		
<i>Navicula pupula</i> Kützing		*	*
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	*	*	*
<i>Navicula radiosa</i> var. <i>tenella</i> (Bréb. ex Kützing) Grunow	*		
<i>Navicula</i> sp. 1			*
<i>Navicula</i> sp. 2		*	*
<i>Navicula</i> sp. 3			*
<i>Navicula</i> sp. 4			*
<i>Navicula</i> sp. 5			*
<i>Navicula</i> sp. 6		*	*
<i>Navicula</i> sp. 7		*	
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		*	*
<i>Nitzschia sinuata</i> W. Smith		*	
<i>Nitzschia</i> sp. 1	*	*	*
<i>Nitzschia</i> sp. 2		*	*
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	*	*	
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Rabenhorst	*	*	*
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	*		

Continuación Tabla 1

<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	*		
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> Kützing H. & M. Pera.	*	*	
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg			*
<i>Surirella acuminata</i> Hustedt	*		*
<i>Surirella bifrons</i> Ehrenberg		*	*
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	*	*	
<i>Surirella robusta</i> Ehrenberg	*	*	*
<i>Surirella</i> sp.	*		
<i>Surirella spiralis</i> Kützing			*
<i>Synedra ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Grunow	*		*
<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) Van Heurck		*	
<i>Synedra ulna</i> var. <i>subaequalis</i> (Grunow) Van Heurck		*	
<i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	*		*
CLASE XANTOPHYCEAE			
<i>Vaucheria</i> sp.		*	*

Notación para localidades: A - Nacimiento del Salto, B - El Salto, C - El Meco, D - Micos.

* - Presencia

Se reconocieron 14 formas de crecimiento distintas (tabla 2), caracterizadas cada una por presentar especies estructurales y especies acompañantes particulares (cuadro 5). Las formas de crecimiento más comunes, fueron los mechones de filamentos filiformes y masas de filamentos flotantes, los primeros estuvieron constituidos por especies como *Lyngbya majuscula*, *Cladophora glomerata* acompañadas por especies como *Scytonema cincinnatum*, *Thorea riekei* y musgos. *Cladophora glomerata*, es una especie dominante en condiciones lóaticas, formando parte de mechones de filamentos filiformes; y los segundos por especies del orden Zygnematales como *Spirogyra* sp. 1, *Mougeotia scalaris*, *Mougeotia viridis*. (cuadro 5 y 9).

Tabla 2. Descripción de formas de crecimiento del presente estudio

Cesped; formado por filamentos cortos que crecen verticalmente y compactos entre ellos sobre las rocas.

Colchón; formado por filamentos cortos, firmemente adheridos al sustrato, con crecimiento predominantemente horizontal. De textura esponjosa.

Costra; son crecimientos epilíticos, que se encuentran firmemente adheridas al

Continuación Tabla 2

sustrato, para desprenderlas de las rocas necesitamos de una espátula. Su textura es rugosa.

Crecimiento de *Chara*; agrupaciones de un conjunto de talos de *Chara*, que se encuentran preferentemente en condiciones lénticas, con poco flujo de corriente.

Domos; formado por filamentos cortos y compactos, que crecen radialmente.

Filamentos plumulosos; filamentos con bastante ramificación, adheridos a sustrato (como *Batrachospermum*).

Masa de filamentos flotante; formada por filamentos que se desprenden del sustrato y permanecen flotando en condiciones lénticas.

Mechones; agrupación de filamentos. Pueden ser ramificados o no.

Mechones de filamentos filiformes; agrupación de filamentos con forma de "hilo".

Nata planctónica; formada por crecimientos filamentosos sobre los que crece una comunidad metafitica, que se encuentran flotando en la superficie del cuerpo de agua.

Nata sumergida de habitat epipélico; similar a la nata planctónica, con la diferencia, que se encuentra adherida al sustrato ligeramente.

Película; no se distingue una trama filamentosa a primera vista, aunque microscópicamente podamos observar los filamentos. Se manifiesta como "piel" que cubre las rocas. Su textura por lo general es suave.

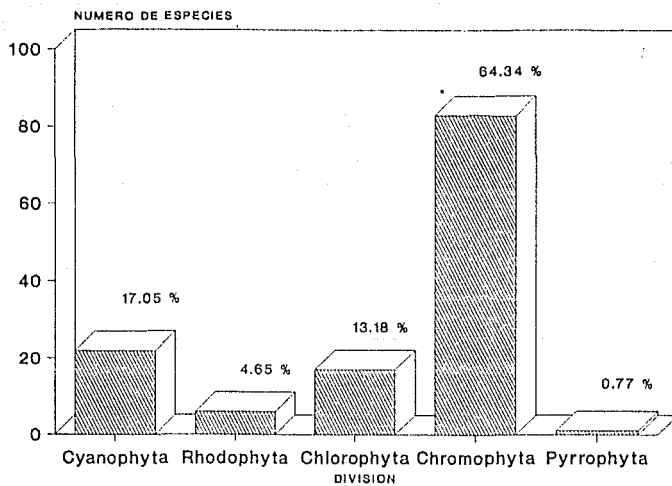
Tapetes; formado por filamentos compactos, cortos.

Tufos; crecimiento con organización filamentosa radial sin una matriz común, firmemente adherida al sustrato de forma predominantemente vertical.

En condiciones lólicas predominaron los mechones de filamentos filiformes y tapetes. Las formas de crecimiento con mayor diversidad fueron los mechones de filamentos filiformes y mechones, con especies principalmente de tipo epífiticas como acompañantes.

En condiciones lénticas, las masas de filamentos flotantes y natas planctónicas, estas últimas con mayor diversidad, formadas por especies filamentosas estructurales y comunidades metafiticas acompañantes.

Fig. 2 Especies del río El Salto



Cuadro 4. Distribución de formas de crecimiento en las localidades de estudio

FORMA DE CRECIMIENTO	A		B		C		D	
	1	2	1	2	1	2	1	2
CESPED								*
COLCHON CONSTANTE	*	*						*
COSTRA	*		*		*			*
CRECIMIENTO DE <u>Chara</u>			*					
DOMOS					*			
FILAMENTOS PLUMULOSOS		*			*			*
MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE			*	*				*
MECHONES	*				*			
MECHONES DE FILAMENTOS	*	*	*	*	*			
FILIFORMES								
NATA PLANCTONICA			*	*	*			
NATA SUMERGIDA DE HABITAT			*	*	*			
EPIPELICO								
PELICULA	*				*			
TAPETES	*	*	*	*	*			*
TUFOS	*		*		*			*

Notación: A-Nacimiento del Salto, B-El Salto, C-El Meco, D-Micos.
1 - Epoca de secas, 2 - Epoca de lluvias

En cuanto a la distribución espacial de las formas de crecimiento algales, se reconocieron 5 ambientes fisiográficos que son: rápidos, cascadas, manantiales, pozas y remansos. Dentro de cada uno de ellos además de las formas de crecimiento presentes, se hicieron sectorizaciones en términos de condiciones tales como sustrato, iluminación y velocidad de corriente. No todos presentan los mismos ambientes. Existen diferencias entre los ambientes generales y los ambientes dentro de estos (microambientes), ya que en los primeros domina una fisiografía mas o menos definida y delimitable que se puede sectorizar facilmente a los ojos del observador, utilizando uno o pocos criterios ambientales, en los segundos se presenta una mayor heterogeneidad que se refleja en la diversidad de formas de crecimiento.

Cuadro 5. Especies que determinan cada forma de crecimiento en las cuatro localidades

NACIMIENTO DEL SALTO		
REMANSO		
COLCHON CONSTANTE	TAPETE	
E <u>Lynbya majuscula</u> (PA 2589)	E <u>Phormidium</u> sp. 1 (PA 2607)	
A <u>Cocconeis placentula</u>		
A <u>Terpsinoe musica</u>		
RAPIDO		
MECHON	TAPETE	MECHONES DE FILAMENTOS
FILIFORMES		
E <u>Lynbya majuscula</u> (PA 2590)	E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2592)	Musgo (PA 2593)
A <u>Cocconeis placentula</u>	E <u>Lynbya majuscula</u>	E <u>Lynbya majuscula</u>
	A <u>Xenococcus hillel</u>	E <u>Scytonema cinnamatum</u>
E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2595)	A <u>Terpsinoe musica</u>	
E <u>Lynbya majuscula</u>		E <u>Lynbya</u> sp. 1 (PA 2600)
		E <u>Lynbya majuscula</u>

Continuación Cuadro 5

MANANTIAL			
TUFOS		COSTRA- IRREGULAR	
E <u>Lynbya</u> <u>maiuscula</u> (PA 2596)		E <u>Hildenbrandia</u> <u>rivularis</u> (PA 2601)	
CANTOS RODADOS			
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES			
Musgos (PA 2606)	Musgos (PA 2605)	E <u>Thorea</u> <u>riekei</u> (PA 2604)	E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u> (PA 2603)
E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u>	E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u>	E <u>Lynbya</u> <u>maiuscula</u>	E <u>Thorea</u> <u>riekei</u>
E <u>Thorea</u> <u>riekei</u>	E <u>Thorea</u> <u>riekei</u>	Musgos	A <u>Oedogonium</u> sp.
A <u>Spirogyra</u> sp. 2		E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u>	A <u>Lynbya</u> sp. 1
A <u>Oedogonium</u> sp.		A <u>Spirogyra</u> sp. 1	
A <u>Composopogon</u> sp.		A <u>Oedogonium</u> sp.	

Notación: E - Estructural, A - Acompañante

Continuación Cuadro 5

EL SALTO

POZA			
MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE		NATA SUMERGIDA DE HABITAT EPIPELICO	
E <u>Mougeotia</u> <u>scalaris</u> (PA 2666)		E <u>Mougeotia</u> <u>viridis</u> (PA 979)	E <u>Mougeotia</u> <u>viridis</u> (PA 981)
E <u>Spirogyra</u> sp. 1		E <u>Lynbya</u> sp. 2	E <u>Zygnema</u> sp. 1
E <u>Spirogyra</u> sp. 2		A <u>Sirogonium</u> sp.	A <u>Zygnema</u> sp. 2
A <u>Oedogonium</u> sp.			
		E <u>Mougeotia</u> <u>viridis</u> (PA 980)	
		E <u>Spirogyra</u> sp. 1	
		A <u>Sirogonium</u> sp.	

Continuación Cuadro 5

EL MECO

ZONA DE CASCADA		MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	
COSTRA REGULAR			
E <u>Plectonema</u> <u>tomasinianum</u> (PA 2639)		E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u> (PA 2640)	
E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u>			
POZA			
NATA		MECHONES (Suaves)	
E <u>Phormidium</u> sp. (PA 2645)		E <u>Vaucheria</u> sp. (PA 2663)	E <u>Spirogyra</u> sp. 1 (PA 2654)
		E <u>Rhizoclonium</u> sp.	E <u>Mougeotia</u> <u>scalaris</u>
		E <u>Spirogyra</u> sp. 1	
		A <u>Microcoleus</u> <u>paludosus</u>	
		A <u>Lynbya</u> <u>maiuscula</u>	
		A <u>Lynbya</u> sp. 1	
		A <u>Composopogon</u> sp.	
RAPIDO			
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES			
E <u>Thorea</u> <u>riekei</u> (PA 2647)		E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u> (PA 2648)	E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u> (PA 2650)
A <u>Homoeothrix</u> <u>juliana</u>		E <u>Mougeotia</u> <u>viridis</u>	E <u>Lynbya</u> sp. 1
		E <u>Spirogyra</u> sp. 1	A <u>Composopogon</u> sp.
		E <u>Chroodactylon</u> <u>ramosum</u> (PA 2656)	E <u>Vaucheria</u> sp. (PA 2660)
PLATAFORMA			
MECHONES PLUMULOSOS		TUFOS	
E <u>Cladophora</u> <u>glomerata</u> (PA 2651)		E <u>Coleodermium</u> <u>wrangeli</u> (PA 2653)	
E <u>Lynbya</u> sp. 1			

Notación: E - Estructural, A - Acompañante

MICOS

REMANSO		
FILAMENTOS PLUMULOSOS		
E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2668)	TUFOS	E <u>Audouinella</u> sp. (PA 2693)
E <u>Batrachospermum globosporum</u> (PA 2673)	E <u>Cladophora glomerata</u>	E <u>Vaucheria</u> sp. (PA 2687)
A <u>Lynbya</u> sp. 1	A <u>Lynbya</u> sp. 1	A <u>Lynbya</u> sp. 1
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES		
E <u>Thorea riekei</u> (PA 2674)	E <u>Vaucheria</u> sp. (PA 2677)	
E <u>Cladophora glomerata</u>	E <u>Spirogyra</u> sp.1	
A <u>Audouinella</u> sp.	E <u>Spirogyra</u> sp.2	
	A <u>Compsopogon</u> sp.	
	A <u>Lynbya</u> sp. 1	
	A <u>Stichosiphon filamentosus</u>	
POZA		
CESPED		
E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2679)	TAPETE	MECHON
A <u>Audouinella</u> sp.	E <u>Phormidium</u> sp. 1 (PA 2685)	E <u>Compsopogon</u> sp. (PA 2698)
A <u>Compsopogon</u> sp.	A <u>Merismopedia glauca</u>	E <u>Cladophora glomerata</u>
A <u>Xenococcus willei</u>	E <u>Phormidium</u> sp. 1 (PA 2699)	E <u>Vaucheria</u> sp.
	E <u>Cladophora glomerata</u>	A <u>Audouinella</u> sp.
		A <u>Spirogyra</u> sp. 1
		A <u>Lynbya majuscula</u>
RAPIDO		
MECHONES		
E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2690)	COSTRA	
A <u>Audouinella</u> sp.	E <u>Audouinella</u> sp. (PA 2694)	
E <u>Rhizoclonium</u> sp. (PA 2691)	E <u>Lynbya</u> sp. 1	
E <u>Cladophora glomerata</u>	A <u>Rhizoclonium</u> sp.	
	A <u>Homoeothrix juliana</u>	

Notación: E - Estructural, A - Acompañante

Las localidades con mayor número de formas de crecimiento evidentes, por ejemplo el Nacimiento del Salto (cuadro 5), presentan una mayor diversidad de condiciones fisiográficas, como son: rápidos, manantiales, rocas emergentes, playas de cantos rodados.

Con el fin de analizar los cambios en las formas de crecimiento en las dos épocas del año (secas-lluvias), se presentan los resultados entre las localidades Nacimiento del Salto y El Salto.

Las formas de crecimiento que se mantienen en ambas épocas del año para la localidad Nacimiento del Salto son: mechones de filamentos filiformes y tapetes, ambas pertenecientes a rápidos de río. En la localidad El Salto, las formas de crecimiento que se mantienen en ambas épocas son: masa de filamentos flotantes.

En el cuadro 6, se muestran las formas de crecimiento por localidad y época del año; en el cuadro 7 y 8, se observa la distribución de formas de crecimiento por ambiente y época del año en cada localidad; en el cuadro 9, se muestran las especies que determinan cada forma de crecimiento.

Cuadro 6. Formas de crecimiento por localidad y época del año

LOCALIDAD	FORMA DE CRECIMIENTO ALGAL	pH	TEMPERATURA DEL AGUA °C	ALTITUD (msnm)
NACIMIENTO DEL SALTO				500
EPOCA DE SECAS	Colchón, Mechones, Tapetes Mechones de filamentos filiformes, Tufos, Película, Costra.	7.0	25.5	
EPOCA DE LLUVIAS	Mechones de filamentos fili- formes, Tapete, Colchón, Filamentos plumulosos.			
EL SALTO				400
EPOCA DE SECAS	Nata sumergida de habitat epipélico, Masa de filamentos flotante, Crecimiento de <u>Chara</u> .	6.0	26	
EPOCA DE LLUVIAS	Masa de filamentos flotante, Mechones de filamentos filiformes, Mechon, Nata planctónica.	7.2 6.5 7.0	22 27 * 28 *	

* Vado

Cuadro 7. Formas de crecimiento por ambiente en la localidad Nacimiento del Salto

FORMA DE CRECIMIENTO	RAPIDO	MANANTIAL	CANTOS RODADOS	RECCO
EPOCA DE SECAS				
COLCHON		*		
MECHONES	*			
TAPETES	*			*
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	*		*	*
TUFOS	*	*		
PELICULA	*			
COSTRA		*	*	
EPOCA DE LLUVIAS				
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	*			
TAPETE	*			
COLCHON	*			
FILAMENTOS PLUMULOSOS	*			

Cuadro 8. Formas de crecimiento por ambiente en la localidad El Salto

FORMA DE CRECIMIENTO	CASCADA	POZA	RIO	REMANSO	CHARCO
EPOCA DE SECAS					
NATA SUMERGIDA DE HABITAT		*			
EPIPELICO					
MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE		*			*
CRECIMIENTO DE <u>Chara</u>		*			
EPOCA DE LLUVIAS					
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	*				
MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE			*		
MECHON	*				
NATA PLANCTONICA				*	*

Cuadro 9. Especies que determinan cada forma de crecimiento

FORMA DE CRECIMIENTO	NACIMIENTO DEL SALTO	EL SALTO
EPOCA DE SECAS		
COLCHON	E <u>Lynqbya majuscula</u>	
MECHONES	E <u>Lynqbya majuscula</u> (PA 2590) E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2595) A <u>Lynqbya</u> sp.	
TAPETES	E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2592) A <u>Lynqbya majuscula</u> E <u>Phormidium</u> sp. (PA 2607)	
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	E <u>Lynqbya majuscula</u> (PA 2593) A <u>Scytonema cincinnatum</u> A Entrelazados con musgos E <u>Lynqbya</u> sp. (PA 2600) A <u>Lynqbya majuscula</u> E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2605) A <u>Thorea riekei</u> A Entrelazados con musgos E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2606) A Entrelazados con musgos E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2608)	
TUFOS	E <u>Lynqbya</u> sp.	
PELICULA	E <u>Oscillatoria</u> sp.	
COSTRA	E <u>Hildenbrandia rivularis</u> (PA 2601) E <u>Calothrix</u> sp. (PA 2602)	
NATA SUMERGIDA DE HABITAT EPIPELICO		E <u>Mougeotia viridis</u> (PA 979) A <u>Lynqbya</u> sp. A <u>Sirogonium</u> sp. E <u>Mougeotia viridis</u> (PA 980) E <u>Spirogyra</u> sp. 1 A <u>Sirogonium</u> sp. A <u>Mougeotia viridis</u> (PA 981) A <u>Zygnema</u> sp. 1 A <u>Zygnema</u> sp. 2

Continuación Cuadro 9

MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE		E <u>Spirogyra</u> sp. 1 (PA 983) A <u>Sirogonium</u> sp. E <u>Zygonema</u> sp. 1 (PA 984) E <u>Zygonema</u> sp. 2
CRECIMIENTO DE <u>Chara</u>		E <u>Chara vulgaris</u> (PA 985)
EPOCA DE LLUVIAS		
MECHONES DE FILAMENTOS FILIFORMES	E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2812) E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2813) A <u>Mougeotia</u> sp. A Entrelazados con musgos E <u>Plectonema tomasinianum</u> (PA 2821)	E <u>Spirogyra</u> sp. 1 (PA 1917)
TAPETE	E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2814) E <u>Cladophora glomerata</u> (PA 2815) A <u>Nostoc microscopicum</u>	
COLCHON	E <u>Nostoc microscopicum</u> (PA 2816)	
FILAMENTOS PLUMULOSOS	E <u>Batrachospermum intortum</u> (PA 2820)	
MASA DE FILAMENTOS FLOTANTE		E <u>Spirogyra</u> sp. 1 (PA 1916) E <u>Spirogyra</u> sp. 2 E <u>Scytonema simplex</u> (PA 1930) E <u>Tolypothrix tenuis</u> A <u>Lybbya</u> sp.
MECHON		E <u>Lybbya</u> sp. (PA 1918)
NATA PLANCTONICA		E <u>Spirogyra</u> sp. 1 (PA 1927)

Solamente se mencionan las especies que determinan cada forma de crecimiento. El número en el paréntesis indica la muestra en la que se encuentran. E - Especie estructural y A - Especie acompañante.

Se obtuvieron índices de similitud (S) de Jaccard menores de $S=50$ durante la comparación ficoflorística total entre localidades, lo cuál nos habla de una similitud baja entre especies en las cuatro localidades.

A nivel de división la comparación entre localidades produjo sólo cuatro valores por arriba del $S=50$:

- Nacimiento del Salto-Micos $S=60$ Rodofitas; Nacimiento del Salto-Micos $S=57$ Clorofitas; Meco-Micos $S=70$ Clorofitas y Meco-Micos $S=51$ Diatomeas.

Para fines comparativos, en el cuadro 2 se muestran datos químicos de las cuatro localidades considerando varias épocas. En el apéndice 2 se muestra la matriz de datos en términos de presencia-ausencia para calcular el coeficiente de Jaccard, para las cuatro localidades en relación a la lista ficoflorística total, y la matriz de datos de presencia-ausencia a nivel de división.

En el cuadro 10, se presentan los valores de los coeficientes de Jaccard totales y por división. Se presentan los dendrogramas obtenidos con ANACOM (1991) y NTSYS-PC (1990) (Fig. 3).

Cuadro 10. Resultados del coeficiente de Jaccard (S)

TODAS LAS ESPECIES

A B C D

1			
24	1		
44	27	1	
40	27	49	1

DIVISION CYANOPHYTA

A B C D

1			
15	1		
12	0	1	
21	8	31	1

DIVISION CHLOROPHYTA

A B C D

1			
14	1		
40	29	1	
57	19	70	1

DIVISION RHODOPHYTA

A B C D

1			
0	1		
40	0	1	
60	0	40	1

DIVISION CHROMOPHYTA

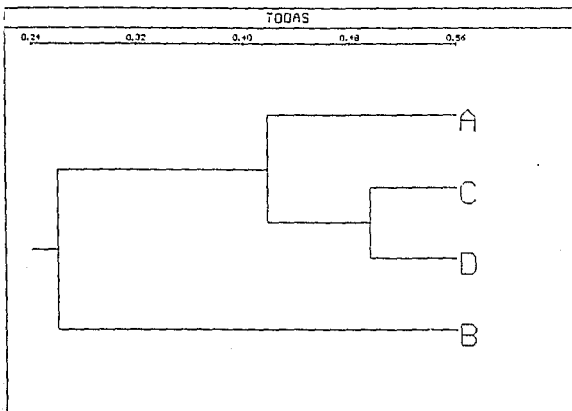
A B C D

1			
29	1		
53	34	1	
40	35	51	1

Notación: A-Nacimiento del Salto, B-El Salto, C-El Meco, D-Micos

Fig. 3 DENDROGRAMAS OBTENIDOS CON EL
COEFICIENTE DE JACCARD
(LOCALIDADES)

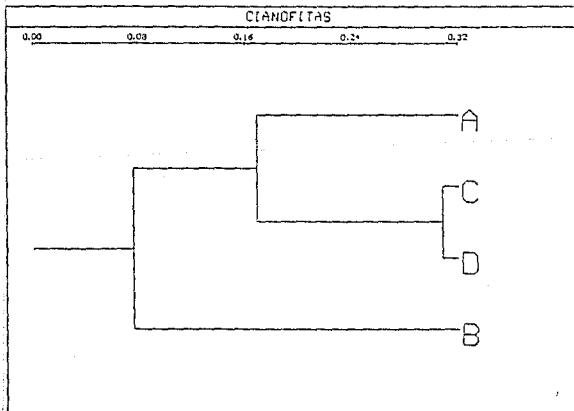
A



COEFICIENTES DE JACCARD (TODAS LAS ESPECIES)
+ = 1.00000, - = 0.00000
3 4L 4L 0

A	1.0000000			
B	0.2365591	1.0000000		
C	0.4382022	0.2718447	1.0000000	
D	0.3977273	0.2727273	0.4946237	1.0000000
	A	B	C	D

B



COEFICIENTES DE JACCARD (CIANOFITAS)
+ = 1.00000, - = 0.00000
3 4L 4L 0

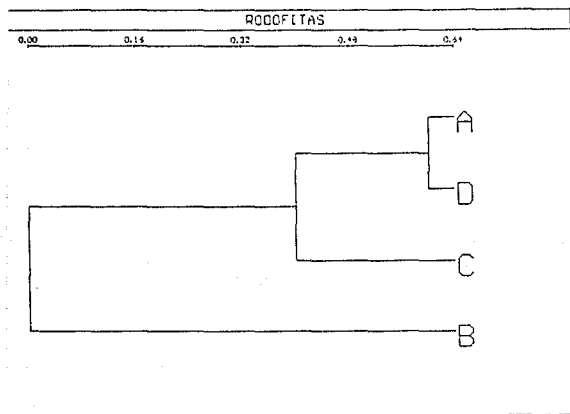
A	1.0000000			
B	0.1538462	1.0000000		
C	0.1250000	0.0000000	1.0000000	
D	0.2142857	0.0769231	0.3076923	1.0000000
	A	B	C	D

Localidades de estudio:
A - Nacimiento de El Salto
B - El Salto
C - El Meco
D - Micos

A - Similitud de todas las especies por localidad
B - Similitud de Cianofitas por localidad

Continuación Fig. 3 DENDROGRAMAS OBTENIDOS CON EL
COEFICIENTE DE JACCARD
(LOCALIDADES)

C



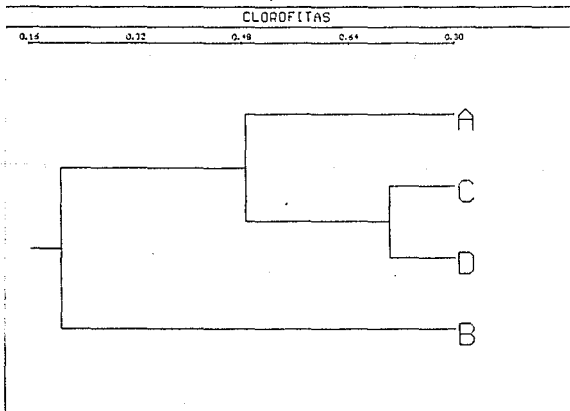
COEFICIENTES DE JACCARD (RODOFITAS)

+ = 1.00000, -= 0.00000

3 4L 4L 0

A	1.0000000			
B	0.0000000	1.0000000		
C	0.4000000	0.0000000	1.0000000	
D	0.6000000	0.0000000	0.4000000	1.0000000
	A	B	C	D

D



COEFICIENTES DE JACCARD (CLOROFITAS)

+ = 1.00000, -= 0.00000

3 4L 4L 0

A	1.0000000			
B	0.1428571	1.0000000		
C	0.4000000	0.2941176	1.0000000	
D	0.5714286	0.1875000	0.7000000	1.0000000
	A	B	C	D

Localidades de estudio:

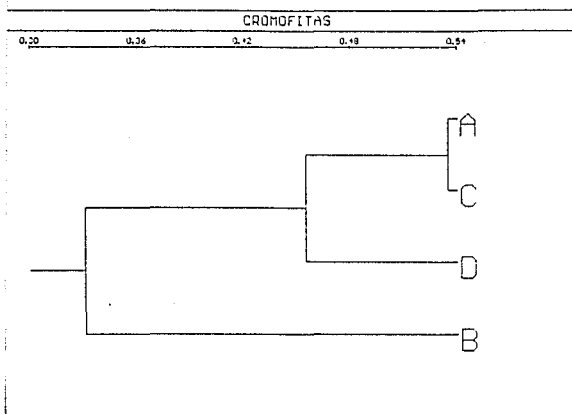
- A - Nacimiento de El Salto
- B - El Salto
- C - El Meco
- D - Micos

C - Similitud de Rodofitas por localidad

D - Similitud de Clorofitas por localidad

Continuación Fig. 3 DENDROGRAMAS OBTENIDOS CON EL
COEFICIENTE DE JACCARD
(LOCALIDADES)

E



COEFICIENTES DE JACCARD (CROMOFITAS)

+ = 1.00000, - = 0.00000

3 4L 4L 0

A 1.0000000

B 0.2950820 1.0000000

C 0.5344828 0.3432836 1.0000000

D 0.4032258 0.3538462 0.5076923 1.0000000

A

B

C

D

Localidades de estudio:

A - Nacimiento de El Salto

B - El Salto

C - El Meco

D - Micos

E - Similitud de Cromofitas por localidad

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La predominancia de clorofitas y formas filamentosas, son las comunidades macroalgales de corriente típicas a través del mundo (Whitton, 1975; Sheath y Burkholder, 1985 En: Sheath *et al.*, 1986). En el presente estudio podemos ver (Fig. 2), una predominancia del grupo de las diatomeas, seguida por cianofitas y clorofitas. Esto es contrastante con lo citado anteriormente, existe una diferencia en términos proporcionales de la presencia de los taxa. Hay que hacer notar, que cuando se colecta en el campo, las formas de crecimiento mas evidentes en los ríos de la Huasteca son formas filamentosas, que estan constituidas por especies de la división Cholorophyta, Rhodophyta y Cyanophyta.

En esta región tropical, las especies filamentosas son las evidentes, pero cabe aclarar que en el presente estudio, se trabajo de forma intensiva a las diferentes formas de crecimiento, por lo que se encontraron una gran cantidad de especies microscópicas (diatomeas y cianofitas), que se encuentran epífitas sobre las especies filamentosas evidentes.

Para trabajar a las diatomeas, se requiere de una serie de técnicas que posibiliten la observación de las células, y estos son problemas metodológicos a los que uno se enfrenta, y no todos los trabajos abarcan estos grupos por lo mismo. Esto puede ser la razón, de que en el presente estudio, la proporción de las diatomeas sea mayor.

Los trabajos citados al principio de la discusión, son realizados con objetivos biogeográficos, por lo que la aproximación es general y se pierde información particular, esto puede ser otra razón de dicha diferencia. En el trabajo de Sheath y Cole (1992), acerca de la Biogeografía de macroalgas de corrientes en Norteamérica, reportan un total de 259 taxa infragenéricos; en el presente estudio obtuvimos sólo en un sistema hidrológico 129 taxa infragenéricos (49.80 %), lo que nos deja ver que esta diferencia seguramente tiene que ver con las intensidades de los trabajos, mientras que en el primero se utiliza mucha información de tipo bibliográfica, y su integración es a nivel Biogeográfico, en el presente se trata de un estudio de tipo intensivo, bajo la concepción de flora dinámica, que considera el análisis de la flora típica de los ambientes algales, y su integración es a nivel ecológico.

Las características químicas del agua (temperatura, pH, conductividad) del sistema hidrológico El Salto son homogéneas (cuadro 2), por lo que se trata de una región definida y delimitada en términos de sus características como el sustrato, el clima y la composición química de sus ríos. Por tanto, las diferencias a nivel de floras mostradas en el presente estudio del sistema hidrológico, están relacionadas con un cierto conjunto de condiciones ambientales, como son iluminación, tipo de sustrato, velocidad de corriente, que provocan la manifestación diferencial de las comunidades que se refleja en las formas de crecimiento.

En el trabajo de Sheath y Cole (1992), reportan como formas morfológicas más comunes en los ríos estudiados a las matas, colonias gelatinosas y filamentos gelatinosos; en este estudio las formas de crecimiento evidentes fueron: en condiciones lóxicas los mechones de filamentos filiformes, y en condiciones lénticas las masas de filamentos flotantes.

Nuestra aproximación teórico-metodológica bajo la concepción de flora dinámica en este estudio, son las formas de crecimiento. A continuación se presenta el análisis de resultados.

Nacimiento del Salto

Si comparamos la composición específica que determina las formas de crecimiento (cuadro 9) para el ambiente rápido (cuadro 7) en relación a las épocas del año para el Nacimiento del Salto, son: mechones de filamentos filiformes que en época de secas, están caracterizados por *Lyngbya majuscula*, *Scytonema cincinnatum* y Musgos (PA 2593); *Lyngbya* sp. y *Lyngbya majuscula* (PA 2600); y por último *Cladophora glomerata*, *Thorea riekei* y Musgos (PA 2605). En época de lluvias, los mechones de filamentos filiformes están caracterizados por *Cladophora glomerata* (PA 2812); *Cladophora glomerata*, *Mougeotia* sp. y Musgos (PA 2813); y por último *Plectonema tomasinianum* (PA 2821).

La composición específica que determinan a los mechones de filamentos filiformes, varía en la misma época, así como entre ellas. Sólo la presencia de *Cladophora glomerata*, como un elemento importante en la caracterización de la forma de crecimiento, se mantiene en ambas, aunque no así sus especies acompañantes.

Cabe mencionar que la presencia de formas de crecimiento en otros ambientes en la época de secas en esta localidad (cuadro 7), no se presentan en lluvias, esto porque durante las lluvias el volumen de agua en el río aumenta considerablemente, provocando que los ambientes (manantiales, remansos, cantos rodados) varíen y las formas de crecimiento que en época de secas se presentaron, desaparecen.

El Salto

Las masas de filamentos flotante, están caracterizadas en época de secas por *Spirogyra* sp. 1, *Sirogonium* sp. (PA 983); y *Zygnema* sp. 1, y *Zygnema* sp. 2 (PA 984). Para la época de lluvias, están caracterizadas por *Spirogyra* sp. 1, y *Spirogyra* sp. 2 (PA 1916); *Scytonema simplex*, *Tolypothrix tenuis* y *Lygbya* sp. (PA 1930) (cuadro 9). En esta comparación el único elemento en común es *Spirogyra* sp. 1, aunque en (PA 983) se colectó en una poza, mostrando un color verde pasto, textura mucilaginoso, abundancia relativa (4, en una escala de 1 a 5), y con forma de vida planctónica y litofítica; en (PA 1916) se encontró en la corriente del río en zonas protegidas, pozas y zonas de salpicadura, con un color verde limón, textura aspera, abundancia relativa (5), y con forma de vida epifítica y litofítica.

Estos cambios, que están relacionados en la composición de especies, afectan de manera importante el aspecto del crecimiento visible, al cual se ha denominado forma de crecimiento.

La distribución de las formas de crecimiento en las algas, nos habla de la diversidad microambiental. En otras palabras, la variación espacial es explicada por la diversidad de formas de crecimiento.

En relación a la presencia de asociaciones algales entre especies constituyentes de las formas de crecimiento tenemos: los mechones de filamentos filiformes presentes en los cantos rodados en zona de flujo de corriente de la localidad Nacimiento del Salto (cuadro 5), tienen como especies estructurales que presentan consistencia en cuanto a su presencia en cuatro muestras en esas condiciones, a *Cladophora glomerata* y *Thorea rieckii*. En El Salto, *Mougeotia scalaris* y *Spirogyra* sp. 1, se presentan en masa de filamentos flotante y nata sumergida de hábitat epipélico, en dos épocas de secas creciendo en pozas. Estas formas de crecimiento

en su origen son las mismas, pues las masas flotantes en algún momento de su desarrollo se encuentran fijadas al sustrato, y adquieren la característica de flotante al momento de desprenderse. En el Meco no se observa alguna asociación consistente, quizás no se observe debido a que sólo es una colecta, sin embargo, podemos que en ambiente rápido se presentan mechones de filamentos filiformes, uno caracterizado por *Thorea riekei* y otros dos por *Cladophora glomerata*, que son especies que se encuentran juntas en la localidad Nacimiento del Salto creciendo en cantos rodados y en la misma forma de crecimiento, en este sentido, para determinar si se trata de una asociación, se necesita analizar colectas en época de lluvias del Meco. Si esto fuera cierto, estaríamos hablando de una asociación presente en una misma forma de crecimiento en dos localidades diferentes bajo condiciones ambientales similares. Esta última observación, se puede analizar en la localidad Micos, donde se presentan en los mechones de filamentos filiformes *Thorea riekei* y *Cladophora glomerata*, creciendo en un remanso con flujo de corriente suave.

Como una conclusión importante, tenemos que los cambios que están relacionados en la composición y proporción de especies afectan de manera importante tanto el aspecto del crecimiento visible, al cual se ha denominado forma de crecimiento como al de la comunidad.

- Podemos tener las mismas formas de crecimiento en dos sitios, y no necesariamente van a estar formadas por las mismas especies estructurales ni acompañantes. Esto nos muestra que existe una variación microambiental (cuadro 5 y 9).

La intención de trabajar con formas de crecimiento dentro de una región, es importante porque nos permite reconocer asociaciones, estas nos reflejan un conjunto tanto de especies como de factores ambientales en coincidencia, y se puede construir con base en dichos resultados el microambiente, determinado por la relación antes mencionada.

Con el conocimiento generado de la observación de muchos tiempos y espacios de las formas de crecimiento en las algas, podemos predecir la presencia de un cierto conjunto de especies si conocemos los parámetros ambientales o viceversa. Para ello es necesario continuar con el planteamiento de estudios de la ficoflora

típica, y con el conocimiento conjunto de la taxonomía y distribución de las especies tropicales.

El que se obtuvieran valores menores de $S = 50$ % entre todas las especies en las cuatro localidades del sistema hidrológico (cuadro 10), nos refleja poca similitud, esto es debido a que estamos comparando especies que se encuentran formando parte de diferentes formas de crecimiento, bajo diferentes condiciones ambientales, guardando las escalas, es como si se comparara un desierto con un bosque, con una selva.

En relación al análisis de similitud a nivel de división, se obtuvieron cuatro valores por arriba del $S = 50$:

- Nacimiento del Salto-Micos $S = 60$ en las Rodofitas; Nacimiento del Salto-Micos $S = 57$ en las Clorofitas; Meco-Micos $S = 70$ en las Clorofitas y Meco-Micos $S = 51$ en las Diatomeas.

Nacimiento del Salto-Micos

Estas dos localidades están más lejanas geográficamente en el sistema hidrológico, tienen en similitud especies de las cuatro divisiones, presentando el índice más alto en las Rhodophyta ($S = 60$) formado por especies como *Audouinella* sp., *Compsopogon* sp. y *Thorea riekei*, estas dos últimas importantes dentro del sistema en condiciones lólicas. Las especies en común de la división Chlorophyta ($S = 57$), son *Cladophora glomerata*, *Cosmarium* sp. 1, *Cosmarium* sp. 2, *Oedogonium* sp., *Rhizoclonium* sp., *Spirogyra* sp. 2 y *Spirogyra* sp. 3.

El Meco-Micos

Este índice está dado por especies como *Cladophora glomerata* que es una especie con un intervalo de distribución muy amplio a nivel mundial, *Spirogyra* sp. 2 y *Spirogyra* sp. 3 que son un elemento importante a lo largo del sistema hidrológico. En relación a la división Chromophyta ($S = 0.51$), representado por especies importantes en el sistema (tabla 1). Estas dos localidades comparten condiciones de iluminación muy altas, sustrato tanto de consistencia dura (travertino) como limoso, velocidades de corriente de fuertes a moderadas, además de las características químicas del agua similares (cuadro 2).

Los resultados del coeficiente de Jaccard, hablan de la similitud (poca o mucha) entre las observaciones y las especies, en este caso localidades contra especies, no nos dice el papel que juega cada especie en relación a las demás, en términos de su abundancia, esto es un factor que tendremos que ir incorporando posteriormente, con estudios similares al que se presenta en los resultados de diatomeas (apéndice 3).

Hacia la etapa final del análisis de las agrupaciones que se muestran en los dendrogramas, es importante intentar explicar el porqué de los agrupamientos, es decir, formular hipótesis sobre las causas biológicas y metodológicas a que se deben, Crisci y López (1983).

Podemos concluir que en el trabajo con algas dulceacuólicas, más que comparar listas de especies, es fundamental comparar formas de crecimiento, con el fin de reconocer asociaciones, ya que son estas las que nos posibilitan llegar junto con el conocimiento de las condiciones ambientales, al concepto de microambiente. Esto tiene una importancia en términos comparativos cuando hacemos estudios dentro de alguna región, en este caso la Huasteca, que presentan características homogéneas como el tipo de sustrato, clima, lo que que permite definirla y delimitarla de otras regiones.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Uno de los aportes importantes del presente estudio, se encuentra en la propuesta metodológica para el trabajo con algas dulceacuólicas, vía el análisis de la información generada a nivel de la localidad, ambiente, muestra, como un planteamiento metodológico integral (apéndice 1). Esto nos permite obtener muestras y datos de manera simultánea, que tienen un diferente peso y pueden utilizarse con diferentes orientaciones, ya sean taxonómicas, al conocer las diferentes problemáticas de los grupos en estudio, ecológicas, al hacer estudios sobre la caracterización de ambientes con el conocimiento de las diferentes asociaciones en las distintas circunstancias ambientales, y a nivel biogeográfico, donde podemos gracias al conocimiento de los dos criterios anteriores, conocer y poder delimitar una región, en términos de las especies y formas de crecimiento comunes.

El análisis de las formas de crecimiento algales, nos permite conocer la relación de un conjunto de especies bajo ciertas condiciones ambientales: nos posibilita que si observamos cambios en la manifestación de las formas de crecimiento, podemos conocer la diversidad microambiental.

Un aspecto importante a considerar como resultado de este análisis florístico-ecológico, es que hay mucho trabajo por hacer, desde el punto de vista taxonómico, ecológico y biogeográfico con algas de agua dulce. Necesitamos conocer mucho aún de la biología de las especies, para ello es importante el planteamiento de estudios de tipo ecofisiológico, fenológicos, demográficos, tanto experimentales como de campo.

Para ello es importante desarrollar estudios de monitoreo en campo con períodos de tiempo cortos (semanas, meses) con el fin de observar cuestiones de estructura de comunidades, sucesión, entre otras, para lo que es necesario utilizar metodologías particulares para dichos estudios. Experimentalmente, en laboratorio, simular ciertas condiciones ambientales como velocidad de corriente, iluminación, sustrato, y obtener resultados que nos den ideas de como son los procesos de colonización y las relaciones biológicas que se establecen entre los diferentes grupos algales, aquí cabe citar los trabajos de Steinman y McIntire (1986); John, Obeng-Assamoah y Appler (1980); Obeng-Assamoah, John y Appler (1980); Hoagland, Roemer y Rosowski, (1982).

Continuar con los estudios ficoflorísticos en la región de la Huasteca, bajo la concepción de ficoflora dinámica, así como en las otras cuencas hidrológicas del país, con énfasis en aspectos ecológicos vía la flora típica. Hacer estudios intensivos de algún grupo algal o bien un ambiente particular en la región de la Huasteca.

Planteamiento de estudios que se dediquen a realizar trabajos detallados de la taxonomía de los diferentes grupos algales, buscando la interdisciplina con otras instituciones para realizar estudios de genética, microscopía electrónica, que nos ayuden a valorar desde otra perspectiva los caracteres empleados.

El problema de las especies a las cuales no se ha podido asignar un epíteto específico aún, se puede analizar a nivel de divisiones: para las especies de la división Cyanophyta, se pueden resolver algunos, aquí cabe mencionar que se

trabajo con el Dr. Komárek durante su estancia en México, y nos dimos cuenta que existe una revaloración del grupo de las Cyanophyta a nivel mundial, por lo que van a existir cambios en la ubicación de varios géneros y especies en el grupo, así como también el considerar que existen un gran número de especies nuevas (Montejano, Gold y Komárek, 1993), por ser México un país ubicado en la región neotropical y tropical del planeta, ya que la gran mayoría de las ficofloras están hechas para especies de regiones templadas.

Para las especies de la división Chlorophyta, es un problema serio debido a que para la determinación específica es necesaria la presencia de estructuras reproductoras, como en el caso de las Zygnematales, para ello, es necesario plantear estudios de tipo ecofisiológicos que consideren la realización de cultivos con el objetivo particular de conocer las historias de vida de las especies, para poder plantear soluciones a la problemática taxonómica, son trabajos colaterales al presente, que se pueden implementar ya en un futuro próximo, con la participación de estudiantes interesados en el área.

En el caso de las especies de la división Rhodophyta, existe una problemática muy similar a la que se mencionó anteriormente para el caso de las Cyanophyta, cabe citar el trabajo que realizó Carmona (1993) para la revisión del género *Audouinella* en la cuenca baja de la Huasteca Potosina.

Esta problemática planteada anteriormente, que tiene que ver con los problemas de tipo taxonómico y/o nomenclaturales existe, si nos planteamos resolver este tipo de problemas, y después abordar los aspectos de análisis distribucionales y abundancia de las especies y comunidades algales, sería un error, puesto que el desarrollo del estudio de las algas dulceacuícolas en nuestro país, tendría un avance muy lento, la opción que se propone en el presente trabajo, es el trabajar las algas bajo la concepción de la ficoflora dinámica (González-González, 1987, 1992a), donde vamos trabajando cada problemática con diferentes intensidades bajo una misma aproximación, el reconocimiento de la continuidad y el cambio.

Otra actividad importante a realizar, es la búsqueda del establecimiento de convenios interinstitucionales como el IMTA, ICMYL-UNAM, UAM-Xochimilco, etc., para realizar estudios de análisis de agua, y así incorporar información como concentraciones de fósforo, nitrógeno, nitritos, nitratos, sílice, carbonatos, etc.,

todos ellos parámetros importantes en aguas continentales por su estrecha relación con el desarrollo de las comunidades biológicas. Si estos convenios funcionan, se puede pensar en trabajos mas extensos, donde de manera coordinada se trabajen incluso diferentes grupos biológicos presentes en los ríos, lo que generaría una mejor información del sistema en cuestión.

Si bien es cierto que no es posible medir con los mismos criterios la abundancia de las distintas especies de algas en una comunidad, podemos seleccionar grupos de algas que presentan una alta diversidad en estas comunidades y además comparten alguna característica que pueda ser empleada como criterio para medir la abundancia. Las diatomeas son uno de estos grupos de algas, que han sido muy empleados en estudios ecológicos por su facilidad para cuantificarse, puesto que son organismos con un mismo nivel de organización (unicelular).

Como resultado de lo anterior, se evidenció la importancia del estudio de las diatomeas, por su gran distribución, diversidad y abundancia, en todo el sistema hidrológico del Salto. Lo anteriormente citado, dió pie al desarrollo de estudios integrales que relacionen la taxonomía, ecología y biogeografía de las diatomeas en la región de la Huasteca Potosina, que es el proyecto que se plantea para el Doctorado.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, G. O. 1954. An annotated key to the Nitelleae of North America. *Bolletín of the Torrey Botanical Club*. Vol. 81. No. 1, 35-60 pp.
- Allen, T.F.H. 1977. Scale in microscopic algal ecology: a neglected dimension. *Phycologia* 16 (3): 253-257.
- Allen, T.F.H. y S. Skagen. 1973. Multivariate geometry as an approach to algal community analysis. *Br. Phycol. J.* 8: 267-287.
- ANACOM (Sistema para el análisis de comunidades). 1991. De la Cruz, G. CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. México.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1985. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 1. Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 71 1/2 (Algalological Studies 38/39): 291-302.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 1-4 (Algalological Studies 50/53): 327-472.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 5. Stigonematales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* (Algalological Studies 59): 1-73.
- Banderas, T., A.G. 1988. Análisis de la estructura de la comunidad fitobentónica del lago El Sol, Nevado de Toluca, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 97 pp.
- Begon, M., I. Harper y J.L. Townsend. 1987. Ecology: individuals, populations and communities. Ed. Ciencias. México. 876 pp.
- Bourrelly, P. 1968. Les algues d'eau douce. Initiation à la Systematique. Les algues jaunes et brunes. N. Boubée et Cie. París. T. II. 517 pp.
- Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation à la Systematique. Les algues bleues et rouges. N. Boubée et Cie. París. T. III. 512 pp.
- Bourrelly, P. 1972. Les algues d'eau douce. Initiation à la Systematique. Les algues vertes. N. Boubée et Cie. París. T. I. 572 pp.

- Cantoral U., E. 1990. Ficoflora de ambientes lénticos de la Localidad El Salto, en la Región de la Huasteca Potosina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 139 pp.
- Cantoral U., E. y G. Montejano. 1990. Ficoflora de ambientes lénticos en la localidad El Salto, S.L.P. XI Congreso Mexicano de Botánica, Oaxtepec, Mor. Ponencia oral (615).
- Cantoral-Uriza, E.A., y G. Montejano-Zurita. 1993. Las algas de la localidad El Salto (San Luis Potosí, México), "un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes". Bol. Soc. Bot. México 53: 3-19.
- Cantoral-Uriza, E., y G. Montejano. 1993a. Variación espacial de las comunidades de Diatomeas (Bacillariophyceae) a lo largo del río El Salto, San Luis Potosí, México. III Congreso Latinoamericano de Ficología, 1a Reunión Iberoamericana de Ficología y I Congreso Mexicano de Ficología, México, D.F. Ponencia cartel.
- Cantoral U., E.A., G. Montejano, y J. Carmona. 1993. Diatomeas de ambientes lénticos en la Huasteca Potosina, México. XII Congreso Mexicano de Botánica, Mérida, Yucatán. Ponencia oral.
- Carmona J., J. 1990. Ficoflora de manantiales de la Huasteca Potosina. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 105 pp.
- Carmona J., J. 1993. Taxonomía del género *Audouinella* (Acrochaetiales: Rhodophyta) en la cuenca baja del río Pánuco, México. Tesis de Maestría en Ciencias (Biología de sistemas y recursos acuáticos). Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. (En preparación).
- Carmona J., J. y G. Montejano. 1990. Ficoflora de manantiales de la Huasteca Potosina. XI Congreso Mexicano de Botánica, Oaxtepec, Mor. Ponencia oral (616).
- Carmona J., J. y G. Montejano. 1993. Caracterización ficológica de la cuenca baja del sistema hidrológico del Pánuco, México. Bol. Soc. Bot. México 53: 21-41.
- Collado, V., L. 1989. Estudio ecológico de las algas filamentosas como un grupo funcional de la laguna de Bojorquez, Cancún. Tesis de Maestría. Colegio de Ciencias y Humanidades, Unidad Académica de los Ciclos Profesionales y

- Posgrado. ICMyL. U.N.A.M. México. 102 pp.
- Crisci, J.V. y M.F., López A. 1983. *Introducción a la teoría práctica de la Taxonomía numérica*. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 132 pp.
- Desikachary, T.V. 1959. *Cyanophyta*. Monographs on algae. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 686 pp.
- Diamond, J. y T.J. Case. 1986. *Community ecology*. Harper & Row, Publishers, New York. 665 pp.
- Díaz, B.M., A. Donaldson, M.K. Hargreaves, N.T.H. Holmes, M. K. Hughes, P.J. Say y B.A. Whitton. 1976. *A computer orientated recording system for plants in flowing water*. University of Durham. 55 pp.
- Donaldson, A. y B.A. Whitton. 1977. *Algal flora of freshwater habitats on Aldabra*. *Atoll Research Bull.* 215: 1-26.
- Ezcurra, E., P. Moreno y V. Jaramillo. 1991. *Curso de posgrado: Dinámica de comunidades*. Semestre 91-1. Centro de Ecología, U.N.A.M.
- Font Quer, P. 1985. *Diccionario de Botánica*. Editorial Labor. México. 1244 pp.
- Fott, B., y J. Komárek, 1983. *Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales*. In: Huber-Pestalozzi, G. *Das Phytoplankton des Sübwassers. Systematik und Biologie*. 7. Teil, 1. Hälfte. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, Germany. 1044 pp.
- Fremy, P. 1929. *Les myxophycées de l' Afrique Ecuatoriale Francaise*, En: Archives de Botanique. Tome III, memorie No. 2. Caen, Francia. 507 pp.
- Gardner, N.L. 1927. *New Myxophyceae from Porto Rico*. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 7: 1-144.
- García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Instituto de Geografía. U.N.A.M. 246 pp.
- Gauthier-Liévre, L. 1965. *Zygnémacées Africaines*. Weinheim Verlag Von J. Cramer. París. 210 pp. LXXIII pl.
- Geitler, L. 1932. *Cyanophyceae*. En: Rabenhorst's *Krytogamen-Flora von Deutschland*,

- Osterreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig, Germany. 1196 pp.
- Germain, H. 1981. Flore des diatomées. Diatomophycées. Société Nouvelle des éditions Boubée, Paris. 444 pp.
- Golubic, S. 1973. The relationship between Blue-green algae and carbonate deposits. En: Carr, N.G. y B.A. Whitton (Edrs.) The biology of blue-green algae. University of California Press, Berkeley and Los Angeles. 434-472 pp.
- González-González, J. 1987. Las algas de México. *Ciencias No. 9*: 16-25.
- González-González, J. 1991. Los procesos transformados y los procesos alterados: fundamentos para una teoría procesual del conocimiento biológico, *UROBOROS 1 (2)*: 45-90.
- González-González, J. 1992. Flora Ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. *Ciencias No. especial 6*: 13-33.
- González-González, J. 1992a. Estudio florístico ecológico de ambientes y comunidades algales del litoral rocoso del pacífico tropical mexicano. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 167 pp. + Figuras.
- Hoagland, K.D.H., S.C. Roemer y J.R. Rosowski. 1982. Colonization and community structure of two periphyton assemblages, with emphasis on the diatoms (Bacillariophyceae). *Amer. J. Bot.* **69 (2)**: 188-213.
- Hoek, C. Van den. 1963. Revision of the European species of *Cladophora*. E.J. Brill Leiden, Netherlands. 248 pp. 55 pl.
- Holmes, N.T.H., y B.A. Whitton. 1981. Phytobenthos of the river Tees and its tributaries. *Freshwater Biology* **11**: 139-163.
- Hustedt, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomeae) En: A. Pascher: Die Susswasser-Flora Mitteleuropas. T. 10. Verlag Von Gustav Fischer. All Rechte Vorbehalten. Jena. Germany. 467 pp.
- Hustedt, F. 1930a. Die Kieselalgen. Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der ubringen Länder Europas souie der angrenzenden meeresgebiete. En: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland,

Österreich und der Schweiz. 7, 1 Teil. Leipzig. 920 pp. Akademische Verlagsgesellschaft. Printed in Western Germany by Strauss & Cramer GmbH.

Hustedt, F. 1959. Die Kieselalgen Deutschland, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der ubringen Länder Europas souie der angrenzenden meeresgebiete. En: L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland. Österreich und der Schweiz. 7, 2 Teil. Leipzig. Reimpresión de J.C. 1971. New-York, U.S.A. 845 pp. Akademische Verlagsgesellschaft.

Hynes, H.B.N. 1970. The Ecology of running waters. University of Toronto Press. The Chaucer Press Ltd, Bungay, Suffolk. Great Britain 518 pp.

INEGI. DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA. 1985. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. México. 186 pp. + V Apéndices + 13 Mapas.

Irenne-Marie, F.I.C. 1938. Flore Desmidiale de la región de Montreal. Montreal. Canada. 547 pp.

Johansson, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jämtland, Sweden. Acta Phytogeogr. Suec. 71. Uppsala. 80 pp.

John, D.M., E.K. Obeng-Assamoa y H.N. Appler. 1980. Periphyton in the Volta Lake. II. Seasonal changes on wooden blocks with depth. Hydrobiologia 76: 207-215.

Kawecka, B. 1971. Strefowe rozmieszczenie zbiorowisk glonów w potokach Polskich Tatr Wysokich. Zonal distribution of alga communities in streams of the Polish High Tatra Mts. Acta Hydrobiologica, 13: 393-414.

Kawecka, B. 1980. Sessile algae in European mountain streams. 1. The ecological characteristics of communities. Acta Hydrobiologica, 22: 361-420.

Komárek, J. & E. Kann. 1973. Zur Taxonomic und ökologie der Gattung *Homoeothrix* Taxonomical and Ecological Review of the Genus *Homoeothrix*. Arch. Protistenk Bd.: 173-233.

Komárek, J. & K. Anagnostidis. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73 2 (Algological Studies 43): 157-226.

Komárek, J. & K. Anagnostidis. 1989. Modern approach to the classification system

- of cyanophytes. 4. Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. (Algological Studies 56): 247-345.
- Komárková, J. 1993. Curso de posgrado: Ecología del fitoplancton de agua dulce. Semestre 93-2. Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1986. 2/1. Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 206 Tafeln mit 2976 Figuren. 876 pp.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1988. 2/2. Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae. Epithemiaceae, Surirellaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 184 Tafeln mit 1914 Figuren. 596 pp.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1991. 2/3. Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. En: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 166 Tafeln mit 2180 Figuren. 576 pp.
- Krammer, K., H. Lange-Bertalot. 1991a. 2/4. Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. En: Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig y D. Mollenhauer (Eds.). Sübwasserflora von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 88 Tafeln mit 2048 Figuren. 437 pp.
- Kumano, S. 1984. Some observations on *Batrachospermum intortum* JAO and *B. sinense* JAO (Rhodophyta, Nemalionales) from Szechwan in China. Jap. J. Phycol. (Sorui) 32: 221-226.
- Margain, H.R.M. 1981. Flora ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del río Pánuco. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 422 pp.
- Margalef, R. 1977. Ecología. Segunda edición. Omega, Barcelona, España. 951 pp.
- Meave del Castillo, M.E.A. 1983. Ficoflora de las cascadas del río Micos en la región de la Huasteca Potosina.: un ejemplo de aproximación al estudio ficoflorístico

- por ambiente. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 147 pp.
- Meave del Castillo, M.E.A. 1986. Análisis del género *Cladophora*: una aproximación a los estudios de flora tónica. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 327 pp.
- Metcalfe, S.E. 1988. Modern diatom assemblages in Central México: the role of water chemistry and other environmental factors as indicated by TWINSPLAN and DECORANA. *Freshwater Biology* (19): 217-233.
- Mills, O. 1972. *An Introduction to Freshwater Ecology*. Oliver & Boyd. Edinburgh. 101 pp.
- Montejano-Zurita, G., E. Cantoral U., J. Carmona. 1991. Algal associations of lotic habitats in the Huasteca Potosina, México. IV International Phycological Congress, realizado en la Universidad de Duke, Carolina del Norte, U.S.A. Presentación cartel (284).
- Montejano, G., M. Gold y J. Komárek. 1993. Freshwater epiphytic cyanoprocaroyotes from central Mexico. I. *Cyanocystis* and *Xenococcus*. *Arch. Protistenkd.* 143: 237-247.
- Novelo, M. E. 1985. Ficoflora dinámica del suelo del valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 151 pp.
- NTSYS-PC (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System) por F.J. Rohlf (c) 1990. Applied Biostatistic, Inc. Versión 1.60. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook, NY. 11-5 Sections.
- Obeng-Assamoah, E.K., D.M. John y H.N. Appler. 1980. Periphyton in the Volta Lake. I. Seasonal changes on the trunks of Flooden trees. *Hydrobiologia* 76: 191-200.
- Patrick, R. y C. W. Reimer. 1966. The diatoms of the United States. Vol.I. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. 688 pp.
- Patrick, R. y C. W. Reimer. 1975. The diatoms of the United States. Vol. II. Part. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. No. 13. Pennsylvania. 213 pp.

- Pisanty, I. 1993. Dime qué te contaron y te diré cómo eres. *Ciencias* No. 31: 5-8 pp.
- Prescott, G.W. 1962. *Algae of the western great lakes area*. Revised Edition. W.M.C. Brown Co. Pub. 977 pp.
- Prescott, G.M., C.E. DE M. Bicudo & W.C. Vinyard. 1982. *A synopsis of North American desmids*. Part.II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. University of Nebraska Press. U.S.A. 70 pp.
- Ralfs, J. 1848. *The British Desmidiaceae*. Reeve, Benham, and Reeve. London. 226pp.
- Randhawa, M.S. 1959. *Zygnemaceae*. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 478 pp.
- Rieth, A. 1979. Ein *Batrachospermum* der Sektion Contorta Skuja aus Kuba. *Kulturpflanze* 27: 265-281.
- Rodríguez, V.D.C. 1977. Análisis retrospectivo de las características taxonómicas utilizadas en las algas Charophyceae y su significado evolutivo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 97 pp. + Figuras.
- Rodríguez-Vargas, D.C. 1989. Gelidiales-Rhodophyta: una contribución a la flora tónica del pacífico tropical mexicano. Propuesta teórico-metodológica a partir de la teoría de los procesos alterados. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. México. 397 pp.
- Rott, E. y P. Pfister. 1988. Natural epilithic algal communities in fast-flowing mountain streams and rivers 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, Cambridge. 653 pp.
- Rushforth, S.R., I. Kaczmarek y J.R. Johansen, 1984. The subaerial diatom flora of Thurston Lava Tube, Hawaii. *Bacillaria*, 7: 135-157.
- Sarode, P.T. y N.D. Kamat. 1984. *Freshwater diatoms of Maharashtra*. Saikripa Prakashan, Aurangabad (Maharashtra). 338 pp.
- Say, P.J. y B.A. Whitton. 1980. Changes in flora down a stream showing a zinc gradient. *Hydrobiologia* 76: 255-262.
- SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS. 1971. Jefatura de Irrigación y Control

- de Ríos. Dirección de Hidrología. México. Boletín Hidrológico Núm. 44: (I-03.10)
- Serviére, Z.E. 1993. Descripción y análisis de la ficoflora del litoral rocoso de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 71 pp. + Figuras.
- Sheath, R.G. 1989. Applications of image analysis and multivariate morphometrics for algal systematics. *J. Phycology*. 25 (1): 3-5.
- Sheath, R.G. y K. M. Cole. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *J. Phycol.* 28: 448-460.
- Sheath, R. G., M. O. Morison, J. E. Korch, D. Kaczmarczyk y K. Cole. 1986. Distribution of stream macroalgae in south-central Alaska. *Hydrobiologia* (135): 259-269.
- Smith, G.M. 1950. The fresh-water algae of the United States. Second Edition. McGraw-Hill Book Company, Inc. U.S.A. 719 pp.
- Soberón, J. 1987. Ecología de poblaciones. 1a. edición. Fondo de Cultura Económica. México. 149 pp.
- Starmach, K. 1964. Flora Slodkowodna Polski. Tom. 6: Chrysochyta II: Bacillariophyceae. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 610 pp.
- Starmach, K. 1966. Flora Slodkowodna Polski. T. 2: Cyanophyta-Sinice, Glaucophyta-Glaukofity. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 807 pp.
- Starmach, K. 1969. *Hildenbrandia rivularis* i glony towarzyszan w potoku Cedronka Kolo Wejherowa (województwo Gdansk) *Hildenbrandia rivularis* and asociating it algae in the Stream Cedronka near Wejherowa (Gdansk voivodo). *Fragmenta Flor. et Geobotanica Ann.XV Pars.3*: 387-398.
- Starmach, K. 1974. Flora Slodkowodna Polski. T. 4: Cryptophyceae-Kryptofity, Dinophyceae-Dinofity, Raphidophyceae-Rapidofity. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 520 pp.
- Starmach, K. 1977. Flora Slodkowodna Polski. T 14: Phaeophyta- Brunatnice, Rhodophyta-Krasnorosty. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 445 pp.
- Steinman, A.D. y C. D. McIntire. 1986. Effects of current velocity and light energy

- on the structure of periphyton assemblages in laboratory streams. *J. Phycol.* **22** (3): 352-361.
- Taras, M.J., A.E. Greenberg y R. D. Hoak (Edr.) 1971. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 13 th. edition. Washington, D.C. 874 pp.
- Tavera S., R.L. y J. González-González. 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.
- Tavera, R., J. Elster y P. Marvan. 1993. Diatoms from Papaloapan basin communities, México. (En prensa).
- Tiffany, L. H. & M. E. Britton. 1952. *The algae of Illinois.* The University of Chicago Press. Chicago. U.S.A. 407 pp.
- Tilden, J. 1910. *The myxophyceae of North America and adjacent regions including Central America, Greenland, Bermuda, the West Indies and Hawaii.* Minnesota Algae, vol.1. Minneapolis, Minnesota, USA. 328 pp. Planches.
- Tindall, D.R. *A preliminary study of the Characeae of Southwestern United States and Northern México.* 43 pp. 29 plates.
- Transeau, E.N. 1951. *The Zygnemataceae. Fresh-water conjugate algae.* The Ohio State University Press, Columbus. 327 pp.
- Underwood, A.J. 1986. What is a Community?. *En*: Raup, D.M. y D. Jablonski (Eds). *Patterns and processes in the history of life.* Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. 351-367 pp.
- Vannote, R.L.; G. W. Minshall; K.W. Cummins; J.R. Sedell; y C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **37**: 130-137.
- West, W. & G.S. West. 1904. *A monograph of the British Desmidiaceae.* Vol. 5. The Ray Society. London. 300 pp. Pl.
- Whitton, B.A. (Edr.) 1975. *River ecology.* Blackwell Scientific Publications, Oxford. 725 pp.
- Whitton, B.A., N.T.H. Holmes y C. Sinclair. 1978. *A coded list of 1000 freshwater*

algae of the British Isles. No. 3 in the Water Archive Manual Series, Water Data Unit, Department of the Environment, University of Durham. 335 pp.

Whitton, B.A., B.M. Díaz y N.T.H. Holmes. 1979. A computer orientated numerical coding system for algae. *Br. Phycol. J.* 14: 353-360.

Wilde, E. W. y L.J. Tilly. 1981. Structural characteristics of algal communities in thermally altered artificial streams. *Hydrobiologia* 76: 57-63.

Wood, R.D. 1965. *Monograph of the Characeae*. WEINHEIMI. Verlag Von J. Cramer. Stuttgart. Germany. 904 pp.

Wood, R.D. 1967. *Charophytes of North America. A guide to the species of Charophyta of North America, Central America and the West Indies*. University of Rhode Island, Kingston. 72 pp.

Wood, R.D. & K. Imahori, 1965. *Iconograph of the Characeae*. Verlag Von J. Cramer. Stuttgart. Germany. 395 pp.

APENDICE 1

Consideraciones teórico-metodológicas

Para el presente trabajo, es importante plantear varias consideraciones teórico-metodológicas, que nos den fundamentos para analizar la ecología de las comunidades algales. Para ello, se desarrollarán algunas ideas que son importantes, como el concepto de comunidad y las formas de crecimiento en las algas; estudios de tipo ecológico en relación a los estudios florístico-ecológicos (flora típica); mostrar las diferentes aproximaciones de tipo metodológico, tanto en la vegetación terrestre como en ríos, que finalmente nos ayuden a entender una realidad biológica que se observa en el entorno.

1) Concepto de flora y el concepto de ficoflora dinámica

Para Font Quer (1985), la flora es el conjunto de plantas de un país cualquiera, o bien de un lago, el mar, el río, etc.; se habla de las plantas, se enumeran, se describen, se mencionan los momentos de floración, si son escasas o abundantes, etc., y si no se describe la flora, sugiere que es más correcto emplear los términos catálogo, enumeración, lista, etc. Cuando hablamos de florística, se considera una parte de la fitogeografía consagrada a inventariar las entidades sistemáticas en términos de la concepción de flora.

Bajo la definición antes citada, vemos que se consideran varias características de la flora como la ubicación en un área, su descripción, su manifestación numérica en dicha área, etc., esto nos da una idea de cómo se encuentra un grupo de especies en un momento dado, pero no de cómo se transforma a lo largo del tiempo, de alguna manera como un evento finito. Esta visión carece de la explicación del porqué, el cómo y cuándo de la manifestación diferencial de las especies en tiempo y espacio.

Las listas de especies que se generan bajo esta concepción, no pretenden la explicación del porqué, cómo y cuándo de la manifestación diferencial de las especies en la naturaleza, puesto que parten de una concepción de florística estática (Rodríguez-Vargas, 1989).

Una opción alternativa, que considera a la flora como un proceso, y por tanto, en constante movimiento y cambio, es definida como la coexistencia espacio-temporal de diferentes entidades biológicas, es por tanto un evento de diversidad que esta afectado por elementos físicos, químicos, etc., del medio y por los elementos biológicos (individuos, poblaciones) en consideración González-González (1992a). Para el caso de las algas, en las que reconocemos una manifestación diferencial espacio-temporal, se elaboró una concepción epistemológica y una propuesta teórico-metodológica de integración taxonómica, ecológica y biogeográfica del trabajo florístico (ficroflora), llamado Fico-Flora Dinámica. Bajo esta aproximación, el conocimiento de la flora se considera como un proceso de reconstrucción permanente a partir de las características particulares de su objeto de estudio (las algas). En esta concepción no se consideran los estudios florísticos por acabados, puesto que cada flora es un evento de diversidad, histórico y dinámico (González-González, 1987, 1992a), que se ven afectados por una buena cantidad de factores bióticos y abióticos. Estos dos últimos componentes están formados por las características inherentes, conocidas como capacidad de manifestación (intrínseca) y las características del medio (factores extrínsecos).

Esta propuesta teórico-metodológica reconoce y parte del hecho de que la composición florística de la región, localidad y ambientes algales varían notablemente en tiempo (no sólo estacionalmente, sino en unidades mayores y menores a los ciclos de estacionalidad anual) y espacio. Por ejemplo, en una misma región, la manifestación de la flora no es homogénea ni continua; las especies de algas se manifiestan de manera diferente según la continuidad o discontinuidad de los valores y combinaciones de factores mesológicos y sus propias tolerancias González-González (1992a).

Dentro de esta propuesta, existen tres conceptos para la estructuración de la fico-flora dinámica, que son: flora potencial, flora manifiesta y flora cinetogénica, así como tres puntos de partida o criterios de integración: flora tópica (dónde), típica (cómo y cuándo) y tónica (porqué) González-González, (1992). Estos tres criterios de

integración no constituyen una proposición jerarquizada u ordenada para la elaboración de las floras.

La **flora potencial** se refiere a la lista florística total que se va acumulando en una región geográfica. Se forma con las especies que se han reportado y con las que se están reportando, sin darle un peso especial a las escalas espacio-temporales. Por **flora manifiesta**, a diferencia de la potencial, conocemos su presencia (manifestación) en una escala de espacio-tiempo delimitada, y podemos observar la expresión del conjunto de entidades biológicas con las condiciones ambientales en las que se encuentran. La flora manifiesta es el mecanismo de confrontación de la flora potencial. En la **flora cinetogénica** (virtual), su definición se realiza con la información que se genera por la flora potencial y manifiesta.

Dentro de los criterios de integración podemos hablar de diferentes niveles de aproximación: la **flora tónica** como la lista florística total en un momento determinado en una región geográfica, el concepto de flora potencial está implícito en este, ya que también es atemporal y aespacial. Por **flora típica**, nos referimos al conocimiento de las algas en las comunidades que forman de manera natural, por tanto, necesitamos ubicarla espacio-temporalmente, la flora manifiesta es parte de esta sección. Y por último, la **flora tónica** tiene que ver con el estudio de la biología de las especies, que surge al conocer las problemáticas taxonómicas de los diferentes grupos algales, conocemos los rangos de variación de las especies en relación a los gradientes mesológicos, la experimentación juega un papel fundamental para el conocimiento de dicha flora. El trabajo de Novelo (1985), es una buena cita para entender sobre resultados concretos con algas de suelo, la concepción de flora dinámica.

Continuando con el planteamiento de la propuesta teórico-metodológica, bajo la concepción de ficoflora dinámica, existen niveles de análisis y síntesis de la información que son: los estudios prospectivos, los intensivos y los extensivos. Como **estudios prospectivos**, entendemos al reconocimiento de un área determinada previamente, donde nos interesa obtener el mayor número de datos y muestras, del mayor número de lugares en el menor tiempo posible. Esto nos permite hacer caracterizaciones generales preliminares, y tener una visión del panorama ficológico

de una región. Posibilitan el planteamiento de estudios a mediano y largo plazo, conociendo los indicios de la diversidad de la región, así también como la posibilidad de detectar problemas de orden práctico, teórico o metodológico. Por **estudios intensivos** entendemos a aquellos que son generalmente de análisis, donde se abordan con detalle las problemáticas particulares de un área, ambiente algal o grupo taxonómico. Por último, después de haber realizado los estudios anteriores, se han detectado y evaluado los diferentes problemas, y con el fin de poder hacer generalizaciones e integraciones, los **estudios extensivos** son la ampliación del marco de referencia espacio-temporal de una cierta problemática a un área, grupo taxonómico o ambiente (González-González, 1987, 1992).

Para ello, se hacen análisis comparativos de las floras caracterizadas en los prospectivos y delimitadas en los intensivos, y se elaboran las síntesis o integraciones para cada tipo de flora, esto es, la información que se genere para la flora típica se puede utilizar a nivel de la biogeografía, en la flora típica a nivel de ecología y en la flora tónica a nivel monográfico, con el fin de establecer patrones descriptivos y modelos explicativos predictivos (González-González, 1992).

Mediante el conocimiento que se va generando en cada tipo de aproximación para los eventos de diversidad que analizamos en la naturaleza, en éste caso muy concreto con las algas, podemos tener una muy buena idea de los procesos y patrones que generan el desarrollo de las floras en condiciones naturales, entendiendo a estas, como en constante movimiento y cambio.

Cuando hacemos trabajos bajo la concepción florística tradicional, refiriéndonos a esta como al inventario de las plantas de una región, en éste sentido, como menciona Novelo (1985), el carácter inventarial y la delimitación de la región son los principales elementos de la definición del concepto. En el trabajo con la flora típica, nos posibilita conocer vía el análisis de las formas de crecimiento, las asociaciones que nos permitan delimitar a la región en estudio.

La florística no sólo es descriptiva, sino que podemos incorporar las cuestiones cualitativas y cuantitativas para un mejor entendimiento del fenómeno que estamos

analizando, y podemos llamarle florística-ecológica (González-González, 1992a). Los estudios ficoflorísticos son arduos trabajos de análisis e integración de la información ya existente con la información que se va generando cotidianamente, González-González (1992).

El realizar estudios florísticos bajo la concepción de flora dinámica, nos permite tener distintas orientaciones y hacer aproximaciones de tipo taxonómico, ecológico y biogeográfico.

2; Concepto de ecología, comunidad (asociación, biocenosis) y comunidades algales, formas de crecimiento (asociación-microambiente)

Para Komárková (1993) la ecología es el preguntarse: qué vive, en dónde y porqué?. Al trabajar un grupo biológico nos enfrentamos a diferentes problemáticas, el conocer su biología, taxonomía, ecología, biogeografía, etc. Cuando queremos estudiar al grupo con alguna de las orientaciones antes mencionadas, necesitamos tener una información completa del grupo. Por ejemplo, es claro que no se puede hacer ecología si no se conocen las especies; en nuestro país existe un desconocimiento fuerte en cuanto a las algas continentales.

En términos de las comunidades, para Soberón (1987), la decisión de qué especies forman una comunidad es una cuestión enteramente arbitraria y menciona que depende de la visión que se tenga en la escuela ecológica con la que uno se sienta partidario; nos pone los ejemplos de la escuela norteamericana, donde los ecólogos muchas veces consideran como comunidades a grupos de pocas especies taxonómica y ecológicamente similares, y menciona también la visión de la escuela europea, donde los ecólogos incluirían a las plantas y animales en la zona que consideren la comunidad. Es claro que esto es una cuestión de delimitación del objeto de estudio, y ambas aproximaciones son válidas, si se guardan perfectamente las escalas y magnitudes (González-González, 1992; Allen, 1977) de las diferentes aproximaciones, los resultados obtenidos serán de gran valor para el conocimiento de la ecología de comunidades.

Una comunidad de organismos, normalmente se refiere a la reunión de poblaciones de varias especies que están juntas en un espacio-tiempo (Hutchinson, 1967 En: Round, 1981; Underwood, 1986). Esta definición depende de los organismos que se incluyan en la comunidad y de las escalas apropiadas de espacio-tiempo que muestren una consistencia en la coincidencia e interdependencia del grupo de organismos. Los patrones y procesos necesitan ser investigados en varias escalas espacio-temporales, y los atributos del nivel de la comunidad en los ensamblajes de especies.

Existe otra visión referida a la reunión de los organismos, donde estos están dentro de comunidades integradas que consistentemente recurren en tiempo, están repetidas en el espacio, y muestran un complejo de interacciones interdependientes en todas las especies (Underwood, 1986). El punto de vista alternativo al anterior, es que las comunidades son simplemente descripciones humanas convenientes del grupo de organismos que tienden a estar en el mismo espacio-tiempo, porque las similitudes en fisiología y requerimientos de hábitat y recursos no son interdependientes en el mismo momento. En el conjunto de las poblaciones, es importante considerar más que la simple "yuxtaposición" y coincidencia temporal de varios organismos, varios tipos de información. Como el considerar para identificar a una comunidad, la demostración de algunas consistencias espaciales y/o temporales en la presencia del grupo de organismos arreglados juntos con alguna estructura particular, Underwood (1986).

El objetivo de la ecología de comunidades es explicar la diversidad y abundancia de los organismos en un espacio-tiempo (Rougharden y Diamond En: Diamond y Case, 1986). La estructura trófica, la diversidad de especies, la biomasa y la productividad de la comunidad son ejemplos de propiedades emergentes en ecología de comunidades (Begon, Harper y Townsend, 1987). Las actividades en el nivel de la población tienen consecuencias en el nivel de la comunidad.

Un primer paso en el estudio de comunidades, usualmente es la búsqueda de patrones en la composición y la estructura de la comunidad. Los patrones son repetidas consistencias, como puede ser la agrupación repetida de las mismas especies en diferentes lugares (o las mismas formas de crecimiento, las mismas productividades, los mismos rangos de tolerancia de nutrientes, etc.), Begon, Harper

y Townsend (1987).

Round (1981), plantea que no sólo la descripción sino la explicación de las causas de un patrón de distribución determinado son lo realmente importante en la búsqueda de las posibilidades de predicción. Sólo podemos entender, explicar y reconstruir en el proceso de conocimiento los patrones de distribución geográfica y ecológica de las algas a través del conocimiento de las cualidades de los organismos, es decir, es necesario estudiar aspectos de su biología (González-González, 1992).

En el presente estudio se maneja la idea de comunidad en el sentido del conjunto de diferentes poblaciones algales que coinciden para un espacio-tiempo y presentan una relación en su presencia con los factores mesológicos. Es un hecho que al trabajar en el campo y coleccionar algas, nos damos cuenta que en ese momento están coincidiendo y conviviendo un grupo o conjunto de grupos biológicos que tienen historias evolutivas diferentes que se reflejan en sus características estructurales y lo que tienen en común es que están juntas en una forma de crecimiento.

En el trabajo de comunidades microalgales dulceacuícolas, la composición y estructura de la comunidad está determinada por las formas de crecimiento y las especies constituyentes de dichas formas respectivamente, en este sentido es importante buscar los patrones que reflejan dichas manifestaciones estructurales en relación con condiciones ambientales. En otras palabras, el objetivo es encontrar las asociaciones. El conocimiento de la manifestación recurrente y permanente de las asociaciones bajo condiciones ambientales conocidas, nos posibilita hablar del microambiente. De ahí, la importancia de considerar a las formas de crecimiento algales desde un punto de vista teórico-metodológico.

En el trabajo con comunidades en general, existen dos conceptos que son importantes para su análisis: asociación y biocenosis.

Asociación

La introducción del término asociación en los estudios vegetacionales puede atribuirse a Humboldt (1805, En: Margalef, 1977), que la aplica para referirse a una composición florística de la colectividad vegetal. En este sentido, fué consagrada por

Flahault (Font Quer, 1985) en el Congreso de Botánica de París en 1900. La Comisión de Nomenclatura del Congreso de Bruselas (1910) la definió así: "una colectividad vegetal de composición florística determinada, unidad de condiciones estacionales y unidad fisionómica: es la unidad fundamental de la Sinecología". Esta definición es florística y ecológica. Round (1981), al hablar de asociación, le da peso a la repetición de ciertas especies en conjunción.

Al parecer todas las definiciones de asociación van marcadas por cierto juicio subjetivo del investigador (Müeller-Dombois y Ehrenberg, 1974) y las técnicas metodológicas de colecta, siendo imposible dar una buena definición que no contenga la descripción de la manera de operar (Margalef, 1977).

En la asociación se distinguen una o varias especies dominantes y otras subordinales. En este trabajo utilizamos los términos de especie estructural (Collado, 1989) y acompañante, en relación de su importancia en el conjunto de la forma de crecimiento.

Para la escuela Zurich-Montpellier, la asociación es la unidad fundamental de la sistemática fitosociológica, es un tipo de comunidad vegetal, de carácter abstracto, a cuyo conocimiento se llega mediante el estudio comparativo de la composición florística de las poblaciones vegetales concretas (individuos o representantes de asociación).

La asociación vegetal posee unas exigencias ecológicas definidas, ocupa un lugar determinado en la sucesión y suele presentar cierta repartición geográfica.

Entonces, una comunidad puede ser de algún tamaño y estará constituida inevitablemente de diferentes tipos de organismos envueltos en diferentes niveles tróficos. La agrupación taxonómica particular (comunidades de aves, peces, etc.) son probablemente mejor referidos como gremios donde tienen recursos en común; otra forma puede ser definida como agrupaciones taxonómicas y de hábitat (aves de la tundra, peces del arrecife, etc.). Estas agrupaciones son referidas algunas veces como Taxocenosis (Underwood, 1986).

La asociación, es la mínima expresión de una conjunción eventual de individuos y poblaciones de varias especies; es la mínima unidad estructural, funcional y operativa

que permite hacer relaciones, análogas y comparaciones de unidades equivalentes, que permite, con base en sus afinidades y diferencias, el establecimiento y clasificación de ciertos patrones y tipos (Russell, 1972 En: González-González, 1992a).

Biocenosis

El término biocenosis introducida por Möbius (1877, En: Margalef, 1977), con referencia a un banco de ostras dice: "cada yacimiento de ostras es una comunidad de seres vivos que dispone de lo necesario para su crecimiento y continuidad: sustrato adecuado, alimento suficiente, la salinidad y temperatura favorables a su desarrollo. Cada especie que vive allí, está representada por el número máximo de individuos que pueden alcanzar la madurez en las condiciones que los rodean".

Se ha definido como la comunidad biótica formada por animales y plantas que se condicionan mutuamente y que se mantiene a través del tiempo en posesión de un territorio definido (Biotopo) y un estado de equilibrio dinámico, gracias a la reproducción de los propios organismos que la integran, dependiendo solamente del ambiente exterior inanimado, pero no de manera esencial, de organismos exteriores a la biocenosis (Font Quer, 1985).

La biocenosis representa en realidad, la superposición de estratos, la yuxtaposición de piezas de mozaico o taxocenosis que pueden describirse como otras tantas asociaciones. El conjunto de biocenosis se puede definir por características ecológicas, fisionómicas, de producción y sucesión e integrada por un conjunto de organismos con diferencias locales que resultan de un proceso de selección, adaptación mutua y evolución en un sistema no uniforme de condiciones externas.

Comunidades algales, formas de crecimiento (asociación-microambiente)

En cuanto a la variación espacial de las condiciones físicas y químicas en los ríos (Vannote *et al.*, 1980), las formas de crecimiento presentan una manifestación diferencial, que está dada por las condiciones medioambientales en las que se encuentran, así como por el conjunto de las especies en coincidencia. El análisis de

las formas de crecimiento en cada lugar, nos muestra la diversidad microambiental, en otras palabras, la variación espacial es explicada por la diversidad de formas de crecimiento.

Hacia el interior de las formas de crecimiento, las especies que las conforman varían en términos de la composición y abundancia, y en la manifestación del conjunto de características de las especies (manifestación diferencial), esto es, por ejemplo que se encuentren en la fase sexual, vegetativa, etc., y estos cambios al interior, se reflejan en el conjunto hacia el exterior en las formas de crecimiento, en términos de color, textura, proceridad (valor que tiende a resaltar la óptima expresión de la especie), etc.

Los cambios en la composición de especies de una forma de crecimiento, indican que existen factores que están afectando para generar dichos cambios, entonces surge la necesidad de cuantificar para reconocer los cambios. En lo referente a los estudios de aproximación ecológica, que son los que nos interesan para el presente proyecto, tenemos que considerar el conteo, como dice Pisanty (1993) "contar y enumerar son hábitos milenarios", ya que los resultados que se derivan nos permiten hacer comparaciones, y esto en los estudios ecológicos es muy importante.

En el trabajo ficológico de agua dulce con orientación ecológica, desarrollar la problemática referente a la estimación de la abundancia, tanto en el campo como en el laboratorio, cuando coinciden diferentes niveles de organización (unicelulares, filamentos, cenobios, etc.) en una forma de crecimiento, así como las propuestas para resolverla es un problema antiguo. Esta dificultad del contar en grupos microalgales tiene que ver con problemas de escala (Allen, 1977; González-González, 1992a), problemas metodológicos y de concepción (González-González, 1991, 1992). Lo que si es claro, es que podemos trabajar la abundancia en términos cuantitativos para elementos del mismo conjunto, esto es, por ejemplo, para diatomeas (apéndice 3).

El hecho de que una especie se encuentre asociada con diferentes especies bajo distintas condiciones ambientales, es evidencia de un amplio rango adaptativo de la primera para ciertas condiciones ambientales, y sugiere rangos más estrechos, para los mismos factores, de las especies que se reemplazan. Desde este punto de vista podemos considerar a una asociación, como la coincidencia de un conjunto de

especies que traslapan una porción de sus rangos adaptativos, en un espacio-tiempo definido por la combinación de factores medioambientales, y su importancia (cobertura) esta relacionada a la homogeneidad espacial.

Una parte importante en el diseño de una estrategia florística es el tomar en cuenta las características del medio ambiente de las algas, ya que es una parte tan inherente a ellas como lo son su forma y su tamaño (Norton, Mathieson y Neushul, 1981 En: González-González, 1992a). El análisis ecológico de la ficoflora de alguna región, empieza por el reconocimiento y delimitación de los ambientes algales (Novelo, 1985).

Para ello se lleva a cabo una sectorización preliminar de la localidad, empleando como criterio la homogeneidad, al menos aparente, de los siguientes aspectos: las formas de crecimiento algales, la fisiografía del terreno, el sustrato, la insolación y la velocidad de corriente. En otras palabras, es necesario resaltar los factores mesológicos generales que permiten la expresión algal, que nosotros las percibimos vía las formas de crecimiento algales.

Son múltiples los factores que afectan el desarrollo de las comunidades y de las especies individuales. Sin embargo hay un cierto conjunto de factores que le da regularidad al desarrollo de cada comunidad y afecta la distribución geográfica y ecológica de sus componentes. Si al ambiente se le conceptualiza como una unidad espacio-temporal donde se expresa una determinada comunidad algal en conjunción con las condiciones mesológicas que posibilitan su manifestación, el tamaño de los ambientes depende de la homogeneidad y continuidad de los valores de los gradientes de los microfactores (Montejano, op. per.). En el trabajo algal no es tan importante "cuantas" muestras hay en un cierto espacio, sino la representación total y descripción de las formas de crecimiento en el espacio-tiempo. En este sentido, las formas de crecimiento son nuestra unidad de análisis. Esto debido a que son la manifestación ubicada espacio-temporalmente de una comunidad en relación a factores ambientales de ese momento (flora manifiesta).

Entre los factores que mas influyen en los ríos para reconocer ambientes son: el sustrato, la velocidad de corriente, la iluminación, la química del agua y la temperatura. En función de estos criterios microambientales de ubicación y

caracterización mesológica y de la conjunción de los valores de los gradientes con los intervalos adaptativos de las especies, se establecen las unidades ambientales básicas que llamamos microambientes (González-González, 1992a).

Desde la aproximación de los estudios ficológicos bajo la concepción de flora dinámica, la asociación y la comunidad sólo pueden definirse y delimitarse por la continuidad y discontinuidad entre los elementos que forman parte de unidades merísticas (unidad mínima que representa un espacio-tiempo determinado, y es una representación del desarrollo ontogénico de las especies en cuestión) y por la posibilidad de ir reconociendo factores microambientales que expliquen en primera instancia, la presencia de las especies (Novelo, 1985).

Se puede hablar de una continuidad florística de un ambiente, y se refiere a la continuidad en asociaciones y especies. Así también, la heterogeneidad o discontinuidad florística de una región explica y es explicada por la heterogeneidad ambiental de dicha región, y muestra tanto el cambio de combinaciones de gradientes mesológicos de lugar en lugar y/o de tiempo en tiempo, como la capacidad diferencial de las especies para responder a dichos cambios, González-González (1992a). Por eso, los tamaños de los ambientes no dependen de medidas de muestreo, sino más bien, de conocer la relación de la presencia de la ficoflora con sus gradientes ambientales y las interacciones entre las especies constituyentes.

Finalmente las algas de agua dulce son un grupo biológico con una historia joven en su estudio, sobre todo las especies tropicales, donde aún desconocemos cuestiones como su biología, taxonomía lo que provoca un desfazamiento en el conocimiento de su ecología.

Si se esperara a conocer primero a las especies algales de la región, para poder posteriormente hacer estudios con orientación ecológica o biogeográfica, llevaría bastantes años de trabajo de un buen número de personas (ver el trabajo de Holmes y Whitton (1981). Ante este hecho, una concepción y alternativa interesante es el trabajar bajo la concepción de flora dinámica, puesto que nos permite ir abordando los aspectos taxonómicos, ecológicos y biogeográficos en diferentes niveles de análisis e integración.

Así entonces, cuando queremos conocer la ficoflora de una región, resulta prácticamente imposible llevar a cabo simultáneamente estudios sobre la diversidad de especies y estudios cuantitativos detallados sobre la estructura de las comunidades algales, sobre todo cuando se carece de antecedentes ficoflorísticos. Sin embargo, es posible elaborar el inventario florístico a través de la descripción de las comunidades con criterios semicuantitativos y cualitativos.

En relación a esto último, en el laboratorio de Ficología, se ha desarrollado una metodología, que es una propuesta similar a la que hacen Holmes y Whitton, (1981), que incluye como parte central de los estudios florísticos, la descripción de los crecimientos algales visibles, que denominamos formas de crecimiento (Tavera y González-González, 1990) y los factores medioambientales en los que estos se desarrollan (ambientes o microambientes).

Para el estudio de la ficoflora de la Huasteca se han establecido tres niveles de integración florística: la localidad, el ambiente y la muestra; que corresponden, con algunas diferencias, al 0.5 Km, Reach (10 m) y 1cm² empleados por Holmes y Whitton (1981), para la descripción de comunidades fitobentónicas de ríos y corrientes rápidas.

La localidad (equivalente al 0.5 Km). A esta unidad esta referida toda la información de carácter general, como ubicación geográfica y política, geología, clima, vegetación, y la química del agua. Es la unidad de integración florística. Para el estudio de la ficoflora de la Huasteca hemos desarrollado una metodología que tiene muchos puntos en común con la propuesta por Holmes y Whitton (1981), y empleamos varios de los términos para designar las formas de crecimiento.

El ambiente es una porción del cauce del río (de aproximadamente 20-30 m de longitud) que presenta características homogéneas de aporte de agua, topografía, sustrato y velocidad de corriente (v.gr. cascada, rápido, manantial, cauce profundo, etc.), y lo que es mas importante, es homogéneo en formas de crecimiento. Es en esta unidad donde se incluye la información física (ancho del cauce, profundidad, temperatura, iluminación basada en porcentaje de cobertura por vegetación riparia, velocidad de corriente, tipo de sustrato, química (pH, oxígeno disuelto, conductividad,

dureza, etc.) y el panorama biológico general (porcentaje de cobertura de la(s) forma(s) de crecimiento predominantes). A esta unidad va asociada la información sobre el área que ocupa el ambiente dentro de la localidad. Esta es la unidad de integración ecológica. Algo similar realiza Kawecka (1971), y Rott y Pfister (1988).

La muestra es un fragmento de un crecimiento visible (2-4 cm² aproximadamente). Es a la vez la unidad de análisis, y la unidad de integración microambiental. Representa la manifestación de una comunidad en un espacio (microambiente) y un tiempo (momento de colecta) muy definidos. Incluye la información propia del material biológico, como característica fisionómica (v.gr. tapete filameroso, crecimiento costroso, flóculo, etc.), color, textura proceridad, y la estimación de la abundancia relativa de las especies que conforman las diferentes formas de crecimiento en el ambiente, como resultado del trabajo de laboratorio; de parámetros microambientales (puntuales), como sustrato particular de la muestra, velocidad de corriente, iluminación, turbulencia, profundidad, etc.

3) Algunos métodos de estudio de la vegetación terrestre que se utilizan para el estudio de las algas

A lo largo del desarrollo del conocimiento, se han generado diversos métodos para describir los diferentes fenómenos que existen en los seres vivos. La estadística a sido una herramienta que también a tenido su desarrollo, y en concreto con su aplicación a cuestiones biológicas. Es importante hacer notar que existe una desición subjetiva inicial al realizar un estudio, que repercute en el proceso de análisis.

Existen métodos que nos sirven para describir la composición de la comunidad. Normalmente se utilizan los siguientes criterios:

- Riqueza de especies

Número presente de especies en una comunidad. El número de especies registradas depende del número de muestras que se han tomado, o en el volúmen del hábitat que sea explorado.

La riqueza de especies de diferentes comunidades puede ser propiamente comparada sólo si se está basado en los mismos tipos de organismos y tamaños de muestras (en

términos del área del habitat explorado, tiempo de muestreo o el número de individuos o módulos incluidos en las muestras), Begon, Harper y Townsend (1987).

- **Indíces de diversidad (# de especies mas abundancia)**

Para Margalef (1977), la diversidad es una expresión de la estructura que resulta de las formas de interacción entre elementos de un sistema. Es un número simple, sin dimensiones, cualquiera que sea la unidad de evaluación de las distintas especies que se utilice.

La estructura de la comunidad es completamente ignorada cuando la composición de la misma es descrita simplemente en términos del número de especies presentes. Lo importante aquí es saber cuanto hay de cada especie, y posteriormente analizarlo.

La composición taxonómica y la diversidad de especies son dos vías posibles de describir a una comunidad. Históricamente, la mayoría del énfasis en la diversidad ha sido en términos de especies, refleja la dominancia de los taxónomos. Es importante notar que existen otros aspectos de la diversidad que pueden ser importantes, al considerar la estructura de la comunidad.

Existen técnicas de ordenación y clasificación de comunidades. Entre ellas tenemos:

1) Las técnicas de ordenación multivariada son utilizadas en Ecología para análisis de distribución y abundancia de los seres vivos. La ordenación es un tratamiento matemático que organiza a las comunidades en gráficas, las cuales son similares en composición y abundancia relativa. Existen dos tipos básicos:

a) Ordenación directa, donde es necesario conocer a la variable, son buenas a nivel de descripción, nos dicen cómo está el problema, mas no el porqué. Son métodos generadores de hipótesis (Sheath, 1989).

b) Ordenación indirecta, nos ayuda a describir las características del ambiente, del lugar de trabajo.

El método de Análisis de Componentes Principales (ACP) se encuentra dentro de estas técnicas, y es uno de los más ampliamente utilizados en computación para estadística multivariada, por ejemplo para análisis morfométricos de algas (Sheath, 1989). Es un método de ordenación, por el cual los datos son transformados en

nuevas variables (componentes principales), en las cuales no hay intercorrelación, y se proyectan como datos multidimensionales. Los ejes de los ACP son rotados alrededor del origen, hasta obtener un ordenamiento de puntos entre los ejes.

. La estructura de la comunidad indicada por la ordenación puede ser interpretada en términos de factores ambientales (Metcalf, 1988).

2) Las técnicas de clasificación tienen como objetivo dividir las observaciones (especies, caracteres, etc.) en grupos (Sheath, 1989). Se pueden tener de dos tipos:

a) Clasificaciones no jerárquicas, cuyo objetivo es separar las observaciones en cúmulos sin importar las relaciones entre ellos, es decir, que la similitud intracúmulos sea máxima y la intercúmulos mínima.

b) Clasificaciones jerárquicas, son las más usadas en Ecología, permiten optimizar una ruta de particiones sucesivas. Parten de una matriz de observaciones vs. observaciones, se checan las similitudes y toman las más grandes, se forman grupos y se confrontan contra las demás observaciones. Se realizan dendrogramas.

La clasificación es opuesta a la ordenación, empieza con el supuesto que las comunidades están formadas por entidades relativamente discretas. Se producen grupos de comunidades relacionadas por procesos similares conceptualmente a la clasificación taxonómica. En la escuela europea existe la clasificación de comunidades que realiza estudios de la vegetación, donde pueden clasificar mediante el análisis relevé de Braun-Blanquet (Müeller-Dombois, 1974, En: Banderas, 1988). Manejan unidades vegetacionales (asociaciones) para delimitar los diferentes hábitats algales (Banderas, 1988).

Por otro lado, existe el análisis de cluster's, el cual ha sido empleado para distinguir posibles asociaciones florísticas y de hábitat en un intento para clasificación de comunidades microalgales (Johansson, 1982 En: Sheath, *et al.*, 1986).

Análisis de similitud

Existen varias técnicas metodológicas, en las que se consideran la presencia y/o la ausencia de las especies en "x's" condiciones. En el presente estudio se utilizó el índice de Jaccard (S). Es una técnica del análisis de cúmulos (Banderas, com. per.).

Índice de Jaccard (S)

Es un índice de similitud para datos de presencia-ausencia. Es una técnica robusta aceptable. Son de las primeras técnicas que podemos utilizar para el análisis de comunidades (Ezcurra, *et al.* 1991). A continuación se muestra la fórmula para obtener el coeficiente.

	PRESENCIA A	AUSENCIA A	
PRESENCIA B	(1,1) a	(0,1) b	COEFICIENTE DE JACCARD $S = \frac{a}{(a + b + c)}$
AUSENCIA B	(1,0) c	(0,0) d	

Donde: A - Observaciones (localidades, formas de crecimiento, etc.)

B - Especies

a - representa las presencias comunes de las especies entre dos observaciones a comparar (v. gr. localidades, ambientes, formas de crecimiento, etc.)

b - ausencia-presencia de las especies en las observaciones a comparar

c - presencia-ausencia de las especies en las observaciones a comparar

d - ausencias de las especies en las observaciones a comparar

Métodos de estudio en las algas dulceacuícolas

En trabajos con comunidades algales dulceacuícolas, cabe citar los trabajos realizados por Kawecka (1971, 1980), donde divide la corriente del río en una sección de 25 m², y toman 10 muestras, determinando el área ocupada por crecimientos macroscópicos de algas estimadas en una escala de 5 (1-especies presentes poco o muy poco; 2-cobertura menor a 25 % del área; 3-cobertura de 25-50 % del área; 4-cobertura de 50-75 % del área; 5-cobertura de 75-100 % del área). Por otro lado, Rott y Pfister (1988) colectan a lo largo de 20 m a la orilla del río, todas las algas típicas y cenobios y estiman la cobertura relativa en dicha distancia de los diferentes crecimientos.

Los trabajos de Holmes y Whitton (1981) son importantes en los estudios con orientación ecológica, ellos utilizan un método standard para describir las comunidades vegetales en los ríos de zonas templadas, principalmente en ríos con flujo de corriente rápida (lóticos). Seleccionan una distancia representativa de 10 m de la corriente (llamado reach), que puedan ubicar en visitas posteriores al lugar. Para dar una relación semicuantitativa, hacen varias estimaciones de las áreas relativas cubiertas por diferentes formas fisionómicas y las proporciones relativas de las especies constituyentes, con el fin de comparar en otros sitios y en otros tiempos.

Round (1981), con el fin de mostrar las variaciones de las algas en relación a los medios donde viven, define a la comunidad fitobentónica como todos los organismos vegetales que se encuentran directa o indirectamente anclados al piso de un cuerpo de agua, y presenta la siguiente clasificación:

a) Rizobentónica; comunidad constituída por organismos que desarrollan un verdadero sistema radicular a través del cual se encuentran enraizados al sustrato. En esta comunidad se incluyen a las fanerógamas acuáticas y a las Characeae.

b) Epilítica; comunidad constituída por algas filamentosas que se encuentran fijas mediante estructuras especializadas a las rocas y guijarros que no son fácilmente removibles por las corrientes.

c) Epifítica; en esta subcomunidad se encuentran las algas fijas a otras especies vegetales por lo regular rizobentónicas, así como otras algas.

d) Epipélica; comunidad constituida por especies que se localizan sobre sustrato inerte como la arena, parcialmente adheridas o hundidas en él, lo que les permite estar mas o menos ancladas y permanecer un tiempo relativamente largo en el mismo lugar.

e) Metafítica; subcomunidad de organismos que permanecen parcialmente fijos a otras algas o fanerógamas a través de las secreciones mucilaginosas de ellos mismos o de sus vecinos. No son epífitas estrictas.

En el estudio de estanques poco profundos podemos distinguir asociaciones bentónicas y asociaciones planctónicas. Tipificarlas y clasificarlas separadamente; pero muchos organismos del fondo invaden el plancton y en el bentos encontraremos elementos sedimentarios del plancton (Margalef, 1977).

En el trabajo de Sheath y Cole (1992), describen diferentes formas morfológicas que encuentran en las diferentes corrientes estudiadas de Norteamérica, y son las siguientes:

Matas; cuerpo de la planta flácido, compuesto de filamentos entremezclados.

Colonias gelatinosas; talos flácidos o semierectos con numerosas células o filamentos en una matriz común.

Filamentos gelatinosos; filamentos individuales semierectos en una matriz.

Filamentos libres; filamentos individuales semierectos sin una matriz.

Formas entretrejidas; parénquimas semierectos o pseudoparénquima.

Tufos; filamentos cortos radiales sin una matriz común.

Costras; talos flácidos compuestos de células compactas.

Consideran también importante resaltar los diferentes estados vegetativos presentes en las algas al momento de colectarlas, divididos en: sexuales y asexuales. La integración de los estados vegetativos en la descripción de las especies, es una característica importante para las algas, debido a que estas presentan historias de vida "relativamente cortas" (días, semanas) y se manifiestan cambios que deben ser reflejados en la descripción.

APENDICE 2

Se presentan las matrices en términos de presencia-ausencia de las especies en las cuatro localidades del sistema hidrológico El Salto, para obtener el índice de Jaccard (S). Se realizó tanto para la lista ficoflorística total como por división.

ESPECIES DEL SISTEMA HIDROLOGICO EL SALTO				
	A	B	C	D
<i>Achnanthes affinis</i>	0	1	1	1
<i>Achnanthes inflata</i>	0	0	1	0
<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	1
<i>Actinocyclus normanii</i>	1	0	1	0
<i>Actinocyclus normanii</i> (f. <i>subsalsus</i>)	0	0	0	1
<i>Amphipleura lindheimeri</i>	1	1	0	1
<i>Amphipleura pellicida</i>	1	0	1	1
<i>Amphora libyca</i>	1	1	1	1
<i>Amphora ovalis</i>	0	0	1	0
<i>Amphora</i> sp.	0	0	1	0
<i>Audouinella</i> sp. 1	1	0	0	1
<i>Batrachospermum globosporum</i>	0	0	0	1
<i>Campylogiscus hibernicus</i>	0	0	0	1
<i>Capartogramma crucicula</i>	1	1	1	0
<i>Chara vulgaris</i>	0	1	0	0
<i>Chroodactylon ramosum</i>	0	0	1	0
<i>Cladophora fracta</i>	0	1	0	0
<i>Cladophora glomerata</i>	1	0	1	1
<i>Cocconeis pediculus</i>	1	1	1	1
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	1	1	1	1
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>egyptia</i>	1	0	1	0
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	1	0	1	0
<i>Coleodesmium wrangelii</i>	0	0	1	0
<i>Cosmopogon</i> sp.	1	0	1	1
<i>Cosmarium</i> sp. 1	0	1	1	1
<i>Cosmarium</i> sp. 2	1	0	1	1
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1	1	1	1
<i>Cyclotella stelligera</i>	0	1	0	0
<i>Cymbella affinis</i>	0	0	0	1
<i>Cymbella cymbiformis</i>	1	0	1	1
<i>Cymbella delicatula</i>	0	1	0	0
<i>Cymbella gracilis</i>	1	1	1	1
<i>Cymbella laevis</i>	1	1	1	0
<i>Cymbella lunata</i>	0	0	1	0
<i>Cymbella mexicana</i>	0	1	0	0
<i>Cymbella minuta</i>	0	1	0	0
<i>Cymbella minuta</i> var. <i>silesiaca</i>	0	1	0	0
<i>Cymbella muellerii</i>	1	0	1	1
<i>Cymbella prostrata</i>	1	0	1	0
<i>Cymbella</i> sp. 1	0	0	1	0
<i>Cymbella tumida</i>	0	1	1	1
<i>Denticula elegans</i>	1	0	1	0
<i>Desmidiium swartzii</i>	0	1	0	0
<i>Diploneis elliptica</i>	1	1	1	1
<i>Diploneis modica</i>	0	1	1	1
<i>Diploneis ovalis</i>	1	1	1	1
<i>Eunotia</i> sp.	1	0	1	1
<i>Fragilaria biceps</i>	1	1	1	1
<i>Fragilaria goulardi</i>	1	1	1	1
<i>Fragilaria ulna</i>	1	1	1	1
<i>Gomphonema angustum</i>	1	1	1	1
<i>Gomphonema brasiliense</i>	0	1	0	0
<i>Gomphonema pseudosagur</i>	1	0	1	1
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	1	0	1	1
<i>Gyrosigma nodiferum</i>	1	0	1	1
<i>Gyrosigma spencerii</i>	1	0	0	0
<i>Hildenbrandia rivularis</i>	1	0	0	0

<i>Homoeothrix juliana</i> f. <i>tenuis</i>	0	0	1	1
<i>Lyngbya majuscula</i>	1	0	1	0
<i>Lyngbya</i> sp. 1	0	0	1	1
<i>Lyngbya</i> sp. 2	0	0	1	0
<i>Lyngbya</i> sp. 3	1	1	0	0
<i>Mastogloia smithii</i>	0	1	1	1
<i>Mastogloia smithii</i> , var. <i>lacustris</i>	0	1	0	0
<i>Melosira</i> sp.	0	0	0	1
<i>Merismopedia glauca</i>	1	1	0	1
<i>Microcoleus paludosus</i>	0	0	1	0
<i>Mougeotia scalaris</i>	0	1	1	0
<i>Mougeotia viridis</i>	0	1	1	0
<i>Navicula crucicula</i>	1	0	1	0
<i>Navicula cryptocephala</i>	0	1	0	0
<i>Navicula cuspidata</i>	0	0	1	1
<i>Navicula pseudoturricula</i>	1	0	0	0
<i>Navicula pupula</i>	0	0	1	1
<i>Navicula radiosa</i>	1	1	1	1
<i>Navicula radiosa</i> var. <i>tenella</i>	0	1	0	0
<i>Navicula</i> sp. 1	0	0	0	1
<i>Navicula</i> sp. 2	0	0	1	1
<i>Navicula</i> sp. 3	0	0	0	1
<i>Navicula</i> sp. 4	0	0	0	1
<i>Navicula</i> sp. 5	0	0	0	1
<i>Navicula</i> sp. 6	0	1	1	1
<i>Navicula</i> sp. 7	0	0	1	0
<i>Nitzschia amphibia</i>	0	1	1	1
<i>Nitzschia sinuata</i>	0	1	0	0
<i>Nitzschia</i> sp. 1	1	1	1	1
<i>Nitzschia</i> sp. 2	0	1	0	1
<i>Nostoc microscopicum</i>	1	0	0	0
<i>Nostoc</i> sp.	0	1	0	0
<i>Oedogonium</i> sp.	1	1	1	1
<i>Oscillatoria</i> sp.	1	0	0	0
<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i>	0	1	0	0
<i>Peridinium gatunense</i>	0	1	0	0
<i>Phormidium</i> sp. 1	0	0	1	1
<i>Phormidium</i> sp. 2	0	0	0	1
<i>Phormidium</i> sp. 3	0	0	0	1
<i>Pinnularia gibba</i>	1	0	1	0
<i>Pinnularia maior</i>	1	1	1	1
<i>Plectonema radiosum</i>	0	1	0	0
<i>Plectonema tomasinianum</i>	0	0	1	0
<i>Plectonema wolfei</i>	1	0	0	0
<i>Pleurosira laevis</i>	1	0	0	0
<i>Rhizoclonium</i> sp.	0	0	1	1
<i>Rhopalodia gibba</i>	0	1	0	0
<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i>	0	1	1	0
<i>Scytonema cinctinatum</i>	1	0	0	0
<i>Scytonema simplex</i>	0	1	0	0
<i>Spirogyra</i> sp. 1	0	1	0	0
<i>Spirogyra</i> sp. 2	1	1	1	1
<i>Spirogyra</i> sp. 3	0	0	1	1
<i>Staurastrum arctiscon</i> var. <i>glabrum</i>	0	1	0	0
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	0	0	1	0
<i>Stichosiphon filamentosus</i>	1	0	1	1
<i>Surirella acuminata</i>	1	0	0	1
<i>Surirella bifrons</i>	0	0	1	1
<i>Surirella ovalis</i>	1	1	0	0
<i>Surirella robusta</i>	1	0	1	1
<i>Surirella</i> sp.	1	0	0	0
<i>Surirella spiralis</i>	0	0	0	1
<i>Synedra ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i>	0	1	0	1
<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i>	0	1	0	0
<i>Synedra ulna</i> var. <i>subaequalis</i>	0	1	0	0
<i>Terpsinoe musica</i>	1	0	0	1
<i>Tolypothrix tenuis</i>	0	1	0	0
<i>Thorea riekei</i>	1	0	1	1
<i>Vaucheria</i> sp.	0	0	1	1
<i>Xenococcus willei</i>	1	0	0	1
<i>Zygnema</i> sp. 1	0	0	1	0
<i>Zygnema</i> sp. 2	0	1	0	0

Notación para localidades:
 A - Nacimiento del Salto B - El Salto 1 - Presencia
 C - El Meco D - Micos 0 - Ausencia

ESPECIES POR DIVISION DEL SISTEMA HIDROLOGICO EL SALTO

		A	B	C	D
DIVISION CYANOPHYTA					
1	<u>Coleodesmium wrangelii</u>	0	0	1	0
2	<u>Homonothrix juliana f. tenuis</u>	0	0	1	1
3	<u>Lyngbya maiuscula</u>	1	0	1	0
4	<u>Lyngbya sp. 1</u>	0	0	1	1
5	<u>Lyngbya sp. 2</u>	0	0	1	0
6	<u>Lyngbya sp. 3</u>	1	1	0	0
7	<u>Merismopedia glauca</u>	1	1	0	1
8	<u>Microcoleus paludosus</u>	0	0	1	0
9	<u>Nostoc microscopicum</u>	1	0	0	0
10	<u>Nostoc sp.</u>	0	1	0	0
11	<u>Oscillatoria sp.</u>	1	0	0	0
12	<u>Phormidium sp. 1</u>	0	0	1	1
13	<u>Phormidium sp. 2</u>	0	0	0	1
14	<u>Phormidium sp. 3</u>	0	0	0	1
15	<u>Plectonema radiosum</u>	0	1	0	0
16	<u>Plectonema tomasinianum</u>	0	0	1	0
17	<u>Plectonema wollei</u>	1	0	0	0
18	<u>Scytonema cincinnatum</u>	1	0	0	0
19	<u>Scytonema simplex</u>	0	1	0	0
20	<u>Stichosiphon filamentosus</u>	1	0	1	1
21	<u>Tolypothrix tenuis</u>	0	1	0	0
22	<u>Xenococcus willei</u>	1	0	0	1

DIVISION RHODOPHYTA

1	<u>Audouinella sp. 1</u>	1	0	0	1
2	<u>Batrachospermum globosporum</u>	0	0	0	1
3	<u>Chroodactylon ramosum</u>	0	0	1	0
4	<u>Compsopogon sp.</u>	1	0	1	1
5	<u>Hildenbrandia rivularis</u>	1	0	0	0
6	<u>Thorea riekei</u>	1	0	1	1

DIVISION CHLOROPHYTA

1	<u>Chara vulgaris</u>	0	1	0	0
2	<u>Cladophora fracta</u>	0	1	0	0
3	<u>Cladophora glomerata</u>	1	0	1	1
4	<u>Cosmarium sp. 1</u>	0	1	1	1
5	<u>Cosmarium sp. 2</u>	1	0	1	1
6	<u>Desmidiium swartzii</u>	0	1	0	0
7	<u>Mougeotia scalaris</u>	0	1	1	0
8	<u>Mougeotia viridis</u>	0	1	1	0
9	<u>Oedogonium sp.</u>	1	1	1	1
10	<u>Pediastrum simplex var. simplex</u>	0	1	0	0
11	<u>Rhizoclonium sp.</u>	0	0	1	1
12	<u>Spirogyra sp. 1</u>	0	1	0	0
13	<u>Spirogyra sp. 2</u>	1	1	1	1
14	<u>Spirogyra sp. 3</u>	0	0	1	1
15	<u>Staurastrum arctiscon var. glabrum</u>	0	1	0	0
16	<u>Zygnema sp. 1</u>	0	0	1	0
17	<u>Zygnema sp. 2</u>	0	1	0	0

DIVISION PYRRHOPHYTA

CLASE DINOPHYCEAE

SUBCLASE DINOPHYCIDAE

1	<u>Peridinium gatunense</u>	0	1	0	0
---	-----------------------------	---	---	---	---

DIVISION CHROMOPHYTA
CLASE BACILLARIOPHYCEAE

1	<u>Achnanthes affinis</u>	0	1	1	1
2	<u>Achnanthes inflata</u>	0	0	1	0
3	<u>Achnanthes sp.</u>	0	0	0	1
4	<u>Actinocyclus normanii</u>	1	0	1	0
5	<u>Actinocyclus normanii (f. subsalsus)</u>	0	0	0	1
6	<u>Amphipleura lindheimeri</u>	1	1	0	1
7	<u>Amphipleura pellucida</u>	1	0	1	1
8	<u>Amphora libyca</u>	1	1	1	1
9	<u>Amphora ovalis</u>	0	0	1	0
10	<u>Amphora sp.</u>	0	0	1	0
11	<u>Campylodiscus hibernicus</u>	0	0	0	1
12	<u>Capartogramma crucicula</u>	1	1	1	0
13	<u>Cocconeis pediculus</u>	1	1	1	1
14	<u>Cocconeis placentula var. placentula</u>	1	1	1	1
15	<u>Cocconeis placentula var. euglypta</u>	1	0	1	0
16	<u>Cocconeis placentula var. lineata</u>	1	0	1	0
17	<u>Cyclotella meneshiniana</u>	1	1	1	1
18	<u>Cyclotella stelligera</u>	0	1	0	0
19	<u>Cymbella affinis</u>	0	0	0	1
20	<u>Cymbella cymbiformis</u>	1	0	1	1
21	<u>Cymbella delicatula</u>	0	1	0	0
22	<u>Cymbella gracilis</u>	1	1	1	1
23	<u>Cymbella laevis</u>	1	1	1	0
24	<u>Cymbella lunata</u>	0	0	1	0
25	<u>Cymbella mexicana</u>	0	1	0	0
26	<u>Cymbella minuta</u>	0	1	0	0
27	<u>Cymbella minuta var. sitesiaca</u>	0	1	0	0
28	<u>Cymbella muellerii</u>	1	0	1	1
29	<u>Cymbella prostrata</u>	1	0	1	0
30	<u>Cymbella sp. 1</u>	0	0	1	0
31	<u>Cymbella tumida</u>	0	1	1	1
32	<u>Denticula elegans</u>	1	0	1	0
33	<u>Diploneis elliptica</u>	1	1	1	1
34	<u>Diploneis modica</u>	0	1	1	1
35	<u>Diploneis ovalis</u>	1	1	1	1
36	<u>Eunotia sp.</u>	1	0	1	1
37	<u>Fragilaria biceps</u>	1	1	1	1
38	<u>Fragilaria goulardi</u>	1	1	1	1
39	<u>Fragilaria ulna</u>	1	1	1	1
40	<u>Gomphonema angustum</u>	1	1	1	1
41	<u>Gomphonema brasillense</u>	0	1	0	0
42	<u>Gomphonema pseudoausur</u>	1	0	1	1
43	<u>Gyrosigma acuminatum</u>	1	0	1	1
44	<u>Gyrosigma nodiferum</u>	1	0	1	1
45	<u>Gyrosigma spencerii</u>	1	0	0	0
46	<u>Mastogloia smithii</u>	0	1	1	1
47	<u>Mastogloia smithii var. lacustris</u>	0	1	0	0
48	<u>Melosira sp.</u>	0	0	0	1
49	<u>Navicula crucicula</u>	1	0	1	0
50	<u>Navicula cryptocephala</u>	0	1	0	0
51	<u>Navicula cuspidata</u>	0	0	1	1
52	<u>Navicula pseudotuscula</u>	1	0	0	0
53	<u>Navicula pupula</u>	0	0	1	1
54	<u>Navicula radiosa</u>	1	1	1	1
55	<u>Navicula radiosa var. tenella</u>	0	1	0	0
56	<u>Navicula sp. 1</u>	0	0	0	1
57	<u>Navicula sp. 2</u>	0	0	1	1
58	<u>Navicula sp. 3</u>	0	0	0	1
59	<u>Navicula sp. 4</u>	0	0	0	1
60	<u>Navicula sp. 5</u>	0	0	0	1
61	<u>Navicula sp. 6</u>	0	1	1	1
62	<u>Navicula sp. 7</u>	0	0	1	0
63	<u>Nitzschia amphibia</u>	0	1	1	1
64	<u>Nitzschia sinuate</u>	0	1	0	0
65	<u>Nitzschia sp. 1</u>	1	1	1	1
66	<u>Nitzschia sp. 2</u>	0	1	0	1
67	<u>Pinnularia gibba</u>	1	0	1	0
68	<u>Pinnularia maior</u>	1	1	1	1

69	<u>Pleurosira laevis</u>	1	0	0	0
70	<u>Rhopalodia gibba</u>	0	1	0	0
71	<u>Rhopalodia gibba</u> var. <u>ventricosa</u>	0	1	1	0
72	<u>Stauroneis phoenicenteron</u>	0	0	1	0
73	<u>Surirella acuminata</u>	1	0	0	1
74	<u>Surirella bifrons</u>	0	0	1	1
75	<u>Surirella ovalis</u>	1	1	0	0
76	<u>Surirella robusta</u>	1	0	1	1
77	<u>Surirella</u> sp.	1	0	0	0
78	<u>Surirella spiralis</u>	0	0	0	1
79	<u>Synedra ulna</u> var. <u>amphirhynchus</u>	0	1	0	1
80	<u>Synedra ulna</u> var. <u>danica</u>	0	1	0	0
81	<u>Synedra ulna</u> var. <u>subaequalis</u>	0	1	0	0
82	<u>Terpsinoe musica</u>	1	0	0	1

CLASE XANTOPHYCEAE

83	<u>Vaucheria</u> sp.	0	0	1	1
----	----------------------	---	---	---	---

Notación para localidades:

A - Nacimiento del Salto	B - El Salto	1 - Presencia
C - El Meco	D - Micos	0 - Ausencia

APENDICE 3

Valoración de la abundancia en diatomeas

Se presenta el estudio comparativo de las diatomeas colectadas en cuatro localidades: 1) Nacimiento del Salto, 2) El Salto, 3) El Meco y 4) Micos, San Luis Potosí en marzo de 1987, a partir de su composición específica y de la valoración de su abundancia.

Se trabajo una muestra de cada localidad, de la siguiente manera:

En un 1 ml de muestra se realizan tres preparaciones (Rott y Pfister, 1988), y en cada una se observa el número de especies (riqueza) y se realiza el conteo (abundancia) de cada población a lo largo de microtransectos en cada preparación.

Las preparaciones se hacen con la técnica de oxidación ácida (Rushforth, Kaczmarzka y Johansen, 1984) y posteriormente montadas en resina Naphrax.

Se identificaron según el esquema de clasificación de Krammør y Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 1991a), un total de 62 especies de diatomeas, 27 en el Nacimiento de El Salto; 30 especies en El Salto, 35 especies en El Meco y 28 especies en Micos.

A continuación se describe cada muestra brevemente, con sus especies estructurales y se da la lista de las especies encontradas con sus abundancia (Tabla 3).

Muestra 2604 Nacimiento del Salto

Colectada en la zona de orilla del cauce, sobre cantos rodados a una profundidad de 30-40 cm. Velocidad de corriente fuerte (1 a 2 m/seg.). Forma de crecimiento: Mechones de filamentos filiformes. Especies filamentosas: *Thorea riekei*, *Lyngbya majuscula*, *Cladophora glomerata*, Musgos, *Spirogyra* sp. 2, *Oedogonium* sp.

Muestra 2667 El Salto

Colectada en zona de deslizamiento de cascada, a una profundidad de 0.5-2 cm. Velocidad de corriente muy fuerte (2 a 2.5 m/seg.). Forma de crecimiento: Mechones de filamentos filiformes. Especies filamentosas: *Cladophora fracta*, *Spirogyra* sp. 1, *Lyngbya* sp. 1 y *Mougeotia scalaris*.

Muestra 2651 El Meco

Colectada en una franja perpendicular a la corriente, sustrato duro de CaCO_3 , iluminación media y velocidad de corriente fuerte (1 a 2 m/seg.). Forma de crecimiento: Mechones plumulosos. Especies filamentosas: *Cladophora glomerata*, *Lyngbya* sp. 1

Muestra 2691 Micos

Colectada en un rápido (zona de deslizamiento), velocidad de corriente fuerte. Forma de crecimiento: Masa de filamentos. Especies filamentosas: *Rhizoclonim* sp., *Cladophora glomerata*.

Tabla 3. Lista de especies de diatomeas para las localidades del sistema hidrológico El Salto (Según Simonsen, 1979 En: Krammer y Lange-Bertalot, 1986)

	A	B	C	D
Orden Centrales				
Suborden Coscinodiscineae				
Familia Melosiraceae				
1 <i>Melosira</i> sp.	0	0	0	7
Familia Thalassiosiraceae				
2 <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	3	10	7	2
3 <i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow	0	1	0	0
Suborden Rhizosoleniineae				
Familia Biddulphiaceae				
4 <i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	80	0	0	0
5 <i>Terpsinoe musica</i> Ehrenberg	112	0	0	0
Orden Pennales				
Suborden Araphidineae				
Familia Fragilariaceae				
6 <i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot	873	362	537	92
7 <i>Fragilaria gouldardi</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	4	7	0	0
8 <i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot	15	138	24	8

9	<i>Synedra ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> (Ehrenberg) Grunow	0	0	0	2
Suborden Raphidineae					
Familia Achnantheaceae					
10	<i>Achnanthes affinis</i> Grunow	0	205	49	52
11	<i>Achnanthes inflata</i> (Kützing) Grunow	0	0	1	0
12	<i>Achnanthes</i> sp.	0	0	0	3
13	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	600	298	24	2263
14	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	301	14	131	88
Familia Bacillariaceae					
15	<i>Denticula elegans</i> Kützing	0	0	1	0
16	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	0	1	5	0
17	<i>Nitzschia</i> sp. 1	1	17	58	7
18	<i>Nitzschia</i> sp. 2	0	8	0	0
Familia Epithemiaceae					
19	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	0	5	0	0
20	<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) H. & M. Peraga.	0	1	0	0
Familia Eunotiaceae					
21	<i>Eunotia</i> sp.	10	0	0	0
Familia Naviculaceae					
22	<i>Amphipleura lindheimerii</i> Grunow	107	2	0	0
23	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	0	0	1030	38
24	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	6	23	0	0
25	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	0	0	17	0
26	<i>Amphora</i> sp.	0	0	88	0
27	<i>Capartogramma crucicula</i> (Grunow ex Cleve) Ross	10	2	2	0
28	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	0	0	0	7
29	<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	0	0	7	0
30	<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing	159	551	53871	13
31	<i>Cymbella laevis</i> Naegeli	25	9	1	0
32	<i>Cymbella muellerii</i> Hustedt	106	0	37	1
33	<i>Cymbella</i> sp. 1	0	0	2	0

34	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	0	0	2	2
35	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	0	3	6	0
36	<i>Diploneis modica</i> Hustedt	0	5	434	1
37	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	20	6	0	2
38	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0	133	17	73
39	<i>Gomphonema brasiliense</i> Grunow	0	588	0	0
40	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	382	0	29	0
41	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	6	0	1	0
42	<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	60	0	2	10
43	<i>Mastogloia smithii</i> Thwaites	0	11	4	0
44	<i>Mastogloia smithii</i> var. <i>lacustris</i> Grunow	0	2	0	0
45	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0	1	0	0
46	<i>Navicula pseudotuscula</i> Hustedt	3	0	0	0
47	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	49	18	387	49
48	<i>Navicula</i> sp. 1	0	0	0	6
49	<i>Navicula</i> sp. 2	0	0	1	3
50	<i>Navicula</i> sp. 3	0	0	0	2
51	<i>Navicula</i> sp. 4	0	0	0	2
52	<i>Navicula</i> sp. 5	0	0	0	1
53	<i>Navicula</i> sp. 6	0	2	5	1
54	<i>Navicula</i> sp. 7	0	0	5	0
55	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	0	0	1	0
56	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Rabenhorst	13	1	4	0
57	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0	0	6	0
Familia Surirellaceae					
58	<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg	0	0	0	1
59	<i>Surirella acuminata</i> Hustedt	5	0	0	0
60	<i>Surirella bifrons</i> Ehrenberg	0	0	40	8
61	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	5	1	0	0
62	<i>Surirella</i> sp.	1	0	0	0

Localidades: A - Nacimiento del Salto, B - El Salto, C - El Meco y D - Micos (El conteo es el resultado de 3 preparaciones por 1 ml de muestra, Rott y Pfister, 1988).

Del total de especies sólo 8 (12.9 %) (cuadro 11), fueron comunes a las cuatro localidades, 23 de las especies se presentaron en dos y tres localidades, y la mayor parte de las especies, 31 (50%) sólo estuvieron presentes en alguna de las 4 localidades (cuadro 12).

Cuadro 11. Especies presentes en las cuatro localidades, con sus abundancias (1 ml de muestra, Rott y Pfister, 1988)

ESPECIES	LOCALIDADES			
	A	B	C	D
<i>Cocconeis pediculus</i>	600	298	24	2263
<i>Cocconeis placentula</i>	301	14	131	88
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	3	10	7	2
<i>Cymbella gracilis</i>	159	551	53871	13
<i>Fragilaria biceps</i>	873	362	537	92
<i>Fragilaria ulna</i>	15	138	24	8
<i>Navicula radiosa</i>	49	18	387	49
<i>Nitzschia</i> sp. 1	1	17	58	7

Localidades: A - Nacimiento del Salto, B - El Salto, C - El Meco y D - Micos.

El número de especies exclusivas de cada localidad se presentan en el cuadro (12), El Nacimiento de El Salto con 6 especies exclusivas (9.67%); El Salto con 7 especies (11.29%); El Meco con 9 especies (14.52%); y Micos 9 especies (14.52%).

Cuadro 12. Distribución de las especies en las cuatro localidades de estudio

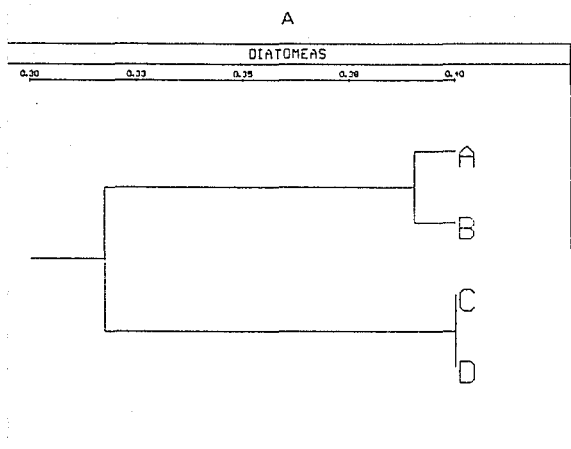
ESPECIES PRESENTES EN	TOTAL	COMUNES
4 LOCALIDADES	8 (12.9%)	A, B, C y D
3 LOCALIDADES	3 (4.84%)	A, B, y C
	1 (1.61%)	A, B, y D
	2 (3.23%)	A, C, y D
	4 (6.45%)	B, C, y D
	10 (16.13%)	
2 LOCALIDADES	4 (6.45%)	A y B
	2 (3.23%)	A y C
	3 (4.84%)	B y C
	4 (6.45%)	C y D
	13 (20.97%)	
1 LOCALIDAD	6 (9.67%)	A
	7 (11.29%)	B
	9 (14.52%)	C
	9 (14.52%)	D
	31 (50.00%)	

A. Nacimiento del Salto; C. El Meco; B. El Salto y D. Micos

El dendrograma de la Fig. 4, resume el análisis estadístico realizado con la matriz de presencia-ausencia de las especies. La matriz de presencia-ausencia de especies por localidad fué analizada estadísticamente (ANACOM, 1991 y NTSYS-PC, 1990).

Las localidades mas similares fueron el Meco-Micos con S = 40% y el Nacimiento del Salto-El Salto con S = 39%.

Fig. 4 DENDROGRAMAS OBTENIDOS CON EL
COEFICIENTE DE JACCARD
(LOCALIDADES)



COEFICIENTES DE JACCARD (DIATOMEAS)

+ = 1.00000, - = 0.00000

3 4L 4L 0

A 1.0000000

B 0.3902439 1.0000000

C 0.3478261 0.3829787 1.0000000

D 0.2500000 0.2888889 0.4000000 1.0000000

A

B

C

D

Localidades de estudio:

A - Nacimiento de El Salto

B - El Salto

C - El Meco

D - Micos

A - Similitud de diatomeas

DISCUSION

Las especies *Cocconeis pediculus*, *Cocconeis placentula*, *Cymbella gracilis* y *Fragilaria biceps* son frecuentes en el sistema hidrológico El Salto (cuadro 11). Todas están presentes en condiciones lólicas en un gradiente de velocidades, sustrato duro de CaCO_3 y relacionadas con especies filamentosas como *Cladophora glomerata*, *Cladophora fracta*, *Thorea riekei* y *Lyngbya majuscula* principalmente, que son especies importantes en los mechones de filamentos filiformes. El caso de *Cymbella gracilis* es importante resaltar ya que fue la especie con una abundancia importante en la localidad El Meco, en condiciones de velocidad de corriente fuerte (1 a 2 m/seg.) e intensidad luminosa media 40-60% (Johansson, 1982). Las dos especies de *Cocconeis* se encuentran epífitas a *Cladophora fracta* y *Cladophora glomerata* en las cuatro localidades, responde de manera igual a esta relación que se da en regiones templadas, (Tavera, Elster y Marvan, 1993). *Cyclotella meneghiniana* ha sido reportada como una especie bentónica y planctónica, sobre macrofitas en depósitos litorales. *Navicula radiosa*, presente en aguas corrientes, en un amplio gradiente de pH y conductividad.

El análisis de los datos muestra que existen valores de similitud bajos ($S = 50\%$) (Fig. 4) y que las pocas especies que presentan en común las cuatro localidades estudiadas resultaron ser epífitas de otras algas filamentosas como *Cladophora glomerata*, que es conocida como una especie con amplios rangos de tolerancia. Esta gran diferencia en la composición de especies de diatomeas se dan a pesar de la cercanía entre las localidades y a la similitud en la composición química del agua (cuadro 2), temperatura, clima y sustrato geológico. Todo parece indicar que otros factores como la velocidad de corriente, iluminación y sustrato, que difieren considerablemente entre las localidades estudiadas, juegan un papel determinante. Mientras que en la localidad el Nacimiento existen numerosos manantiales pequeños, se originan rápidos y el sustrato predominante es roca calcárea, en la localidad de El Salto es una cascada de 90 m de altura, cuyo sustrato es limoso con textura de talco, formado por la precipitación de CaCO_3 (Golubic, 1973). En cambio, en la localidad de Micos el sustrato predominante es travertino, y en El Meco existe una combinación de travertino y sustrato limoso. Además desde el

nacimiento hasta la confluencia del río, se incrementa la amplitud del cauce, lo que provoca variación en la cobertura por la vegetación riparia (ver fotos).

Cabe mencionar, que en el presente trabajo se realizó el conteo de 1 ml de volúmen de muestra, pero creemos que con fines de comparación, es mejor trabajar sobre un área determinada del sustrato a analizar, o bien de la especie algal sobre la cual crecen, para que tengamos la misma escala que es importante en términos comparativos.

CONCLUSIONES

En el presente estudio, existió la dificultad de cuantificar diferentes niveles de organización que coinciden para un espacio y tiempo dado en una forma de crecimiento, ya que en una forma de crecimiento encontramos diferentes niveles de organización como son: unicelulares, filamentos, cenobios, colonias, etc., por lo que no es posible emplear los criterios clásicos para medir abundancia. Podemos observar que tanto Kawecka (1971), Holmes y Whitton (1981), Rott y Pfister (1988), como Sheath y Cole (1992), utilizan las escalas cualitativas para evaluar las formas fisionómicas o de crecimiento en los diferentes ríos de estudio, y es una alternativa para aproximarse a la cuantificación de comunidades microalgales, lo que permite hacer interpretaciones o comparaciones de tipo ecológico.

Este punto en el desarrollo del presente proyecto, hasta el momento no se ha resuelto del todo, debido a que el trabajo taxonómico jugó un papel importante en el trascurso del mismo. El análisis de las formas de crecimiento y de sus especies constituyentes bajo la concepción de flora dinámica, es una alternativa interesante para el trabajo con orientación de tipo ecológica (flora típica) con comunidades microalgales en términos de valorar la estructura y composición.

La diferencia en la ficoflora de diatomeas de las cuatro localidades parece estar mas relacionado con la presencia de diferentes microfactores, como velocidad de corriente, sustrato e iluminación, que con diferencias en macrofactores, (temperatura, pH, nutrientes, etc).