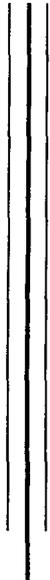


00381
7
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Estudio florístico (taxonómico - ecológico - biogeográfico)
de las rodofitas de agua dulce en la región central
de México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
DOCTOR EN CIENCIAS
(BIOLOGIA)

P R E S E N T A
JAVIER CARMONA JIMENEZ

DIRECTOR DE TESIS
DR. JORGE GONZALEZ GONZALEZ

**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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION

Este trabajo esta dedicado a mis profesores y amigos Dr. Jorge González González y M. en C. Gustavo Montejano Zurita, cuyo entusiasmo fue tan importante para despertar en mí el interés por un grupo complicado por naturaleza, las algas.

AGRADECIMIENTOS

Mi formación académica y salud mental ha sido influida significativamente por diversas personas a las cuales quiero hacer patente un sincero y respetuoso agradecimiento.

Al Dr. Sergio Licea Durán y Dra. Ligia Collado Vides integrantes de mi comité tutorial que siempre me apoyaron y orientaron en la realización de mis estudios doctorales.

A los revisores y sinodales del trabajo final de tesis Dr. Antonio Lot Helgueras, Dr. Luis Alejandro Novelo Retana, Dr. José Alejandro Velázquez Montes y Dr. David Uriel Hernández Becerril, quienes siempre estuvieron en la mejor disposición de sujerir, orientar y discutir la información generada en la investigación.

A mis profesores y amigos del Laboratorio de Ficología M. en C. Michele Gold Morgan, M. en C. Eberto Novelo Maldonado, Dra. Rosa Luz Tavera Sierra, Dra. Dení Rodríguez Vargas, Dra. Ligia Collado Vides y Dra. Hilda León Tejera por su invaluable ayuda y consejos que superaron el plano académico.

A mis compañeros y amigos, especialmente Enrique Cantoral Uriza, Claudia Ibarra Vázquez, Marco Antonio Muñoz Hernández, Francisco Valadez Cruz, Elisa Serviere Zaragoza y Dalila Fragoso Tejas por compartir los éxitos y fracasos, escuchar y proponer alternativas a nuestros objetivos personales y colectivos, motivar a la superación profesional y sobre todo, por ser como son.

Al Subcomité de Becas de la Facultad de Ciencias, UNAM y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, UNAM por la beca que me asignaron durante todos mis estudios de posgrado, responsables en gran medida de que esto se concrete. Al Programa de Apoyo a las Divisiones de Estudios de Posgrado, Tesis doctorales, UNAM, por financiar gran parte de mis estudios de doctorado.

A mis padres por su cariño incondicional, por el apoyo que siempre he recibido y por señalarme la ruta de una persona de bien.

Algunas personas que ya no me acompañan físicamente siguen siendo un ejemplo en mi toma de decisiones. A mi abuelita por el cariño, tenacidad y superación como actitud fundamental en la vida y a mi tío Ubaldo Bonilla por mostrarme que toda meta puede alcanzarse con trabajo, estudio y dedicación.

Finalmente y el agradecimiento más importante y profundo se lo debo a mi compañera, amiga y esposa Tere que con su apoyo, confianza y ánimo cotidiano me transmitió la suficiente fuerza afectiva y tenacidad moral que me llevó a superar las frustraciones de esta etapa de mi vida y con ello continuar con mi proyecto de vida.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	1
Concepción teórico-metodológica	2
Estrategia teórico-metodológica	3
ANTECEDENTES	7
ÁREA DE ESTUDIO	9
Valle de México	9
Río Pánuco	10
Río Balsas	13
Río Papaloapan	15
MATERIAL Y MÉTODO	19
Análisis de la información documental	19
Caracterización ambiental	20
Procesamiento de muestras y ejemplares	22
Análisis biogeográfico	24
RESULTADOS	25
Análisis sectorial	25
Clave para las géneros de rodofitas de agua dulce en la región central de México	26
Género <i>Stylonema</i> Reinsch, 1875	
Análisis nomenclatural	27
Análisis taxonómico	28
Descripción ambiental	33
Distribución geográfica	34
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Stylonema</i>	35
Género <i>Compsopogon</i> Montagne, 1846	
Análisis nomenclatural	43
Análisis taxonómico	43
Descripción ambiental	50
Distribución geográfica	52
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Compsopogon</i>	53
Género <i>Audouinella</i> Bory, 1828	
Análisis nomenclatural	61
Análisis taxonómico	63
Descripción ambiental	72
Distribución geográfica	74
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Audouinella</i>	75

Género <i>Batrachospermum</i> Roth, 1797	
Análisis nomenclatural	89
Análisis taxonómico	90
Descripción ambiental	98
Distribución geográfica	99
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Batrachospermum</i>	100
Género <i>Sirodotia</i> Kylin, 1912	
Análisis nomenclatural	109
Análisis taxonómico	109
Descripción ambiental	115
Distribución geográfica	116
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Sirodotia</i>	116
Género <i>Thorea</i> Bory, 1808	
Análisis nomenclatural	125
Análisis taxonómico	126
Descripción ambiental	131
Distribución geográfica	132
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Thorea</i>	132
Género <i>Paralemanea</i> Silva, 1959	
Análisis nomenclatural	143
Análisis taxonómico	143
Descripción ambiental	147
Distribución geográfica	148
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Paralemanea</i>	149
Género <i>Hildenbrandia</i> Nardo, 1834	
Análisis nomenclatural	156
Análisis taxonómico	157
Descripción ambiental	161
Distribución geográfica	162
Formas de expresión de las poblaciones de <i>Hildenbrandia</i>	163
Caracterización general	171
Ciclos de vida	171
Ecología	172
Biogeografía	174
DISCUSIÓN	179
Integración florística-taxonómica	179
Integración florística-ecológica	183
Integración florística-biogeográfica	185
CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS	189
LITERATURA CITADA	191

RESUMEN

En este trabajo se exponen los resultados del estudio de 40 localidades con rodofitas de agua dulce en la región central de México colectadas en el período de 1981 a 1996. Se presenta una lista florística de 15 especies representativas de los géneros *Stylonema*, *Compsopogon*, *Audouinella*, *Sirodotia*, *Batrachospermum*, *Thorea*, *Paralemanea* e *Hildenbrandia*. El tratamiento general para cada género incluyó cinco puntos de integración: a) búsqueda, análisis, sistematización y estado actual del conocimiento de cada género para caracterizarlo y plantear su problemática; b) valoración de los atributos taxonómicos a partir de las referencias originales y los registrados en nuestras poblaciones; c) caracterización ambiental de las localidades donde se desarrolló cada población; d) distribución de cada especie a nivel mundial, nacional y al interior de la región central de México; e) a partir de la evaluación y sistematización de los niveles a - d se construyó y definió la forma de expresión de cada especie. El resultado más importante del primer análisis fue la selección de caracteres y criterios nomenclaturales que distinguen a cada género, que en el caso de *Stylonema* se tienen los elementos necesarios para considerarlo como género y especie nueva en agua dulce. El análisis taxonómico mostró un fuerte solapamiento de caracteres cuantitativos y cualitativos en géneros y especies de *Stylonema*, *Compsopogon*, *Audouinella*, *Thorea* e *Hildenbrandia*. Para intentar resolver estos problemas, se propone valorar algunos atributos morfológicos y morfométricos como criterios taxonómicos de peso para cada caso particular. Producto del análisis ambiental se logró caracterizar la combinación de gradientes macro y microambientales que permiten su desarrollo - dentro de los cuales se percibe con mayor influencia la temperatura del agua, intensidad luminosa, velocidad de corriente y concentración de carbonato de calcio - y su relación con la constancia o variabilidad de los atributos taxonómicos que han sido empleados en la definición de los taxa. En el análisis biogeográfico se encontró que la mayoría de las especies se colectaron en regiones tropicales o subtropicales y la minoría en regiones templadas. Las observaciones permiten concluir que la composición florística entre las distintas cuencas que integran a la región central de México varía en diversidad y frecuencia, asimismo, con base en el listado de las formas de expresión y las condiciones ambientales donde se presentan se propone un patrón de distribución formado por dos grupos: un grupo con afinidad neártica y otro de afinidad neotropical.

ABSTRACT

Forty localities were studied in the central region of Mexico during 1981-1996. A floristic list of 15 species is presented from the genera *Stylonema*, *Compsopogon*, *Audouinella*, *Sirodotia*, *Batrachospermum*, *Thorea*, *Paralemanea* and *Hildenbrandia*. Five aspects were carried out for each genus: a) search, analysis, systematization of the current knowledge in order to characterize it and describe its problems; b) evaluation of the taxonomic features used in the original descriptions in relation to those found in our populations; c) environmental characterization of the locality where each population was found; d) distribution of each species in the world, Mexico and the central region of Mexico; e) on the basis of the evaluation and systematization of a - d the form of expression of each species was defined and elaborated. The most important result obtained from the first analysis was the segregation of nomenclatural criteria and features that distinguish each genus. We consider *Stylonema* it is a genus and species new for freshwater. The taxonomic analysis shows a noticeable overlap in quantitative and qualitative features in the genera and species of *Stylonema*, *Compsopogon*, *Audouinella*, *Thorea* e *Hildenbrandia*. To try to solve these problems several morphologic and morphometric features are proposed as taxonomic criteria for each case. From the environmental analysis the combination of macro and microenvironmental gradients was obtained per species. The most important factors are water temperature, light intensity, water velocity and calcium carbonate concentration in relation to the constancy or variability of the taxonomic features used to define the taxa. From the biogeographic analysis it was found that most of the populations have been collected in tropical or subtropical regions and only a minority in temperate regions. We conclude that the floristic composition between the different basins of the central region of Mexico varies in its diversity and frequency; and based on the list of forms of expression and environmental conditions where they are found, we propose a patterns of distribution in two groups: one with nearctic affinities and with neotropical affinities.

INTRODUCCIÓN

En cuerpos de agua continental las algas rodofitas representan a un grupo poco diverso (alrededor del 3%) en contraste con sus representantes marinos. Hasta el momento se han descrito cerca de 200 especies de agua dulce (Skuja, 1938), aunque distintos autores indican que es una sobreestimación de cerca del 20% (Dixon, 1973; Sheath, 1984; Woelkerling, 1990). La contribución de las algas rojas a las listas florísticas de distintas regiones generalmente ha sido pobre, sin embargo, en contraste con su baja diversidad pueden presentar una alta frecuencia sobre todo en ambientes lóticos donde juegan un papel importante como productores primarios (Sheath y Hambrook, 1990). En la actualidad la historia nomenclatural y los criterios taxonómicos utilizados para segregarse subclases, ordenes, familias y géneros de este grupo aún se encuentra sin resolver; explicado en gran medida por su gran polimorfismo y la falta de información de sus ciclos de vida. Recientemente han aparecido revisiones y propuestas para su clasificación a través de la ponderación de caracteres ultraestructurales (Pueschel y Cole, 1982; Garbary y Gabrielson, 1990), aunque, sólo se han observado en un número limitado de especies y no se tiene un consenso general. En cuanto a su ecología, se describen bajo un amplio gradiente de temperatura, iones disueltos, pH y formas de carbón inorgánico; generalmente limitadas a aguas en constante movimiento, poco profundas y transparentes (Sheath y Hambrook, 1990). La distribución horizontal está caracterizada por una gran amplitud hasta el paralelo 70°. Algunas formas del género *Batrachospermum* se encuentran en las zonas Ártica y Antártica, sin embargo, predominan las especies con distribución templada o tropical, como es el caso de las especies de los géneros *Compsopogon* y *Thorea* (Skuja, 1938; Sheath, 1984).

En el umbral del siglo XXI, encontramos que no hay claridad en la determinación de innumerables especies, existe controversia entre diversos autores y aún falta la descripción ambiental y distribucional de varias especies. Todo ello aunado a que la mayoría de las descripciones originales son de aguas templadas y frías, complica en gran medida el trabajo del investigador que estudia ambientes tropicales.

Objetivos

Como resultado de lo anterior, y teniendo en cuenta que no existe hasta el momento una

INTRODUCCIÓN

compilación que integre la biología de las algas rojas continentales en nuestro territorio, se desarrolló la presente investigación que inició con la hipótesis de que existen un conjunto de poblaciones reunidas bajo un patrón estructural básico que se expresan diferencialmente bajo ciertas condiciones ambientales y que si bien presentan variaciones en algunos caracteres pudiese estar explicado por cambios genéticos o ambientales. De esta manera se delimitó el objetivo principal de esta investigación que es:

Objetivo general

Realizar el estudio florístico de las especies de rodofitas a través de la integración de los conceptos nomenclatural, taxonómico, ecológico y biogeográfico.

Objetivos particulares

1. Determinar los criterios de peso taxonómico que permitan delimitar los géneros y especies.
2. Conocer el efecto de las variables ambientales que determinan la presencia o ausencia.
3. Establecer el patrón de distribución en la región.

Concepción teórico-metodológica

El planteamiento de este estudio pretende explicar y reconstruir la diversidad biológica, parte de la base que todo evento de diversidad es producto de una historia y tiene un devenir en continuo movimiento (irrepetible) en el cual interactúan múltiples factores de alteración bióticos y abióticos (González-González, 1991). Estos procesos ocurren en la naturaleza en tres dimensiones: a) procesos intrínsecos de cambio, donde todo individuo tiene unidad y alteridad en sí mismo (identidad), pero tiene un proceso de manifestación diferencial (alteridad) durante su existencia; b) procesos extrínsecos de transformación (proceso transformado), donde el acontecer de una entidad se ve alterado directa o indirectamente por la existencia coincidente del sobrevenir de otras entidades a las que altera y por las que es alterado y c) proceso de alteración del conocimiento, es decir, la alteración subjetiva de los procesos, porque la intención del conocimiento implica la alteración del objeto de conocimiento. Esta alteración del conocimiento es la que convierte un proceso transformado en un proceso alterado (*"Teoría de los Procesos Alterados"*, González-González, 1991, 1992, 1994).

Bajo estos fundamentos, el análisis crítico y evaluación del proceso del conocimiento, se reconoce, destaca y considera la ineludible ruptura de la realidad y la consecuente discontinuidad del conocimiento, es decir, es el mecanismo de relación entre el objeto (entidad) y el conocimiento (unidad) mediante el cual nos aproximamos y tratamos de reconstruir e interpretar la realidad a través de modelos, patrones o representaciones. La flora ficológica responde a estos principios y por lo tanto se considera como un proceso dinámico de reconstrucción permanente, continuamente alterada por una gran diversidad de factores (*"Flora Dinámica"*, González-González, 1987, 1992a, 1993, 1994). En una flora se van sucediendo una serie de acontecimientos y van cambiando las relaciones entre sus diversos elementos (individuos, poblaciones y especies) debido a la interacción de sus características inherentes y las características del medio. La flora desde nuestro punto de vista es una aproximación que reconoce y parte del hecho de que, la composición florística de los ambientes puede variar notablemente en tiempo y espacio. Toda 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 ambientales de lugar en lugar y/o de tiempo en tiempo, como la capacidad diferencial de las especies para responder a dichos cambios.

Estrategia teórico-metodológica

Para todo análisis se deben establecer los elementos e instrumentos teórico-metodológicos para una reelaboración del cuerpo conceptual en función del modelo dinámico de las entidades, procesos y fenómenos vitales. Una de las aproximaciones a las unidades teóricas de la biología que trata de entender y explicar las manifestaciones de los seres vivos es el concepto de especie *"IOPE"* (Individuo, Organismo, Población y Especie) ya que integra y relaciona epistemológicamente las discontinuidades de su manifestación y da cuenta y representa sus diferencias fenomenológicas. La manifestación concreta de un ser vivo en la naturaleza es el *individuo*. Esta entidad está en continuo movimiento que se inicia con el nacimiento y termina con la muerte, pasando por diferentes etapas en su historia de vida durante la cual expresa diferencialmente su acervo informativo, lo que hace que cada etapa presente diferencias morfofisiológicas en comparación con otras, y dependiendo de su potencial, las etapas del individuo variarán en función de las condiciones en las cuales se desarrolle (Rodríguez, 1989). La presencia de estos individuos diferentes puede estar desfasada en espacio y tiempo, y

INTRODUCCIÓN

presentarse en distintas condiciones ambientales. Este proceso que se condiciona recíprocamente constituye un *organismo*. El conjunto de individuos que presentan características semejantes en su patrón estructural y funcional básico e intercambian información genética (recombinación) conforman una *población*. El conjunto de poblaciones semejantes que viven en distintos espacios y en diferentes tiempos constituyen a la *especie* ("*IOPE*") (González-González, 1991).

La reconstrucción de la flora a partir de la coexistencia espacio-temporal de diferentes entidades biológicas (IOPE's) tiene tres puntos de partida o integración que interactúan e intentan detectar y explicar las variaciones de los atributos bajo ciertas condiciones ambientales, que son la flora tónica, la flora típica y la flora tónica (González-González, 1987, 1994), los que a continuación se explican.

La *flora tónica* es la integración florística de una región que elabora y actualiza el inventario de las especies como elementos florísticos básicos, enmarcada en una caracterización y delimitación fisiográfica. La sistematización de los registros de especies en forma de inventarios florísticos es muy importante porque posibilita relacionar los megafactores, macrofactores y el conjunto total de especies en la región, que son susceptibles de manifestarse en diferentes momentos y lugares. Dadas las características de atemporalidad y aespacialidad de la flora tónica todo registro supone la presencia, algunas veces manifiesta, siempre potencial de la especie en la región.

La *flora típica* es la flora manifiesta en un ambiente de una región y posibilita hacer predicciones, con base en el establecimiento y construcción de patrones, la presencia y proporción de especies y asociaciones en relación con la coincidencia de ciertos valores o gradientes mesológicos. Son múltiples los factores que afectan el desarrollo de las comunidades y de sus especies individuales, sin embargo, hay un cierto conjunto de factores que le dan regularidad al desarrollo de cada comunidad y afectan la distribución geográfica y ecológica de sus especies componentes. Por tanto es necesario hacer un análisis multifactorial y reconocer el conjunto de factores preponderantes para cada comunidad y especie. La flora típica es espacial y temporal, y por tanto, la información que genera es complementaria a la que da la flora tónica: dice en donde y como se encuentran manifiestas las especies que potencialmente están en la región.

La *flora tónica* describe el patrón estructural básico, los rangos de variación en relación con los gradientes ambientales y evalúa la coherencia de los caracteres y ubicación sistemática de cada uno. De tal manera, el estudio de la variación genética y fenética de los taxa permite no sólo resolver interrogantes de su definición taxonómica, sino también conocer su potencial adaptativo y explicar parte del problema que plantea su propia biología. La flora tónica explica el cambio y el movimiento de la flora, es decir, posibilita interpretar y predecir las características de su presencia y proporciones en los lugares, que teniendo ciertas condiciones ambientales, permiten su manifestación de cierta forma, en coexistencia con ciertas especies.

El criterio de integración de este trabajo debe entenderse en el concepto de la flora tónica, típica y tónica, es decir, constituye el análisis del conjunto de poblaciones de rodofitas dulceacuácolas manifiestas en la región central de México, mediante correlaciones con los ambientes donde se han colectado y las formas de expresión de cada especie. Bajo el criterio tónico-tópico se incluye la descripción de las especies y categorías infraespecíficas, las variaciones respecto de otras descripciones, así como las etapas y/o fases de individuos diferentes de poblaciones semejantes que se distribuyen en las cuatro cuencas. El criterio tónico-tópico pretende interpretar la flora a partir de los ambientes en que se encuentra y las comunidades que forma, así como detectar las variaciones fenéticas y genéticas en función de los gradientes ambientales de cada población. A través del componente tónico se intenta describir el espacio geográfico que ocupan a distintas escalas (localidad, cuenca, región); bajo este criterio se incluye la caracterización general y se propone un patrón de distribución.

Finalmente con los tres criterios de integración se obtuvo una diagnóstico o tono de expresión ¹ de cada especie como resultado del análisis de la aproximación taxonómica, que implica la valoración de los caracteres utilizados en la delimitación específica; el ecológico que implica la valoración a distintos niveles (comunidades y asociaciones) de los distintos tonos de expresión de las algas; y el distribucional que explica la presencia o ausencia con base en las diferentes regiones.

¹ tono de expresión se refiere a la expresión diferencial de las especies para cada conjunto particular de condiciones.

ANTECEDENTES

Los estudios florísticos sobre rodofitas en México son escasos y puntuales. Las primeras referencias datan de hace aproximadamente 150 años cuando Kützing (1849 en Ortega, 1984; 1857) y Tort (1858) describen a *Lemanea mexicana* Kützing 1857, *L. torulosa* (Roth) C. Agardh 1814 var. *torulosa* y *L. fluvialilis* (Linnaeus) C. Agardh 1811, colectadas en el Valle de México, Colima y Sinaloa. Transcurren setenta años aproximadamente antes de que aparezca el primer trabajo elaborado por investigadores nacionales (Sámano-Bishop y Sokoloff, 1931) donde se menciona a *Batrachospermum moniliforme* Roth 1800 var. *moniliforme*, *B. moniliforme* Roth var. *pulcherrimum* (Bory) C. Agardh 1824 y *B. vagum* (Roth) C. Agardh 1812 para el Valle de México, Morelos e Hidalgo. Nuevamente acontecen varios años hasta que Sánchez-Rodríguez y Huerta (1969) describen a *L. feldmannii* Sánchez Rodríguez et Huerta 1969 como una nueva especie que habita el Valle de México y Sánchez-Rodríguez (1974) que refiere seis especies, tres citadas por primera vez para México: *Asterocytis ornata* (C. Agardh) Hamel 1924, *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne 1846 y *Audouinella violacea* (Kützing) Hamel 1925. En los últimos años diferentes investigadores extranjeros han estudiado la taxonomía del grupo para integrarlo al conocimiento de algas de regiones con las que México comparte límites, propiamente de *Compsopogon* (Vis et al., 1992), *Audouinella* (Necchi et al., 1993, 1993a), *Batrachospermum* (Sheath et al., 1992, 1994), *Thorea* (Sheath et al., 1993), *Lemanea* (Vis y Sheath, 1992), *Paralemanea* (Vis y Sheath, 1992) e *Hildenbrandia* (Sheath et al., 1993a).

A partir de la década de los años 70's en el Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM, se inicia el programa de investigación "Flora Ficológica de México" que ha realizado estudios de algas continentales principalmente en la región central de México (González-González, 1987). Durante el desarrollo del proyecto observamos que las rodofitas son componente común de numerosas localidades (Carmona y Montejano, 1993, Valadez et al., 1996), sin embargo, su biología es todavía poco conocida.

Como resultado de las más recientes propuestas nomenclaturales y taxonómicas, a continuación se presentan los 16 taxa descritos para México ordenados alfabéticamente.

ANTECEDENTES

Lista de las especies de rodofitas de agua dulce descritas en México.

TAXA	REFERENCIAS
<i>Audouinella eugenea</i> (Skuja) Jao	Necchi <i>et al.</i> , 1993
<i>A. hermannii</i> (Roth) Duby <i>in</i> De Candolle (= <i>A. violacea</i> [Kützing] Hamel)	Sánchez-Rodríguez, 1974 Necchi <i>et al.</i> , 1993
<i>A. pyganea</i> (Kützing) Weber-van Boese	Necchi <i>et al.</i> , 1993a Valadez <i>et al.</i> , 1996
<i>Batrachospermum gelatinosum</i> (Linnaeus) De Candolle (= <i>B. moniliforme</i> var. <i>moniliforme</i> Roth; <i>B. moniliforme</i> Roth var. <i>pulcherrimum</i> (Bory) C. Agardh	Sámamo-Bishop y Sokoloff, 1931
<i>B. globosporum</i> Israelson	Sheath <i>et al.</i> , 1992
<i>B. sirodotii</i> Skuja <i>ex</i> Flint	Sheath <i>et al.</i> , 1994
<i>Compsopogon coeruleus</i> (Balbis) Montagne	Sánchez-Rodríguez, 1974 Vis <i>et al.</i> , 1992 Valadez <i>et al.</i> , 1996
<i>C. prolificus</i> Yadaba <i>et</i> Kumano	Vis <i>et al.</i> , 1992
<i>Chroodactylon ramosum</i> (Twaites) Hansgirg (= <i>Asterocystis ornata</i> Goby)	Sánchez-Rodríguez, 1974
<i>Hildenbrandia angolensis</i> Welwitsch <i>ex</i> W. West <i>et</i> G.S. West	Carmona y Montejano, 1993 Sheath <i>et al.</i> , 1993a
<i>Lemanea fluvialilis</i> (Linnaeus) C. Agardh	Tort, 1858
<i>L. torulosa</i> (Roth) C. Agardh var. <i>torulosa</i>	Kützing, 1849 <i>en</i> Ortega, 1984
<i>P. mexicana</i> (Kützing) Vis <i>et</i> Sheath (= <i>L. mexicana</i> Kützing, <i>L. feldmannii</i> Sánchez-Rodríguez y Huerta)	Kützing, 1857 Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969 Sánchez-Rodríguez, 1974 Vis y Sheath, 1992
<i>Sirodotia tenuissima</i> (Collins) Skuja <i>ex</i> Flint (= <i>B. vagum</i> (Roth) C. Agardh)	Sámamo-Bishop y Sokoloff, 1931
<i>Thorea hispida</i> (Thore) Desvaux	Sheath <i>et al.</i> , 1993
<i>T. violacea</i> Bory (= <i>T. riekei</i> Bischofff)	Carmona y Montejano, 1993 Sheath <i>et al.</i> , 1993

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio esta comprendida entre los 18° y 22° de latitud norte y los 94° y 106° de longitud oeste (Fig.1). Esta región ha sido descrita en sus diferentes aspectos por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (1971), Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (1985, 1986, 1987, 1992), Secretaría de Programación y Presupuesto (1981, 1981a), Tamayo (1981) y Ferrusquía-Villafranca (1993). Lo que enseguida se presenta es un resumen de las características fisiográficas más sobresalientes.

La región se ubica entre el Eje Neovolcánico Transversal, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental, la Llanura Costera del Golfo y la Sierra Madre del Sur. Comprende los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Morelos, estado de México y el Distrito Federal. Desde el punto de vista hidrográfico se constituye de las siguientes cuencas, delimitadas más o menos naturalmente: Valle de México, río Moctezuma-Pánuco, río Papaloapan, río Balsas y ríos Lerma-Santiago. La primera es una cuenca endorréica que después fue abierta artificialmente y las cuatro últimas son grandes cuencas exorréicas. Los ríos Pánuco y Papaloapan son independientes y claramente delimitados con respecto a las otras. En cambio, la delimitación entre los ríos Balsas, Lerma-Santiago y Valle de México frecuentemente se hace de forma arbitraria. Cada cuenca presenta características geográficas, climatológicas e hidrológicas particulares, por lo que es posible considerarlas como cuatro cuencas distintas (Tab. 1).

Valle de México

El Valle de México tiene una superficie aproximada de 9,600 km y se localiza entre los 19° y 20° latitud norte y los 98° y 99° longitud oeste. La cuenca recibe aportes pluviales de la Sierra del Ajusco, Sierra de las Cruces y el Eje Neovolcánico Transversal. Fue abierta artificialmente por el drenaje profundo en el Tajo de Nochistongo el cual se comunica con el río Tula y sigue su recorrido hasta el río Pánuco. La cuenca limita al norte con la ciudad de Pachuca, al sur con el estado de Morelos, al este con el estado de México y al oeste con los estados de Puebla y Tlaxcala. La mayor parte de los ríos son de carácter torrencial, con avenidas de corta duración y que permanecen secos en época de estiaje. Sólo unos cuantos presentan escurrimientos permanentes y varios de ellos, sobre

AREA DE ESTUDIO

todo los que atraviezan la ciudad han sido entubados, tanto, que actualmente sólo encontramos en el poniente de la ciudad al río Magdalena como corriente expuesta. La altitud de los cuerpos de agua varían entre los 2,200 y los 3,500 msnm. El clima de la región es templado subhúmedo cuya temperatura media anual es de 12° a 16°C; el mes más cálido es mayo, con una temperatura media de 18° a 25°C y los más fríos en enero, febrero y diciembre con 10° a 12°C. La precipitación total anual es de 580 a 800 mm; el mes de mayor incidencia, junio, que alcanza 120 a 130 mm y el de menor, enero y diciembre, con 5 mm.

Geología

El valle de México se encuentra en la provincia del *Eje Neovolcánico*; está constituida predominantemente por rocas volcánicas terciarias y cuaternarias (brechas, tobas y derrames riolíticos intermedios y basálticos). Las principales estructuras de ésta provincia son los aparatos volcánicos formados por conos cineríticos y derrames de lava. Entre éstos sobresalen el Popocatepetl e Iztaccíhuatl, ambos formados por rocas andesíticas. Además, existen fracturas y fallas regionales, asociadas a fenómenos de vulcanismo y mineralización.

Río Pánuco

La cuenca del río Pánuco tiene un área aproximada de 84,956 km, pertenece a la vertiente del Golfo de México y se localiza entre los 19° y 24° latitud norte y los 97° y 101° longitud oeste. Se divide en dos zonas, alto y bajo Pánuco.

Alto Pánuco

El colector general de la cuenca tiene sus orígenes en las cabeceras hidrográficas del río Tepeji ó San Jerónimo; en el cerro de la Bufa, estado de México, a una elevación de 3,800 msnm. Es el parteaguas común con las cuencas del río Lerma y del Valle de México. La corriente se dirige hacia el norte hasta la población de Ixmiquilpan, Hidalgo. A partir de esta población cambia su curso hacia el noroeste hasta su confluencia con el río San Juan del Río, con una elevación de 1,640 msnm, donde cambia su nombre a río Moctezuma (límite entre la cuenca alta y baja) y su rumbo a norte-noreste, que se conserva hasta la confluencia del Extóraz e inicio de la Sierra Madre Oriental. La altitud de los

ríos en ésta zona alcanzan los 3,800 y disminuyen hasta 1,500 msnm. El clima puede ser de dos tipos: a) templado subhúmedo con temperatura promedio anual de 14°C, la media mensual más alta ocurre en mayo, con 21°C y la más baja en diciembre, con 8°C. La precipitación total anual es de 610 mm; este fenómeno tiene su máxima incidencia en julio, con 104 mm, y en diciembre se registra la mínima con 7 mm. b) seco y semiseco, caracterizado por una temperatura media anual de 18° a 24°C; la media mensual máxima se registra en abril, mayo y junio con 25°C y la mínima en enero, noviembre y diciembre con 8° a 11°C. La cantidad de lluvia anual va de 364 a 543 mm, y es en los meses de julio y septiembre cuando se presenta la mayor incidencia, 66 a 142 mm; en enero y febrero sólo alcanza 3.3 a 8.3 mm.

Bajo Pánuco

Después de la confluencia de los ríos Moctezuma y Extóraz a una elevación de 930 msnm la corriente se interna en la Sierra Madre Oriental. Cerca de la población de Tamazunchale, San Luis Potosí, confluye por su margen derecho con el río Amajac a una elevación de 120 msnm. Desde este sitio inicia su recorrido por la planicie costera, cambiando de rumbo a norte-noreste hasta la confluencia del río Axtla y Tempoal. El río Moctezuma sigue un rumbo norte-noreste discurrendo por una zona de topografía suave, en que las máximas elevaciones no exceden los 150 msnm. A partir de la confluencia del Tapaón con el Moctezuma la corriente adquiere el nombre de río Pánuco, el cual desemboca en el Golfo de México. La altitud de los ríos está por debajo de los 1,500 msnm. El clima puede ser de tres tipos: a) cálido y semicálido; la temperatura media anual es de 24°C; la media mensual máxima se presenta en julio y agosto con 31.5°C y la mínima en enero con 15.4°C. La precipitación total anual es de 1,948 mm; éste fenómeno se concentra en septiembre cuando alcanza 395 mm, y disminuye en enero a 63 mm. b) semicálido y templado, con temperatura media anual de 18° a 24°C, valores máximos en mayo y junio con 25° a 27°C y mínimos en enero y diciembre con 16° a 17°C. La precipitación total anual va de 1,000 a 1,500, con un máximo en agosto con 260 a 270 mm, y un mínimo en febrero de 5 mm. c) seco y semiseco; la temperatura media anual oscila entre 16° y 18°C, el promedio mensual máximo lo alcanza en mayo y junio con 21° a 22°C y mínimos en enero con 13°C. La precipitación total anual es de 335 a 398 mm, una media mensual máxima en septiembre con 69 mm y una mínima en enero con 5 mm.

Geología

En la cuenca se localizan las provincias del Eje Neovolcánico, Sierra Madre Oriental, y Llanura Costera del Golfo. El *Eje Neovolcánico Transversal* cubre una importante porción de los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Querétaro y estado de México; está compuesta de material basáltico, depósitos de arenas, cenizas y rocas volcánicas terciaras y cuaternarias, producto de las continuas erupciones de los volcanes que la rodean. Su composición litológica es: a) caliza, unidad sedimentaria de origen marino del cretácico superior e inferior; aflora en la región sur del estado de Hidalgo. b) conglomerados, unidad sedimentaria clástica de origen continental del terciario inferior, constituida por clastos de caliza y pedernal mal seleccionados. Yace discordante sobre calizas del cretácico, en la zona de Zimapán. La *Sierra Madre Oriental* abarca una gran parte de los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, estado de México, Puebla y Querétaro. Está constituida principalmente por rocas sedimentarias continentales y marinas, algunas muy antiguas en función de las características litoestratigráficas y estructurales de la provincia. En las porciones central y occidental es notable el predominio de las rocas sedimentarias del cretácico (calizas y calizas-lutitas) principalmente en la subprovincia del Carso Huasteco. La secuencia mesozoica se encuentra atravesada por cuerpos intrusivos terciarios de diversa composición, que quizá indican una asociación entre las fases tectónicas y la actividad magmática. Las unidades litológicas son: a) caliza, unidad sedimentaria de origen marino perteneciente al Cretácico Inferior. Incluye las formaciones Cupido, Aurora, Cuesta del Cura, El Abra y El Doctor, todas al este de San Luis Potosí y sur de Tamaulipas. b) caliza-lutita, unidad perteneciente al cretácico superior, constituida por la alternancia de caliza y lutita depositadas en un ambiente marino de aguas someras. Se localiza en la región este de San Luis Potosí. En el estado de Hidalgo esta unidad sedimentaria es del jurásico superior, constituida por la alternancia de calizas y lutitas depositadas en mares profundos. c) arenisca, unidad sedimentaria clástica de origen continental del jurásico medio, que aflora en los profundos cañones del estado de Hidalgo. d) limolita-arenisca, unidad sedimentaria de origen continental lacustre del cretácico superior. Esta integrada por limolita con fósiles de tallos vegetales reemplazados por carbonato de calcio; y también por arenisca que contiene fragmentos de cuarzo. La *Llanura Costera del Golfo* en la porción que abarca Hidalgo, Tamaulipas y gran parte del norte de Veracruz, está constituida por rocas sedimentarias clásticas de origen marino, que únicamente en la zona limítrofe con el frente este de la Sierra Madre Oriental presenta una perturbación intensa, reflejo de los esfuerzos que sufrió dicha cordillera al plegarse hacia la planicie costera. Esta provincia puede

considerarse como una porción de la plataforma continental, que ha ido emergiendo en forma gradual para formar parte del continente. Los sedimentos depositados en esta zona indican que al comienzo de su relleno era una cuenca marina profunda (antefosa de Chicontepec), que gradualmente se fue llenando por una gruesa secuencia de terrígenos. El rejuvenecimiento continuo de la plataforma costera ha permitido la erosión posterior de los depósitos marinos terciarios, que se encuentran desde el pie de la serranía alta hasta la planicie costera. La descripción litológica es: a) lutita-arenisca, unidad clástica sedimentaria perteneciente al paleoceno, constituida por areniscas líticas, de grano fino y lutitas calcáreas. Se encuentra en las cercanías con la Sierra Madre Oriental y sierras bajas de la planicie costera. b) lutita, unidad que pertenece al cretácico superior constituida por lutita fósil, calcárea, con algunas margas y capas de bentonita que sobreyace discordantemente a las calizas del cretácico.

Río Balsas

La cuenca del río Balsas tiene una superficie aproximada de 240,937 km, y se encuentra entre los 17° y 20° latitud norte y los 97° y 104° longitud oeste. Se divide en dos zonas, alto y bajo Balsas.

Alto Balsas

Nace en el estado de Puebla a muy elevada altitud, y sus formadores son los Ríos San Martín y Lahuapán; a la confluencia de estos dos ríos se le conoce como Atoyac. Después de cruzar la Ciudad de Puebla la corriente se une con el río Mixteco y toma dirección oeste, recibiendo numerosos afluentes provenientes de los estados de Michoacán y Morelos, tales como, ríos Nexapa y Amacuzac. La altitud de los afluentes en esta porción va de los 900 a 2,500 msnm. El clima de la región es de dos tipos: a) cálido y semicálido, con temperatura promedio anual de 18° a 22°C, alcanzando una media mensual en abril y mayo de 23° a 27°C y valores mínimos en enero y diciembre de 18° a 21°C. La precipitación anual total es de 800 a 1,500 mm, se concentra en junio y septiembre con 190 a 240 mm y disminuye en febrero, marzo y diciembre a 5 mm. b) templado, su régimen térmico medio anual varía de 12° a 18°C, y su temperatura máxima mensual la alcanza en abril, mayo, junio y julio con 13° a 14°C, y la mínima en enero con 9° a 10°C. La precipitación total anual es de 800 mm; y sus precipitaciones más abundantes se registran en agosto con 320 a 330 mm y las más escasas en febrero y diciembre con 10 mm.

Bajo Balsas

El colector principal es el río Balsas y sus numerosos tributarios que recorren el estado de Guerrero. En su márgen norte se encuentra el Sistema Volcánico Transversal del cual drenan sus aguas los ríos Cocula, Teloloapan, Alaxuistlán, Tacámbaro, San Pedro Jorullo, Cutzamala y Teloloapan. Al sur limita con la Sierra Madre del Sur de la cual también desembocan varios ríos como el Trucha y Oro. Finalmente y después de recibir al río del Marqués cambia de dirección hacia el sur, y a través de un estrecho cañón, cruza la Sierra Madre del Sur desembocando en forma de delta entre los límites de Jalisco y Michoacán en el Océano Pacífico. La altitud de los ríos en esta zona va de 200 a 1,000 msnm. El clima es de dos tipos: a) clima seco, caracterizado por una temperatura media anual de 18°C, la media mensual máxima se registra en junio con 18 a 19°C y la mínima en diciembre de 11 a 12°C. La cantidad de lluvia anual es de 750 mm, con una mayor precipitación en julio de 110 a 120 mm y una mínima en febrero con 5 mm. b) cálido, su temperatura media anual es superior a 22°C; la media mensual más alta ocurre en mayo con 26° a 27°C y la más baja en enero y diciembre con 20° a 21°C. Las humedad anual alcanza los 1,500 mm, con una media mensual máxima en junio, con 230 a 240 mm y mínima en febrero y diciembre con 5mm.

Geología

La cuenca se localiza en la *Depresión del Balsas* o *Austral*. Esta delimitada por la Cordillera Neovolcánica al norte y la Sierra Madre del Sur al poniente. Esta depresión se originó por el gran geosinclinal que formó el canal del Balsas en el cretácico inferior. La cuenca se considera como una depresión tectónica, con depósitos de rocas ígneas en sus límites norte y sur, y erosionada posteriormente, para formar una región extremadamente montañosa. En la región se encuentran dos provincias geológicas importantes: el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. El *Eje Neovolcánico transversal* atravieza Morelos, Puebla, estado de México y Oaxaca. Las rocas más antiguas son de tipo ígneo extrusivo de composición intermedia (adesitas). Sobreyaciendo a las rocas intermedias afloran rocas sedimentarias clásticas (areniscas-conglomerados), así como un complejo volcánico constituido por diferentes tipos de rocas ígneas como son: riolitas, tobas, brechas volcánicas y basaltos. Los valles están escasamente rellenos de depósitos aluviales del cuaternario y estructuras formadas por las rocas volcánicas que provienen principalmente del Popocatepetl. En la *Sierra Madre del Sur* afloran rocas del cretácico inferior, las más antiguas de Morelos y Puebla; litológicamente están clasificadas como

caliza de ambiente marino. El cretácico superior está representado por una secuencia interestratificada de areniscas y lutitas. Del cenozoico afloran tanto rocas sedimentarias clásticas de ambiente continental, como rocas volcánicas que cubren discordantemente a las rocas del cretácico.

Río Papaloapan

La cuenca del río Papaloapan tiene una extensión aproximada de 46,517 km² y se localiza entre los 17° y 19° latitud norte y los 95° y 98° longitud oeste. Se divide en dos zonas, alto y bajo Papaloapan.

Alto Papaloapan

Nace en las inmediaciones de Coajimoloyas, en la Sierra de Juárez, Oaxaca, tomando una dirección general hacia el noreste con el nombre de río Grande y río abajo con el de Tomellín. Capta aguas de los ríos Las Vueltas, Apoala y San Pedro, labrando el importante cañón de Tomellín. Una corriente en dirección opuesta se genera en las faldas del Pico de Orizaba y corre a través de la barranca Coscomatepec y el Valle de Tehuacán. A la altura de la población de Tehuacán la corriente lleva el nombre de río Salado y más adelante lo cambia por río Xiquila, hasta su confluencia con el río Tomellín; después de la unión de los dos afluentes, la corriente atraviesa la Sierra Madre de Oaxaca en un estrecho y profundo cañón. Al salir de la sierra, el río cambia de nombre al de Santo Domingo. La altitud de los ríos en esta zona va de los 800 a 3,000 msnm. El clima de la región es de dos tipos: a) seco y semiseco, con temperatura media anual de 20°C; la media mensual máxima se presenta en junio con 24°C y la mínima en enero con 8°C. La precipitación total anual es de 500 mm, y se concentra en septiembre con 140 mm y disminuye en febrero a 4 mm. b) templado, representado por una temperatura media anual entre 4° y 12°C, la media mensual más cálida se registra en abril y mayo con 12 a 13°C y la mínima en enero y diciembre con 8° a 9°C. La cantidad de lluvia anual es de 800 mm, en julio exhibe la mayor incidencia con 200 a 210 mm y en febrero alcanza los 10 mm.

Bajo Papaloapan

Al entrar el río Santo Domingo a la Planicie Costera del Golfo, se le unen los ríos Usila, Valle Nacional y, a partir de esta última confluencia, la corriente toma el nombre de Papaloapan. Por su

AREA DE ESTUDIO

márgen izquierdo recibe al río Tonto, y por su márgen derecho a los ríos Playa Vicente y San Juan Evangelista. Finalmente descarga a la Laguna de Alvarado en el Golfo de México. La altitud no rebaza los 800 msnm. El clima de la cuenca es de dos tipos: a) templado, la temperatura media anual oscila entre 12° y 18°C; la media mensual máxima se apunta en mayo con 21°C y la mínima en diciembre con 8°C. La cantidad de lluvia va de 1,200 a 2,500 mm, y es en los meses de julio y septiembre cuando se presenta la mayor incidencia con 400 mm; en enero alcanza 100 mm. b) cálido, caracterizado por una temperatura media anual de 22° a 26°C; la media mensual máxima se registra en abril y junio con 26° a 27°C y la mínima en enero con 21° a 22°C. La precipitación total anual es de 1,500 mm, alcanzando un máximo en junio y septiembre de 240 a 250 mm y un mínimo en febrero y marzo con 5 mm.

Geología

Las provincias geológicas de la cuenca son: Eje Neovolcánico, Sierra Madre del Sur y Llanura Costera del Golfo. La estratigrafía del *Eje Neovolcánico* en Puebla y Tlaxcala está compuesta de rocas volcánicas con algunas porciones basálticas y lomerios de caliza. Esta provincia se caracteriza por una enorme masa de rocas de origen volcánico, acumulada en diversos episodios tectónicos. La *Sierra Madre del Sur* esta integrada por sierras y laderas escarpadas de composición metamórfica y sedimentaria antigua. Al sur colinda con la subprovincia de la Mixteca Alta, la cual incluye materiales metamórficos (gneis), ígneos intrusivos ácido y sedimentarios antiguos. La subprovincia de las Sierra Central de Oaxaca forman un sistema importante en esta zona, se extiende desde Tehuacán, hasta la ciudad de Oaxaca. Dominan las sierras con pendientes moderadas constituida por rocas sedimentarias (calizas del cretácico) y volcánicas básicas, queda interrumpida por el valle árido de Zapotitlán de las Salinas, al sur del cual se extiende hasta el cañón del río Hondo, tributario del río Santo Domingo. La *Llanura Costera del Golfo* en la porción de Veracruz y Oaxaca esta constituida por rocas sedimentarias clásticas de origen marino que presenta una perturbación intensa, reflejo del plegamiento de la cordillera en la zona limítrofe con el frente este de la Sierra Madre Oriental. La descripción litológica es la siguiente: a) lutita-arenisca, unidad clástica sedimentaria perteneciente al paleoceno, constituida por areniscas líticas, de grano fino y lutitas calcáreas, localizada en las cercanías con la Sierra Madre Oriental y sierras bajas de la Planicie Costera. b) andesita a basalto, resultado de erupciones con lava alcalina de la sierra de los Tuxtles.



Figura 1.- Cuencas hidrológicas de la región central de México. 1. río Pánuco. 2. río Balsas. 3. río Papaloapan. 4. Valle de México.

MATERIAL Y MÉTODO

De manera consistente con el planteamiento teórico metodológico y los objetivos de esta investigación se desarrolló una estrategia metodológica que implicó, en términos generales, las siguientes actividades que se complementaron e interactuaron simultáneamente.

1. Búsqueda, análisis e integración de la literatura para evaluar el estado actual del conocimiento del grupo, caracterizar y detectar su problemática.
2. Caracterización ambiental de las localidades a diferentes niveles de aproximación para proponer patrones de distribución de las especies de rodofitas en la región.
3. Elaboración de unidades de trabajo y con ellos valorar la constancia y variabilidad de los caracteres que han sido empleados en la definición de los taxa, relacionarlos con la sistemática del grupo y construir las formas de expresión de cada especie.
4. Análisis biogeográfico de la flora rodoficea en la región de estudio.

Análisis de la información documental

Con el objeto de distinguir, detectar y evaluar el estado actual del conocimiento de las rodofitas continentales se analizó, sistematizó e integró la información de obras que comprendían desde listados florísticos y obras monográficas hasta caracterizaciones de ambientes o localidades particulares. Para este trabajo se destacan cuatro elementos diagnósticos de la información que incluyen la reconstrucción de la historia nomenclatural; el reconocimiento, sistematización y valoración de los caracteres diagnósticos (morfológicos y morfométricos) que definen a las especies y variedades de rodofitas, se señalan los problemas concretos de definición y delimitación entre los taxa; la descripción de los gradientes ambientales bajo los cuales se han registrado y la distribución de las especies por localidad, zona, o región de estudio a nivel mundial y nacional. Gran parte de la información bibliográfica se obtuvo del acervo del Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM y la faltante se solicitó a través del Centro de Información Científica y Humanística de la UNAM.

MATERIAL Y MÉTODO

Caracterización ambiental

a) Colecta

Se estudiaron un total de 51 localidades con ejemplares de rodofitas; en 11 se encontraron talos de *Compsopogon* sp. y *Batrachospermum* sp. en etapas tempranas de desarrollo, sin embargo, no se incluyeron en el análisis y sólo se describe su ubicación. Las 40 localidades analizadas se colectaron entre los años de 1981 a 1996 y se distribuyen de la siguiente manera: 24 en la cuenca del río Pánuco, 13 en la cuenca del río Balsas y tres en la cuenca del río Papaloapan. Todos los ríos colectados en el Pánuco y el Papaloapan y el 90 % de las corrientes del Balsas son de primer orden de tipo dendrítica (Whitton, 1975). En el campo se colectaron los crecimientos algales visibles, tomando el fragmento de roca con cincel y martillo o bien levantando la muestra con espátula. Cada crecimiento visible quedó referido a un número de muestra, el cual incluyó el registro de los factores ambientales en los que se encontró, tales como la temperatura, pH, iluminación, velocidad de corriente, conductividad y alcalinidad. Con el objeto de reconocer microambientes dentro de los ambientes estudiados, se llevó a cabo una sectorización preliminar de cada localidad, empleando como criterio la homogeneidad, al menos aparente, de los siguientes aspectos: formas de crecimiento algales, fisiografía del terreno, sustrato, insolación y velocidad de corriente (Carmona y Montejano, 1993). Para la descripción de las formas de crecimiento se tomó como punto de partida los trabajos de Holmes y Whitton (1981) y Tavera y González-González (1990). Los valores fisicoquímicos del agua se registraron con un analizador electroquímico ($\text{pH} \pm 0.02$; conductividad $\pm 0.5\%$; temperatura $\pm 0.5\%$); La insolación la empleamos como una estimación de la cantidad de luz que llega al punto de colecta y es expresada como el porcentaje del horizonte que se observa desde el punto de colecta (Johansson, 1982) y que se indica en este trabajo en los siguientes términos:

mayor a 80% muy alta
60 - 80% alta
40 - 60% media
20 - 40% baja
menor a 20% muy baja

Además, se registraron datos de intensidad luminosa fuera del agua para varios puntos de colecta mediante un fotómetro digital. Para la velocidad de corriente se tomaron dos tipos de datos, unos cualitativos y otros cuantitativos. En la mayor parte de las colectas posteriores al año de 1989 los datos se obtuvieron empleando un medidor de corriente marca Swoffer Instruments 2100 ($\pm 1\%$). Sin embargo, en varios sitios donde no fue posible emplear el medidor (por ejemplo escasa profundidad) se registraron datos estimativos con base en las cinco categorías empleadas por Johansson (1982): muy baja (casi estancada), baja, moderada, alta y muy alta. Con el propósito de relacionar los dos tipos de datos se estableció la siguiente correspondencia basada en los valores máximos y mínimos registrados en el área de estudio y en mediciones llevadas en el campo con este objetivo (Carmona y Montejano, 1993):

menor a $10 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ muy baja
 $10 - 35 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ baja
 $35 - 60 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ moderada
 $60 - 85 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ alta
 mayor a $85 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ muy alta

La valoración de alcalinidad se cuantificó mediante los métodos indicadores de alcalinidad total y por fenofaleína (Taras *et al.*, 1971). En algunas localidades se observaron especies que se presentan de forma recurrente espacial y temporalmente bajo condiciones ambientales similares, por lo que las consideramos asociaciones, en el sentido empleado por Hutchinson (1967). La abundancia se estimó con un valor relativo, basado en nuestras observaciones en el campo y se refiere con los siguientes valores: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes y 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones sólo perceptible al microscópio). Los datos ambientales registrados en el campo se reunieron en tablas y se presentan para cada caso particular.

b) Preservación y depósito de muestras

Las muestras se fijaron en formalina al 4% con agua de la localidad y se preservaron en frascos de plástico que se incorporaron al herbario FCME de la Facultad de Ciencias, UNAM, con las siglas PA (río Pánuco), BALE (río Balsas) y PAP (río Papaloapan). No se consultaron muestras de otros herbarios. A partir de cada ejemplar se elaboraron preparaciones semipermanentes las cuales se conservan almacenadas y catalogadas en el Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM.

MATERIAL Y MÉTODO

Procesamiento de muestras y ejemplares

a) Selección de muestras

Las muestras tratadas en este estudio se seleccionaron con base en las dos épocas del año donde se observa mayor variación ambiental (lluvias y secas), con excepción de las poblaciones que no aparecen en alguna época. En todos los casos los talos fueron desprendidos bajo el microscopio estereoscópico tratando de mantener la parte basal de cada crecimiento. Se elaboraron preparaciones con talos completos o cortes del talo que se montaron en gelatina glicerínada y se observaron bajo el microscopio de luz con el fin de medir y fotografiar los atributos morfológicos y morfométricos.

b) Unidades taxonómicas

La unidad taxonómica de comparación fue la población, la cual quedó definida a partir de varios especímenes (individuos definidos y delimitados) tomados de cada muestra. Cada carácter morfométrico quedó referido como un rango que contiene la medida máxima, mínima, su media aritmética y desviación estándar, y se presentan reunidos en cuadros comparativos por poblaciones.

El patrón de medición para cada género quedó conformado de la siguiente manera:

GÉNERO	NÚMERO DE EJEMPLARES REVISADOS POR POBLACIÓN	NÚMERO DE RÉPLICAS POR ATRIBUTO MORFOMÉTRICO	CONSIDERACIONES
<i>Strylonema</i>	10 filamentos	30	sólo filamentos con más de 10 células
<i>Compsopogon</i>	5 talos (excepto la población 1 donde sólo encontramos 3 talos)	20	sólo talos con monosporas
<i>Audouinella</i>	5 talos	20	sólo talos con monosporas (excepto la población 16 que se distingue por el patrón de ramificación)
<i>Batrachospermum</i>	5 talos (excepto las poblaciones 5, 6 y 7 donde sólo encontramos 2 talos)	20	sólo talos con estructuras sexuales
<i>Sirodotia</i>	5 talos	20	sólo talos con estructuras sexuales

GÉNERO	NÚMERO DE EJEMPLARES REVISADOS POR POBLACIÓN	NÚMERO DE RÉPLICAS POR ATRIBUTO MORFOMÉTRICO	CONSIDERACIONES
<i>Thorea</i>	5 talos (excepto las poblaciones 13, 22 y 25 donde sólo encontramos 3 talos)	20	sólo talos con monosporas
<i>Paralemanea</i>	5 talos	20	sólo talos con estructuras sexuales
<i>Hildenbrandia</i>	3 crecimientos o tres preparaciones de distintas zonas de la muestra	20	sólo células de la capa pluriestromática

c) Evaluación de caracteres

La valoración de cada atributo en nuestras poblaciones incluyó la variación intra e interpoblacional de los caracteres morfológicos y morfométricos de cada taxón y quedó definida bajo los siguientes términos: con valor taxonómico, aquellos que resultaron constantes en una población y difieren de otros bajo las mismas o distintas condiciones ambientales y sin valor taxonómico, los que presentaron rangos amplios en la misma población o muy homogéneos en todas las poblaciones bajo las mismas o distintas condiciones ambientales.

Se describieron atributos con poco valor que han sido considerados importantes en la identificación taxonómica, o bien, se registraron atributos de valor que no son señalados por las autoridades. En cualquier caso se menciona en su momento. En la evaluación de atributos morfométricos se comparó el límite máximo y mínimo, promedio y desviación estandar de cada intervalo; no se utilizaron algoritmos para agrupar poblaciones.

d) Formas de expresión

La forma de expresión de cada especie fue construída a partir de la confrontación de rangos con importancia taxonómica y gradientes ambientales de cada población en distintos tiempos y espacios. La comparación incluyó tres niveles: el primero entre poblaciones de la misma localidad, el segundo entre poblaciones de distintas localidades y por último, entre las unidades generadas en el primer y segundo nivel con la descripción taxonómica y ambiental que cita la bibliografía. En caso de

MATERIAL Y MÉTODO

existir algún problema taxonómico se resolvió o planteó la problemática para cada caso particular. La falta de epíteto específico en algunas especies se debió a dos razones: a la falta de estructuras reproductoras necesarias para su identificación, como en el caso de *Compsopogon* y *Batrachospermum*, o bien, a que las características taxonómicas no coincidieron con las de especies previamente descritas como en el caso de *Syylonema* y *Audouinella*. En ambos casos cuando se presentaron diferencias en características taxonómicas en dos o más poblaciones se consideraron provisionalmente como especies diferentes (por ejemplo: *Audouinella* sp.1 y *Audouinella* sp.2).

e) Reconstrucción de los ciclos de vida

Con el fin de representar los cambios morfofisiológicos en relación con los gradientes ambientales de cada género y sus especies, se elaboraron modelos a partir de la confrontación y delimitación de nuestras poblaciones en distintos tiempos y espacios. Para cada caso se resalta la información de la literatura y los patrones generados en esta investigación (fase dominante y tipo de estructuras registradas). Todos los ciclos de vida se reconstruyeron a partir de poblaciones colectadas en el campo; no se elaboraron cultivos.

Análisis biogeográfico

Se compararon los listados florísticos de las siete regiones mediante el índice de diversidad Shannon-Wiener e índice de similitud Jaccard (Magurran, 1988). Se presentan los resultados mediante dos matrices, una gráfica y un dendograma de afinidad obtenidos con el programa ANACOM versión 3.0 (De la Cruz, 1991).

RESULTADOS

De acuerdo con el planteamiento teórico, objetivos y metodología de esta investigación los resultados se presentan ordenados en dos partes. En la primera parte, denominada análisis sectorial, se sistematizó y caracterizó cada forma de expresión a través del análisis nomenclatural, valoración de caracteres, descripción ambiental y distribución geográfica para cada género y sus especies. En la segunda parte se integraron las unidades de conocimiento generadas en la primera parte y se realizó la caracterización general de la flora a través de los ciclos de vida, ecología y análisis biogeográfico.

Análisis sectorial

Se estudiaron un total de 122 poblaciones entre las cuales se describen 15 taxa contenidos en una clase, cinco ordenes y siete familias, de acuerdo a la clasificación adoptada y propuesta por Garbary y Gabrielson, (1990). Las especies se presentan ordenadas de acuerdo a dicha clasificación y en cada género arregladas alfabéticamente. Al inicio de esta sección se presenta una clave analítica para los géneros descritos y para cada caso una clave específica.

La información de cada forma de expresión se resumió en una diagnóstico que se ordenó de la siguiente manera: categoría taxonómica y referencia de la descripción original; referencia de ilustración; basiónimos; sinónimos; descripción; caracteres diagnósticos; hábitat; distribución en México, la citada por la literatura y la registrada en esta investigación. La descripción del hábitat se presentó con la información de las condiciones ambientales: temperatura (T°); pH; intensidad luminosa (IL: lx); velocidad de corriente (VC: $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); conductividad (C: $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); alcalinidad (AL: $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$); salinidad (S: ‰); profundidad (P: cm); especies asociadas (EA) y estacionalidad (ES: perennes o estacionales). La distribución en México hizo referencia al estado, municipio, localidad, fecha de colecta, colector, número de muestra y referencia de herbario. La abreviación de los herbarios se citó de acuerdo con Holmgren *et al.* (1990). Cada diagnóstico se basó exclusivamente en poblaciones de la región central de México.

Clave para las géneros de rodofitas de agua dulce en la región central de México

- | | |
|---|---------------------------|
| 1. Talo de hábito costroso (pseudoparenquimatoso) | 8. <i>Hildenbrandia</i> |
| 1. Talo de hábito no costroso (filamentos libres) | 2 |
| 2. Talo filamentosos cenobial | 1. <i>Stylonema</i> |
| 2. Talo filamentosos no cenobial | 3 |
| 3. Filamentos uniseriados no corticados | 3. <i>Audouinella</i> |
| 3. Filamentos uniseriados o multiseriados corticados | 4 |
| 4. Talo de organización uniaxial | 5 |
| 4. Talo de organización multiaxial | 6. <i>Thorea</i> |
| 5. Talo con filamentos verticilados en los nodos | 6 |
| 5. Talo sin verticilos | 7 |
| 6. Carposporofito globoso, carpogonio simétrico | 4. <i>Batrachospermum</i> |
| 6. Carposporofito difuso, carpogonio asimétrico | 5. <i>Sirodotia</i> |
| 7. Eje sólido sin espacio entre células axiales y células de la corteza | 2. <i>Compsopogon</i> |
| 7. Eje hueco, con espacio entre células axiales y células de la corteza | 7. <i>Paralemanea</i> |

1. *STYLONEMA* Reinsch, 1875

Análisis nomenclatural

En la actualidad se considera que existe una sola especie del orden Pophyridiales en agua dulce con distribución cosmopolita *Chroodactylon ramosum* (Thwaites) Hansgirg, 1885 (Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; Entwisle y Kraft, 1984; Coomas y Hommersand, 1990). A través del análisis de caracteres taxonómicos en poblaciones de la región central de México, se encontraron atributos que no correspondían al género *Chroodactylon*, lo que hizo necesario revisar los conceptos que definen a cada género del orden (incluidos los representantes marinos).

Larga e imbricada ha sido la historia nomenclatural de los géneros *Chroodactylon* (= *Asterocytis* Goby, 1879), *Stylonema* Reinsch, 1875 (= *Goniotrichum* Kützing, 1843), *Erythrotrichia* Areschoug, 1850 y *Bangia* Lyngbye, 1819, todas en algún momento reunidas en un mismo orden: Bangiales, familia Bangiaceae (Taylor, 1972), con base en el nivel de organización filamentoso, presencia de ramificación falsa o verdadera, y el tipo de cloroplasto estrellado. Sin embargo, la gran mayoría de los especialistas (Papenfuss, 1955; Joly, 1967; Bourrelly, 1970; Abott y Hollenberg, 1976; Starmach, 1977) apoyan la propuesta de Skuja (1939 en Papenfuss, 1955) en separarlas bajo distintos ordenes de acuerdo con los siguientes criterios: a) *Chroodactylon* y *Stylonema*, orden Goniotrichales, familia Goniotrichaceae; descritos como filamentos siempre uniseriados (*Chroodactylon*) o pluriseriados (*Stylonema*), con ramificación falsa, cromatóforo siempre estrellado con un pirenoide por célula, fijas al sustrato por una célula basal o pocas células y solamente libera monosporas como estructuras multiplicadoras. b) *Erythrotrichia*, orden Bangiales, familia Erythropeltidaceae; reconocidos como un talo filamentoso, uniseriado o parcialmente multiseriado, cromatóforo estrellado con pirenoide, fijas al sustrato por una célula basal de la que parten lóbulos rizoidales y la presencia de estructuras reproductoras tales como carpogonio, tricógino y carposporas. c) *Bangia*, orden Bangiales, familia Bangiaceae; caracterizado por ser filamentos no ramificados, en un inicio uniseriado, luego multiseriado por sucesivas divisiones longitudinales, cromatóforo estrellado sin pirenoide, la fijación al sustrato inicialmente es por rizoides que nacen de una célula basal y más tarde también por las células contiguas a la célula basal y con reproducción sexual en la que se observa carpogonio y espermacio (Tab. 1).

Esta propuesta perduró cerca de 25 años hasta que Garbary y Gabrielson (1990) adoptaron nuevos criterios de clasificación para reordenar la nomenclatura de la clase Rhodophyta. En el caso de las Goniotrichales proponen que debe desaparecer como orden y conservar la familia Goniotrichaceae dentro del orden Porphyridiales Kylin 1937, a pesar de los problemas en términos de la clasificación y potencial de relaciones evolutivas entre el grupo. Bajo esta propuesta, los principales criterios que unifican al orden Pophyridiales son: a) el nivel de organización (unicelular, palmeloide o filamentoso), el cual puede revertir en algunas especies dependiendo de las condiciones ambientales (Lewin y Robertson, 1971; Kraft, 1981; Coomans y Hommersand, 1990) y b) la ausencia de reproducción sexual (Garbary y Gabrielson, 1990).

El nombre genérico *Stylonema*, finalmente ubicado en el orden Phorpyridiales, familia Goniotrichaceae no ha escapado a las diversas revisiones y modificaciones nomenclaturales. Wynne (1985) revisa con detalle el origen del complejo "*Goniotrichum-Erythrotrichia-Stylonema*" y se percató que, de acuerdo con los caracteres taxonómicos y las reglas del Código Intenacional de Nomenclatura, deben mantenerse los nombres de *Stylonema* y *Erythrotrichia* y considerar a *Goniotrichum* como sinónimo nomenclatural de *Stylonema*. Cabe resaltar que hasta el momento todas las especies de *Stylonema* (= *Goniotrichum*) se distribuyen en ambientes marinos.

Nuestras poblaciones compartieron atributos con el género *Stylonema*, tales como: son filamentos uniseriados y multiseriados, con ramificación falsa la cual fue abundante cuando se presentó, con un cromatóforo estrellado y un pirenoide central y la presencia de una célula basal como sistema de fijación al sustrato (Kylin, 1956; Joly, 1967; Taylor, 1957, 1972; Bourrelly, 1970; Abott y Hollenberg, 1976; Starmach, 1977). En el análisis nomenclatural, taxonómico, ecológico y biogeográfico, se hizo referencia a *Stylonema* y lo que más se parece en aguas continentales descrito hasta el momento *Chroodactylon ramossum*.

Análisis taxonómico

Se revisaron todos los caracteres morfológicos y merísticos que se han descrito y/o utilizado para identificar especies de los géneros *Chroodactylon* y *Srylonema*: Skuja, 1934; Kylin, 1956; Joly,

1967; Prescott, 1962; Burrelly, 1970; Taylor, 1957, 1972; Dixon, 1973; Abott y Hollenberg, 1976; Starmach, 1977; Entwisle y Kraft, 1984; Sheath y Morrison, 1982; Wynne, 1985 y Bold y Wynne, 1978. El total de caracteres diferenciales registrados y los propuestos en este estudio se presentan en las tablas 2 y 3.

Forma de crecimiento

En general los dos géneros analizados se describen como filamentos epifíticos o epilíticos. En *Stylonema cornu-cervi* Reinsch, 1875, los crecimientos pueden llegar a ser macroscópicos de 1.5mm de altura (Abott y Hollenberg, 1976) y en *Chroodactylon ramosum* por lo general no se describe ya que es un filamento epífita a otras algas o plantas acuáticas. Sólo Starmach (1977) y Entwisle y Kraft (1984) han observado filamentos enmarañados o colonias globulares de 1mm de diámetro. Los ejemplares de Micos y nacimiento El Salto fueron filamentos epifíticos que crecieron sobre *Cladophora* sp., *Schizothrix* sp. y *Compsopogon coeruleus*. En el Meco, el crecimiento se encontró formando densas masas de filamentos enmarañados sobre el limo o enredadas a pastos acuáticos. La forma de crecimiento en cada población fue muy variable, en la misma población se observaron desde pequeños filamentos que se agruparon, enredaron y crecieron hasta formar grandes masas, por tal razón no se consideró de valor taxonómico.

Altura del talo

El talo en *Stylonema* (Abott y Hollenberg, 1976) y *Chroodactylon* (Sheath y Morrison, 1982) alcanzan los 20 mm de altura. Otros autores no consideran importante tal atributo, probablemente solo porque han encontrado filamentos epifitos pequeños. En los ejemplares del río Pánuco, se encontró que la altura fue variable, desde un filamento hasta densas masas de filamentos de 25 mm de largo. Este carácter se consideró de poco peso taxonómico.

Color del talo

En las especies del género *Stylonema* las tonalidades se mencionan como rosadas (Taylor, 1972, Abott y Hollenberg, 1976). Para *Chroodactylon* los especialistas señalan tonalidades azul-verdosas, rojizas o negras (Starmach, 1977, Entwisle y Kraft, 1984, Sheath y Morrison, 1982). Notamos que no hacen referencia si el color es registrado dentro o fuera del agua, en nuestro caso es dentro.

STYLONEMA

Nuestro material presentó dos colores: a) Micos y nacimiento El Salto azul-verde o rojizo y b) El Meco, rosadas. Este atributo fue variable por lo cual se consideró de poco valor taxonómico.

Diámetro del filamento

El mayor diámetro del filamento se registra en *Stylonema cornu-cervi*, que va de 20 a 120 μm (Abott y Hollenberg, 1976). En *Chroodactylon* se percibió que es un carácter que pocos autores lo describen, aunque en la literatura se presenta con mucha variación entre distintas poblaciones, de 1.02 a 20 μm (Sheath y Morrison, 1982; Starmach, 1977). Cabe mencionar que numerosos autores utilizan indistintamente los términos filamentos o pseudofilamentos, en este trabajo optamos por utilizar el término filamento. El mayor diámetro registrado correspondió a la población 3 con 12.5 a 114.0 μm ($43.1 \pm 28.1 \mu\text{m}$). El menor diámetro se midió en la población 8 con 10.0 a 41.2 μm ($21.8 \pm 9.4 \mu\text{m}$). El resto de las poblaciones sobrelaparon rangos. Aunque hubo una clara diferencia entre los promedios del nacimiento El Salto-Micos y El Meco, los rangos fueron muy variables y no se consideró con valor taxonómico.

Dimensiones celulares

a) Diámetro celular, largo celular. El tamaño de los rangos del diámetro celular y largo celular de todos los registros de *Stylonema* y *Chroodactylon* son muy similares. Aún más, la especie marina *Asterocytis ramosa* traslapa intervalos con ambas especies (Taylor, 1957; Sheath y Morrison, 1982). Este atributo fue muy homogéneo en todas nuestras poblaciones y presentaron un promedio de largo $8.73 \pm 1.3 \mu\text{m}$ y diámetro $9.89 \pm 0.84 \mu\text{m}$, por lo cual no se consideró con valor taxonómico para diferenciarlas.

b) Proporción largo/ancho. La proporción del largo/ancho de las células no es un carácter que los autores describan para *Stylonema* y *Chroodactylon*, aunque registramos que varía considerablemente. En las descripciones de Daily (1943, en Sheath y Morrison, 1982), Taft (1964 en Sheath y Morrison, 1982), Starmach (1977) y Entwisle y Kraft (1984) las células son más largas que anchas. No se aprecia en los registros de Prescott (1962), Sheath y Hymes (1980), Sheath y Morrison (1982) y los ejemplares del río Pánuco, donde el largo fue inferior al diámetro y por lo general con la misma proporción. Se consideró que es un atributo de poco valor taxonómico.

Tipo de ramificación y frecuencia

Un carácter que distigue al grupo de la familia Goniotrichaceae es la presencia de ramas falsas y verdaderas en el filamento (Joly, 1967; Abott y Hollenberg, 1976). Para el caso de *Chroodactylon*, la ramificación puede ser alterna y frecuente. Para *Stylonema* la ramificación es alterna, opuesta y muy frecuente en algunas descripciones. En la literatura casi no se menciona del número de ramas en el filamento. Sheath y Morrison (1982) señalan que los filamentos menores a 140 μm de longitud no presentan ramas. En todas nuestras poblaciones se observó que los filamentos se ramificaron falsamente: en el nacimiento El Salto y Micos fue alterna y esporádica; en El Meco, alterna, opuesta y muy frecuente. Con respecto a la frecuencia de ramas en el filamento realizamos dos anotaciones adicionales que no se han descrito: a) el largo máximo de los filamentos sin presentar ramas y b) el diámetro de filamentos con abundantes ramas. En el primero se registró que los filamentos alcanzaron los 1,1401.0 μm sin ramificar como sucedió en la población 5. En la segunda anotación se observó que las poblaciones de El Meco comenzaron a presentar ramas abundantes a los 26.3 μm y hasta 114.0 μm de diámetro ($60.33 \pm 11.35 \mu\text{m}$). Los filamentos con ramificación abundante llegaron a entrelazarse unos con otros, dando la apariencia de filamentos enmarañados. Ambos caracteres se consideraron de valor taxonómico.

Forma celular

La forma de las células en *Stylonema* y *Chroodactylon* es cuadrada, subsféricas o elipsoidales, sin importar la posición a lo largo del filamento. En las 8 poblaciones de la región central, se encontraron células lenticulares, cuadradas o subsféricas, donde resaltó la célula basal diferenciada por la forma ovoide y estar rodeada por una vaina que no es continua al resto del filamento. La célula basal se observó con mayor claridad en los filamentos que crecieron sobre *Cladophora* sp. El ápice de algunos filamentos se interrumpió abruptamente, dejando una célula con apariencia de mucrón. Por la variación de formas celulares en la misma población, y aún en el mismo filamento, se consideró de poco valor taxonómico.

Forma del cromatóforo

Todas las descripciones de la literatura y nuestras observaciones de *Stylonema* y *Chroodactylon*, coincidieron en que la forma del cromatóforo fue estrellado, con disposición axial y un pirenoide

STYLONEMA

central redondo. La forma fue constante en todas nuestras poblaciones y no se consideró con peso taxonómico.

Forma de fijación al sustrato

La fijación al sustrato en las Goniotrichaceae es a través de una célula basal (Joly, 1967; Abott y Hollenberg, 1976; Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; Sheath y Morrison, 1982; Entwisle y Kraft, 1984; Wynne, 1985). En todos los ejemplares de nuestro trabajo, una célula sostuvo a todo el filamento. Este atributo fue constante en las poblaciones de la región central por lo cual se consideró de poco peso taxonómico.

Patrón de división celular

El patrón de división celular en la familia Goniotrichaceae es el atributo que separa *Stylonema* de *Chroodactylon* (Kylin, 1956; Joly, 1967). En *Stylonema* el origen de los filamentos multiseriados es a través de una sucesiva división longitudinal y transversal la cual se observa generalmente en los filamentos más viejos. La formación de filamentos en *Chroodactylon* es una simple división transversal, de manera muy similar como se realiza en las cianofitas (p.e. *Geminiella*), sin embargo, hasta el momento no se ha demostrado que exista división en un solo plano (Dixon, 1973, Coomans y Hommersand, 1990). La literatura registra en todas las descripciones de *Chroodactylon* filamentos uniseriados. Solamente Smith (1950) señala que *Chroodactylon ramossum* puede presentar dos tipos de agrupaciones celulares dentro del filamento, una en que se observan células muy juntas con apariencia multiseriada, la cual se origina de un crecimiento celular acelerado y la otra que es el típico crecimiento de células separadas que forman el filamento uniseriado, el cual se origina de un crecimiento celular lento. Aunque, no menciona si hay dos planos de división celular. En el caso de los ejemplares colectados en Micos y nacimiento El Salto se observó que el plano de división en algunos filamentos es longitudinal, dando el aspecto de multiseriado. Este patrón de división celular no se apreció tan frecuentemente en El Meco. En las poblaciones 1, 2, 6, 7 y 8 se observaron a lo largo del filamento varias zonas multiseriadas o pluriseriadas hasta con 4 células y zonas con divisiones celulares longitudinales a lo largo del filamento. Cabe resaltar que este tipo de división celular se presentó en filamentos con 20 células después de la célula basal. El patrón de división celular se consideró de gran valor taxonómico.

Reproducción asexual

En ningún miembro de las Goniotrichaceae se ha documentado completamente el ciclo de vida. Dixon (1973) cita que los dos aspectos críticos que necesitan resolverse son la naturaleza de las estructuras reproductoras (esporas) y la existencia de un proceso de reproducción sexual entre los miembros de la subclase Bangiophycideae. En nuestro material se registraron células intercalares o apicales que por disolución de la vaina se liberan y funcionan como monosporas.

Descripción ambiental

La descripción ambiental de *Stylonema* es escasa, a pesar de ser descrita como cosmopolita. Se menciona como habitante común de trópicos (Bermudas, Taylor, 1972; Caribe Mexicano y Pacífico Mexicano, González-González *et al.*, 1996) y zonas templadas (Pacífico Americano, Abott y Hollenberg, 1976; Costas del Atlántico, Joly, 1967); en las zonas de baja intermareal o submareal, en aguas tranquilas y creciendo adheridas a gran variedad de algas o plantas acuáticas hasta los 12 metros de profundidad (Taylor, 1957, 1972; Abott y Hollenberg, 1976). En *Chroodactylon* se ha observado que uno de los factores limitantes para su establecimiento es el sustrato (Sheath y Morrison, 1982). Además, Sheath y Hymes (1980), señalan que el bajo flujo de agua es un factor limitante para su establecimiento como sucede con otras algas rojas de Los grandes Lagos en Ontario. Entwisle y Kraft (1984) colectaron en dos localidades australianas crecimientos hemisféricos sobre plantas u otro sustrato sólido. Sheath y Morrison (1982) suponen que la presencia de *Chroodactylon* tanto en ambientes dulceacuícolas como marinos en la zona de los Grandes Lagos, se originó de la migración desde el océano Atlántico vía el seaway St. Lawrence. Lewin y Robertson (1971) describen que bajo condiciones de cultivo *Chroodactylon* se desarrolla en amplios gradientes de salinidad y por lo tanto la consideran como especie eurihalina.

Las condiciones ambientales registradas en este trabajo se reunieron en la tabla 5, donde se observó que compartieron gradientes, tales como: temperatura 23° a 26.5°C (24.7±0.99°C); pH 7 a 8.1 (7.3±0.4); conductividad 900 a 1050 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ (956.6±66.49 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); intensidad luminosa de media a alta (90,000 lx); velocidad de corriente de muy baja a alta; profundidad de 10 a 50 cm (35±13.8 cm); epifíticas sobre carbonato de calcio, o bien, sobre *Cladophora* sp., *Schizothrix* sp,

STYLONEMA

Thorea violacea o pastos acuáticos. Las poblaciones de *Stylonema* se encontraron frecuentemente asociadas a *Spirogyra* sp., *Cladophora* sp., *Compsopogon coeruleus*, y raramente con *Oedogonium* sp. Una diferencia ambiental entre El Meco y las otras dos localidades, fue la presencia abundante carbonato de calcio suspendido en el agua (talco), producto de la caída del agua de dos cascadas de mas de 50 metros de altura. Los microambientes que ocuparon fueron diversos aún dentro de una misma localidad, así encontramos que en nacimiento El Salto fue poco abundante en el recodo del río donde la velocidad de corriente disminuye, se observó creciendo sobre filamentos flotantes de *Cladophora* sp. y *C. coeruleus*. En El Meco, fue abundante en dos zonas: zona de rápidos y el fondo de pozas, regularmente sobre concreciones de carbonato o cubiertas por limo de carbonato de calcio; en ambas zonas se presentaron las mayores tallas. Asociados a estos crecimientos se establecieron comunidades de diatomeas tales como *Synedra ulna*, *Gomphonema* sp., *Nitzschia* sp. y *Navicula* spp. (Cantoral y Montejano, 1993). En esta localidad se colectó en varias ocasiones y en distintas épocas del año. En Micos, no fue tan abundante pero estuvo presente en cuatro zonas: dos cascadas, a la salida de un tubo artificial y un canal de corriente, en zonas de golpeo o deslizamiento del agua. En El Meco y Micos las poblaciones correspondieron a dos épocas del año (lluvias y secas); en el nacimiento El Salto las dos colectas se realizaron en la misma época (secas).

Descripción geográfica

Las especies del género *Stylonema* presentan amplia distribución en regiones frías y tropicales de Europa y América. En particular *Stylonema alsidii* se describe en las costas de Centroamérica (Taylor, 1972; Abott y Hollenberg, 1976) y Estados Unidos (Abott y Hollenberg, 1976) y *S. cornucervi* se considera cosmopolita (Joly, 1967; Taylor, 1972; Abott y Hollenberg, 1976). *Chroodactylon ramossum* se ha registrado con amplia distribución mundial (Bourrelly, 1970), sin embargo, todas las referencias están por encima del paralelo 40° (West y Fritsch, 1927; Daily, 1943 en Sheath y Morrison, 1982; Prescott, 1962; Taft, 1964 en Sheath y Morrison, 1982; Starmach, 1977; Sheath y Hymes, 1980; Sheath y Morrison, 1982). Sólo el reporte de Entwisle y Kraft (1984) se describe entre los 0° y 20° en una latitud con clima semicálido.

En México el género *Stylonema* se registra desde las costas del Golfo de California hasta

Quintana Roo (González-González *et al.*, 1996). En la parte continental solo se ha descrito en una ocasión *Chroodactylon ramosum* [= *Asterocytis ornata* (C.Ag.) Hamel, 1924] en el estado de México (Sánchez-Rodríguez, 1974). En este trabajo se encontró en tres localidades del río Pánuco entre los 22°05' y 22°34'LN y los 99°09' y 99°26', a una elevación de 120 a 300 msnm (Tab. 6, Fig. 2).

Formas de expresión de las poblaciones de *Stylonema*

En la primera comparación encontramos que las poblaciones 1 y 2 del nacimiento El Salto compartieron todos los atributos y condiciones ambientales, por lo cual se consideraron individuos de la misma población en diferentes tiempos. En la localidad El Meco, se analizaron tres poblaciones en distintas épocas del año y se percibieron variaciones taxonómicas significativas. Lo mismo sucedió en Micos donde se examinaron y analizaron varios especímenes. Compartieron atributos tales como: forma de crecimiento, altura del talo, diámetro del filamento, diámetro celular, largo celular, forma celular, forma de cromatóforo y frecuencia de ramas; aún en distinta época del año, por lo cual se consideraron como individuos que correspondieron a la misma población.

En la segunda confrontación las poblaciones de nacimiento El Salto y Micos compartieron todos los atributos con excepción del diámetro del filamento, que se consideró de poco valor taxonómico ($32.4 \pm 1.5 \mu\text{m}$ vs. $20.5 \pm 0.92 \mu\text{m}$). Ambas poblaciones se señalaron como parte de una misma población en distintos espacios y tiempos. Entre estas dos poblaciones y El Meco se observaron semejanzas como el tipo de división celular transversal y longitudinal y la presencia de ramificación falsa en las ocho poblaciones definió el que fueran la misma especie. Como diferencia se describió la frecuencia de ramificación (esporádica en nacimiento El Salto-Micos y abundante en El Meco). El largo de los filamentos en las ocho poblaciones superó los $1,200 \mu\text{m}$ sin ramificar. El diámetro de los filamentos que se ramificaron abundantemente en El Meco se registraron a los $26.3 \mu\text{m}$ y hasta $114.0 \mu\text{m}$ ($60.33 \pm 11.35 \mu\text{m}$); los cuales son dos o tres veces mayores a las otras dos localidades. Tanto el largo de los filamentos sin ramificar como el diámetro de los filamentos pueden estar relacionados con etapas juveniles de la misma especie.

En la tercera comparación se distinguió que el diámetro del filamento en las poblaciones 1, 2,

STYLONEMA

3, 4 y 5 superaron tres veces lo descrito para *Chroodactylon ramossum*. Por el contrario, el resto de las características morfométricas coincidieron con casi todos los rangos registrados. Sin embargo, las poblaciones 1, 2, 4, 6, 7 y 8 presentaron un patrón de división transversal y longitudinal con células aglutinadas formando filamentos multiseriados a lo largo del filamento, carácter que omite por completo a *Chroodactylon* y lo relaciona con *Stylonema* (Joly, 1967). Se consideró que el patrón de división celular multiseriado es una variación genética con respecto a lo descrito por diversos autores. Cuando se consultó la literatura se encontró que existía la posibilidad de que las poblaciones 1, 2, 6, 7 y 8 correspondieran al género *Bangia* Lyngbye 1819, sin embargo, el talo de *Bangia atropurpurea* (Roth) C. Agardh, 1824, nunca se ramifica (Coomans y Hommersand, 1990). Utilizando como criterios el tipo de división celular multiseriado, una célula basal como sistema de fijación, y la presencia de ramificación falsa, y la ausencia de alguna especie en agua dulce descrita hasta el momento con tales atributos, se determinó que nuestras poblaciones corresponden a un nuevo registro para la ciencia, la cual quedó definida como *Stylonema* sp. A continuación se presenta la diagnóstico y lámina de la especie.

Stylonema sp.

(Lámina I, figuras a-k)

Talo filamentosos, 20 μm -25 mm de altura que forma densas masas de filamentos enmarañados; color azul verdoso a rosado. Filamentos 10.0-114.0 μm de diámetro; uniseriados o multiseriados; división celular transversal y longitudinal (hileras de hasta cuatro células por filamento). Con escasas o abundantes ramas falsas; ramificación irregular (hasta cuatro ramas surgen en el mismo nivel del filamento). Los filamentos abundantemente ramificados dos veces más anchos que los filamentos con escasas ramas; los filamentos llegan a medir hasta 11 mm sin ramificar. Un cromatóforo estrellado con pirenoide central; paredes mucilaginosas firmes y amplias, de apariencia homogénea en partes uniseriadas y estratificadas en las maduras. Fijas al sustrato por una célula basal con vaina independiente del resto de las células vegetativas. Células lenticulares, rectangulares o subcuadradas, 3.5-21.7 μm de diámetro, 3.75-21.75 μm de largo, a veces más anchas que largas en proporción de 0.25-2, y más largas que anchas en ramas ó células apicales. En el ápice de algunos filamentos la vaina está interrumpida dejando un mucrón. Monosporas apicales o intercalares al filamento.

Caracteres diagnósticos. Patrón de división celular transversal y longitudinal que origina filamentos multiseriados, diámetro del filamento hasta los 114 μm , ramificación falsa muy abundante, fija al sustrato por una célula basal.

Hábitat. Crece en ríos y cascadas calcáreas; en remansos, rápidos y zona de golpeo del agua; epífita o epilítica. T: 25-26.5°C, pH: 7, IL: media-alta (9000 lx), VC: moderada-alta (35-85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 920-1,050 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 372-554 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: interfase a 50 cm, EA: *Schizothrix* sp., *Compsopogon coeruleus*, *Spirogyra* sp. *Oedogonium* sp., *Terpsinoe musica*, *Merismopedia glauca*, *Zygnema* sp. y *Synedra ulna*, ES: estacionales.

Distribución en México. En la literatura: primer registro en el país y aguas continentales.

Especímenes examinados (fig. 2): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Matz, nacimiento El Salto, 2.V.91, J. Carmona PA3270 (FCME), 18.II.92, J. Carmona PA3332 (FCME); El Meco, 27.III.87, G. Montejano PA2656 (FCME), 30.V.87, G. Montejano PA2783 (FCME), 13.V.89, J. Carmona PA3096 (FCME); Mpio. Cd. Valles, Micos, 17.II.83, M. Meave PA1716, PA1716B (FCME), 9.IX.89, J. Carmona & G. Montejano PA3163 (FCME).

Comentarios taxonómicos: No se asignó epíteto específico ya que se consideró necesario confrontar nuestros ejemplares con la especie tipo de los géneros *Stylonema* y *Chroodactylon*.

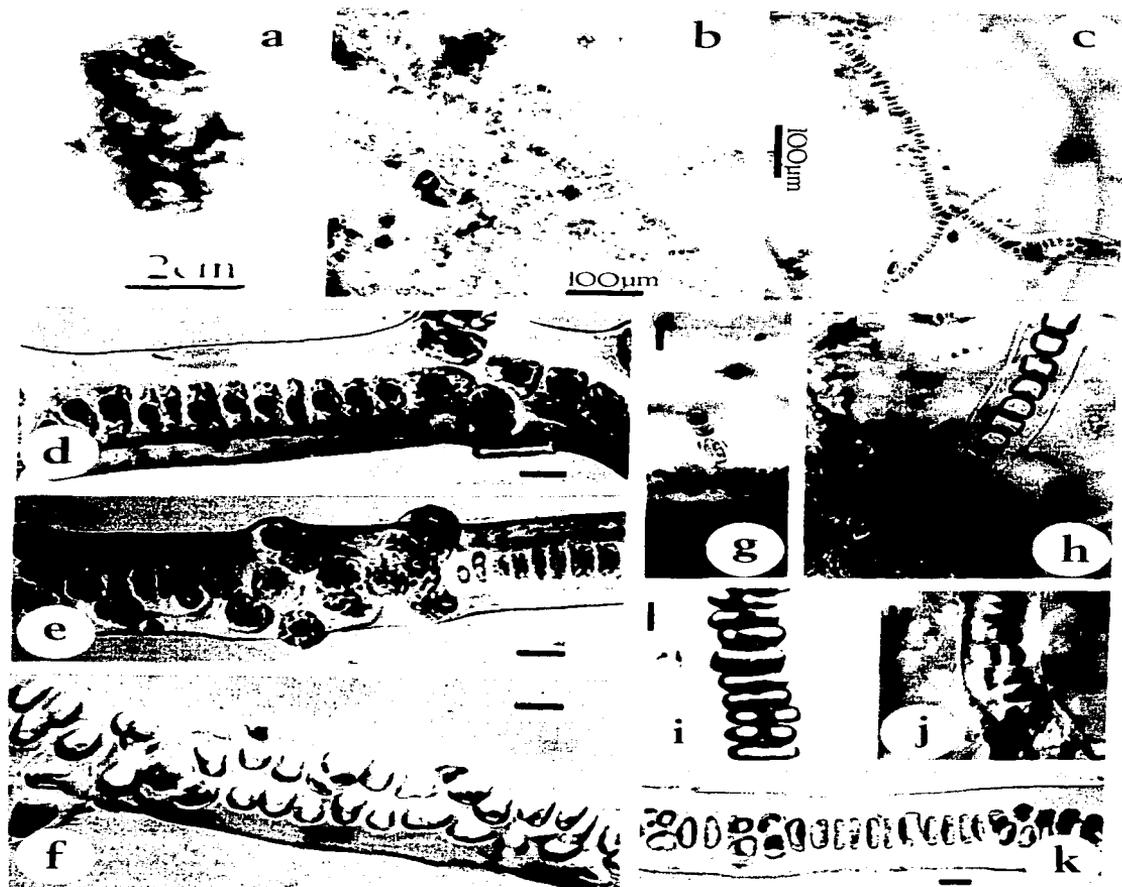


LÁMINA I.- *Stytonema* sp.: a-k. a) Hábito, b) filamentos enmarañados. c) ramificación falsa, d y e) cromatóforos estrellados con un pirenoide central. f) filamento multiseriado. g) filamento juvenil. h) célula basal, i, j y k) división transversal y longitudinal. Escala de la barra 10 μ m.

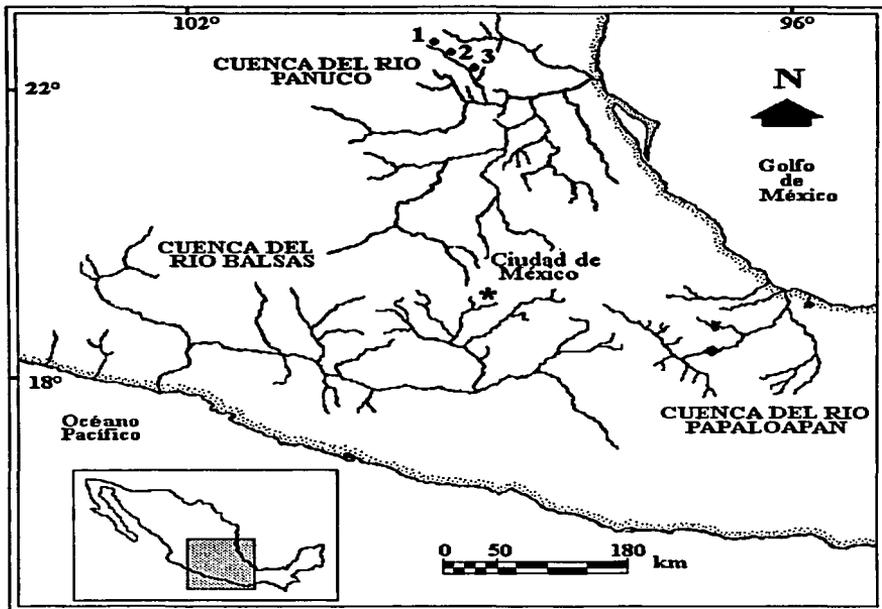


Figura 2. Distribución de *Stylonema* sp. (●). 1. Nacimiento El Salto. 2. El Meco. 3. Micos.

2. *COMPSOPOGON* Montagne, 1846

Análisis nomenclatural

Actualmente Garbary y Gabrielson (1990) incluyen al género *Compsopogon* Montagne, 1846, dentro del orden Compsopogonales, familia Compsopogonaceae. Las Compsopogonaceae se distingue por la presencia de conexiones primarias y un revestimiento cortical (Fan, 1959; Dixon, 1973; Pueschel y Cole, 1982); contiene dos géneros exclusivos de agua dulce, *Compsopogon* y *Compsopogonopsis* Chihara y Nakamura, 1980; los cuales difieren por la presencia de células rizoidales a lo largo del eje (*Compsopogonopsis*), o sólo en la base (*Compsopogon*) (Krishnamurthy, 1962, Chihara y Nakamura, 1980). El nombre genérico *Compsopogon* fue erigido por Montagne, 1846 a partir de especímenes colectados en La Calle, Algeria por Durieu, y nombrado por Montagne como *Compsopogon coeruleus*. Este ejemplar fue el mismo que describió C. Agardh en 1824 como *Conferva coerulea* que Montagne cita como sinónimo de *C. coeruleus*. Basado en el tipo, Montagne describe *C. hookeri*, y más tarde otras especies son propuestas por Kützing, 1849, 1857; Montagne, 1850, 1856; Zanardini, 1872; Okamura, 1915; Jao, 1941; Flint, 1947; Krishnamurthy, 1957, 1962; Das, 1962; Pujals, 1967; Reis, 1977; Tracanna, 1979; Chihara y Nakamura, 1980; Yadaba y Pandey, 1980; Yadaba y Kumano (1985). Hasta el momento se han descrito 18 especies y variedades de *Compsopogon* (Vis *et al.*, 1992), sin embargo, numerosos autores mencionan que los caracteres morfológicos externos presentan una variación tan amplia que en realidad muchas especies son morfotipos, por lo cual sólo unas cuantas son válidas (Krishnamurthy, 1962; Shyam y Sarma, 1980; Necchi *et al.*, 1990). Las últimas revisiones profundas sobre el conjunto de especies de *Compsopogon* las realizó, Necchi *et al.* (1990) y Vis *et al.* (1992), en la que concluyen que existen dos especies válidas que reúnen toda la variación morfológica citada hasta el momento: *C. coeruleus* (Balbis) Montagne, 1846 y *Compsopogon prolificus* Yadaba y Kumano, 1985.

Análisis taxonómico

Se revisaron todos los caracteres morfológicos y merísticos que se han descrito y/o utilizado para identificar especies del género *Compsopogon*: Kützing, 1849; Montagne 1850, 1856; Zanardini, 1872, Wolle, 1887; Möbius, 1888, 1890; De Toni, 1897; Schmitz, 1897; Thaxter, 1900; Weiss y

COMPSOPOGON

Murray, 1909; Collins, 1916; Bruhl y Biswas, 1923, 1924, 1927; Skuja, 1938a; Jao, 1941; Lusina, 1943; Flint, 1947; Tanaka, 1952; Boillot, 1958; Krishnamurthy, 1953, 1957, 1961, 1962, 1962a; Das, 1962; Swale, 1962; Singh, 1964; Patel, 1965; Friedrich, 1966; Chapman y Cameron, 1967; Pujals, 1967; Vaidya, 1968; Patel y Francis, 1969; Shaikh y Vaidya, 1972; De Oliveira y Pereira, 1973; Pandey *et al.*, 1973, 1976; Sánchez-Rodríguez, 1974; Nagendran, 1975; Zaneveld *et al.*, 1976; Kremer, 1977; Reis, 1977; Starmach, 1977, 1978; Yadaba y Pandey, 1977, 1980; Shyam y Sarma, 1980; Battiato *et al.* 1979; Pankow, 1979; Tracanna, 1979; Anand, 1980; Chihara y Nakamura, 1980; Kumano, 1980; Tomás *et al.*, 1980; Nakamura y Chihara, 1983; Entwsile y Kraft, 1984; Yadaba y Kumano, 1985; Necchi *et al.*, 1990; Vis *et al.*, 1992, (Tab. 7). Los caracteres diferenciales registrados en nuestras poblaciones se presentan en la tabla 8.

Crecimiento vegetativo

La forma de crecimiento en *Compsopogon* es de filamentos filiformes, libres o enredados, de talla muy variada y ramificación escasa o abundante (Bourrelly, 1970). El desarrollo de las esporas puede ser bipolar o tripolar, dando origen a rizoides y filamentos erectos que se levantan directamente, o bien, puede desarrollar un pie de fijación o disco basal que se produce anterior a la iniciación de uno o más filamentos erectos (Thaxter, 1900, Krishnamurthy, 1962). Cerca del ápice, las células sufren división oblicua longitudinal la cual produce un revestimiento o corteza irregular de una o hasta cinco capas de grosor. Las poblaciones de *Compsopogon* en la región central formaron filamentos filiformes, abundante o escasamente ramificados. En la población 10 se encontraron los crecimientos más grandes y robustos, sin embargo, es un atributo tan variable en la misma población que no se consideró con valor taxonómico.

Altura del talo

La altura del talo se ha descrito con poco valor taxonómico por su gran variación en una población como sucede en *C. occidentalis* de 1 a 38 cm de largo (Tracanna, 1979; Shyam y Sarma, 1980). La mayor altura del talo descrita corresponde a *C. corticrassus* de 50 a 80 cm (Chihara y Nakamura, 1980); y la menor para *C. minutus* de 2 cm largo (Jao, 1941; Starmach 1977). La mayoría de las descripciones traslapan fuertemente los rangos entre sí: *C. lividus* 10 a 30 cm (Bruhl y Biswas, 1924); *C. fruticosus* 15 cm de largo (Jao, 1941); *C. iyengarii* 14 a 20 cm (Krishnamurthy, 1957, 1962;

Pandey *et al.*, 1973, Starmach, 1977); *Compsopogon hookeri* 3 cm (Friederich, 1966; Champan y Cameron, 1967; Starmach, 1977); *C. coeruleus* 3 a 40 cm largo (Vaidya, 1968; Pandey *et al.*, 1973; Zaneveld *et al.*, 1976; Starmach, 1977, 1978; Entwisle y Kraft, 1984); *C. aeruginosus* 25 a 50 cm de largo (Patel y Francis, 1969; Starmach, 1977; Nakamura y Chihara, 1983); *C. chalybeus* 6 a 20 cm (De Oliveira y Pereira, 1973); *C. lusitanicus* de 30 a 32 cm (Reis, 1977); *C. corinaldii* 5 cm de largo (Starmach, 1977); *C. occidentalis* de 1 a 38 cm (Tracanna, 1979); *C. oishii* 10 a 30 cm (Tanaka, 1952); y *C. prolificus* 42 cm (Yadaba y Kumano, 1985). En nuestras poblaciones delimitamos tres grupos con base en la altura del talo: poblaciones 3, 7 y 10 con tallas que alcanzaron los 20 cm (12.5 ± 1.23 cm); poblaciones 2, 6 y 14 que apenas superaron los 13 cm de altura (8.0 ± 1.22 cm); y la mayoría que no alcanzaron los 9 cm de altura (2.38 ± 0.75 cm). No se consideró importante en la valoración taxonómica ya que fue muy variable.

Diámetro del eje principal

El diámetro también se ha descrito con rangos muy variables y sin valor taxonómico. El mayor diámetro registrado corresponde a *C. corricrassus* de 2 a 3 mm de ancho (Chihara y Nakamura, 1980), *C. hookeri* de 1.5 a 2 mm (Friederich, 1966; Champan y Cameron, 1967; Starmach, 1977) y *C. prolificus* de 300 μm a 3 mm de ancho (Yadaba y Kumano, 1985). La menor dimensión corresponde a *C. corinaldii* con 64 a 200 μm de ancho (Starmach, 1977). Entwisle y Kraft (1984) consideran que el diámetro puede variar de acuerdo con la edad de la planta y factores ambientales como la velocidad de corriente y la profundidad, aunque no hay conclusiones al respecto. El diámetro en nuestras poblaciones se midió en tres secciones del talo: la parte basal, media y apical del eje principal. En la parte basal, el menor diámetro registrado se apreció en las poblaciones 1 y 4 con 41.6 a 155 μm (86.0 ± 13.2 μm); el mayor en la población 2 con 445.3 a 1079 μm (781.8 ± 185.8 μm); la mayoría presentaron rangos similares que oscilaron entre 25.0 a 681.4 μm (216.9 ± 67.6 μm). En la parte media, el menor diámetro se midió en las poblaciones 1, 4, 15, 16 y 18 con un rango de 64.0 a 311.0 μm (172.8 ± 26.2 μm) y el mayor en la población 10 de 238.6 a 2,299.4 μm ($1,082.9 \pm 657.7$ μm); en las demás las dimensiones estuvieron entre los 41 y 955.9 μm (437.4 ± 131.7 μm). En el ápice del filamento el menor diámetro registrado se midió en las poblaciones 4, 8, 15, 16 y 18 que fueron de 13.5 a 164.0 μm (59.16 ± 19.7 μm); el mayor en la 10 con 605.1 a 2,883.0 μm ($1,764 \pm 749.1$ μm). El resto fue de 23.0 a 684.0 μm (279.5 ± 134.0 μm). Aunque existen fuertes sobrelapes en el diámetro

COMPSOPOGON

a cualquier nivel del talo, en las poblaciones 9 y 10 de Itzamatlán tendieron a aumentar el diámetro hacia el ápice del filamento principal, mientras que el resto fueron más anchas en la parte media. Este carácter se consideró de peso taxonómico.

Tipo de ramificación

Los filamentos pueden ser simples o ramificados. Cuando se presentan ramas no existe un patrón de ramificación, de modo que se observan ramas dispuestas irregularmente (Bruhl y Biswas, 1924; De Oliveira y Pereira, 1973; Reis, 1977; Starmach, 1977; Tracanna, 1979). Según Yadaba y Kumano (1985) y Vis *et al.*, (1992). La presencia de ramas ensortijadas (en forma de nudo) ha sido utilizado como criterio taxonómico para separar a *Compsopogon prolificus* de *C. coeruleus* (Yadaba y Kumano, 1985; Vis *et al.*, 1992). En nuestras poblaciones no se registraron ramas ensortijadas, solo filamentos simples a muy ramificados sin patrón de ramificación, de modo que no se consideró de peso en la sectorización de poblaciones.

Diámetro de ramas uniseriadas

El diámetro se registró considerando las células adyacentes sin corticación a la porción cortical del filamento. Las especies donde se menciona este atributo se describen con los siguientes rangos: *C. coeruleus* de 16 a 44 μm de diámetro (Krishnamurthy, 1962; Chapman y Cameron, 1967; Vis *et al.*, 1992), *C. hookeri* de 14 a 22 μm (Krishnamurthy, 1962), *C. aeruginosus* de 19 a 68 μm (Krishnamurthy, 1962; Patel y Francis, 1969), *C. corinaldii* de 12 a 26 μm , *C. chalybeus* de 32 a 38 μm , *C. iyengarii*, de 12 a 16 μm (Krishnamurthy, 1962), *C. prolificus* de 16 a 20 μm (Vis *et al.*, 1992), y *C. lividus* 20 a 60 μm (Bruhl y Biswas, 1924). El diámetro entre todas estas especies presentan fuertes traslapes, por lo cual no se ha considerado con valor taxonómico. En las poblaciones de la región central el diámetro fue muy homogéneo, presentaron rangos de 28.5 a 61.3 μm ($32.3 \pm 4.32 \mu\text{m}$). Por ser un atributo tan constante en todas las poblaciones no se consideró importante en la delimitación de poblaciones.

Ángulo de las ramas

Se interpreta como el ángulo formado entre el filamento principal y las ramas primarias. Das (1962) utilizó el ángulo de las ramas para separar entre *C. coeruleus* de 30 a 60°, *C. lividus* entre 70

y 85°, y menores a 30° *C. indicus*. Sin embargo, en otros registros de las mismas especies se mencionan rangos más amplios: *C. coeruleus* de 45 a 90° (Bruhl y Biswas, 1927, Biswas, 1949) y *C. lividus* de 52 a 93° (Bruhl y Biswas, 1924). Lo mismo sucede en *C. coeruleus*, *C. oishii* y *C. hookerii*, donde se registran ángulos mayores a 45° (Chapman y Cameron, 1967; Zaneveld *et al.*, 1976; Yadaba y Kumano, 1985), *C. prolificus* con ángulo de 30 a 70° (Yadaba y Kumano, 1985) y *C. corticrassus* de 30 a 90° (Chihara y Nakamura, 1980), donde el ángulo de las ramas es tan variable en la misma población que no lo utilizan en la delimitación entre especies. En nuestras poblaciones se presentaron rangos muy amplios, por lo cual se encontraron fuertes traslapes entre cada una. En las poblaciones 9 y 10 muchas de las ramas en realidad son filamentos que germinaron epífitos al eje principal, por lo cual dieron la apariencia de ramas con ángulo de 90°. Por ser un carácter tan variable no se consideró con valor taxonómico.

Largo y ancho de células corticales

Tanto el largo como el diámetro de las células corticales son considerados como atributos con amplia variación, razón por la cual los especialistas no lo consideran con valor taxonómico. Dependiendo de su ubicación en el filamento pueden variar en diámetro y largo (Vis *et al.*, 1992). Las células más largas se describen en *C. aeroginosus* de 16 a 58 μm de largo por 9.5 a 26.4 μm de ancho (Patel y Francis, 1969) y *C. occidentalis* de 13 a 58 μm de largo por 10 a 45 μm de diámetro (Tracanna, 1979). Las células más pequeñas se registraron en *C. hookeri* de 7.6 a 17.1 μm de largo (Singh, 1964). El resto de las descripciones comparten rangos como *C. argentinensis* 10 a 30 μm por 13 a 46 μm de ancho (Pujals, 1967), *C. iyengarii* 19 a 28 μm de largo por 17 a 19 μm de diámetro (Krishnamurthy, 1962), *C. coeruleus*, (10) 18 a 28 (40 μm) de largo por (7) 10 a 18 (22 μm) de diámetro (Entwisle y Kraft, 1984); o bien, presentan rangos muy variables como *C. prolificus* (Yadaba y Kumano, 1985). Vis *et al.* (1992) intentan valolar el largo de las células corticales, sin embargo, no encontraron ninguna relación que permita utilizarlo como un atributo importante. En las poblaciones de este estudio el largo de las células corticales fue muy homogéneo. La población 2 presentó la mayor dimensión de 18.2 a 50.1 μm ($32.4 \pm 9.4 \mu\text{m}$), aunque sobrelapó el rango con el resto de las poblaciones de 8.8 a 38.4 μm ($17.9 \pm 1.9 \mu\text{m}$). Por ser un carácter homogéneo entre todas las poblaciones no se consideró de valor taxonómico.

Número de capas celulares en la corticación

El número de células que forman la corteza de los filamentos uniseriados ha sido utilizado por Krishnamrthy (1962) para diferenciar entre especies de *Compsopogon*. Sin embargo, Shyam y Sarma (1980) señalan que el número puede variar de 1 a 3 como en *C. coeruleus* (Krishnamurthy, 1962), *C. occidentalis* (Tracanna, 1979), *C. lusitanicus* (Reis, 1977), o de 1 a 5 en *C. corticrassus* (Chihara y Nakamura, 1980). Este atributo no ha sido constante aún dentro de la misma especie por tal motivo no se le confiere valor taxonómico. En 11 de nuestras poblaciones se distinguió una capa de grosor, y en 8 poblaciones hasta 2 capas. Por ser un atributo que traslapó fuertemente los rangos, no se consideró con importancia taxonómica.

Estructura basal

El sistema de fijación ha sido parcialmente empleado para diferenciar especies de *Compsopogon* (Krishnamurthy, 1957, 1962). Se pueden observar dos tipos: a) disco basal, con varios filamentos que nacen del mismo punto y b) un simple eje que nace de una base rizoidal. Sin embargo, varias descripciones incluyen ambos tipos de fijación en la misma población (Pujals, 1967; Reis, 1977; Tracanna, 1980; Yadaba y Kumano, 1985; Vis *et al.*, 1992). Adicionalmente Biswas (1949) y Shyam y Sarma (1980) observan ambos tipos de sistema basal en *C. coeruleus* en condiciones de campo y cultivo. El sistema basal de nuestras poblaciones fue homogéneo. En casi todos los casos los individuos se fijaron al sustrato a través de rizoides, sólo la población 10 presentó un disco basal de donde surgieron varios filamentos erectos. Algunos filamentos presentaron rizoides que crecieron tan próximos que dieron la apariencia de un disco basal. Por ser un carácter con tanta variación no se consideró con valor taxonómico.

Número de filamentos que nacen de la base

El número de filamentos que nacen en la base fue utilizado por Krishnamurthy (1962) para separar entre especies, sin embargo, Shyam y Sarma (1980), determinaron que el número puede variar aún dentro de la misma población. Así tenemos que en *C. iyengarii* hay de 1 a 8 filamentos (Pandey *et al.*, 1973), en *C. iyengarii* de 2 a 6 filamentos (Krishnamurthy, 1962), en *C. lusitanicus* de 1 a 7 (Reis, 1977), y de 1 a 6 filamentos en *C. occidentalis* (Pujals, 1967). Por ser tan variable el número de filamentos que nacen en la base se ha considerado de poco valor taxonómico. En las poblaciones

de estudio el número de ramas que nacieron en la base fue variable. Pudo no presentar, o bien tener hasta 9 filamentos que nacieron en el mismo punto, como sucedió en la población 14. Se apreció un grupo que siempre presentó ramas de manera abundante: poblaciones 2, 10, 15 y 16 (14 a 26 ramas; 11.7 ± 2.5 ramas); el resto no superó las 13 ramas (0 a 13 ramas; 3.86 ± 1.74 ramas). Ambos grupos se sobrelaparon acentuadamente, por lo cual no se consideró de valor taxonómico.

Espinas

Las espinas son pequeñas ramas o proyecciones de filamentos viejos que se ramifican desde las células uniseriadas (Krishnamurthy, 1962). La presencia de espinas fue utilizado para distinguir a *C. aeruginosus* del resto de las especies (Krishnamurthy, 1962; Patel y Francis, 1969; Nakamura y Chihara, 1983). Aunque Yadaba y Pandey (1980) y Vis *et al.*, (1992) concluyen que son el estado inicial de ramas laterales y no pueden ser utilizadas como carácter taxonómico de peso. En la región central solamente se observaron espinas en la población 3 de Micos, en la superficie de filamentos maduros y ramificados. En ninguna de estas estructuras se apreció el desarrollo de algún tipo de rama, por lo cual se consideró importante.

Reproducción asexual

No hay evidencia de algún tipo de reproducción sexual en estas algas, y los reportes de carpogonio, espermacios, carposporas y tetrasporas (Flint, 1947; Shyam y Sarma, 1980) resultaron ser cianofitas epifíticas a células corticales. La multilocación se realiza por la liberación de monosporas, las cuales acumulan gran cantidad de almidón florideano y algunos cromatóforos. Un segundo tipo de esporas ha sido descrito por Thaxter (1900) para *Compsopogon coeruleus*, que llama microsporangios (esporangios que sufren repetidas divisiones celulares arregladas en grupos de cuatro o más), y más recientemente en *C. coeruleus* (Krishnamurthy, 1962), *C. lusitanicus* (Reis, 1977) y *C. prolificus* (Yadaba y Kumano, 1985). Los microsporangios no han sido utilizados como un carácter diagnóstico, en parte porque no se ha establecido la diferencia con respecto a los monosporangios (Krishnamurthy, 1957; Yadaba y Kumano, 1985). Los estados de desarrollo de la germinación de monosporas ha sido descrita para *C. chalybeus* (Möbius, 1888) y *C. oishii* (Okamura, 1915) y estudiadas en detalle por Krishnamurthy (1953, 1957) en cuatro especies: *C. iyengarii*, *C. hokerii*, *C. Chalybaeus* y *C. corinaldii*; y *C. iyengarii* en Pandey *et al.*, (1976). Concluyen que el proceso es muy uniforme en

COMPSOPOGON

todas las especies por lo cual no se consideró importante en la delimitación de especies. En las poblaciones de este trabajo solo se observaron monosporas.

Largo de las monosporas

Los especialistas consideran que este no es un atributo importante para delimitar especies. Vis *et al.* (1992) encuentran que hay rangos que se traslapan en las siguientes especies: *C. aeruginosus* 9 a 13 μm (Krishnamurthy, 1962), *Compsopogon coeruleus* (7) 16 a 22 (30) μm (Entwisle y Kraft, 1984), *C. corticrassus* 16 a 22 μm (Chiahara y Nakamura, 1980), *C. hookerii* 13 a 22 μm (Krishnamurthy, 1962; Friederich, 1966; Chapman y Cameron, 1967), *C. iyengaritii* 12 a 15 μm (Krishnamurthy, 1957, 1962), *C. lividus* 12 μm (Bruhl y Biswas, 1927), *C. lusitanicus* 8 a 10 μm (Reis, 1977) y *C. occidentalis* 10 a 18 μm (Tracanna, 1979). En nuestras poblaciones el largo de las monosporas fue muy constante. El mayor largo medido se presentó en la población 2 de 11.9 a 20.6 μm ($15.1 \pm 2.7 \mu\text{m}$), sin embargo, traslaparon valores con el resto de las poblaciones con 6.6 a 17.7 μm ($11.3 \pm 1.4 \mu\text{m}$). Este atributo no se consideró con valor para delimitar a las poblaciones.

Descripción ambiental

A pesar de que las especies del género *Compsopogon* son de las más citadas en el mundo, la mayoría de las descripciones no mencionan los gradientes ambientales bajo los cuales se colectaron. Se describen creciendo en ríos limpios de zonas tropicales o subtropicales. Aunque en varias localidades se han encontrado en desagües, ríos con influencia de zonas urbanas (Pujals, 1967; Battiato *et al.*, 1979) y esteros (Reis, 1977). En Norteamérica la temperatura en la que se colectó fue de 13 a 30°C con un promedio de 21°C (Vis *et al.*, 1992). Esta tendencia a crecer en aguas calientes o templadas también se ha colectado en Sudamérica, 6 a 12°C (Pujals, 1967), 18 a 30°C (Tracanna, 1979); Europa, 3 a 24°C (Weiss y Murray, 1909), 12 a 20°C (Friederich, 1966), 27.5°C (Reis, 1977), 22°C (Heinig, 1971), 20°C (Starmach, 1978), 15.6 a 28°C (Tomás *et al.*, 1980) y Asia, 15 a 17°C (Okamura, 1915), 15 a 22°C (Chihara y Nakamura, 1980), 15.8 a 25.9°C (Al-Saadi *et al.*, 1979), 20°C (Entwisle y Kraft, 1984) y 16 a 27°C (Yadaba y Kumano, 1985). Frecuentemente se desarrollaron en aguas alcalinas, tanto en Norteamérica (pH de 5.9 a 8.6 con un promedio de 7.7, Vis *et al.*, 1992) como en Europa (pH de 6.4, Reis, 1977; 7 a 7.5, Starmach, 1978; 7.5 a 8, Tomás *et al.*,

1980) y Asia (Skuja, 1938a; 6.6 a 8.4, Al-Saadi *et al.*, 1979; 7 a 8.1, Entwisle y Kraft, 1984; 6.5, Yadaba y Kumano, 1985). La conductividad registrada para Norteamérica es de 12 a 1880 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ con promedio de 483 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$; en el resto de las descripciones solo tenemos el registro de Tomás *et al.*, (1980) para Europa de 500 a 7,000 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. La velocidad de corriente bajo la cual se ha colectado en Norte y Centroamérica es muy amplio, de 5 a 95 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ con promedio de 32 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Vis *et al.*, 1992). En ningún registro se menciona la intensidad luminosa. Asociadas a las poblaciones de *Compsopogon* en América, Europa y Asia crecen varias especies de plantas vasculares y otras algas. Entre las plantas vasculares destacan para Europa: *Chaetonema irregulare* Nowakowski (Swale, 1962), *Vallisneria* sp. (Heinig, 1971), *Elodea canadensis*, *E. densa* (Starmach, 1978), *Zannichellia* sp., *Paspalum paspaloides* (Michx.) Scribn, *Apium nodiflorum* (L.) Lag. (Battiatto *et al.*, 1979). Asia: *Vallisneria spiralis* L. (Okamura, 1915; Tanaka 1952; Nagendran, 1975), *V. spiralis* e *Hydrilla verticillata* Royle (Bruhl y Biswas, 1927; Krishnamurthy, 1957), *Myriophyllum verticillatum* L. (Chihara y Nakamura, 1980). Sudamérica: *Patamogeton* sp. y *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth (Pujals, 1967). Entre las algas asociadas están para Europa: *Chara braunii* Gmle, *Cladophora glomerata* (Weiss y Murray, 1909), *Cladophora* sp. (Collins, 1916), *Pithophora polymorpha* (Bruhl y Biswas, 1927), *Chara* sp., *Enteromorpha intestinalis*, *Nitella* sp., *Oedogonium* sp., *Spyrogira* sp. (Lusina, 1943), *Chara braunii* Gmelin, *Pithophora oedogonia* (Montagne) Wittrock, *Lyngbya* sp., *Batrachospermum vagum* (Rhoth) Ag., *Dichotomosiphon tuberosus* Ernst. (Pátel y Francis, 1969), *Cladophora* sp. y *Pithophora* sp. (Starmach, 1978). Asia: *Dichotomosiphon tuberosus* Ernst. (Krishnamurthy, 1961), *Cladophora* sp., *Spirogyra* sp., *Oscillatoria* spp. (Yadaba y Kumano, 1985). Sudamérica: *Enteromorpha* sp. y *Cladophora* sp. (Tracanna, 1979).

Las condiciones ambientales en que se encontraron nuestras poblaciones se resumieron en la tabla 9, en donde se observa que se colectaron en un canal de riego, en numerosos ríos y tres arroyos, siempre en relación con agua corriente. Los microambientes donde crecieron fueron variados, tales como: cantos rodados, rápidos, zonas de golpeo, remansos o zonas de deslizamiento (costillas de travertino). El gradiente de temperatura en los ríos Pánuco y Balsas fue de 23 a 30°C (26.9±2.4°C); pH 6 a 8 (6.6±0.7); intensidad luminosa de media a alta (14,208.4 a 81,806 lx); velocidad de corriente lenta a muy alta (35 a 76 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); solamente se registraron dos datos de conductividad para las poblaciones 4 y 10 (980 y 4,000 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); profundidad hasta 50 cm, siempre sumergidos (1 a 50

COMPSOPOGON

cm); la mayoría crecieron sobre un sustrato rocoso, aunque también lo hicieron sobre otras algas o musgo; se presentaron asociadas a otras algas rojas tales como: *Audouinella pygmaea*, fases "Chantransia" y la mayoría con otras algas como *Cladophora* sp., *Spirogyra* sp., *Oedogonium* sp. y *Terpsinoe musica* Ehrenberg. La mayor parte de las poblaciones (12) se colectaron en la época de secas en los meses de febrero, marzo y mayo. El resto se colectaron en la época de lluvias en los meses de septiembre. Solamente las poblaciones 5 y 10 fueron abundantes en uno o varios microambientes de la localidad, el resto fueron poco abundantes y sólo dos escasas en un microambiente. Aunque no se registraron datos de la influencia de contaminantes, en las localidades de las poblaciones 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 los ríos tienen gran influencia de zonas urbanas, hoteles y balnearios.

Distribución geográfica

La distribución de las especies del género *Compsopogon* en su mayoría está referida a regiones con climas cálidos o semicálidos de prácticamente todos los continentes (Thaxter, 1900; Krishnamurthy, 1962; Shyam y Sarma, 1980, Entwisle y Kraft, 1984; Vis *et al.*, 1992). Las dos especies reconocidas por los especialistas se distribuyen de la siguiente manera: *C. coeruleus* esta ampliamente representado en Europa (Zanardini, 1872; Weiss y Murray, 1909; Collins, 1916; Lusina, 1943; Boillot, 1958; Krishnamurthy, 1961; Swale, 1962; Friederich, 1966; Heinig, 1971; Zaneveld *et al.*, 1976; Reis, 1977; Starmach, 1978; Battiato *et al.*, 1979 y Tomás *et al.*, 1980), Asia (Bruhl y Biswas, 1923, 1927; Skuja, 1938a; Jao, 1941; Tanaka, 1952; Krishnamurthy, 1953, 1957; Das, 1962; Singh, 1964; Patel, 1965; Chapman y Cameron, 1967; Vaidya, 1968; Patel y Francis, 1969; Khan, 1970; Shaikh y Vaidya, 1972; Pandey *et al.*, 1973; Nagendran, 1975; Yadaba y Pandey, 1977, 1980; Al-Saadi *et al.*, 1979. Pankow, 1979; Anand, 1980; Chihara y Nakamura, 1980; Nakamura y Chihara, 1983; Entwisle y Kraft, 1984 y Yadaba y Kumano, 1985), Africa (Kützing, 1849) y el norte, centro y sur de América (Montagne, 1850; Montagne, 1856; Wolle, 1887; Möbius, 1888; Möbius, 1890; Thaxter, 1900; Flint, 1947; Wille, 1915; Pujals, 1967; De Oliveira y Pereira, 1973; Tracanna, 1979 y Vis *et al.*, 1992). La segunda especie, *C. prolificus* se distribuye en regiones tropicales de Asia (Yadaba y Kumano, 1985) y Centroamérica (Vis *et al.* 1992).

En México se han descrito dos especies: *C. coeruleus* en los estados de Colima

(Sánchez-Rodríguez, 1974), Hidalgo (Sánchez-Rodríguez, 1974), Michoacán (Vis *et al.*, 1992) y Morelos (Valadez *et al.*, 1996). y *Compsopogon prolificus* en una localidad de la región central de México (Vis *et al.*, 1992). Las poblaciones de nuestra investigación se colectaron en la porción baja del río Pánuco entre los 21°43'LN a 22°34'LN y los 98°31'LO a 99°26'LO, en un intervalo de altitud que fue de 60 a 500 msnm; la porción alta del río Balsas a los 18°26'LN a 19°14' y 98°31' a 99°57'LO en una altitud de 800 a 1,350 msnm y la porción alta del río Papaloapan entre los 18°24' a 18°28'LN y 97°24' a 97°25'LO en una altitud que fue de los 125 a 1,650 msnm (Tab. 10, Fig. 3).

Formas de expresión de las poblaciones de *Compsopogon*

Se revisaron un total de 11 localidades con poblaciones de *Compsopogon*. En siete observamos dos o más poblaciones de la misma o distinta época del año. En el primer nivel de confrontación encontramos los siguiente. En el nacimiento El Salto se colectaron las poblaciones 1 y 2. Ambas presentaron rangos muy distintos en altura del talo, diámetro del filamento (basal, media y apical), ramas en 30 mm y largo de células corticales; y semejanzas en el diámetro de células uniseriadas, ángulo de las ramas, número de células en la corticación, estructura basal, número de filamentos en la base y largo de las monosporas. Ninguna de las diferencias se consideraron con valor taxonómico, por lo cual ambas son parte de la misma población en distinta época del año. Entre las poblaciones 3 y 4 de Micos se apreciaron diferencias en la altura, diámetro del filamento (basal, media y apical), ramas en 30 mm, número de células de la corticación y la presencia de espinas. Los atributos que compartieron fueron: diámetro de células uniseriadas, ángulo de las ramas, largo de células corticales, estructura basal, número de filamentos en la base y el largo de monosporas. Se consideró que ambas poblaciones son parte de una misma en distinta fecha de colecta. En la localidad Xicatlacotla se colectaron las poblaciones 6 y 7. Se presentaron diferencias en la altura del talo y el número de ramas. El resto de los atributos sobrelaparon sus rangos, por lo cual se consideraron como parte de la misma población. En Itzamatlán se describieron tres poblaciones que presentaron gran variación entre rangos de altura del talo, largo de ramas secundarias, diámetro del filamento (basal, media y apical), número de ramas en 30 mm, estructura basal y número de filamentos en la base. Los atributos compartidos fueron el ángulo de las ramas, largo de células corticales y el largo de monosporas. En cuanto al diámetro del eje principal se observó que las poblaciones 9 y 10 presentaron dimensiones que tendieron

a aumentar hacia el ápice, por lo cual pensamos que son parte de la misma población, y las diferencias con respecto a la población 8 es debida a que se colectó en distinta época del año. En la localidad La Fundición se colectaron las poblaciones 12 y 13, las cuales traslaparon todos los rangos morfométricos y morfológicos registrados. Además, ambas se colectaron en la misma época del año, por lo cual, se consideraron como parte de la misma población. Las poblaciones 14 y 15 de la localidad Las Huertas presentaron diferencias en la altura del talo, diámetro del filamento (basal, media y apical), número de ramas en 30 mm y número de filamentos en la base. Los rangos que se traslaparon fueron el diámetro de ramas uniseriadas, ángulo de las ramas, largo de células corticales, número de capas celulares en la corticación y la estructura basal. Ambas poblaciones se consideraron parte de la misma población colectadas en distinto tiempo. En la localidad Huitzililla se colectaron las poblaciones 18 y 19, ambas traslaparon la mayoría de los rangos comparados, sin embargo el diámetro del filamento (media y apical) fue significativamente diferente. Por ser un atributo tan variable, se consideró que las dos poblaciones son parte de la misma en distintos tiempos. En las localidades Cuautitla, Temilpa Viejo, El Colibrí y Nuevo Olin-tepec se revisó una sola colecta con una población.

En el segundo nivel se reconoció que la mayoría de las poblaciones presentaron fuertes traslapes en atributos morfométricos y morfológicos. Sólo se registraron dos caracteres que pudieran ser considerados de peso taxonómico tales como: la presencia de espinas en la población 3 y el diámetro del eje principal que tiende a incrementarse hacia el ápice en las poblaciones 9 y 10. Sin embargo, en la literatura se encontró que ninguno de estos caracteres han sido constantes para que pueda definir o delimitar especies. En cuanto a gradientes ambientales, nuestras poblaciones coincidieron en la temperatura de 23°C a 30°C; pH de 6 a 8; e intensidad luminosa de media a alta, siempre en relación a un constante flujo de agua. De tal manera, todas las poblaciones se consideraron muy parecidas y como parte de la misma especie en distintos tiempos y espacios.

En la tercera comparación se registró que las espinas y dimensiones del talo que caracterizaron a las poblaciones 3, 9 y 10 fueron caracteres variables de una época a otra. Si sólo se considera una colecta, la población 3 correspondería a la descripción de *C. aeruginosus* y el diámetro del eje principal tan amplio en las poblaciones 9 y 10 a la descripción de *Compsopogon corricassus*. Sin embargo, la colecta en distintos tiempos mostró un alto grado de variación morfológica, por lo cual

adoptamos la propuesta de Vis *et al.*, (1992) en el sentido de considerar como único criterio con valor taxonómico la presencia o ausencia de ramas ensortijadas para separar especies. A partir de la comparación de atributos taxonómicos y gradientes ambientales entre nuestras poblaciones con la literatura, se puede decir que todas corresponden a *C. coeruleus*. Cabe resaltar que tal parece que la variación tan grande en rangos morfológico y morfométricos entre poblaciones de *Compsopogon* es producto de una respuesta a distintas condiciones ambientales. Se registraron talos muy ramificados y con espinas en ríos con altos niveles de carbonato disuelto en el agua; mientras que describimos las tallas más grandes en ríos con alta conductividad y contaminación ($4,000 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$). A continuación se presenta la diagnóstico y lámina de la especie.

***Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne Flore d'Algérie 1:154, 1846**
(Lámina II, figuras a-h)

Basiónimo: *Conferva coerulea* Balbis in C. Agardh, *Systema Algarum*: 122, 1824.- TIPO: ALGERIA, La Calle, *Durieu s/n* (Herbarium Montagne, PC) (isotipo: Puerto Rico, *Bertero s/n* [PC]).

Sinónimos heterotípicos: *Compsopogon aeruginosus* (J. Agardh) Kützing, *Species Algarum*: 433, 1849.- ISÓTIPO: CUBA, La Habana, *Liebmann 12408, 12409* (Herbarium Agardh, PC). (basiónimo: *Percystitis aeruginosa* J. Agardh, 1847: 6). *Compsopogon chalybeus* Kützing, *Species Algarum*: 433, 1857.- HOLÓTIPO: GUYANA FRANCESA, Cayenne, *Leprieur 828, 1102* (PC). *C. corinaldii* (Meneghini) Kützing, *Tab. Phycol.* 7: 35, 1857.- HOLÓTIPO: FRANCIA, 940.285/98 (Colección de Brébisson, PC) (Basiónimo: *Lemanea corinaldii* Meneghini, 1840:4, ITALIA, Pisa). *C. corticrassus* Chihara et Nakamura, *J. Jap. Bot.* 55:136, 1980.- HOLÓTIPO: JAPÓN, Minuma-Yosui, Gyoda-shi, Saitama, 20.XI.1977, *AL-35602* (TNS). *C. hookeri* Montagne, *Flore d'Algérie* 1:157, 1846.- TIPO: INDIA, Madras, 18.II.1923, *Hooker s/n* (BM) (Sinónimo: *Enteromorpha livida* Harvey *nomen nudum* m/s). *C. lusitanicus* Reis, *Bol. Soc. Brot.* 51:91, 1977.- HOLÓTIPO: PORTUGAL, Canal de Canelas, 27.VIII.1974, *P. Reis 630* (COI). *C. oishii* Okamura, *Icons of Japanese Algae* 3: 128, 1915.- TOPÓTIPO: JAPÓN, Villa Yaguchi, Kanagawa, III.1901 (SAP).

Talo filamentoso que llega a formar densas masas de filamentos corticados verdes o verde olivo dentro del agua, 0.7-20 cm de altura. Diámetro del filamento en su parte media 41.6-2,883.0 μm . Con o sin ramas; ramificación irregular, hasta 26 ramas en 30 mm, en ocasiones las ramas más largas que el eje principal; diámetro de ramas uniseriadas 28.5-61.3 μm . Ángulo de ramas (1er. orden) 45-90°. Largo de células corticales 8.8-38.4 μm . 1-2 capas de células en la corticación. Con o sin espinas Largo de monosporas en eje principal, 11.9-20.6 μm . Disco basal o rizoides confinados en la base, de 1-11 filamentos nacen en la base.

Caracteres diagnósticos. Presencia de espinas y el diámetro del talo alcanza los 2,885.5 μm .

Hábitat. Crece en ríos, ríos calcáreos, canales de riego, manantiales y arroyos: en zona de rápidos, cantos rodados, remansos, costillas de travertino, zona de deslizamiento y golpeo directo del agua; epilítica y/o epifítica. Se registró más abundante en ríos contaminados por materia orgánica. T: 23-30°C, pH: 6-8, IL: baja-alta (14,208.4-81,806 lx), VC: lenta-alta (10-85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 980-4,000 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ AL: AT= 336-554 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 214, P: 1-50 cm, EA:*Batrachospermum globosporum*,

COMPSOPOGON

Audouinella pygmaea, *Thorea violacea*, *Cladophora* sp., *Oedogonium* sp., *Spirogyra* sp., *Terpsinoe musica*, ES: estacionales.

Distribución mundial. Regiones tropicales y subtropicales de Asia, Europa, norte, centro y sur de América.

Distribución en México. En la literatura: COLIMA, Ixtlahuacán (Sánchez-Rodríguez, 1974). Hidalgo: Ixmiquilpan, presa Ignacio López Rayón (Sánchez-Rodríguez, 1974). MORELOS, Mpio. Xicatlacotla, río Xicatlacotla (Valadez *et al.*, 1996). Cuenca del río Lerma-Santiago (Vis *et al.*, 1992). Especímenes examinados (fig. 3): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Mafz, nacimiento El Salto, 7.IX.90, J. Carmona & G. Montejano PA3241 (FCME), 2.V.91, J. Carmona PA3270 (FCME); Mpio. Cd. Valles, Micos, 17.III.83, M. Meave PA1705 (FCME), 30.V.94, J. Carmona PA3521 (FCME). MORELOS, Mpio. Tetecala, Cuautitla, 28.V.83, M. Gold BALE246 (FCME); Mpio. Tlaquiltenango, Xicatlacotla, 9.II.91, F. Valadez BALE1952 (FCME), 5.V.91, M. Gold & F. Valadez BALE2069 (FCME), Las Huertas, 26.V.84, M. Gold BALE1676 (FCME), 21.IV.85, M. Gold BALE1781 (FCME); Mpio. Yautepec, Itzamtitlán, 1.X.83, M. Gold BALE823 (FCME), 28.I.96, M. Gold & G. Montejano BALE3042 (FCME), 10.II.96, M. Gold & J. Carmona BALE3051 (FCME); Mpio. Tlaltizapán, Temilpa Viejo, 28.II.84, M. Gold BALE1008 (FCME); Mpio. Jojutla, La Fundición, 28.II.84, M. Gold BALE1111 (FCME), 1.I.84, M. Gold BALE1419 (FCME); Mpio. Ayala, El Colibrí, 26.V.84, M. Gold BALE1638 (FCME), Nuevo Ollintepec, 26.V.84, M. Gold BALE1632 (FCME), Huitzililla, 26.V.83, M. Gold BALE966 (FCME), 27.V.84, M. Gold BALE1640 (FCME).

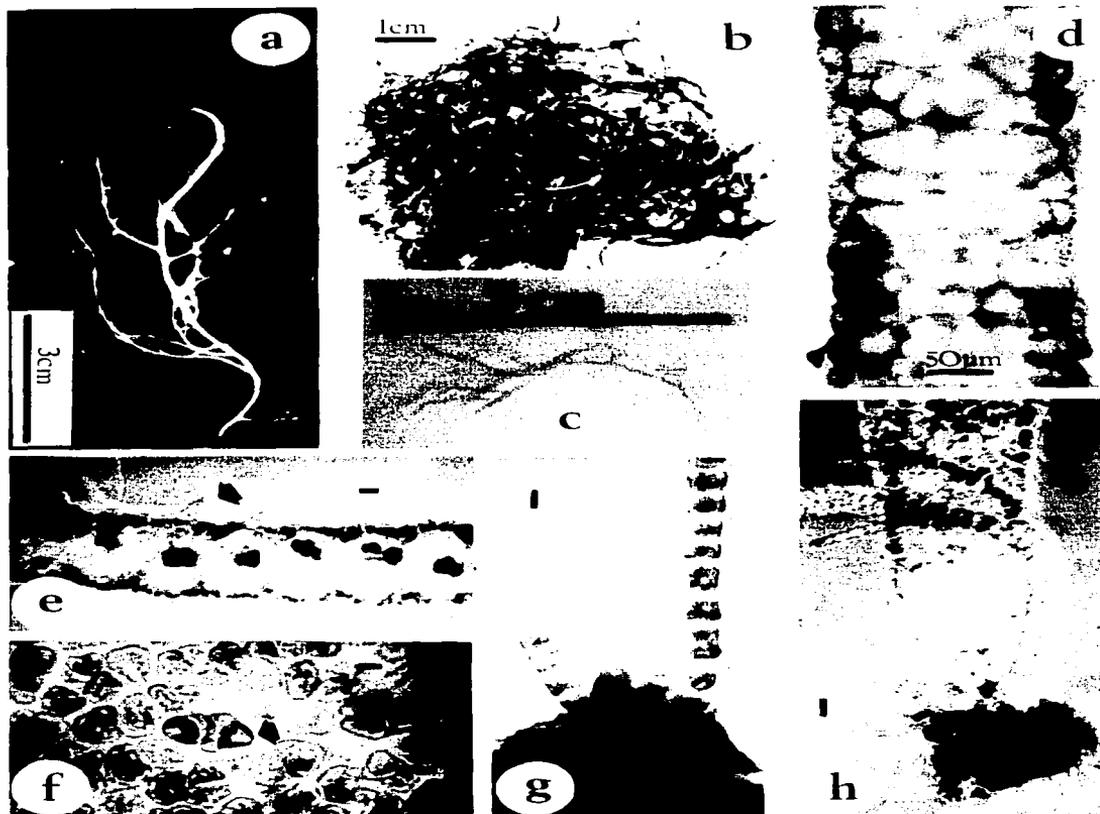


LÁMINA II.- *Compsopogon coeruleus*: a-k. a, b y c) Hábito, d) filamento corticado, e) espina señalada por la flecha, f) monosporas señaladas por la flecha, g) filamento juvenil, h) porción basal del talo. Escala de la barra 10 μ m.

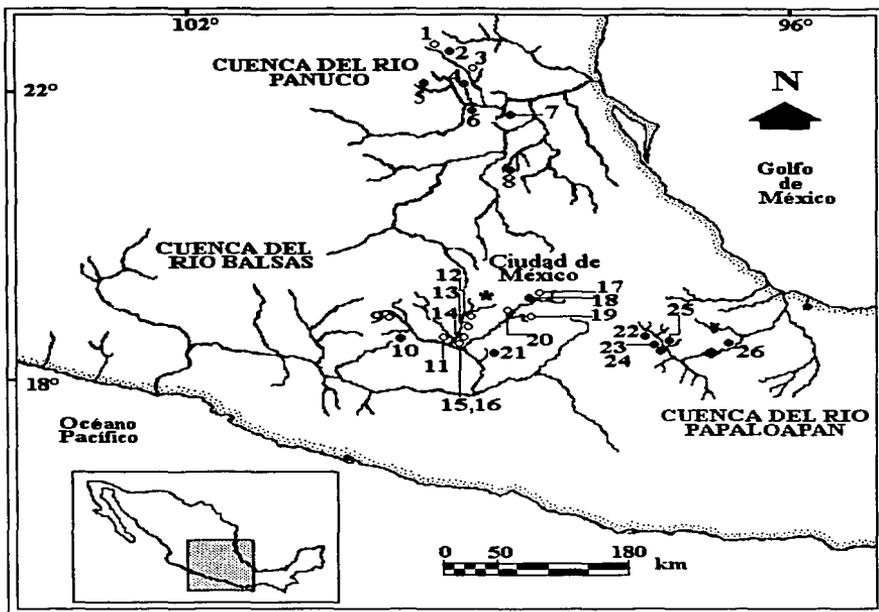


Figura 3. Distribución de *Compsopogon coeruleus* (○) y *Compsopogon* sp. (●). 1. Nacimiento El Salto. 2. El Meco. 3. Micos. 4. Santa Anita. 5. Puente de Dios. 6. Tamul. 7. Coy. 8. Vinasco. 9. Cuautitla. 10. Río Salado. 11. Xicatlacotla. 12. Itzamatitlán. 13. Temilpa Viejo. 14. La Fundición. 15. Las Huertas. 16. Los Manantiales. 17. El Colibrí. 18. Ingenio Apatlaco. 19. Nuevo Olintepec. 20. Huitzililla. 21. Huautla. 22. Texcala. 23. San Lorenzo. 24. Ex-Hacienda Garcí Crespo. 25. Francisco. I. Madero. 26. Valle Nacional.

3. *AUDOUINELLA* Bory, 1823

Análisis nomenclatural

Una revisión del grupo de algas Acrochaetoides en el *Index Nominum Algarum* en abril de 1980 (Woelkerling, 1983) muestra 390 especies e infraespecies descritas, para las cuales se han empleado 24 nombres genéricos y 1,007 combinaciones nomenclaturales, la mitad de ellas descritas durante el período de 1900 a 1949. Numerosas floras, monografías y otros trabajos han citado cerca de 20 especies del género *Audouinella* en agua dulce (Necchi y Zucchi, 1995), y todos concuerdan en que existen muchos problemas taxonómicos por resolver.

Muchas y muy variadas han sido las propuestas para agrupar en un orden a la familia y especies de *Audouinella*. Algunos autores como Jao (1941), Dixon (1973), Entwisle y Kraft (1984) y Cole y Sheath (1990), consideran el orden Nemaliales, familia Acrochaetiaceae para reunir a los géneros *Audouinella*, *Kylinia*, *Rhodochorton* y *Acrochaetium*. El principal criterio para reunirlos en este orden y familia fue la ausencia de una rama carpogonial especializada acompañante del carposporofito. Este carpogonio es sésil a un lado de las ramas vegetativas, intercalar o terminal compuesto de pocas células vegetativas. Otros autores como Skuja (1934) e Israelson (1942), mantienen el orden Nemaliales pero proponen la familia Chantransiaceae para agrupar a los géneros *Chantransia* y *Pseudochantransia*. Una propuesta más de Jao (1941), es la de conservar el orden Nemaliales, familia Chantransiaceae pero con el nombre genérico de *Audouinella*. El esquema de clasificación que empleamos en el presente trabajo es la propuesta por Garbary y Gabrielson (1990) los cuales consideran a *Audouinella* en el orden Acrochaetiales, familia Acrochaetiaceae.

Audouinella-"*Chantransia*"-"*Pseudochantransia*".

El nombre genérico *Audouinella* conmemora a Jean-Victor Audouin (1797-1841), un distinguido entomólogo francés que fue designado junto con Delile para coleccionar y preparar las ilustraciones de

AUDOUINELLA

algas marinas de la monumental "Descripción del Egipto" comandada por Napoleón Bonaparte. Audouin, entrega el material a Bory de Saint Vincent el cual describe y nombra el material ficológico (Silva, 1980). Con el material de Audouin, Bory en 1823 creó el género *Audouinella* y reconoce tres especies: *A. funiformis* (= *Ectocarpus tomentosus* Lyngbye), *A. chalybaea* (= *Conferva chalybaea*, Roth) y *A. mineata* (= *Conferva hermannii* Roth, 1797).

Silva (1980) propone oficialmente la conservación ortográfica del nombre *Audouinella* Bonnemaison, 1828, sobre el nombre original *Audouinella* Bory, 1823. En el mismo trabajo, Silva reconoce a *A. mineata* Bory, como la especie tipo del género, que a su vez es sinónimo taxonómico de *A. hermannii* (Roth) Duby, la cual comúnmente se menciona como especie tipo. El género *Chantransia* fue establecido por De Candolle en 1805 en su descripción de la Flora Francesa; 18 años antes que el nombre de *Audouinella*. Sin embargo, tiene una historia nomenclatural confusa en cuanto a los criterios en que se basó De Candolle para introducirla como un nuevo género. En el trabajo se incluyeron 8 especies: *Chantransia torulosa*, *Ch. nigricans*, *Ch. bichotoma*, *Ch. atra*, *Ch. glomerata*, *Ch. rivularis*, *Ch. crispata*, y *Ch. vesicata*. Posteriormente se observó que la especie tipo *Ch. nigricans* era la fase juvenil de *Lemanea fluviatilis* (Linnaeus) C. Agardh. Por lo tanto *Chantransia* debió ser considerada como sinónimo nomenclatural de *Lemanea*. Lo mismo ocurrió con el resto de las especies propuestas por De Candolle, las cuales presentaron caracteres que coincidieron más con el grupo de las Chlorophyta (*Cladophora*, *Oedogonium*, *Trentepohlia*) que con las Rhodophyta. Al ubicar a las especies originales en otros géneros el nombre perdió su significado. Sin embargo, el nombre "Chantransia" fue utilizado por Desvaux en 1809 para un grupo de especies de *Chantransia* muy diferentes de la lista propuesta por De Candolle. Uno de estos ejemplares enlistado por Desvaux es *Chantransia hermannii* (Roth) Desv. (= *Conferva hermannii* Roth), que crece sobre *Lemanea incurvata* Bory (= *Chantransia fluviatilis* [L.] D.C.). Desvaux considera que las diferencias entre *Conferva hermannii* y especies de *Chantransia* propuestas por De Candolle son pocas, por lo cual *Ch. hermannii* debe incluirse bajo el concepto de *Chantransia*. Al perder significado el nombre generico de *Chantransia*; Duby en 1830 enmienda este nombre al de *Audouinella hermannii*. De la misma manera que Desvaux, en 1825, Fries describe otra especies del género *Chantransia*: *Ch. chalybaea* Fries y reconoce a *Ch. hermannii* (Roth) Desv.; ambas especies habitantes frecuentes en agua dulce.

Al igual que Bory, Fries en 1825 revisa el material de *Conferva hermannii* colectado por Roth, y propone la conservación del género *Chantransia* bajo otro concepto. Sin embargo, el nombre genérico utilizado por Fries, es posterior al de *Audouinella* propuesto por Bory, tres años antes. De tal manera, el nombre *Audouinella* tienen prioridad sobre *Chantransia* el cual debe ser relegado como sinónimo (Silva, 1980, Greuter *et al.*, 1988). En 1897, Brand introduce otra categoría de rodofitas filamentosas, la cual denominó "Pseudochantransia". Posteriormente Brand (1910 en Drew, 1928) propone formalmente el nombre genérico de *Pseudochantransia* para denominar fases asexuadas de especies de los géneros *Batrachospermum*, *Lemanea*, *Thorea* y *Tuomeya*. Este género fue dividido en 4 secciones: 1. *Pseudochantransia lemaneeae*, 2. *P. batrachospermaceae*, 3. *P. thoreaceae* y 4. *P. tuomeyaceae* (Necchi, 1989). Sin embargo, el nombre genérico de *Pseudochantransia* no tiene ningún significado ya que fue empleado para asignar las fases juveniles de otras rodofitas. En este sentido, Israelson (1942) utiliza el nombre *Pseudochantransia* para nombrar especies que se consideran fases juveniles o bien, especies que persisten asexualmente durante largo tiempo, algunas de las cuales nunca se les observaron estructuras sexuales. Años después, Hamel sugiere que el nombre de "Chantransia" debe ser reservado para estados juveniles de *Batrachospermum*, *Lemanea* y otros géneros afines; además, debe ser citado entre "comillas" para hacer explícito que no se trata de un género sino una fase de la historia de vida. Recientemente Starmach (1977, 1985), reconoce a *Audouinella* sinónimo de *Chantransia*, menciona que *Chantransia* debe ser considerado como nombre genérico por ser más antiguo que *Audouinella*. Starmach no acepta el concepto nomenclatural propuesto por Silva de no conservar el nombre de "Chantransia", aunque no tiene bases sólidas para proponer la conservación de éste nombre. De acuerdo con la revisión nomenclatural, en el presente trabajo adoptamos el criterio de utilizar *Audouinella* como nombre genérico y "Chantransia"-*Pseudochantransia* como fase del ciclo de vida de otras rodofitas.

Análisis taxonómico

Actualmente se reconocen 5 especies de *Audouinella* para ambientes continentales (Necchi, *et al.* 1993, 1993a; Necchi y Zucchi, 1995), de las cuales se revisaron todos los caracteres morfológicos

AUDOINELLA

y merfísticos que se han descrito y/o utilizado para identificarlas: Wolle, 1887; Skuja, 1934; Drew, 1928; Jao, 1941; Israelson, 1942; Kylin, 1956; Reis, 1961 en Drew 1928; Raikwar, 1962 en Khan, 1970; Prescott, 1962; Bourrelly, 1970; Khan, 1970; Patel, 1970; D'Lacoste y Ganesan, 1972; Starmach, 1977, 1985; Kann, 1978; Hinton y Maulood, 1980; Hymes y Cole, 1983; Entwisle y Kraft, 1984; Necchi, 1989; Korch y Sheath, 1989; Carmona, 1993; Necchi *et al.*, 1993, 1993a y Necchi y Zucchi, 1995 (Tab. 11). Los caracteres diferenciales registrados en esta investigación se presentan en la tabla 12.

Patrón de crecimiento

Las Acrochaetiaceae son la única familia en el orden Acrochaetiales en que las generaciones gametofíticas y tetrasporofíticas son esencialmente isomórficas. La historia de vida isomórfica fue observada en primera instancia por Drew (1935, en Woelkerling, 1983) en la especie dioica de agua dulce *Audouinella hermannii* (= *Rhodochorton violaceum*) y confirmada por Swale y Belcher (1963 en Woelkerling, 1983) en la especie monoica *A. investiens* (= *R. investiens*). El típico patrón de crecimiento en *Audouinella* consiste en la germinación unipolar o bipolar de una espora la cual germina casi simultáneamente en células basales filamentosas y en un filamento erecto, el cual, por sucesivas divisiones apicales forma el eje principal (Coomans y Hommersand, 1990).

Forma de crecimiento y altura del talo

La forma de crecimiento de *Audouinella* es considerada en casi todas las descripciones consultadas como pulvinadas (en forma de cojinete), caespitosas (en forma de césped) o tufos (filamentos radiantes en una matriz común) y raramente como costra adherida al sustrato. La forma de crecimiento ha sido utilizada por Starmach (1977) como una característica para separar especies, por ejemplo, entre *A. lanosa* (pulvinado) y *A. hermannii* (tufos), o bien, entre *A. hermannii* (tufos) y *A. eugenea* (pulvinado). La altura del talo se ha utilizado en conjunto a otras características para diferenciar especies muy cercanas como es el caso de *A. cylindrica*, con tallas de 5 mm y *A. subtilis*, con dimensiones mucho más pequeñas (Jao, 1941). Sólo dos especies alcanzan los 20 mm de altura,

Audouinella hermannii descritas por Hymes y Cole (1983) y *A. macrospora* Wolle (1887). Recientemente Necchi y Zucchi (1995) utilizan como criterio taxonómico la altura del talo en ejemplares de Brasil para separar *A. meiospora* del resto de especies. La forma de crecimiento es un atributo constante en numerosas poblaciones de la región central de México, y por lo tanto de peso taxonómico en la identificación de las especies. Se encontraron desde formas microscópicas en forma de costra hasta largos tufos de 35 mm de altura. En las poblaciones 5 y 23 se observó una costra con menos de 1 mm de altura. Entre la forma de crecimiento en tufos, se observaron dos tipos bien delimitados, el primero, tufos típicamente hemisféricos, que alcanzan tallas de 1 mm a 10 mm (5.1 ± 3.5 mm), como sucedió en las poblaciones 1, 3, 4, 6, 11, 13, 17, 19, 24, y 26; y el segundo, tufos en “pelos”, que fueron las poblaciones 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 25, 27, 28 y 29 que alcanzaron tallas de 5 mm, 15 mm y hasta 35 mm de altura (16.1 ± 7.3 mm), que fueron las de mayor dimensión. Por último, se observó la forma de crecimiento pulvinada en las poblaciones 2, 12 y 20 que no alcanzaron más de 1 mm de altura. En observaciones de campo se presentaron crecimientos persistentes en tiempo y espacio, por ejemplo las poblaciones 8, 9 y 10 del manantial Micos, 14 y 15 del manantial Choy, las cuales en todas las colectas que se revisaron siempre se encontraron en forma de tufos en “pelos” de grandes dimensiones.

Color del talo

Es un atributo que se menciona en todas las descripciones, sin embargo, ninguna descripción explica si el color es registrado dentro o fuera del agua, lo cual puede variar considerablemente. En este trabajo se consideró como la percepción del color cuando el alga está sumergida. Israelson (1942) menciona que el color del talo depende de la profundidad y la exposición luminosa, por lo cual se puede encontrar una gradación de tonalidades, rojas en zonas profundas y sombreadas, pardas en zonas expuestas al sol, o bien, pálidas. Esta variación de tonalidades se observó en *A. hermannii*. Sin embargo, Skuja (1934) asume que el color puede ser utilizado en la separación de especies, menciona que talos de color rojo con estructuras reproductoras sexuales se han observado en *A. hermannii* y talos verde oscuro corresponden a otras especies, tales como *A. chalybaea* o *A. pygmaea*. Recientemente Necchi *et al.* (1993, 1993a), Necchi y Zucchi (1995) con base en el color del crecimiento separan en dos grandes grupos a las especies dulceacufcolas de *Audouinella* en Norteamérica y Brasil: azules y

rojas. A pesar de que mencionan lo subjetivo del carácter, respaldan la idea de Skuja (1934) y lo consideran de gran peso taxonómico para delimitar especies. A partir de nuestras notas de campo y observaciones en vivo se registraron las siguientes tonalidades de color del talo: verde olivo o azuloso, en las poblaciones 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 28 y 29; y guinda, en las poblaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 14, 15, 19, 23 y 24. Se presentó el caso donde se encontraron dos tonalidades del talo en la misma época y el mismo punto de colecta, como sucedió en la población 14 (verde olivo y guinda) del manantial Choy, sin embargo, todos los caracteres cuantitativos también fueron diferentes, por lo que quedaron definidas como distintas. Cabe resaltar que no hubo un color particular que definiera alguna forma de crecimiento, de tal manera, se percibieron costras, tufos hemisféricos, tufos pelos o formas pulvinadas de color guinda, así como tufos hemisféricos, tufos en pelo y formas pulvinadas de tonalidad verde olivo. En la comparación con la literatura se señalaron distintos tipos de criterios para asignar nombres del color, lo cual dificulta el poder hacer una comparación objetiva. Nuestros resultados mostraron que el color del talo es una característica constante de la población y se consideró de gran peso taxonómico.

Ángulo de la ramificación

El ángulo de las ramas se establece entre el eje principal de los filamentos erectos y las ramas primarias (Israelson, 1942). Necchi *et al.* (1993, 1993a) encuentran variable este atributo, tanto en el grupo de las algas rojas como las azules, por lo cual lo consideran de poco valor taxonómico. Sin embargo, Necchi y Zucchi (1995) utilizan el límite angular de 25° para separar las poblaciones de *Audouinella hermannii* (mayor a 25°) y *A. meiospora*, *A. macrospora* y *A. pygmaea* (menor a 25°). En nuestras poblaciones se encontró que el ángulo fue muy variable, aún en la misma población (20°, 30° y 45°). Solamente en las poblaciones 15, 20, 21, 27 y 28 el ángulo fue menor a 25°. En la población 20 se observaron filamentos erectos con ramas de 90°, ángulo común de encontrar en el resto de las poblaciones pero en filamentos rizoidales. El ángulo de las ramas fue un carácter variable en la mayoría de las poblaciones y se consideró de poco valor taxonómico.

Dimensiones celulares

El diámetro y largo de las células vegetativas es considerada por todos los especialistas como caracteres de peso, quizá por ser de los pocos cuantificables que se puedan comparar. Algunos autores, como Woelkerling (1983), Necchi *et al.* (1993, 1993b.) y Necchi y Zucchi (1995) concluyen que las dimensiones celulares tomadas de la parte media del filamento principal son de las características taxonómicas más estables y las utilizan para delimitar entre el grupo de especies rojas *Audouinella tenella* con diámetro menor a $6.0 \mu\text{m}$ y *A. eugenea* y *A. hermannii* con diámetro mayor a $6 \mu\text{m}$; y entre las especies azules *A. macrospora* de 17.2 a $43.5 \mu\text{m}$ de diámetro por 39.4 a $120.3 \mu\text{m}$ y *A. pygmaea* 7.3 a $22 \mu\text{m}$ por 17.5 a $62.7 \mu\text{m}$. En nuestros ejemplares de estudio, las células apicales fueron más largas y estrechas que las células basales, y no necesariamente alguna de estas dos son las de mayor dimensión en el filamento. También percibimos que existe gran variación en el rango celular si incluimos medidas de células basales, apicales o en ramas, lo cual resultaría de poca utilidad en la delimitación de las poblaciones. Las dimensiones celulares medidas en la parte media del filamento principal fueron las siguientes:

a) Diámetro celular. El mayor diámetro correspondió a las poblaciones 3, 8 y 10 con 8.2 a $27.3 \mu\text{m}$ ($18.0 \pm 0.2 \mu\text{m}$); el resto presentaron valores semejantes de 5.5 a $19.3 \mu\text{m}$ ($11.4 \pm 2.0 \mu\text{m}$).

b) Largo celular. El mayor largo se registró en las poblaciones 1, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 25, 26, 27, 28 y 29 con 13.9 a $66.5 \mu\text{m}$ ($41.9 \pm 5.1 \mu\text{m}$); el resto compartieron el rango de 9.5 a $56.0 \mu\text{m}$ ($30.0 \pm 6.5 \mu\text{m}$).

En la población 16 se observó que en el ápice de los filamentos se produjeron ramas con células cuadradas, 3 ó 4 veces más cortas que el largo celular. A pesar de que el diámetro y largo de las células vegetativas traslaparon los rangos, se logró delimitar poblaciones con base en estos atributos y se consideraron con gran valor taxonómico.

Forma de fijación al sustrato

Khan (1970) menciona que el desarrollo y la estructura de la parte basal en especies de tallas pequeñas tienen gran valor taxonómico en la delimitación de las especies, aunque en general los

AUDOUINELLA

rizoides o células rizoidales no han sido consideradas constantemente para delimitar especies. La parte basal de *Audouinella* puede presentar distintas formas celulares. Se han observado células redondas agrupadas que dan una apariencia pseudoparenquimatosa. O bien, células redondas o sigmoides no agrupadas (Gabrielson y Garbary, 1987). El sistema de fijación es parte fundamental de estas especies ya que la mayoría se ha encontrado en ambientes lóticos bajo altas velocidades de corriente (Sheath y Hambrook, 1988). Necchi *et al.*, (1993a) utilizan la forma de las células rizoidales para delimitar entre las especies azules, en *A. pygmaea* (irregular) y *A. macrospora* (rizoides). En nuestras poblaciones de estudio el sistema basal fue en su mayoría de forma irregular, formado por células globosas, poligonales o sigmoides. Solamente en las poblaciones 23, 25 y 29 se registró un sistema de fijación irregular de células globosas de aspecto parenquimatoso. La forma de fijación al sustrato fue un carácter variable en la misma población por lo cual lo consideramos con poco valor taxonómico en el reconocimiento de las poblaciones. En muchas poblaciones resultó difícil reconocer si son uno o varios filamentos que se originan de un mismo filamento rastrero y por lo tanto si todo el talo es uno o varios individuos.

Tricoblastos

Los tricoblastos o también denominados pelos son de las pocas estructuras especializadas en las Rhodophyta. Son células elongadas y usualmente decoloradas, se presentan tanto en ordenes de Florideophyceae marinas como de agua dulce y han sido registradas para bastantes miembros de las Acrochaetiales (Hymes y Cole, 1983). Se ha descrito que la presencia de tricoblastos puede ser una respuesta fisiológica a condiciones ambientales (Israelson, 1942). El desarrollo celular de los pelos se genera a partir del ápice de una rama o filamento. Se ha observado en *A. hermannii* que los pelos en etapas tempranas se forman por la división transversal de la pared celular, contienen un núcleo, dictiosomas, retículo endoplásmico y algunos granos de sustancia de reserva (almidón florideano), no presentan cromatóforos (esta característica es la que los distingue de las células vegetativas). Se desarrolla una gran vacuola en el área basal lo cual fuerza a que el citoplasma se desplase hacia la periferia y el ápice de la célula. La función en estas células no ha sido bien establecida. Debido a sus características citológicas, células largas y estrechas, pared celular delgada con activo sistema de endomembrana, algunos autores piensan que absorben nutrientes y los transfieren a las células

adyacentes, o bien, se propone que los pelos en gametofitos femeninos pueden permitir la fijación del espermatangio a manera de tricógino (Hymes y Cole, 1983). Por lo general en las descripciones se menciona sólo la presencia o ausencia de tales estructuras, y en muy pocas, acompaña la medición del largo. Se ha registrado en la descripción de 6 especies: *Audouinella lanosa* de 350 μm de largo; *A. macrospora*, sin medidas; *A. hermannii* de 16 a 300 μm , con diferentes formas, redondeadas o aguzadas; *A. pygmaea*, sin medidas; *A. investiens*, se describe como tricógino que maduro mide 110 μm ; y falsos pelos en *A. glomerata*; para el resto de las especies no se distinguieron. Sólo se observaron tricoblástos en dos poblaciones de la región central de México, 7 y 24; fueron abundantes en el ápice de ramas o del filamento principal y fácilmente reconocibles por la ausencia de cromatóforos. En el caso de la población 7 llegaron a medir 230 μm y a originarse 2 por célula apical. Además, en la base del pelo de la población 7 se encontraron grupos de esporangios en racimo, lo cual sugiere que los pelos pudieran ser tricóginos. En la población 24 los pelos midieron 115 μm de largo, además de que se percibió que en numerosas ramas, se presentaron fases tempranas de la formación de pelos. La población 7 se colectó bajo condiciones microambientales muy similares a otras, por lo tanto, se consideró como un carácter importante que la separó del resto.

Reproducción sexual, asexual y estructuras sexuales

Diferencias en historias de vida han sido utilizadas para diferenciar géneros y familias de rodofitas (Dixon, 1973, Guiry, 1987). De las 390 especies descritas de *Audouinella*, solamente en 60 se ha observado algún indicio de reproducción sexual y sólo en 16 especies la historia de vida completa (Woelkerling, 1983). De estas 16 especies, en agua dulce sólo en *Audouinella hermannii* se ha observado reproducción sexual en muy raras ocasiones. Se registra por Drew (1935) en Inglaterra, Reis (1961, en Starmach, 1985) en Portugal, Israelson (1942) en Suecia y Starmach (1985) en Polonia. Para el resto de los taxa, no hay evidencia alguna de la presencia de órganos sexuales. La fertilización es efectuada por la adhesión del espermatangio en la superficie de la pared del carpogonio. La fijación del espermatangio al carpogonio aparentemente requiere de la presencia de sustancias secretadas por exocitosis desde el tricógino (Broadwater y Scott, 1982 en Woelkerling, 1983). El carpogonio fertilizado se divide transversal o longitudinalmente y origina directamente un filamento diploide. El producto de la fertilización nuclear es una célula que se divide transversalmente formando dos células.

AUDOINELLA

La célula terminal produce el gonimoblasto con forma de mazo y el cistocarpo no desarrolla filamentos suplementarios vegetativos nutritivos o células vegetativas especialmente modificadas. La célula de abajo se fusiona con células hipogreas y subhipogreas de la rama carpogonial. El gonimoblasto se desarrolla hasta formar 4 células; ocasionalmente estas células contienen más de un núcleo y la división celular es irregular. Desde la célula apical del gonimoblasto se libera la carpospora, se fija y germina en un nuevo filamento tetrasporofítico que por medio de una división meiótica desarrolla tetrasporas (Stegenga, 1978 en Woelkerling, 1983). Los caracteres de los órganos sexuales que se consideran en la descripción de *A. hermannii* son la forma del tetrasporangio, diámetro y largo del tetrasporangio, dimensiones de las tetrasporas, forma, diámetro y largo del carposporangio, forma y diámetro del carpogonio, forma del tricógino, forma y diámetro del gonimoblasto, forma y número de anteridios por rama, diámetro y largo del anteridio y dimensiones del anteridio o espermatangios (Woelkerling, 1983). Hasta el momento en la región central de México se encontraron estructuras reproductoras sexuales en la población 7, tales como: tricóginos de 24.4 a 239 μm de largo, espermatangios con diámetro de 5.1 a 7.7 μm y largo de 6.6 a 9.3 μm y dudosamente gonimoblastos con diámetro de 18.2 a 24.8 μm y largo 25.0 a 43.9 μm . En ninguna se reconocieron tetrasporas. Hay que señalar que no existe una clara diferenciación celular entre las estructuras sexuales y las monosporas, lo cual dificulta su reconocimiento. Por ser un atributo que distinguió a esta población, se consideró de gran valor taxonómico.

Monosporangios

Los monosporangios se forman en células terminales o filamentos laterales ramificados formando racimos de monosporas. La mayoría de las especies se reproducen casi exclusivamente por monosporas. En algunos casos se han observado tetrasporangios en plantas con monosporangios, para algunos autores sugiere que los tetrasporangios se originan de la división de monosporangios (Fritsch, 1942 en Cole y Sheath, 1990), o bien, que las monosporas germinan *in situ*. En algunas especies marinas y de agua dulce la presencia de tetrasporangios están confinados a ciertas estaciones (Drew, 1935, Starmach, 1985, Korch y Sheath, 1989, Necchi *et al.*, 1993, 1993a). En las Acrochaetales, la germinación es muy diversa, se ha registrado como unipolar o bipolar; septada (la espora se divide en dos o más células antes de producir el filamento erecto) o aseptada (de la espora nacen directamente

filamentos), y con persistencia (la espora se mantiene o no se reconoce de la planta madura) o no permanencia de esporas (la espora se identifica y libera). Sin embargo, Woelkerling considera que faltan datos de campo y laboratorio para poder atribuir algún peso taxonómico a este carácter, pues resultó variable y confusa la información para poder delimitar géneros y especies (Woelkerling, 1983, Gabrielson y Garbary, 1987). El diámetro y largo de monosporangios por ser cuantitativos, son caracteres que todos los autores toman en cuenta en sus descripciones. Recientemente Necchi *et al.* (1993, 1993a) y Necchi y Zucchi (1995) consideran como carácter esencial al diámetro de las monosporas para dividir a las especies azules *Audouinella macrospora* con diámetro mayor a 15.5 o 17.0 μm y *A. pygmaea* con diámetro menor a 15.5 o 17 μm ; y las especies rojas, *A. eugenea* con diámetro de monosporas mayor a 12 μm y *A. hermannii* con diámetro menor a 12 μm . En la mayoría de nuestras poblaciones se encontraron monosporas, con excepción de la población 16. En la mayoría se encontraron en abundancia, sin embargo, no fue así en las poblaciones 4, 14 y 24 donde fueron poco frecuentes, o bien fueron liberadas, dejando sólo restos de pared celular. Las monosporas por lo general se encontraron en el ápice de ramificaciones con una o varias células por rama, con mayor abundancia en la parte intermedia del talo. Las dimensiones se registraron de la siguiente manera:

a) Diámetro de monosporas. El mayor diámetro registrado lo medimos en las poblaciones 8, 10, 25, 26 y 28 con 11.5 a 24.2 μm ($17.1 \pm 0.7 \mu\text{m}$); el menor diámetro en la población 20 con 5.9 a 8.6 μm ($7.2 \pm 1.4 \mu\text{m}$). El resto presentaron rangos muy parecidos de 7.0 a 18.9 μm ($12.5 \pm 2.0 \mu\text{m}$).

b) Largo de monosporas. La mayor dimensión del largo se determinó en las poblaciones 2, 3, 6, 8, 10, 13, 15, 21, 22, 23, 25, 26, 28 y 29 con 13.5 a 30.7 μm ($21.4 \pm 1.9 \mu\text{m}$); el menor se midió en las poblaciones 19 y 20 con 6.6 a 12.8 μm (10.7 ± 2.0). El resto presentaron rangos muy parecidos de 7.5 a 24.8 μm ($15.1 \pm 1.6 \mu\text{m}$). El diámetro y largo de las monosporas se consideraron importantes aunque con cierta reserva, ya que en algunos casos los rangos se trasladaron fuertemente o fue muy variable en la misma población.

Propágulos

En las poblaciones 9, 13, 17, 18, 20 y 22 se apreciaron células modificadas que tentativamente denominamos como propágulos (no hemos encontrado en la literatura alguna estructura en el género que sea equiparable). Los propágulos fueron células que se originaron en ramas o en una célula basal al eje principal de forma globosa o en mazo que presentaron contenido celular muy denso y patrón de división celular muy irregular. Woelkerling, (1983) hace referencia a dos tipos de historias de vida en especies marinas que pueden explicar la presencia de tal fase. En el primero puede ser el carposonio fertilizado que se alarga y origina un gonimoblasto con división celular irregular. Y la segunda, que parece coincidir con la descripción de un carpotetrasporofito, en la cual aparentemente la fase tetrasporangial no existe (Lee y Kurogi, 1978 en Woelkerling, 1983). Se consideró una estructura importante en la delimitación de nuestras poblaciones.

Descripción ambiental

Aunque la distribución de las especies del género *Audouinella* está referida a prácticamente todos los continentes, son pocos los datos sobre la ecología de este grupo de algas. La mayoría de los trabajos son descripciones de floras en las que se limitan a presentar algunos comentarios sobre el sitio de colecta (Skuja, 1934, Jao, 1941, Israelson, 1942, Starmach, 1977, 1985). Este tipo de datos no permitió comparar objetivamente ya que se tuvo que inferir o deducir la información. En la década de los 70's comienzan a aparecer trabajos que tratan de explicar la fenología de estas especies; destacan los trabajos de Dring y West (1983) sobre *Rhodochorton purpureum*; y Korch y Sheath (1989) en *A. hermannii*. Concluyen que existe una relación entre la presencia de distintas etapas de desarrollo de las poblaciones y las estaciones del año. Posteriormente Sheath y Hambrook (1988, 1990) describen algunos datos para Rhode Island, E.U. y otros países donde se ha colectado *A. hermannii* (= *A. violacea*): elevación a más de 1,200 msnm; temperatura, exhiben máxima biomasa crecimiento y reproducción en el verano de zonas templadas; pH, de 6 a 7; intensidad luminosa, en zonas sombreadas, con rápido deterioro cuando están expuestas al sol; velocidad de corriente, de 40 a 88 cm·s⁻¹ y algunos nutrientes, como nitratos de 0.2 a 0.3 mg·l⁻¹ y fosfatos de 12 a 46 µg·l⁻¹. En 1980,

Hinton y Maulood (1980) en su monografía de rodofitas de Irak describen *Audouinella hermannii* en dos manantiales bajo condiciones de alta velocidad de corriente, temperatura de 12°C a 22°C, pH de 7 a 8 y conductividad 230 a 800 $\mu\text{mhos}\cdot\text{cm}^{-1}$. Recientemente Necchi *et al.* (1993, 1993a) describen a *A. hermannii* en aguas frías de 10.5°C en promedio, bajo contenido de iones, conductividad de 114 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, y pH de 7.5. Además, *A. macrospora* en aguas frías con promedio de 16.8°C, baja en iones, conductividad 59.1 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, pH 6.3 y velocidad de corriente promedio de 33 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. También *A. eugenea* se ha encontrado en Norteamérica en aguas calientes, alcalinas y alta concentración de iones, con temperatura promedio de 21.4°C, pH de 8.2 y conductividad promedio 361 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. *A. tenella* está restringida a una localidad de California de la que no se mencionan datos y finalmente *A. pygmaea* se ha colectado en aguas calientes de 22°C, medio alcalinas, conductividad 331 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, alta en iones y velocidad de corriente de 56 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$.

Las condiciones ambientales de nuestras poblaciones se presentan en la tabla 13. Se observó que la mayor proporción correspondió a la cuenca baja del río Pánuco. En ella encontramos localidades con temperatura del agua de 21°C a 29°C ($25.3\pm 2.2^\circ\text{C}$); pH del agua de 6.5 a 8.9 (7.41 ± 0.47); dureza total del agua, de aguas blandas a duras (336 a 566 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) y conductividad de 300 a 1,400 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($1,019.8\pm 299.4 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$). Solamente encontramos una población en la cuenca baja del río Pánuco la cual registro el valor mas alto de temperatura con 33°C, pH 7.56 y conductividad 649 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. Las cuatro poblaciones de la cuenca alta del río Balsas presentaron condiciones ambientales similares, temperatura 28 a 30.5°C ($29.6\pm 0.9^\circ\text{C}$) y pH 6 a 7.8 (6.57 ± 0.7). Todas las poblaciones se colectaron en ambientes lóticos, la mayoría en manantiales, y el resto en una cascada, un río (aunque en zonas muy cercanas a un manantial) y un arroyo. Los microambientes que se reconocieron fueron variables, fueron de la zona subaérea con salpicadura del agua, hasta la zona de deslizamiento del agua en canales de corriente o zona de escurrimiento en cascadas, lo cual correspondió a la mayor parte del material colectado. También se encontraron en zonas de cantos rodados en el fondo del río. En cuanto a la intensidad luminosa las poblaciones 10 y 20 se colectaron en alta intensidad luminosa y un número mayor se encontraron bajo intensidad luminosa media a muy baja. La mayor velocidad de corriente registrada fue de 130 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ para la población 14 y menores a esta medida pero mayores a 100 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, en las poblaciones 8, 9, 10, 15, 16 y 21. La mayoría se colectaron bajo velocidad de

corriente moderada de 35 a 60 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Sólo las poblaciones 6 y 24 se desarrollaron en velocidad de corriente baja y la 3 y 17 se encontraron subaéreas salpicadas por la corriente del agua. Sheath y Hambrook (1990) hacen referencia a la presencia de *Audouinella hermannii* creciendo bajo un intervalo de 40 a 80 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, este intervalo quedó por debajo de lo que se registró en nuestro material. La profundidad en la que se colectó fue variable, la mayoría está a menos de 60 cm de profundidad, aunque también se encontraron a 3 m. La mayor profundidad registrada alcanzó los 12 m en la población 24. En los comentarios ecológicos que presenta la literatura no se menciona la profundidad, aunque Jao (1941) resalta la presencia de *A. chalybaea* en un manantial a 15 m de profundidad y Zimmermann (1928, en Starmach, 1977) reconoce *A. chalybaea* var. *profunda* colectada de 10 a 40 m. Es importante mencionar la profundidad, ya que se señala que el color del talo puede variar dependiendo de la profundidad. Las poblaciones de *A. eugenea* y *A. pygmaea* se encontraron asociadas cada una con *Hildenbrandia angolensis* en 4 localidades del presente estudio, siempre en relación a condiciones de baja intensidad luminosa con 2,000 lx y de media a alta velocidad de corriente con 50 a 130 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Esta asociación la ha encontrado Starmach (1969) por muchos años en ríos de Polonia bajo condiciones ambientales muy parecidas. La mayoría de las poblaciones (16) se colectaron en los meses secos de marzo a mayo. El resto se colectaron en los meses húmedos de septiembre y noviembre. Sólo las poblaciones 8 y 10 de Micos y 14, 15 y 16 del Choy fueron permanentes y abundantes en toda la localidad, El resto son poco abundantes o escasos en un microambiente y en ocasiones sólo fueron perceptibles al microscópio.

Distribución geográfica

La distribución mundial del género es amplia, ocupa climas fríos como cálidos de prácticamente todos los continentes. En Norteamérica se registran 5 especies desde el sur de Canadá hasta el centro de México: *A. eugenea*, *A. hermannii*, *A. macrospora*, *A. pygmaea* y *A. tenella* (Wolle, 1887; Prescott, 1962; Sheath y Cole, 1992; Necchi *et al.*, 1993, 1993a). Para Sudamérica se describe *A. meliospora*, *A. macrospora*, *A. hermannii*, *A. pygmaea* y *A. tenella* (Necchi y Zucchi, 1995). Un caso especial es la distribución tan amplia de *A. hermannii*, la cual ha sido referida para países Nórdicos

de Europa (Israelson 1942, Hinton y Maulood, 1980, Sheath y Cole, 1992, Necchi *et al.*, 1993, 1993a). Destaca el que sea la única especie en la que se ha observado reproducción sexual; referida en todos los casos para países templados. En Asia se describe *Audouinella eugenea* (Skuja, 1938, Jao, 1941) y *A. hermannii* (Hinton y Maulood, 1980).

En México se han descrito 4 especies distribuídas de la siguiente forma: *A. hermannii* en el estado de México (Sánchez-Rodríguez, 1974); *A. eugenea*, *A. hermannii*, *A. macrospora* y *A. pygmaea* en el centro del país, sin ubicación precisa (Sheath y Cole, 1992; Necchi *et al.*, 1993, 1993a). Por último, *A. pygmaea* en Morelos (Valadez *et al.*, 1996). Las poblaciones de la región central se colectaron en la porción baja y alta del río Pánuco entre los 20°30'LN a 22°50'LN y los 98°53'LO a 100°01'LO, en un intervalo de altitud que fue de 60 a 1,560 msnm y la porción alta del río Balsas en lo 18°36'LN y 99°10'LO a 800 msnm (Tab. 14, Fig 4).

Formas de expresión de las poblaciones de *Audouinella*

En el primer nivel de confrontación se registró lo siguiente. En el nacimiento El Salto se colectaron 5 poblaciones de tonalidad roja: 2, 3, 4, 5 y 6. Sólo la 2 presentó forma de crecimiento en costra, el resto en tufos. La altura del talo fue parecida entre la 4 y 5 siendo la 3 y 6 las de mayor talla. En cuanto al diámetro de las células vegetativas, las poblaciones 2, 4, 5 y 6 son semejantes, no es el caso de la 3, la cual superó el rango. El diámetro y largo de las monosporas fue similar entre las 5 poblaciones, las cuales traslaparon fuertemente sus rangos. Aunque las 5 poblaciones se colectaron en distintos espacios y tiempos, resultaron muy parecidas, por lo cual se consideraron como parte de una misma. En la localidad Micos se colectaron cuatro poblaciones, 7, 8, 9 y 10. Desde las primeras observaciones la población 7 se consideró diferente por el color, altura del talo, presencia de tricoblastos, dimensiones de células vegetativas y monosporas. Las poblaciones 8, 9 y 10 fueron parecidas en color, altura del talo, forma de crecimiento de tufos en pelos, dimensiones de células vegetativas y monosporas. Una diferencia importante es que en la población 9 se encontraron

propágulos. Las tres poblaciones se colectaron epilíticas en el mismo microambiente del manantial en distintos tiempos y crecieron asociadas a *Hildenbrandia angolensis*. Destacó la diferencia tan grande de temperatura entre una época y otra; a pesar de esta diferencia, se apreció que las dimensiones celulares se mantuvieron constantes en distintas colectas. Con base en los caracteres cuantitativos se puede afirmar que las poblaciones 8, 9 y 10 son parte de la misma, lo cual no ocurrió con la población 7. En el manantial Choy se revisaron tres poblaciones. La 15 y 16 se colectaron en el mismo espacio y tiempo, sin embargo, presentaron distinta morfología. Las diferencias se apreciaron en el color, forma de crecimiento y patrón de ramificación. Por crecer en el mismo lugar, en algún momento se consideró como una población con dimorfismo sexual. No obstante, no lo pudimos constatar por dos razones: en primer lugar, no se observaron carpogonios o tricóginos en alguno de los talos; y en segundo lugar, no se menciona nada parecido en la literatura a esta entidad. Entre las poblaciones 14 y 15 existe un enorme parecido, ambas presentaron color, forma de crecimiento de tufo en pelos, altura del talo, dimensiones celulares y diámetro, largo de las monosporas. Ambas poblaciones se colectaron en distintas épocas del año, aunque las condiciones ambientales casi no variaron, en gran medida por lo relativamente estable del manantial. La gran afinidad morfológica entre las poblaciones 14 y 15 nos condujo a considerarlas como parte de una; y la población 16 diferente. En el manantial Coy, se colectaron tres poblaciones. La 17 y 18 difirió de la 19 por la ausencia de propágulos, el resto de atributos morfométricos y morfológicos fueron muy parecidos en color, altura del talo, forma de crecimiento, dimensiones de células vegetativas y monosporas. Las tres poblaciones se colectaron sobre musgos en distintas épocas del año, en microambientes muy similares, desde la zona subaérea con salpicadura, hasta algunos centímetros de profundidad en la zona de deslizamiento del agua. La población 19 se colectó con temperatura un poco menor, aunque el resto de las condiciones ambientales son parecidas. Las tres poblaciones se consideraron como parte de una misma. En el manantial Huichihuayan, se colectaron las poblaciones 21 y 22. Ambas presentaron el talo de color azul, forma de crecimiento de tufo en pelos, altura del talo, rangos del diámetro y largo de células vegetativas y diámetro y largo de las monosporas muy parecidos. Una diferencia entre estas dos poblaciones es que en la 22 se encontraron propágulos. Las dos poblaciones se colectaron epilíticas en el mismo microambiente en distintos tiempos. La velocidad de corriente en la que se desarrolló la población 21 es mayor, aunque el resto de los factores ambientales son muy parecidos. Se consideró que ambas son parte de la misma población y que la presencia de propágulos sea una variación genética. En la

localidad Las Huertas se registraron tres poblaciones, 26, 27 y 28. Las tres fueron tufos de tonalidad azul y compartieron rangos en la altura del talo, diámetro y largo de células vegetativas y diámetro y largo de monosporas. Las tres se colectaron en un manantial en zonas de deslizamiento del agua. Por las semejanzas morfológicas, morfométricas y ambientales se consideraron como parte de la misma población en distinto tiempo y espacio. En las localidades Puente de Dios, Tanchachín, Tancuilín, Tampaque, Puente de Dios II, nacimiento del Mante, La Media Luna, Tzindejéh y El Coco se revisó una colecta con una población.

En el segundo nivel de comparación las poblaciones 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 27 y 29 quedaron agrupadas por compartir el talo de color azulado a verde olivo y traslapar fuertemente los rangos de diámetro y largo de las células vegetativas y las monosporas. En algunas de estas poblaciones se apreciaron propágulos. En la población 22 se encontraron propágulos, y ninguna otra rodofita con fase "Chantransia" con la que se pudiera confundir, con lo cual reafirmamos la idea de que tales estructuras pertenecen a poblaciones de *Audouinella*. Las poblaciones 8 y 10 de la localidad Micos, 25 de Tzindejéh y 26 y 28 fueron afines por el color del talo azulado y el diámetro y largo de las monosporas grandes. Además, presentaron las mayores alturas del talo. En el manantial Micos siempre colectamos esta población epilítica en microambientes con baja intensidad luminosa, alta velocidad de corriente (deslizamiento o golpeo del agua) formando densos tufos en pelos. Otro grupo de poblaciones que resultaron muy parecidas, en cuanto al color guinda del talo, dimensiones del largo-diámetro de las células vegetativas y de monosporas, fueron la 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 23 y 24. En ninguno de estos casos se percibieron propágulos o alguna otra estructura parecida. La población 7 colectada en el manantial Micos fue la única en la que se encontraron estructuras reproductoras sexuales. Aunque el resto de caracteres cuantitativos y cualitativos coincidieron con varias poblaciones, se consideró que mientras tanto no se tenga el ciclo de vida completo, se describirá como distinta especie. En la población 16 no se observaron monosporas, aunque se presentaron en el ápice de las ramas una o dos células que parecen ser espermatangios, los cuales se liberaron del mismo modo que las monosporas. Se pensó que los talos más pequeños y guindas formaban parte de la historia de vida de la población 15, ya que ambos filamentos surgían del mismo punto, sin embargo, no se encontró alguna estructura que los relacionara.

La tercera y última aproximación a la identificación de nuestras poblaciones fue la comparación con los patrones o modelos de especies de *Audouinella* descritos por la bibliografía. Uno de los problemas que se encontró fue que la mayor parte de los rangos de casi todos los atributos fueron muy amplios, lo cual correspondió a la diagnóstico de dos, tres o hasta seis especies. La manera de abordar este problema fue comparar en primera instancia el color del talo y las medidas de monosporas, que son de los caracteres de peso equiparables con la literatura. Luego se consideraron las dimensiones celulares, forma de crecimiento, altura del talo, pelos y presencia de propágulos. Las poblaciones 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 27 y 29 quedaron definidas como *A. pygmaea*, con base en el color azulado o verde olivo del talo, el diámetro de las monosporas menor a 17 μm y ángulo menor o igual a 25°. Las poblaciones 8, 10, 25, 26 y 28 también presentaron tonalidades azulas y traslaparon fuertemente el rango del diámetro de las monosporas, sin embargo, sobrepasaron los 17 μm propuestos por Necchi *et al.* (1993b) y Necchi y Zucchi (1995) para diferenciar entre *A. pygmaea* y *A. macrospora*. Al comparar el resto de atributos, apreciamos que el largo de células vegetativas en nuestras poblaciones nunca llegaron a medir los 120 μm que se describen para *A. macrospora*, aún mas, siempre fue la mitad, de tal forma, se decidió considerar el largo de las células vegetativas como atributo de mayor peso para diferenciar entre estas especies. Otra diferencia importante fue los gradientes ambientales descritos para ambas especies. Kützing (1945, en Starmach, 1977) describe *A. pygmaea* para ríos calcáreos y Necchi y Zucchi (1995) la colectaron en aguas calientes, alta concentración de iones y altas velocidades de corriente. Mientras que *A. macrospora* se registra en aguas frías (16°C), baja concentración de iones y baja velocidad de corriente (Necchi *et al.*, 1993a). Se registró un conjunto de poblaciones que compartieron el talo de color guinda, dimensión del diámetro y largo de monosporas y diámetro-largo de células vegetativas con la descripción de *A. eugenea*, poblaciones: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 23 y 24. Aunque el rango de estos atributos se traslapó con la descripción de *A. hermanni*, la dimensión máxima del diámetro y largo de las monosporas sobrepasó los 12 μm a 15 μm descritos para esta especie (Necchi *et al.*, 1993; Necchi y Zucchi, 1995). Además, compartieron los promedios de gradientes ambientales con la descripción ambiental que describe Necchi *et al.* (1993), tales como: temperatura 21°C, pH 8.2, conductividad 361 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, en aguas alcalinas con alto contenido de iones. La población 7 del manantial Micos, por el color del talo guinda, dimensiones de monosporas y células vegetativas se traslapó con la descripción de *A. eugenea*. Sin embargo, quedó definida como *Audouinella* sp.2, ya que en esta especie nunca se habían descrito

estructuras sexuales tales como tricóginos, espermatangios y dudosamente gonimoblastos, registrados exclusivamente para la especie *A. hermanni*. Si confrontamos medidas de las estructuras sexuales corresponderían a las propuestas por Reis (1961 en Starmach, 1985) y Drew (1935), aunque en esta población se puede apreciar que, con el simple hecho de portar estructuras sexuales no significa que comparta el resto de caracteres cuantitativos y/o cualitativos de *A. hermannii*. La población 16 del manantial Choy difirió de las descripciones de algas con tonalidad roja en la presencia de filamentos abundantemente ramificados con células cuadradas en proporción 1:1, por tal motivo quedó referida como *Audouinella* sp. 1. Hasta el momento no se observó nada parecido en la literatura con esta población. A continuación se presenta la clave, diagnóstico y láminas de las especies.

Clave para las especies de *Audouinella*

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Talo de color azul o verde oscuro | 2. <i>A. pygmaea</i> |
| 1. Talo de color rojo | 2 |
| 2. Ramas con células cuadradas (apariencia verticilada) | 3. <i>Audouinella</i> sp.1 |
| 2. Ramas con células rectangulares | 3 |
| 3. Ápice de los filamentos agudos (tricoblástos) | 4. <i>Audouinella</i> sp.2 |
| 3. Ápice de los filamentos redondeados | 1. <i>A. eugenea</i> |

1. *Audouinella eugenea* (Skuja) Jao, *Sinensia* 10: 362, 1941

(Lámina III, figuras a-b)

Basiónimo: *Chantransia eugenea* Skuja, *Beih. Bot. Cbl.* 52: 177, 1934.- TIPO: INDIA, Punjab (lectótipo: CHINA, Templo de Chin-liang, Szechwan, 16.IV.1941 (SK)).

Talos en forma de tufos pulvinados o pelos largos de color guinda o rojizo, 1-10 mm de altura. Eje del filamento principal con ramas diferenciadas. Ramas de primer orden alternas con ángulo de 20-50°, célula apical redondeada o en pelo, hasta 115 μm de largo. Rizoides globosos, en algunos casos formaron parénquimas. Células vegetativas en su parte media 7.2-27.3 μm de diámetro, 9.5-65.2 μm de largo. Monosporas 7.1-18.9 μm de diámetro, 9.3-27.7 μm de largo.

Caracteres diagnósticos. Color guinda a rojo, diámetro de monosporas superior a 17 μm , creciendo en manantiales calcáreos con temperatura superior a 24°C.

Hábitat. Crece en manantiales, ríos cercanos a manantiales y arroyos calcáreos; en zonas de deslizamiento del agua, rápidos, subaérea con salpicadura, cantos rodados, fondo de poza y canales de corriente; epilítica. T: 24-26.8°C, pH: 6.8-8.9, IL: muy baja-media (1200 lx), VC: moderada-muy alta (35-85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 455-1367 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 450-638 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 5-1,200 μm . EA: *Hildenbrandia angolensis*, *Cladophora* sp., *Oedogonium* sp. *Homoeothrix* sp., *Thorea violacea*, *Cyanocystis* sp. y *Spirogyra* sp. ES: perennes.

Distribución mundial. Regiones tropicales de Asia y América.

Distribución en México. En la literatura: Cuenca del río Lerma-Santiago (Necchi *et al.*, 1993a). Especímenes examinados (fig. 4): TAMAULIPAS, Mpio. Cd. Mante, nacimiento El Mante, 27.V.93, *J. Carmona PA3435* (FCME). SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Mafz, nacimiento El Salto, 15.II.84, *G. Montejano PA2203* (FCME), 13.V.89, *G. Montejano & J. Carmona PA3105* (FCME), 2.V.91, *J. Carmona PA3265*, *PA3268* (FCME), 28.V.93, *J. Carmona PA3457* (FCME); Mpio. Tamasopo, Puente de Dios, 17.I.84, *G. Montejano PA1799* (FCME); Mpio. Tamazunchale, Tancuilín, 5.XI.90, *J. Carmona & G. Montejano PA3215* (FCME); Mpio. Río Verde, La Media Luna, 23.V.93, *C. Candelaria PA3490* (FCME).

2. *Audouinella pygmaea* (Kützing) Weber-Van Bosse, *Siboga-Exped.* 59B:191, 1921

(Lámina III, figuras c-f)

Basiónimo: *Chantransia pygmaea* Kützing, *Phyc. Germ.*: 229, 1845.- LECTÓTIPO: NORTE AMÉRICA, Würzburg (Herbarium Kützing, L).

Sinónimos heterotípicos: *Audouinella leibleinii* (Kützing) Palmer, in Hirsh et Palmer, *Ohio J. Sci.* 58: 378, 1958.- LECTÓTIPO: NORTEAMÉRICA, Schleusingen (Herbarium Kützing, L) (Basiónimo: *Chantransia leibleinii* Kützing, *Phycol. Germ.*: 229, 1845. TOPÓTIPO.- ISLAS BRITÁNICAS, Helm Sike, Sunbiggin, 1972).

Talos en forma de tufos pulvinados o pelos largos de color azul o verde olivo, 1-35 mm de altura. Eje del filamento principal con ramas diferenciadas. Ramas de primer orden alternas y con ángulo de 20-90°, célula apical redondeada. Rizoides globosos o sigmoides. Células vegetativas en su parte media 5.5-23.5 μm de diámetro, 11.5-66.7 μm de largo. Monosporas 5.9-24.2 μm de diámetro, 6.6-30.7 μm de largo. Propágulos 15.0-42.4 μm de diámetro, 15.0-44.0 μm de largo.

Caracteres diagnósticos. Color azul o verde olivo, diámetro de monosporas inferior a 17 μm y con propágulos vegetativos.

Hábitat. Crece en manantiales, ríos y cascadas calcáreas; en rápidos, zona de deslizamiento, canal de corriente, cantos rodados, zona de salpicadura; epilítica o epifítica. T: 21-33°C, pH: 6-8.0, IL: muy baja-media (100-2,221 lx), VC: alta-muy alta (60-130 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 300-1,400 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 336-566 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 70-220 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 10-60 cm. E.A.: *Hildenbrandia angolensis*, *Hyella fontana*, *Cladophora glomerata*, *Barrachospermum globosporum*, *Gomphonema acuminatum*, *Chamaesiphon* sp., *Schizothrix* sp., *Terpsinoe musica*, Oscillatoriales. ES: perennes.

Distribución mundial. Regiones frías, templadas y tropicales de Europa y América.

Distribución en México. En la literatura: MORELOS, Mpio. Tlaquiltenango, Las Huertas (Valadez *et al.*, 1996). Cuenca del río Pánuco y río Lerma-Santiago (Necchi *et al.*, 1993).

Especímenes examinados (fig. 4): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Valles, Micos, 26.III.87, *G. Montejano PA2693* (FCME), 12.V.89, *G. Montejano PA3090* (FCME), 17.II.92, *J. Carmona PA3317* (FCME), 30.V.94, *J. Carmona PA3523* (FCME), Puente de Dios II, 8.IX.89, *J. Carmona PA3154* (FCME), Choy, 9.IX.89, *J. Carmona & G. Montejano PA3167* (FCME), 1.V.91, *J. Carmona PA3259* (FCME), Coy, 24.II.87, *G. Montejano PA2574* (FCME), 28.III.87 *G. Montejano PA2720* (FCME), 20.II.92, *J. Carmona PA3352* (FCME); Mpio. Aquismón, Tanchachín, 16.II.84, *G. Montejano PA2241* (FCME), Tambaque, 20.II.92, *J. Carmona PA3356* (FCME); Mpio. Huehuetlán, Huichihuayan, 11.II.84, *G. Montejano PA2077* (FCME), 6.V.91, *J. Carmona PA3288* (FCME). HIDALGO, Mpio. Ixmiquilpan, Tzindején, 17.IX.94, *J. Carmona & E. Cantoral PA3554* (FCME). MORELOS, Mpio. Tlaquiltenango, Las Huertas, 16.I.93, *M. Gold & F. Valadez BALE2051* (FCME), 28.II.93, *E. Cantoral BALE-s/n* (FCME), *M. Gold BALE1292* (FCME); Mpio. Puente de Ixtla, El Coco, *M. Gold BALE1292* (FCME).

3. *Audouinella* sp. 1

(Lámina IV, figuras a-b)

Talos en forma de tufos de color guinda, 5 mm de altura. Eje principal con ramas diferenciadas. Ramas de primer orden distintivamente más cortas que las del eje, alternas u opuestas con ángulo de 20-30°, célula apical redondeada. Rizoides sigmoides, 9-12.8 μm diámetro, 11.8-30 μm de largo. Células del eje en su parte media 8.6-12.8 μm de diámetro, 10.6-56.1 μm de largo; proporción 1-3. Sin monosporangios.

Caracteres diagnósticos. Color guinda, ramas con células cuadradas en proporción 1:1.

AUDOUINELLA

Hábitat. Crece en un manantial calcáreo en zona de deslizamiento del agua; epifítica. T: 27°C, pH: 7.2, IL: baja (100 lx), VC: muy alta (120 cm·s⁻¹), C: 1,128 μs·cm⁻¹, AL: CA= 194 mg·l⁻¹. P: 55 cm, E.A.: *Hildenbrandia angolensis*, *Hyella fontana*, ES: perennes.

Distribución en México. En la literatura: primer registro en el país. Especímenes examinados (fig. 4): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Valles, Choy, 1.V.91, *J. Carmona PA3261* (FCME).

Comentario taxonómico. Probablemente es una especie nueva para la ciencia, sin embargo, no se asignó epíteto específico ya que se considera necesario implementar cultivos.

4. *Audouinella* sp. 2

(Lámina IV, figuras c-g)

Talos en forma de tufos de color rojizo, 10 mm de altura. Ramas de primer orden alternas y con ángulo de 20-40°. Célula apical redondeada o en pelos hasta 230 μm de largo, 1 ó 2 en el ápice. Rizoides globosos o sigmoides; células del eje en su parte media 7.5-14.8 μm de diámetro, 11.5-45.9 μm de largo. Tricógeno en forma de botella o esférico, 5.99-7.99 μm de diámetro, 12.65-14.2 μm de largo. Monosporas ovales 7.7-16.6 μm de diámetro, 7.5-21.0 μm de largo. Propágulos 18.2-24.86 μm de diámetro, 25.08-43.9 μm de largo.

Caracteres diagnósticos. Color guinda, con tricóginos, espermatangios y propágulos vegetativos.

Hábitat. Crece en una cascada calcárea en la zona de deslizamiento del agua; epifítica. T: 25°C, pH: 7, IL: media, VC: lenta (35 cm·s⁻¹), C: 900 μs·cm⁻¹, P: 6 cm, EA: musgo, ES: sólo se cuenta con una colecta.

Distribución en México. En la literatura: primer registro en el país. Especímenes examinados (fig. 4): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Valles, Micos, 26.III.87, *G. Montejano PA2693* (FCME).

Comentario taxonómico. Probablemente es parte del ciclo de vida de *A. eugenea*, o bien, fase "Chantransia" de una Batrachospermal. No se asignó epíteto específico ya que se considera necesario implementar cultivos.

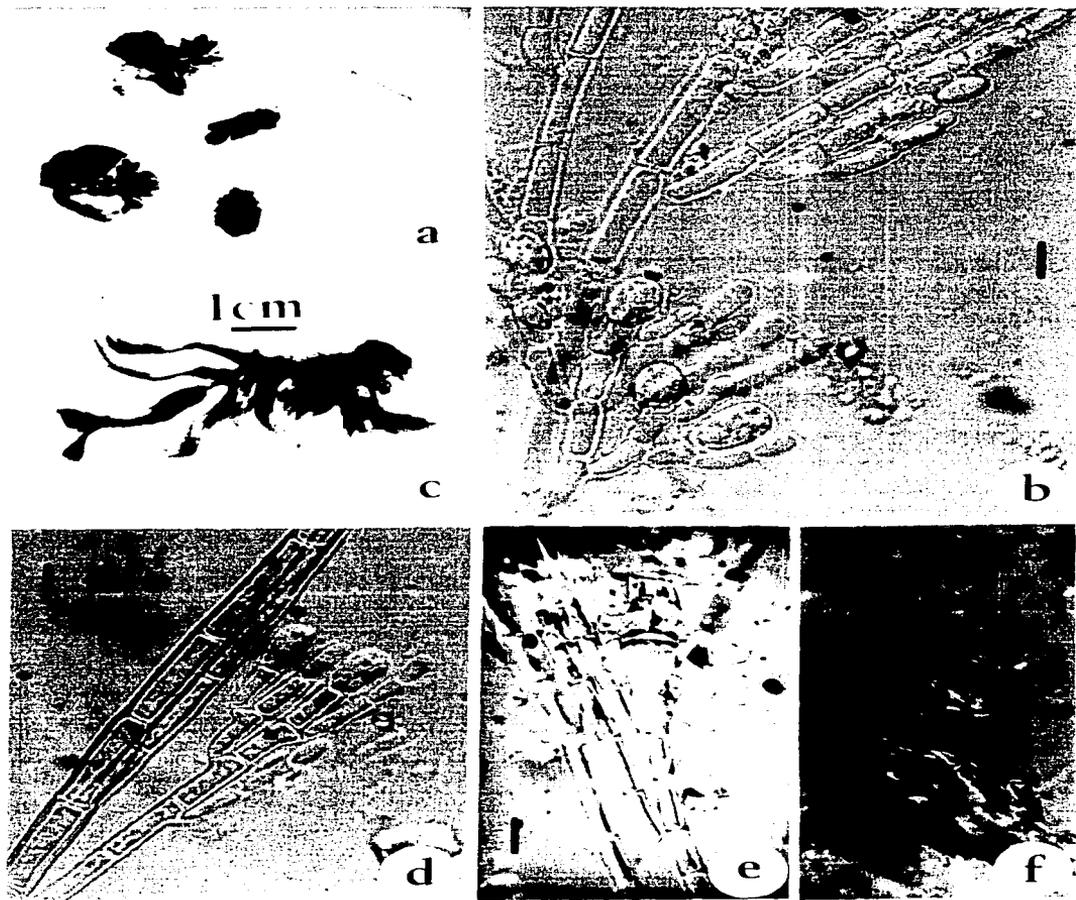


LÁMINA III.- *Audouinella eugenea*: a-b. *A. pygmaea*: c-f. a) Hábito, tufos, b) ramas con monosporas, c) hábito, tufos en pelos, d) ramas con monosporas, e y f) propágulos señalados por las flechas. Escala de la barra 10 μ m.



LÁMINA IV.- *Audouinella* sp.1; a-b, *Audouinella* sp.2; c e g. a y b) Eje y ramas diferenciadas, c) tricógino y carpogonios señalados por las flechas, d) ramificación con célula globosa señalada por la flecha, e) monosporas, f) dudosamente carpogonios, g) propágulo señalado por la flecha. Escala de la barra 10 μ m.

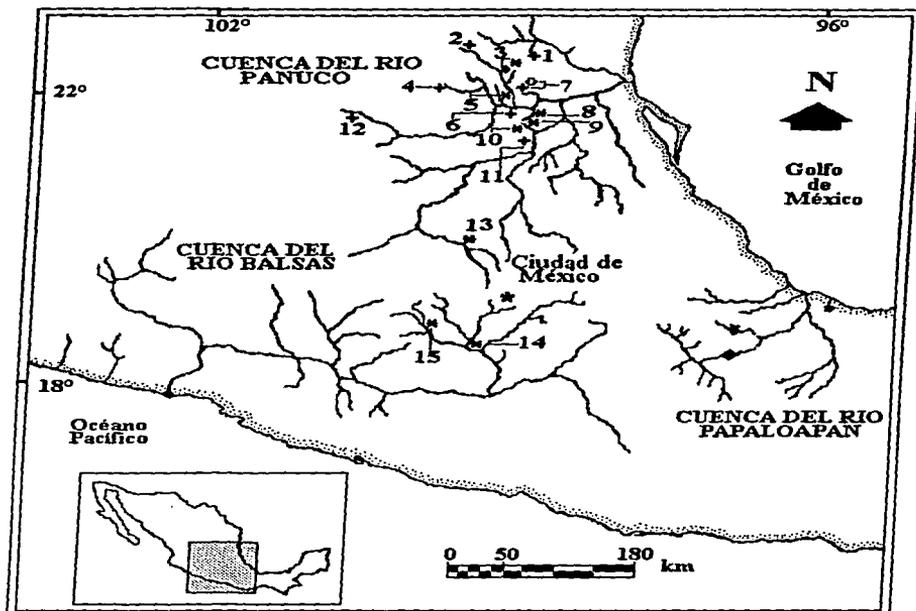


Figura 4. Distribución de *Audouinella eugenea* (+), *A. pygmaea* (*), *Audouinella* sp.1 (O) y *Audouinella* sp. 2 (●). 1. Nacimiento El Mante. 2. Nacimiento El Salto. 3. Micos. 4. Puente de Dios. 5. Tanchachín. 6. Puente de DiosII. 7. Choy. 8. Coy. 9. Tambaque. 10. Huichihuayan. 11. Tancuilín. 12. La Media Luna. 13. Tzindejéh. 14. Las Huertas. 15. El Coco.

4. *BATRACHOSPERMUM* Roth, 1797

Análisis nomenclatural

Actualmente el género *Batrachospermum* se ubica en el orden Batrachospermales, caracterizado por su distribución exclusivamente dulceacuícola, por tener filamentos verticilados y por la presencia de dos capas en la conexión primaria (Garbary y Gabrielson, 1990). Las Batrachospermales incluye tres familias: Batrachospermaceae, Lemnaceae y Thoreaceae. La familia Batrachospermaceae está integrada por los géneros *Batrachospermum* Roth, 1797, *Tuomeya* Harvey, 1858, *Sirodotia* Kylin, 1912 y *Nothocladus* Skuja, 1934, los cuales se delimitan básicamente por el desarrollo de la rama carpogonial, forma del carpogonio, estructura de los verticilos y consistencia del talo (Necchi y Entwisle, 1990; Kumano, 1993). Hasta el momento se describen 104 especies de *Batrachospermum* en la familia que constituyen el 88% de las especies (Kumano, 1993).

El género *Batrachospermum* fue dividido en seis secciones por Sirodot en 1884: *Helmintoides*, *Moniliformes*, *Setaces*, *Turficoles*, *Vertes* e *Hybride*; y subsecuentemente fueron propuestas tres secciones más: *Aristatae* Skuja, 1933, *Claviformia* Reis, 1973 y *Carpocontorta* Sheath *et al.*, 1986 (Necchi y Entwisle, 1990). Las características diagnósticas de cada sección incluyen el tamaño de los verticilos, orientación y largo de la rama carpogonial, largo de la célula de soporte, forma del carpogonio y disposición del carposporofito. Numerosos especialistas (Israelson, 1942; Sheath y Burkholder, 1983; Vis y Sheath, 1996) han manifestado su desacuerdo con los criterios que separan taxa tanto a nivel genérico como infragenérico en las Batrachospermaceae, pues han encontrado especies con caracteres intermedios entre varias secciones (Necchi y Entwisle, 1990). Por tal motivo, en los últimos años han surgido nuevas propuestas y modificaciones para agrupar a los miembros de esta familia. Resaltan las ideas de Necchi y Entwisle (1990) que proponen que los géneros *Nothocladus*, *Sirodotia* y *Tuomeya* deben ser considerados sinónimos nomenclaturales del género *Batrachospermum*. De acuerdo con esta idea, *Batrachospermum* es el único género con dos subgéneros, *Batrachospermum* y *Acarposporophyium*, divididos en 9 secciones (*Aristata*, *Batrachospermum*,

BATRACHOSPERMUM

Contorta, *Hybrida*, *Nothocladius*, *Sirodotia*, *Tuomeya*, *Turficola* y *Viridia*). Utilizando distintos criterios a los de Necchi y Entwisle, Kumano (1993) decide mantener al género *Batrachospermum* con los subgéneros *Batrachospermum* y *Acarposporophytum*. Dentro del primero reconoce 8 secciones y mantiene a nivel genérico a *Nothocladius*, *Sirodotia* y *Tuomeya*. Mientras no existan nuevas fuentes de información que permitan esclarecer los criterios que delimitan a las especies del género *Batrachospermum*, en el presente trabajo adoptamos el criterio de Sirodot (1884, en Kumano, 1993) y considerar en el mismo *status* taxonómico a *Batrachospermum* y *Sirodotia*.

Criterios de delimitación entre secciones

Los criterios de separación entre las secciones del género *Batrachospermum* han sido ampliamente descritos y, aunque no hay diferencias claras entre algunas secciones, en general son aceptados por los especialistas (Israelson, 1942; Bourrelly, 1970; Necchi, 1990, Necchi y Entwisle, 1990; y Kumano, 1993). De acuerdo con Necchi (1990) las secciones se pueden diferenciar bajo los siguientes criterios: a) secciones con carposporofito sésil y semiesférico (*Turficola*, *Viridia*, *Hybrida* y *Contorta*). Si el gonimoblasto es erecto o postrados pertenece a la sección *Turficola*; si el gonimoblasto solamente es erecto pertenece a las secciones *Viridia*, *Hybrida* y *Contorta*. Si el carpogonio es simétrico corresponde a la sección *Viridia*; si es asimétrico puede ser de las secciones *Hybrida* o *Contorta*; finalmente si el carpogonio nace en ramas rectas o curvas corresponde a la sección *Hybrida* y si el carpogonio presenta forma helicoidal o torcida corresponde a la sección *Contorta*; b) secciones con carposporofito pedunculado y esférico (*Aristatae* y *Batrachospermum*); si el carpogonio nace en ramas diferenciadas desde fascículos es de la sección *Aristatae* y si el carpogonio no nace en ramas diferenciadas pertenece a la sección *Batrachospermum*.

Análisis taxonómico

En la delimitación de nuestras poblaciones se observaron dos grupos con atributos diferentes: el primero presentó el carposporofito sésil y semihesférico, con gonimoblasto erecto, carpogonio

asimétrico y helicoidal; este grupo de poblaciones se reunieron en la sección *Contorta*; y el segundo grupo incluyó una sola población que presentó carposporofito esférico pedunculado, y el carpogonio no nació en ramas diferenciadas; esta población se consideró de la sección *Batrachospermum*. Se revisaron los caracteres morfológicos y morfométricos utilizados para delimitar las poblaciones de *Batrachospermum* de la sección *Contorta* y sección *Batrachospermum* (Israelson, 1942; Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; 1986-1987; Necchi, 1989, 1990; Necchi y Entwisle, 1990; Sheath *et al.*, 1992; Kumano, 1993; Vis *et al.*, 1995, 1996 (Tab. 15 y 16). Los caracteres diferenciales registrados en este trabajo se presentan en la tabla 17.

Patrón de crecimiento

El ciclo de vida tipo *Lemanea* es una de las características que unifica al orden de las Batrachospermales, el cual incluye una fase gametofítica macroscópica, que se alterna con una fase esporofítica microscópica (Coomans y Hommersand, 1990). La fase gametofítica de *Batrachospermum* se desarrolla a partir de los filamentos de la fase "Chantransia" por una meiosis somática y muestra un eje central uniseriado de células cilíndricas con crecimiento indeterminado, de las cuales se desarrollan de 4 a 6 células periaxiales alrededor de cada septo. Las células periaxiales, por división sucesiva producen filamentos con crecimiento determinado que le dan un aspecto verticilado. Además, cada célula periaxial inicia un crecimiento descendente que se adhiere al eje formando una capa de filamentos corticales que rodean al eje. De los filamentos corticales pueden originarse filamentos secundarios con crecimiento determinado y posición interverticilar (Israelson, 1942; Bourrelly, 1970; Coomans y Hommersand, 1990). En la sección *Batrachospermum*, los filamentos corticales se han utilizado como carácter taxonómico importante para separar especies; *B. anatinum* y *B. confusum* presentan células de forma irregular (globosa); el resto de las especies tienen células regulares (cilíndricas) (Vis *et al.*, 1995). El patrón de crecimiento es muy homogéneo entre las especies del género y en combinación con las dimensiones vegetativas (altura del talo, diámetro y forma de los verticilos) han sido utilizadas para delimitar especies (Sheath *et al.*, 1992; Kumano 1993; Vis *et al.*, 1995).

Dimensiones vegetativas

a) Altura del talo. La altura se considerada de poco valor taxonómico tanto en la sección *Contorta* como *Batrachospermum* por la mayoría de los especialistas (Sheath *et al.*, 1992; Vis *et al.*, 1995). En las poblaciones de la región central se observó que la población 8 presentó la dimensión más pequeña con 1.5 a 2.0 μm ($1.7 \pm 0.2 \mu\text{m}$); y la de mayor altura fue la población 3 con 5.5 a 9.0 μm ($6.6 \pm 1.1 \mu\text{m}$). El resto de las poblaciones sobrelaparon el rango de 1.5 a 6.0 μm ($3.7 \pm 0.6 \mu\text{m}$) por lo cual se consideró con poco valor taxonómico.

b) Diámetro de los verticilos. El diámetro ha sido considerado de valor taxonómico por diversos autores. Las mayores dimensiones registradas en la sección *Contorta* corresponden a la descripción de *Batrachospermum jolyi* con 400 a 800 μm , especie reunida bajo el nombre *B. globosporum* por Sheath *et al.* (1992). Solamente para *B. bicudoii* considerada sinónimo nomenclatural de *B. ambiguum*, se presenta un rango similar que vá de 400 a 600 μm . El resto de las descripciones presentan rangos menores, pero se traslapan fuertemente a estas dos especies. En la sección *Batrachospermum*, el diámetro de los verticilos esta bien desarrollado, alcanzan tallas mayores a 1,000 μm (*B. gelatinosum*, *B. spermatoinvolucrum*, *B. trifurcatum*, *B. trichocontortum* y *B. boryanum*). Solamente una especies presenta tallas relativamente pequeñas que la diferencia del resto de las especies de la sección con 307 a 483 μm (Vis *et al.*, 1995). En las poblaciones de este estudio se distinguieron tres grupos con base en las dimensiones: el primero formado por la población 11 con el mayor diámetro de verticilos con 149.0 a 1,052.0 μm ($598.8 \pm 285.4 \mu\text{m}$); el segundo integrado por las poblaciones 1, 2 y 3 con 221.0 a 789.3 μm ($488.5 \pm 5 2.7 \mu\text{m}$) y el tercero con el resto de las poblaciones con 133.0 a 511.2 μm ($323.1 \pm 22.6 \mu\text{m}$). En los tres grupos se traslapan los rangos, sin embargo, en el primer grupo el rango presentó casi el doble con respecto a los otros dos grupos. Por ser un atributo que delimitó nuestras poblaciones se consideró de peso taxonómico.

c) Forma de los verticilos. La forma de los verticilos puede ser obovoide, trapezoide o indistinta entre las especies de la sección *Contorta* (Sheath *et al.*, 1992). En *B. ambiguum*, *B. bicudoii* y *B. basilare* la forma se registra obovoide o de barril; en *B. torridum*, oboviodes a trapezoides; en *B. louisianae*, forma de barril; en *B. cipoense* obovoide o de barril; y en *B. procarpum* de forma indistinta. En la sección *Batrachospermum*, la forma del verticilo puede presentar distintas formas aún en la misma especie, aunque, en algunos casos como *B. gelatinosum* la forma esférica o de barril la

distingue de varias especies (Vis *et al.*, 1995, 1996). En las poblaciones 1, 2, 3, 4, 5, 8 y 9 de la región central la forma de los verticilos fue de rectangular, trapezoide a ovoide. En estas poblaciones se registró que la forma varió de acuerdo al nivel del talo. Es decir, en la base fueron rectangulares, en la parte media trapezoides y en el ápice ovoides. Por ser un atributo variable aun dentro de la misma población se consideró de poco valor taxonómico.

d) Número de células en fascículos primarios. En la sección *Contorta* el número de células es significativamente mayor en las descripciones de *Batrachospermum globosporum* (= *B. cipoense* 12 a 20 células y = *B. jolyi* 13 a 20 células) con respecto a los rangos de *B. ambiguum* (6 a 12 células), *B. intortum* (5 a 12 células), *B. louisianae* (5 a 9 células), *B. procarpum* (4 a 6 células) y *B. nodiflorum* (5 a 7 células). En la sección *Batrachospermum* va de 5 a 18 y es muy homogéneo entre todas las especies por lo que no se considera importante en la delimitación de taxa (Vis *et al.*, 1995). En nuestras poblaciones se encontró que el número de células en las poblaciones 1 a 10 fue de 4 a 12. En la población 11 el número fue significativamente superior con 8 a 18 células, por lo cual le conferimos valor taxonómico.

Reproducción sexual, asexual y estructuras sexuales

Las estructuras reproductivas han sido consideradas como los caracteres taxonómicos de mayor peso en la delimitación entre especies. La multiplicación de *Batrachospermum* se realiza por dos vías: 1) por vía sexual, con talos monoicos o dioicos que portan espermatangios, carpogonios, gonimoblastos, carposporofitos (Bourrelly, 1970) y gonimopropágulos (Sheath *et al.*, 1994; Sheath y Whittick, 1995) y 2) por monosporas de origen asexual que se desarrollan en el ápice de las ramas verticiladas del gametofito, o bien, en ramas de filamentos en la fase "Chantransia" (Necchi y Entwisle, 1990). Todas las poblaciones de esta investigación fueron monoicas y en todas se observaron estructuras sexuales. En la sección *Batrachospermum* este atributo es de valor taxonómico (Vis *et al.*, 1995).

Las estructuras que intervienen en la reproducción sexual en todas las secciones del género *Batrachospermum* son: espermacio, de una a cuatro células incoloras, que se diferencian en el ápice o células subapicales de los filamentos verticilares o interverticilares; carpogonio, célula que se origina a partir de una rama carpogonial y forma en uno de sus extremos celulares una estructura de captación de espermacios llamada tricógino (Bourrelly, 1970; Necchi, 1990). Después de la fecundación, el cigoto de divide hasta formar un filamento gonimoblástico, que por sucesivas divisiones celulares forma un ensamble de filamentos ramificados, encerrados dentro de un conglomerado esférico o subsférico (carposporofito). En la célula apical de estos filamentos se forman las carposporas (Bourrelly, 1970). Cada estructura que interviene en la reproducción ha sido utilizada como carácter taxonómico de gran peso.

Rama carpogonial

En toda la sección *Contorta* la rama carpogonial se diferencia claramente de los fascículos normales por ser curva o torcida (Necchi, 1990; Kumano, 1993). Entre las especies de la sección *Batrachospermum* si el carpogonio presenta filamentos involucrales delimita a *B. confusum* del resto de especies de esta sección. En las primeras 10 poblaciones de la región central de México se apreció la rama carpogonial espiral, aunque también se presentó recta en la población 11. Este carácter se consideró importante en la delimitación de secciones.

Carpogonio

El carpogonio y el tricógino han sido citados como caracteres taxonómicos importantes, ya que su forma puede ser constante en algunas especies. Sin embargo, hay una amplia evidencia en la literatura de considerable variación entre algunas secciones, especies, poblaciones e individuos (Necchi y Entwisle, 1990). A pesar de la variación en este atributo, Sheath *et al.* (1992) mencionan que en la sección *Contorta* el tricógino puede presentar un pronunciado adelgazamiento celular en la parte media o inferior; si lo presenta se describe como tricógino con tallo y su presencia es característico de *B. ambiguum*, *B. torridum*, *B. louisianae* y *B. procarpum*, mientras que en *B. globosporum* el

adelgazamiento es poco evidente. En la sección *Batrachospermum*, el carpogonio no presenta un tallo y el tricógino puede variar de forma según la especie (p.e. contorneado en *Batrachospermum carpocontorto*; lanceolado a globoso en *B. gelatinosum*) (Vis *et al.*, 1995, 1996). En las poblaciones de esta investigación el tricógino fue lanceolado y nunca presentó un pronunciado adelgazamiento celular en la parte inferior (tallo). Este atributo fue constante en todas las poblaciones de estudio, y no se utilizó en la delimitación de poblaciones, sin embargo, en la confrontación con la literatura significó de gran valor taxonómico.

a) Diámetro. El diámetro se ha observado muy homogéneo entre las distintas especies de la sección *Contorta* con rangos que van de 5.5 a 13 μm . En la sección *Batrachospermum* los rangos también son muy parecidos y se traslapan fuertemente en la mayoría de las especies a excepción de *B. gelatinosum* de 5 a 17 μm y *B. spermato involucrum* de 8 a 17 μm . De tal manera, se considera importante en la delimitación de especies. En nuestras poblaciones los rangos fueron muy homogéneos de 4.2 a 9.5 μm ($7.5 \pm 0.4 \mu\text{m}$) y se traslapan fuertemente por lo cual no se consideraron con valor en la delimitación de nuestras poblaciones.

b) Largo. El largo alcanza 60 μm en tres especies de la sección *Contorta*: *B. ambiguum* con 45 a 60 μm , *B. torridum* con 44 a 63.3 μm y *B. procarpum* mayor a 65 μm . En *B. globosporum*, *B. nodiflorum* y *B. louisianae* el largo es menor a 50 μm . A pesar de que pueden existir dimensiones muy superiores en todas las descripciones, se traslapan fuertemente los rangos (Sheath *et al.*, 1992). Entre las especies de la sección *Batrachospermum* existen tres especies con carpogonios muy largos: *B. skujae* de 33 a 59 μm , *B. gelatinosum* de 20 a 68 μm y *B. spermato involucrum* de 40 a 86 μm . También traslapan fuertemente sus rangos por lo cual se considera de poco valor taxonómico (Vis *et al.*, 1995, 1996). En nuestras poblaciones de estudio el mayor rango que se registró correspondió a la población 11 con 33.6 a 52.8 μm ($39.6 \pm 6.0 \mu\text{m}$), el resto presentaron rangos muy parecidos de 10.6 a 40.6 μm ($25.0 \pm 3.9 \mu\text{m}$). Por la diferencia tan grande en ambos rangos se consideró importante en la delimitación de nuestras poblaciones.

c) Diámetro carposporas. Solamente la descripción de *B. cipoense* de la sección *Contorta* presenta dimensiones hasta de 17 μm , el resto de los rangos en ambas secciones son muy parecidos y van de los 5.1 a 14 μm (Sheath *et al.*, 1992; Vis *et al.*, 1995). En nuestras poblaciones se registró que el diámetro de las carposporas presentaron rangos muy parecidos que fueron de los 8.6 a 17.3 μm

BATRACHOSPERMUM

($12.7 \pm 1.1 \mu\text{m}$). Por ser un atributo tan homogéneo en todas las poblaciones se consideró de poco valor.

Carposporofito

El carposporofito en la sección *Contorta* es sésil sobre el eje uniseriado, presenta forma esférica o subesférica, con uno o raramente dos carposporofitos por verticilo. Sheath *et al.* (1992) mencionan que existe diferencia entre el grado de compactación del carposporofito: denso o compacto en *Batrachospermum intortum*, o laxo en el resto de las especies. En la sección *Batrachospermum* el carposporofito es pedicelado y se origina a distintos niveles del verticilo. En esta sección se distingue el carposporofito de *B. gelatinosum* que nace de ramas con numerosas células del mismo tamaño que las células fasciculares, o bien, distintivamente elongadas (Vis *et al.*, 1995, 1996). En nuestras poblaciones la forma del carposporofito fue esférica o subesférica; en su mayoría crecieron sésiles y compactos sobre el eje uniseriado, generalmente con un carposporofitos por verticilo o raramente dos en las poblaciones 1, 2, y 3. Solamente la población 11 creció pedunculado y compacto sobre las ramas verticiladas. La forma del carpogonio fue constante aún en el mismo individuo o población por lo cual no se consideró importante. Sin embargo, el nivel donde nació el carposporofito delimitó a nuestras poblaciones por lo cual se consideró importante.

a) Diámetro. Resultó distintivamente superior en las especies de la sección *Contorta* reunidas por Sheath *et al.* (1992) en *B. globosporum* (= *B. cipoense* 300 a 800 μm y = *B. jolyi* 200 a 450 μm); algunos de los cuales traslapan rangos con lo registrado para *B. ambiguum* (= *B. bicudoi* 200 a 450 μm) y *B. nodiflorum* (350 a 550 μm). Las menores dimensiones se describen para *B. intortum* (150 a 190 μm) y *B. procarpum* (99 a 197 μm). En la sección *Batrachospermum* el diámetro apenas supera los 300 μm en *B. trichocontortum*, el resto no llega a los 250 μm (por ejemplo *B. gelatinosum*, 50 a 174 μm y *B. involutum*, 128 a 232 μm) (Vis *et al.*, 1996). En las poblaciones de la región central la menor dimensión registrada se presentó en la población 11 con 60.0 a 104.0 μm ($82.0 \pm 22.0 \mu\text{m}$), y la mayor en las poblaciones 1 y 2 con 204.3 a 390.2 μm ($281.1 \pm 1.0 \mu\text{m}$); en el resto de las poblaciones el rango fue muy parecido de 87.7 a 309.5 μm ($188.2 \pm 22.6 \mu\text{m}$). Sólo la población 11 no traslapó el rango significativamente con el resto, por tal motivo se le atribuyó valor taxonómico.

b) Altura. La mayor altura del carposporofito en la sección *Contorta* se registra en la descripción de *Batrachospermum globosporum* (= *B. cipoense* 250 a 500 μm) y *B. nodiflorum* (203 a 427 μm). El resto de las descripciones traslapan fuertemente sus rangos que van de los 78 a 303 μm . En toda la sección *Batrachospermum* el rango se traslapa marcadamente (Vis *et al.*, 1996). En las poblaciones 1, 2 y 3 de la región central se registraron las dimensiones más grandes con 78.8 a 232.4 μm ($137.8 \pm 10.8 \mu\text{m}$) y el resto con 60.0 a 149.0 μm ($94.8 \pm 9.5 \mu\text{m}$). Sin embargo, los rangos en ambos casos se traslaparon ampliamente por lo cual no se consideraron importantes en la delimitación de poblaciones.

c) Número de células. El número de células en el carposporofito es de 2 a 10 y es constante en todas las especies de las secciones *Contorta* y *Batrachospermum* (Necchi y Entwisle, 1990; Seath *et al.*, 1992; Vis *et al.*, 1995, 1996). Por ser un rango amplio que abarcó de 3 a 10 células en la mayoría de nuestras poblaciones de estudio no lo consideramos de valor taxonómico.

d) Diámetro de carposporas. La forma y diámetro es muy parecido en todas las especies de la sección *Contorta* y *Batrachospermum*, por tal motivo los especialistas no lo consideran importante en la delimitación de especies (Necchi y Entwisle, 1990; Seath *et al.*, 1992; Vis *et al.*, 1995, 1996).

Multiplicación vegetativa

Entre las especies de la sección *Contorta* y *Batrachospermum* solamente en *B. torridum* y *B. skujae* han sido descritas monosporas en el ápice de algunos verticilos; por ser un carácter constante en los reportes de ambas especies ha sido considerado de gran importancia taxonómica (Sheath *et al.*, 1992; Kumano, 1993, Vis *et al.*, 1995). En ninguna de nuestras poblaciones se observaron monosporas en la fase gametofítica.

Descripción ambiental

En Norteamérica Sheath *et al.* (1992) describen los siguientes gradientes de temperatura para las especies de la sección *Contorta*: *Batrachospermum ambiguum* de 18 a 22°C; *B. intortum* de 18 a 25°C; *B. louisianae* de 13 a 19°C; *B. globosporum* de 14 a 25°C; y *B. procarpum* a 16°C. En términos de condiciones químicas del agua Sheath *et al.* (1992) registraron en Norteamérica a *B. ambiguum*, *B. louisianae* y *B. procarpum* en aguas bajas en iones (10 a 90, 10 a 187 y 160 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ respectivamente), mientras que *B. intortum* y *B. globosporum* se han colectado en aguas ricas en iones (420 a 1,760 y 260 a 630 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ respectivamente). Israelson (1942) menciona que *B. globosporum* en Suecia se presenta en aguas alcalinas. Las especies de la sección *Batrachospermum* se describen en distintos climas del mundo (fríos, templados, semicálidos y cálidos) y amplios gradientes físicos y químicos del agua. Por ejemplo, *B. gelatinosum* es la especie con mayor distribución y amplios gradientes ambientales de esta sección; en Norteamérica, Europa y Australia se registra en ríos con temperatura de 1 a 27°C; pH de 4.8 a 8.4; conductividad 25 a 360 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y velocidad de corriente 21.8 a 126 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$. Existen ejemplos de algunas especies tales como: *B. trichofurcatum*, *B. carpoinvolucrum*, *B. involutum* ó *B. trichocontortum*, que se describen para una sola localidad. Por la similitud con la cuenca baja del río Pánuco resaltan las condiciones de *B. involutum*: manantial alcalino con 21°C, pH 8.0, conductividad 560 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y crece asociada con *Sirodotia huillensis*, *Hildenbrandia angolensis* y *Thorea violacea* (Vis *et al.*, 1995).

Las condiciones ambientales de nuestras poblaciones se resumen en la tabla 18. Se observaron dos grupos definidos por los gradientes ambientales. El primero formado por las poblaciones 1 a la 10 colectadas en ríos calcáreos, algunos muy cercanos a manantiales, en distintos microambientes, tales como cantos rodados, pozas y costillas de travertino; la temperatura registrada fue de 22 a 30°C ($25.5 \pm 2.2^\circ\text{C}$); pH 7 a 8 (7.2 ± 0.3); intensidad lumínica media (7,534 a 12,486 lx); velocidad de corriente de lenta a moderada; conductividad 700 a 1,990 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($1,118.5 \pm 395.2 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); y profundidad de 20 a 100 cm. Comúnmente creció asociada a *Thorea violacea* y otras algas como *Cladophora* sp. y *Vaucheria* sp. La mayoría de las poblaciones se colectaron en la época de lluvias

en el mes de noviembre (5). El resto (7) se colectaron al inicio de la época de secas en los meses de febrero y marzo. Con excepción de la población 3, todas fueron abundantes en un microambiente. El segundo grupo estuvo integrado por la población 11 colectada en la zona de deslizamiento de un río con influencia directa de un manantial. La temperatura registrada fue de 15°C; pH de 7; intensidad luminosa media; velocidad de corriente lenta; profundidad de 3 cm; se colectó en el mes de enero; y creció poco abundante en un microambiente junto a *Paralemanea mexicana* y *Prasiola mexicana*.

Distribución geográfica

La distribución mundial del género esta referida a prácticamente todos los continentes, con preferencia a climas fríos y templados. Las especies de la sección *Contorta* se registran en climas fríos, semicálidos o cálidos. *Batrachospermum louisinae* en el norte y centro de América (Sheath *et al.*, 1992), *B. globosporum* Europa (Israelson, 1942; Starmach, 1977) norte, centro y sur de América (Necchi, 1990; Sheath *et al.*, 1992), *B. ambiguum*, centro y sur de América (Sheath *et al.*, 1992), *B. procarpum* norte, centro y sur de América (Necchi, 1990; Sheath *et al.*, 1992), *B. procarpum* var. *americanum*, Norteamérica (Sheath *et al.*, 1992) y *B. intortum* Asia (Jao, 1941) norte y centro de América (Sheath *et al.*, 1992). Las especies de la sección *Batrachospermum* se describen con un amplio gradiente de distribución mundial (Sheath *et al.*, 1992), en especial *B. gelatinosum*, representada en el norte, centro y sur de América (Necchi, 1990; Vis *et al.*, 1996), Europa (Israelson, 1942) y Asia (Jao, 1941; Hinton y Maulood, 1980; Entwisle y Kraft, 1984).

En México se han descrito tres especies distribuídas de la siguiente manera: *B. gelatinosum* (= *B. moniliforme*) en Hidalgo y estado de México (Sánchez-Rodríguez, 1974), *B. sirodotii* Skuja ex Flint y *B. globosporum* en dos localidades de la cuenca baja del Pánuco (Sheath *et al.*, 1992, 1994). Las poblaciones revisadas en el presente estudio se colectaron en su mayoría en la cuenca baja del río Pánuco entre los 21°49' y 22°34' y los 99°08' y 99°33' LO, a una altitud de 90 a 1,300 msnm; y una población en la cuenca alta del río Pánuco entre los 19°37' LN y los 99°23' LO, a una altitud de

2,300 msnm. Además, se revisaron dos poblaciones más de las cuencas de los ríos Balsas y Papaloapan (Valadez *et al.*, 1996), sin embargo, no observamos estructuras reproductoras (Tab. 19, Fig.5).

Formas de expresión de las poblaciones de *Batrachospermum*

Se revisaron un total de 8 localidades con poblaciones de *Batrachospermum* en la región central de México. En tres de éstas se observaron dos poblaciones de la misma o distinta época del año. En la primera confrontación de poblaciones se observó lo siguiente. En el nacimiento El Salto se colectaron 2 poblaciones. Compartieron características tales como: altura del talo; dimensión de verticilos; forma, diámetro, largo y número de células del carposporofito; número de células en fascículos; diámetro y largo de carpogonio; diámetro de carposporas; y forma del tricógino. Además, compartieron condiciones ambientales y microambientales, a pesar de que correspondieron a dos épocas distintas del año. Por la constancia en atributos morfológicos y morfométricos se consideraron parte de la misma población. En la localidad Tanchachín se colectaron las poblaciones 6 y 7. Ambas compartieron atributos tales como: altura del talo; diámetro de verticilos; forma, diámetro, largo y número de células en carposporofito; número de células en fascículos; diámetro y largo de carpogonio; diámetro de carposporas; forma del tricógino y condiciones ambientales. Se consideró que son parte de una misma y que las diferencias en dimensiones son variaciones fenéticas. En la llovisnosa se observaron dos poblaciones, 9 y 10. En éstas poblaciones encontramos todos los caracteres morfométricos y morfológicos muy parecidos: altura del talo; diámetro de verticilos; diámetro, largo y número de células en el carposporofito; número de células en fascículos; diámetro y largo de carpogonio; diámetro de carposporas; y forma del tricógino. Se consideró que ambas poblaciones son parte de la misma. En las localidades El Salto, El Meco, Micos, río Gallinas y San Luis Ayucán se revisó una colecta con una sola población.

En el segundo nivel de comparación describimos dos grupos de poblaciones: el primero integrado por las poblaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 de la cuenca baja del río Pánuco, que

comparten la forma de la rama carpogonial; altura del talo; diámetro y largo de verticilos; forma, diámetro, largo y número de células en carposporofito; número de células en fascículos; diámetro y largo de carpogonio; diámetro de carposporas; y forma del tricógino. En la poblaciones 1, 2 y 3 el diámetro de los verticilos y el diámetro y largo del carposporofito presentaron las tallas más grandes, sin embargo, los rangos se traslaparon marcadamente. Otra característica que las unificó fue el ambiente; todas se colectaron en ríos calcáreos en temperaturas entre 22° y 30°C, en pH de 7 o mayor, en zonas sombreadas y velocidad de corriente de lenta a moderada, en aguas con alto valor de conductividad (700 a 1,990 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$). Con estos argumentos se consideró que el primer grupo es parte de la misma población. El segundo conjunto incluyó a la población 11 con diámetro de verticilos; rama carpogonial no diferenciada que nació de los fascículos de los verticilos; forma, diámetro y carposporofito pedicelado; número de células en el fascículo; y diámetro-largo del carpogonio muy diferentes al primer grupo. Además, esta población se colectó bajo condiciones ambientales muy diferentes en una localidad a 2,300 msnm y temperatura del agua de 15°C.

Al comparar los rangos propuestos para especies de *Batrachospermum* se encontró que las poblaciones 1 a 10 compartieron atributos con la descripción de *B. globosporum* de la sección *Contorta* en que son talos monoicos, la altura del talo, diámetro de los verticilos, carposporofito con amplio diámetro, el carposporofito sésil, número de células en el carposporofito, diámetro de carposporas, tricógino sin tallo y la ausencia de monosporas (Sheath *et al.*, 1992). La población 11 de San Luis Ayucán coincidió con los atributos descritos para *B. gelatinosum* de la sección *Batrachospermum* en que ambos son talos monoicos, presentaron verticilos con diámetro amplio, un carposporofito esférico y pedicelado a distintos niveles del verticilo y presentaron células corticales cilíndricas de forma regular que cubrieron el eje principal (Vis *et al.*, 1996). A continuación se presenta la clave, diagnóstico y lámina de las especies.

Clave para las especies de *Batrachospermum*

1. Carposporofito pedicelado a distintos niveles del verticilo 1. *Batrachospermum gelatinosum*
 1. Carposporofito sésil en los filamentos axiales 2. *B. globosporum*

1. *Batrachospermum gelatinosum* (Linnaeus) De Candolle,

J. Phys. Chim. Hist. Nat. 54: 440, 1802

(Lámina V, figura f-h)

Basionimo: *Conferva gelatinosa* Linnaeus, *Species Plantarum*: 1166, 1753.- **LECTÓTIPO:** designado por Compère (1991:22)(OXF).

Sinónimos: *Batrachospermum arcuatoideum* Reis, *Bol Soc. Brot.* 47: 139, 1973.- **TIPO:** PORTUGAL, Fontes do rio Liz, 29.IV.1964, M.P. Reis 29 (COI). *B. corbula* Sirodot, 226, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Ponceau de la Gautrais, St. Jacques près Rennes, 31.V.1877 (PC). *B. corbula* var. *alcoense* Reis, 70, 1953.- **ISOTIPO:** PORTUGAL, Fontes do rio Alcoa, Alcobaca, 19.V.1954 (COI). *B. decaisneanum* Sirodot, 214, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Forêt de Montfort, 5.VII.1877 (PC). *B. densum* Sirodot, 228, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Fontaine Cul-de-loup, 5.III.1873 (HIS; Herbario Thuret, PC). *B. godronianum* Sirodot, 235, 1884.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, Fontaine de Fayelle, VIII.1881, *Sirodot 12* (Colección de Sirodot, PC). *B. hybridum* Bory, *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 12: 222, 1823.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, St. Gratien, VIII.1815, (Herbario Thuret, PC). *B. japonicum* Mori *Jap. J. Phycol.* 20: 470, 1975.- **HOLÓTIPO:** JAPÓN, Oomachi Schrine, Tochigi, III.1970, M. Mori AL-35555 (TNS). *B. ludibundum* var. *caerulescens* Bory, *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 12: 323, 1808.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, Dax, V.1797, *Thore* (Herbario Thuret, PC). *B. ludibundum* var. *pulcherrimum* Bory, *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 12: 323, 1808.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, St. Aubin du Cormier, VII.1799 (Herbario Thuret, PC). *B. ludibundum* var. *stagnale* Bory, *Ann. Mus. Hist. Nat. Paris* 12: 325, 1808.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, Bordeaux, Tolence, V.1797 (Herbario Thuret, PC). *B. moniliforme* var. *chlorosum* Sirodot 211, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Rennes, 15.IV.1883. (Herbario Thuret, PC). *B. moniliforme* var. *helminthoideum* Sirodot 212, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Ruisseau de Corbières, v.1882, *Sirodot 5* (Colección Sirodot, PC). *B. moniliforme* var. *isoeticola* Skuja, *Acta Horti. Bot. Univ. Latviensis* 3: 205, 1928. *B. moniliforme* f. *lipsiensis* Rabenhorst, 405, 1868. **SÍNTIPO:** EUROPA CENTRAL, D. *Bulheim 185* (NY). *B. moniliforme* var. *obtrullatum* Kumano et Watanabe, *Bull. Nat. Sci. Mus.* 9: 91, 1983.- **HOLÓTIPO:** NUEVA GUINEA, Mt. Albert Edward, 28.IX.1975, *Watanabe 51305a* (Universidad de Kobe, Japón). *B. moniliforme* var. *pisanum* Arcangeli, *Nuovo Giorn. Bot. Ital.* 16: 156, 1882.- **SÍNTIPO:** ITALIA, Gennajo, 1882, G. Arcangeli & A. Mori 1260 (NY). *B. moniliforme* var. *rubescens* Sirodot, 212, 1884.- **HOLÓTIPO:** FRANCIA, Fontaine du Pont-Garnier, Morbihan, 2.VII.1869 (Herbario Thuret, PC). *B. moniliforme* var. *scopula* Sirodot, 213, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Lande du Moulin-Baron, Guipry, 29.V.1882 (Herbario Thuret, PC). *B. moniliforme* var. *typticum* Sirodot, 211, 1884 *nom. inval.*- **TIPO:** FRANCIA, Fontaine de St. Pabu à Erquy (Herbario Thuret, PC). *B. polycarpum* Mori, *Jap. J. Phycol.* 20: 474, 1975.- **HOLÓTIPO:** JAPÓN, Inoue, Nagan, IV.1970, M. Mori AL-35594 (TNS). *B. pygmaeum* Sirodot, 230, 1884.- **TIPO:** FRANCIA, Fontaine de la Rifaudais, 16.VI.1877 (Herbario Thuret, PC). *B. radians* Sirodot, 218, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Fontaine de Gaillardon, Monfort, 24.IV.1882 (PC). *B. reginense* Sirodot, 219, 1884.- **LECTÓTIPO:** FRANCIA, Fontaine de St. Reine, 20.XI.1880 (Herbario Thuret, PC).

Talos en forma de tufos de 1.5-6.0 cm de altura, monoicos, de color azul oscuro, mucilaginosos. Verticilos de 149.0-1052.0 μm de diámetro, esféricos; con 8-18 fascículos primarios que se originan de cada célula axial. Rama carpogonial recta; Carpogonio 4.8-5.4 μm de diámetro,

33.6-52.8 μm de largo; tricógino lanceolado o clavado sin tallo; espermatangios esféricos en el ápice de los verticilos. Carposporofito esférico pedicelado y compacto, originado a distintos niveles del verticilo, 60.0-104.0 μm de diámetro, 60.0-100.0 μm de largo; 5-8 células en filamentos con carposporas. Carposporas 8.6-11.7 μm de diámetro. No se distinguió la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Rama carpogonial recta, carposporofito esférico y pedicelado a distintos niveles del verticilo, creció con temperatura del agua de 15°C.

Hábitat. Crece en ríos calcáreos cercanos a manantiales en zonas de deslizamiento del agua; epilítico. T: 15°C, pH: 6, IL: media, VC: lenta (10-35 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), P: 3cm, EA: *Paralemanea mexicana*, *Prasiola mexicana*, ES: sólo se tiene una colecta.

Distribución mundial. Regiones frías, templadas, subtropicales, y regiones tropicales de Asia, Australia, Europa, Norte y Sudamérica.

Distribución en México. En la literatura: ESTADO DE MÉXICO, Valle de Bravo, 3.IV.65, *Sánchez-Martínez s/n* (ENCB), Presa Colorines, 5.IV.65, *Sánchez-Martínez s/n* (ENCB); Mpio. Villa del Carbón al noroeste de Monte Peña, III.68, *Huerta Silva s/n* (ENCB) (*Sánchez- Rodríguez, 1974*). Especímenes examinados (fig. 5): ESTADO DE MÉXICO, Mpio. Ecatepec, San Luis Ayucán, 5.I.89, *G. Montejano PA4L* (FCME).

2. *Batrachospermum globosporum* Israelson, *Symb. Bot. Upsal.* 6: 44, 1942

(Lámina V, figuras a-e)

HOLÓTIPO: SUECIA, Lago Åsgarn, Folkärna, Dalarna, 5.X.1941, *G. Lohammer A-00174* (UPS).

Sinónimos: *Batrachospermum cipoense* Kumano et Necchi, *Jap. J. Phycol.* 33: 183, 1985.- HOLÓTIPO: BRASIL, Montañas Cipó, Minas Gerais, 2.II.1976, *L. Sormus SP187152* (SP). *B. joly* Necchi *Rev. Bras. Biol.* 46: 520, 1986.- HOLÓTIPO: BRASIL, Islas Cardoso, Canaëia, São Paulo, *O. Yano SP131570* (SP).

Talos en forma de tufos de 1.5-9.0 cm de altura, monoicos, de color azul oscuro, mucilaginosos, densamente ramificados. Verticilos de 133.0-789.3 μm de diámetro, rectangulares, trapezoides a ovoides; con cuatro a doce fascículos primarios que se originan de cada célula axial, ramificados dicotómicamente. Rama carpogonial curva o torcida, carpogonio 4.2-9.5 μm de diámetro, 10.6-40.6 μm de largo; tricógino lanceolado o clavado sin tallo; espermatangios esféricos en el ápice de los verticilos. Uno a dos carposporofitos sésiles sobre los filamentos axiales; de 3-10 células en el filamento con carposporas, 108.2-390.2 μm de diámetro, 60.0-232.4 μm de largo. Carposporas 8.4-17.3 μm de diámetro. No se distinguió la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Rama carpogonial torcida y dos carposporofitos por verticilo, sésiles en los filamentos axiales; creció con temperatura del agua superior a 22°C.

Hábitat. Crece en ríos calcáreos sobre cantos rodados, pozas o costillas de travertino; epilíticos. T: 22-30°C, pH: 7-8, IL: media (7,534-12,916 lx), VC: lenta-moderada (10-60 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 700-1,990

BATRACHOSPERMUM

$\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 372-554 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 170 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 20-100 cm, EA: *Thorea violacea*, *Vaucheria* sp., *Cladophora* sp., *Oedogonium* sp., *Phormidium* sp., ES: estacionales.

Distribución mundial. Regiones templadas y subtropicales de Europa, norte, centro y sur de América.

Distribución en México. En la literatura: Cuenca del río Pánuco (Sheath *et al.*, 1992, 1994).

Especímenes examinados (fig. 5): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Mafz, nacimiento El Salto, 15.III.84, G. Montejano PA2196 (FCME), 6.XII.87, G. Montejano PA2820 (FCME), El Salto, 12.III.84, G. Montejano PA2093 (FCME), El Meco, 23.IX.95, J. Carmona PA3611 (FCME); Mpio. Cd. Valles, Micos, 4.III.96, J. Carmona PA3648 (FCME); Mpio. Aquismón, Tanchachín, 15.II.83, G. Montejano PA1607 (FCME), 16.III.84, G. Montejano PA2231 (FCME); Mpio. Tamasopo, río Gallinas, 19.II.92, J. Carmona & G. Montejano PA3340 (FCME); Mpio. Lagunillas, La llovisnosa, 20.II.83, G. Montejano PA1827 (FCME), 19.III.84, G. Montejano PA2311 (FCME).

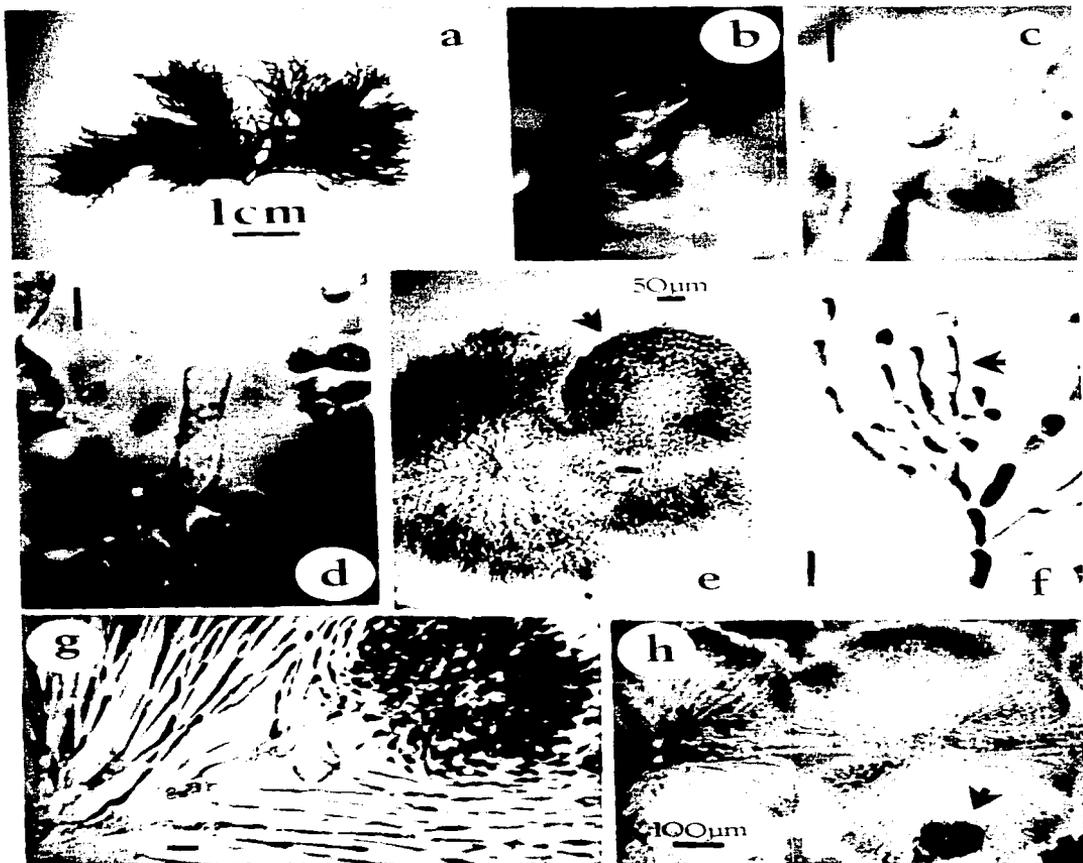


LÁMINA V.- *Batrachospermum globosporum*: a-e. *B. gelatinosum*: f-h). a) Hábito, b y c) rama carpogonial torcida, d) tricógino lanceolado, e) carposporofito sésil señalado por la flecha, f) tricógino lanceolado señalado por la flecha, g y h) carposporofitos pedicelados señalados por la flecha. Escala de la barra 10 µm.

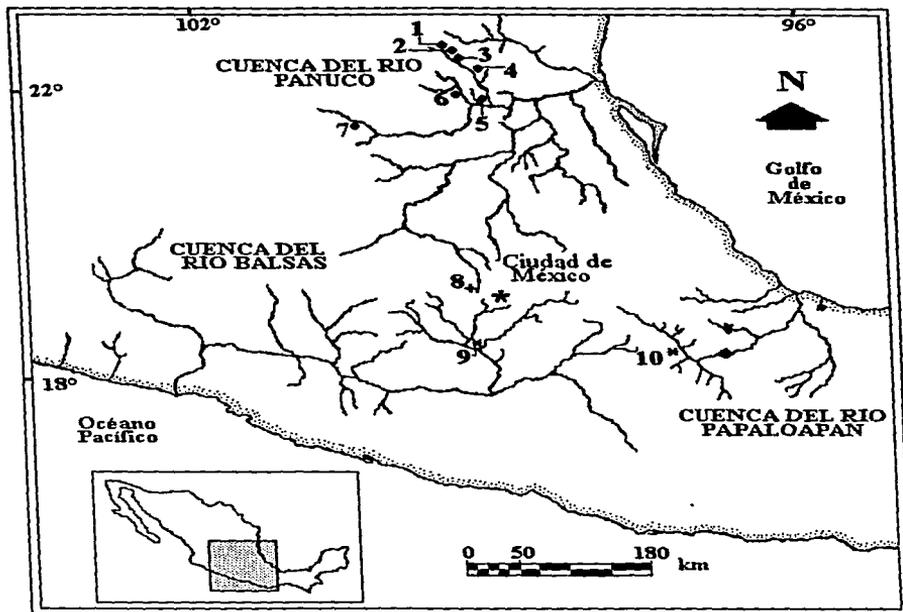


Figura 5. Distribución de *Batrachospermum globosporum* (●), *B. gelatinosum* (+) y *Batrachospermum* sp. (*). 1. Nacimiento El Salto. 2. El Salto. 3. El Meco. 4. Micos. 5. Tanchachín. 6. Río Gallinas. 7. La Llovisnosa. 8. San Luis Ayucán. 9. Los Manantiales. 10. San Lorenzo.

5. *SIRODOTIA* Kylin, 1912

Análisis nomenclatural

El segundo género de la familia Batrachospermaceae tratado en el presente estudio es *Sirodotia* Kylin, 1912. De la misma manera que *Batrachospermum*, *Sirodotia* se ubica en esta familia bajo los siguientes criterios: distribución exclusivamente dulceacufoles; portar filamentos verticilados; y la presencia de dos capas en la conexión primaria (Pueschel y Cole, 1982; Garbary y Gabrielson, 1990). El género *Sirodotia* se diferencia por la presencia de un carpogonio asimétrico, el tricógino es cilíndrico y el carposporofito desarrolla un filamento gonimoblástico ramificado (Kylin, 1956). Recientemente Necchi y Entwisle (1990) proponen que el género *Sirodotia* debe ser reducido a una sección del género *Batrachospermum*, basados en la enorme variación en la asimetría del carpogonio, sin embargo, la naturaleza del filamento gonimoblástico se considera con el suficiente peso taxonómico para segregarlos en dos géneros. Hasta el momento para el género *Sirodotia* se describen 11 especies (Necchi *et al.*, 1993b; Kumano, 1993).

Análisis taxonómico

Se revisaron todos los caracteres morfológicos y morfométricos que se han descrito y/o utilizado para identificar especies del género *Sirodotia*: Skuja, 1931, 1934; Jao, 1941; Israelson, 1942; Kylin, 1956; Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; Entwisle y Kraft, 1984; Necchi, 1989, 1990; Necchi *et al.*, 1993b y Kumano, 1993 (Tab. 20). Las características taxonómicas registradas en este trabajo se presentan en la tabla 21.

SIRODOTIA

Forma de crecimiento y altura del talo

Casi todas las descripciones se refieren a la descripción de las estructuras reproductoras para delimitar géneros y especies de *Batrachospermum* y *Sirodotia*. La mayoría de las características vegetativas no son consideradas de valor taxonómico, tales como: la forma de crecimiento, color del talo, patrón de ramificación o consistencia del talo. La forma de crecimiento es hemisférica en todas las especies, y es semejante a lo descrito para las especies del género *Batrachospermum*, por lo cual no se considera de valor taxonómico (Starmach, 1977; Necchi *et al.*, 1993b). El tamaño del talo se menciona en la mayoría de las descripciones y van de 1 a 3 cm en *S. fennica*, *S. acuminata*, *S. sinica*, *S. delicatula*; o bien, por arriba de los 3 cm y hasta los 8.5 cm en *S. huillensis*, *S. suecica*, *S. segawae* y *S. ateleia*. En nuestro material se encontró que las poblaciones 1, 2 y 3 presentaron rangos de 1 a 5 cm de largo y la población 4 llegó a medir hasta 12 cm de altura, altura no registrada para alguna otra especie de *Sirodotia*. En la localidad Santa Anita, también se observaron crecimientos en forma de domo con 1 mm de altura y correspondieron a fases juveniles. Es un carácter que se consideró de peso taxonómico ya que separó a dos de nuestras poblaciones.

Color del talo

Algunos autores como Starmach (1977) mencionan las tonalidades de 4 a 6 especies de *Sirodotia* conocidas hasta ese momento. Las especies en las que se registran son dióicas con marcado dimorfismo sexual, las tonalidades van de un gradiente de azul oscuro al verde claro. En las poblaciones 1 y 2 se observaron dos tonalidades: azul y verde claro. El talo azul es el gametofito masculino y el verde es el gametofito femenino. El color permaneció constante a lo largo del tiempo, y lo consideramos de valor taxonómico para diferenciarlo de poblaciones de *Batrachospermum globosporum*, común en esta región.

Crecimiento vegetativo.

El talo de *Sirodotia* es uniaxial y consiste de talos hemisféricos mucilaginosos compuesto de ejes uniseriados ramificados con crecimiento indeterminado; en cada segmento producen verticilos de

filamentos con crecimiento determinado. Los ejes indeterminados y filamentos determinados son diferentes en morfología y dimensiones según la especie de que se trate. A partir de una célula nodal (célula del eje) se desarrollan células pericentrales las cuales varían en número según la especie. En las células pericentrales se originan filamentos o fascículos que pueden ser ramificados dicotómicamente o tricotómicamente, o bien, variar en longitud y número de células (Coomans y Hommersand, 1990).

Verticilos

a) Diámetro de los verticilos. La dimensión de los verticilos ha sido considerado como atributo taxonómico importante por los especialistas para separar entre especies. El mayor diámetro registrado se cita para *Sirodotia tenuissima* con 191 a 628 μm (promedio 373 μm) y *S. suecica* con 229 a 662 μm (promedio 402 μm) de Norteamérica. El resto de las especies son inferiores a 500 μm (Skuja, 1931, 1934; Necchi *et al.*, 1993b). En las poblaciones de este estudio se caracterizaron dos grupos de acuerdo con este atributo: el primero formado por las poblaciones 1, 2 y 3 con 101.0 a 543.7 μm ($250.2 \pm 59.0 \mu\text{m}$) y el segundo por la población 4 con 396.0 a 646.0 μm ($375.2 \pm 131.6 \mu\text{m}$). A pesar de que ambos grupos traslaparon sus rangos, el límite superior se consideró de importancia taxonómica.

b) Forma de los verticilos. Los verticilos se describen en forma de barril, esféricos o truncado piramidal. Algunas especies como *S. acuminata*, *S. delicatula*, *S. fennica*, *S. gardneri* y *S. segawae* pueden presentar las formas en barril y esféricas en el mismo talo. Sólo se observa truncado piramidal en *S. aeteia* y *S. huillensis*. La forma de los verticilos es un carácter de gran peso taxonómico que se ha utilizado para delimitar y fusionar especies de *Sirodotia*, tal es el caso de *S. huillensis* y *S. aeteia* (Necchi *et al.*, 1993b). En las cuatro poblaciones de estudio apreciamos que la forma de los verticilos varió de esférica a truncado piramidal aún en el mismo talo de acuerdo a la altura de donde se observó. En la base fueron esféricos, muy apretados, y en las partes medias y apicales truncado piramidal. Por la variación en la forma de los verticilos en todas las poblaciones analizadas se consideró con poco valor taxonómico.

SIRODOTIA

Número de células pericentrales

El número es muy constante entre las especies de *Sirodotia* las cuales llegan a presentar 3 o 4 células por célula nodal. Nuestras poblaciones no son la excepción ya que la 1, 2, 3 y 4 presentaron 4 células pericentrales (sólo se aprecian en corte longitudinal del eje). Este carácter fue muy homogéneo en todas nuestras poblaciones por lo cual no se consideró de peso taxonómico.

Número de fascículos

El número de células por fascículo es muy variable y se sobrelapa considerablemente en numerosas especies (Necchi *et al.*, 1993b). Por ejemplo *S. huillensis* de 7 a 10 células y *S. ateleia* 6 a 10. El número de fascículos en nuestras poblaciones fueron de 5 a 10 células en las poblaciones 1, 2 y 3; y de 3 a 8 células en la población 4. Este carácter trasladó fuertemente el rango por lo cual no se consideró de peso taxonómico.

Reproducción sexual, asexual y estructuras sexuales

La multiplicación en *Sirodotia* se realiza por tres vías: a) de manera asexual por monosporas abundantes sobre fases "Chantransia"; b) por propágulos, gruesas células terminales en un filamento que se pueden liberar y germinar; y c) por vía sexual: los espermatangios, gametofitos masculinos se forman sobre ramas de verticilos. Cada espermatangio (hasta cuatro) se desarrollan sobre una célula en el ápice de los fascículos, generalmente son de menor tamaño y más pequeños que el resto de las células vegetativas. El capogonio porta en una extremidad una rama carpogonial, y un trocógino de forma variada según la especie. Después de la fecundación el cigoto se divide en cuatro células y forman el gonimoblasto, el cual está envuelto por filamentos cortos que le dan una apariencia hemisférica. Las células terminales de estas ramas sufren meiosis dando origen al carposporofito, el cual libera al final de cada rama una carpospora. Las carposporas al ser liberadas y germinar producen una fase "Chantransia" diploide, la cual por división meiótica origina nuevos gametofitos haploides. La mayoría de las especies son monoicas, aunque también se presentan dioicas con dimorfismo sexual (Bourrelly, 1970). En las poblaciones de la región central observamos las poblaciones 1 y 2 con

dimorfismo sexual, en ambos casos el talo azul fue el gametofito masculino y el verde el gametofito femenino. La población 3 no presentó tonalidades azulosas en el talo, aunque tampoco se observaron espermatangios. La población 4 también presentó tonalidades azulosas, sin embargo, se encontraron espermatangios y carpogonios en el mismo talo, de tal manera esta población es monoica. El dimorfismo sexual resultó un atributo taxonómico importante en la delimitación de las poblaciones.

Ubicación y dimensión de espermatangios

La forma y dimensión de los espermatangios se registran en todas las descripciones de *Sirodotia* (Starmach, 1977; Kumano, 1993; Necchi *et al.*, 1993b). La densidad de los espermatangios ha sido utilizado por Necchi *et al.* (1993b) para separar a *Sirodotia huillensis* de *S. tenuissima* y *S. suecica* en Norteamérica, la primera densamente y las dos últimas con espermatangios esparcidos. La forma de los espermatangios es esférica para todos los miembros de la clase Batrachospermales, por lo cual sólo se hace referencia al diámetro, el cual no presenta diferencias significativas entre todas las especies (Starmach, 1977, Necchi *et al.*, 1993b). Las poblaciones 1 y 2 de nuestro estudio presentaron espermatangios agrupados densamente en el ápice de células verticales (cientos por ramas). En la población 4 los espermatangios también se originaron en el ápice de células verticales, pero fueron escasos. Por ser un carácter constante se consideró con importancia taxonómica.

Carpogonio

a) Forma del carpogonio. La forma del carpogonio es de los atributos taxonómicos más importantes utilizados para separar géneros y especies de las Batrachospermales. La forma asimétrica del carpogonio indica que se trata de *Sirodotia*. Aún dentro de las formas asimétricas se registran distintas variaciones: con protuberancia basal, sin protuberancia basal, ramificado o no ramificado. En las poblaciones 1, 2 y 3 de Santa Anita observamos que la rama carpogonial se originó de células pericentrales y consiste de 1 a 3 células generalmente ramificadas. El carpogonio tuvo forma de campana asimétrica y se consideró importante en la valoración de caracteres.

SIRODOTIA

b) Largo del carpogonio. El rango del largo del carpogonio es muy parecido en casi todas las especies de 17.0 a 48.0 μm . Solamente en *Sirodotia ateleia* el rango supera los 65 μm , aunque sobrelapa fuertemente sus rangos. En las poblaciones de estudio los rangos del largo carpogonial son muy homogéneos de 17.7 a 46.5 μm ($31.8 \pm 4.7 \mu\text{m}$) por lo cual no se consideró importante en la delimitación taxonómica.

c) Diámetro del carpogonio. Al igual que el largo, el diámetro del carpogonio es muy parecido entre todas las especies de *Sirodotia* de 4.1 a 9.5 μm . En las cuatro poblaciones estudiadas el rango en el diámetro del carpogonio también fue muy parecido con 3.9 a 8.5 μm ($5.7 \pm 0.2 \mu\text{m}$) y no se consideró con valor taxonómico.

Forma del tricógino

La forma del tricógino ha sido utilizada para diferenciar a *S. delicatula* de *S. ateleia* (Skuja, 1931, 1938, Israelson, 1942, Kumano, 1993). El tricógino es cilíndrico alargado en *S. huillensis* y cónico alargado en *S. delicatula* (Necchi *et al.*, 1993b). En las cuatro poblaciones de nuestro estudio la forma del tricógino es cilíndrica alargada, con una pequeña protuberancia cerca de la base. Es un carácter constante en nuestras poblaciones que a pesar de que no se consideró importante en la delimitación de las poblaciones, en la identificación taxonómica tiene mucho valor.

Gonimoblasto

El gonimoblasto en *S. huillensis* se desarrolla inicialmente como una protuberancia en la parte basal del carpogonio, carácter solo registrado para esta especie (Necchi *et al.*, 1993b). En las poblaciones 1, 2 y 3 de la región central, el desarrollo del gonimoblasto es a partir de la protuberancia del carpogonio. En la población 4 no observamos el desarrollo del gonimoblasto. La forma del gonimoblasto fue un carácter de gran valor taxonómico en la delimitación de nuestras poblaciones.

Descripción ambiental

Los datos ambientales de las especies de *Sirodotia* han sido escasamente registrados. En Norteamérica se presentan los datos de dos especies con distribución templada a boreal: *S. suecica* en ríos de 10 a 18°C, velocidades de corriente moderada de 19 a 106 cm·s⁻¹, en aguas medianamente ácidas de 5.9 a 7.3 y bajo contenido de iones de 19 a 93 μs·cm⁻¹; y *S. tenuissima*, en aguas de 9 a 17°C, muy ácidas de 5.7 a 6.4; bajo velocidades de corriente lenta de 32 a 51 cm·s⁻¹, y baja conductividad con 19 a 99 μs·cm⁻¹. Necchi *et al.* (1993b) describen una población de *Sirodotia* en México en clima desértico en el occidente del país. Los datos ambientales que registraron fueron: temperatura de 17°C, pH de 7.6, conductividad 140 μs·cm⁻¹, profundidad 1.4 m y velocidad de corriente de 48 cm·s⁻¹. No obstante esta población quedó sin epíteto específico por no presentar estructuras reproductoras que permitieran su identificación.

Las condiciones ambientales registradas en este estudio se resumen en la tabla 22 y se observó lo siguiente: las poblaciones 1 y 2 de la localidad Santa Anita (colectadas por más de 10 años) y la población 3 de Tambaque se colectaron en ríos calcáreos (muy cercanos a manantiales) donde se generó una serie de rápidos con sustrato rocoso los cuales permitieron el desarrollo de una abundante comunidad epilítica. La temperatura registrada fue de 23 a 26°C; pH de 6.5 a 7; conductividad alta con 1,100 a 1,237 μs·cm⁻¹; intensidad luminosa media; velocidad de corriente media a alta; alta concentración de carbonato de calcio con 272 a 280 mg·l⁻¹; profundidad de 20 a 80 cm; creciendo asociadas a otras rodofitas, tales como *Thorea violacea*, *Compsopogon coeruleus* e *Hildenbrandia angolensis*. Dos de las poblaciones se colectaron en la época de secas en el mes de mayo y una en el mes de noviembre. Todas las poblaciones fueron abundantes en uno o varios microambientes de la localidad. La población 4 de Teotitlán se colectó en un arroyo somero y estrecho (1.75 m), con poca corriente y en lugares semiexpuestos; se presentó en el mes de mayo en lo que correspondió a la época de secas. A diferencia de las poblaciones del río Pánuco, la temperatura registrada es de 18°C y pH de 6. En esta localidad la población fue escasa en un microambiente del río. El clima en esta región fue frío a semicálido a diferencia de las poblaciones 1, 2 y 3 que fue cálido.

Distribución geográfica

Las especies del género *Sirodotia* tienen una distribución mundial amplia, se encuentran referidas a regiones con climas fríos o templados de Europa, Asia, África y América. *S. huillensis* esta citada para zonas cálidas de Asia (Starmach, 1977, Skuja, 1938a), África (Skuja, 1938; Starmach, 1977) y Norteamérica (Necchi *et al.*, 1993b). *S. sewagae* y *S. yutakae* en Asia (Necchi *et al.*, 1993b). *S. delicatula* en África y Sudamérica (Necchi *et al.*, 1993b). *S. tenuissima* y *S. suecica* en regiones frías y templadas de Europa (Skuja, 1931, 1934; Israelson, 1942) y Norteamérica (Necchi *et al.*, 1993b; Vis y Sheath, 1996).

En México se cuenta con el registros de dos especies: *S. tenuissima* (= *B. vagum*) presente en Hidalgo (Sánchez-Rodríguez, 1974) y Morelos y *Sirodotia* sp. sin ubicación precisa de la localidad (Necchi *et al.*, 1993b). En esta investigación se colectaron cuatro poblaciones distribuidas en tres localidades: dos de la cuenca baja del río Pánuco ubicadas entre los 21°41' y 21°58' LN y los 99°02' y 99°11' LO de 150 a 160 msnm y una en la cuenca alta del río Papaloapan entre los 18°10' LN y los 96°02' LO a 1,725 msnm (Tab. 23, Fig. 6).

Formas de expresión de las poblaciones de *Sirodotia*

Se revisaron 3 localidades con poblaciones de *Sirodotia* en la región central de México. En la localidad Santa Anita se revisaron dos poblaciones de distinta fecha en la misma época del año. En la primera comparación se registró que las poblaciones 1 y 2 compartieron caracteres cuantitativos y cualitativos tales como el color del talo; talos dioicos; forma de los verticilos; número de células en los fascículos; diámetro de espermatangios; diámetro y largo de carpogonio y forma del tricógino. Las medidas del diámetro de los verticilos son diferentes, sin embargo, el rango se traslapó fuertemente. Las condiciones ambientales de las tres poblaciones fueron semejantes. Con base en los datos taxonómicos y ambientales se consideró que las poblaciones 1 y 2 son parte de la misma. En el caso

de las poblaciones 3 y 4 se revisó una población de cada localidad.

En el segundo nivel de comparación se caracterizaron dos grupos: el primero, integrado por las poblaciones 1, 2 y 3 de la cuenca baja del río Pánuco, que compartieron dimensiones en la altura del talo menor a 5 cm; diámetro y forma truncada piramidal a ovoide de los verticilos; color azul y verde del talo; talos con dimorfismo sexual; diámetro de espermatangios; espermatangios abundantes en la parte apical de los verticilos; el gonimoblasto inicialmente se desarrolla como una protuberancia del carpogonio; y condiciones ambientales muy semejantes. El segundo grupo estuvo formado por la población 4, que difirió del primer grupo en la altura del talo; son talos monoicos; el desarrollo del gonimoblasto no generó una protuberancia inicial en la parte basal del carpogonio; y la temperatura del agua es completamente diferente. Entre ambos grupos se traslaparon fuertemente la forma de los verticilos, el número de células periaxiales, número de células en los fascículos y largo diámetro del carpogonio, sin embargo, ninguno de estos caracteres se consideró con valor taxonómico.

En la tercera aproximación las medidas de las poblaciones 1, 2 y 3 concuerdan con la descripción de *Sirodotia huillensis* en la altura del talo menor a 5 cm; diámetro y forma truncada piramidal a ovoide de los verticilos; color azul y verde del talo; con dimorfismo sexual; diámetro de los espermatangios; espermatangios abundantes en la parte apical de los verticilos y el gonimoblasto inicialmente se desarrolló como una protuberancia del carpogonio. Las condiciones ambientales también coincidieron con lo registrado para esta especie tales como: región cálida con altas temperaturas del agua, altos niveles de carbonato disuelto en el agua y alta conductividad (Vis y Sheath, 1996). Por el desarrollo del gonimoblasto la población 3 de Teotitlán correspondió a las descripciones que hace Necchi *et al.* (1993b) para *S. tenuissima*, Además, otros atributos que los asemeja fueron la forma truncada piramidal de los verticilos; la altura del talo, diámetro de los verticilos, largo y diámetro del carpogonio y condiciones ambientales parecidas. Un atributo que no se menciona para esta especie es la presencia de ramas carpogoniales ramificadas que pueden desarrollar varios carpogonios; esta característica sólo ha sido descrita para *Sirodotia sinica* (Jao 1941) aunque el resto de los atributos fueron completamente diferentes en ambas descripciones. A

continuación se presenta la clave, diagnóstico y lámina de las especies.

Clave para las especies de *Sirodotia*

1. Dioico, rama carpogonial hasta con 3 tricóginos 1. *S. huillensis*
 1. Monoico, rama carpogonial con 1 tricógino 2. *S. tenuissima*

1. *Sirodotia huillensis* (Welwitsch ex W. et G.S. West) Skuja, *Arch. Protistenk.* 74: 304, 1931
 (Lámina VI, figuras a-f)

Basionimo: *Batrachospermum huillensis* Welwitsch ex W. et G.S. West, *J. Bot.* 35: 3, 1897.-
 TIPO: ANGOLA, Huilla, Lopollo, *F.M.J. Welwitsch 1680* (LISU).

Sinónimo: *Sirodotia ateleia* Skuja, *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 15: 617, 1938.- HOLÓTIPO:
 INDONESIA, Java, 20.XII.1928 (UPS).

Talos en forma de tufos de 1-5 cm de altura, dióicos, de color verde y azul oscuro, mucilaginosos, densamente ramificados. Verticilos esféricos o truncado piramidal 99.1-543.7 μm de diámetro, claramente separados; en las partes más jóvenes, truncado piramidal, en la parte media cilíndricos y completamente fusionados en la región basal. Fascículos primarios ramificados dicotómicamente, menos frecuente tricotómicamente, originados en las células periaxiales, 5-10 artículos celulares por fascículo. Rama carpogonial comunmente ramificada, de 1-3 células, originada de las mismas células periaxiales en donde se desarrollan los fascículos primarios. Carpogonio en forma de campana casi simétrico. Ramas carpogoniales hasta con 3 carpogonios. Tricógino cilíndrico o lanceolado, frecuentemente con una protuberancia cerca del ápice. Espermatangios esféricos numerosos (cientos por rama) desarrollándose en los ápices de los fascículos primarios y secundarios de los talos masculinos. Longitud del carpogonio 17.7-51.0 μm (incluido el tricógino), 4.4-8.5 μm de diámetro. Diámetro de espermatangios 3.7-5.5 μm . Carposporofito esférico, 2-3 carposporas por rama. Fase "Chantransia": Domos de 1 mm de altura, color verde brillante. Ejes y ramas no diferenciadas, poco ramificado, célula apical redondeada o aguzada, rizoides pseudoparenquimatosos. Células del eje 4.21-9.32 μm de diámetro, 3.99-19.98 μm de largo. Cloroplasto parietal, monosporas poco frecuentes, ovales, 7.54-11.32 μm de diámetro, 11.1-15.98 μm de largo.

Caracteres diagnósticos. Talos dióicos, rama carpogonial hasta con tres carpogonios; creció en ríos calcáreos con temperatura del agua superior a 23°C y alta conductividad.

Hábitat. Crece en ríos calcáreos (cercanos a manantiales) en zonas de rápidos, epiliticos. T: 23-26°C, pH: 6.8-7.5, IL: media (7,500 lx), VC: media-alta (35-85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 1,100-1,237 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 370 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 220 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 40-80 cm, EA= *Hildenbrandia angolensis*, *Thorea violacea*, *Compsopogon coeruleus*, *Vaucheria* sp., ES: perenne.

Distribución mundial. Regiones tropicales de América y Africa.

Distribución en México. En la literatura: primer registro en el país. Especímenes examinados (fig. 6): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Aquismón, Santa Anita, 2.V.85, G. Montejano PA2462 (FCME), 30.V.94, J. Carmona PA3518 (FCME), Tambaque, 20.II.92, G. Montejano & J. Carmona PA3356 (FCME).

2. *Sirodotia tenuissima* (Collins) Skuja ex Flint, 1950

(Lámina VI, figuras g-i)

Basionimo: *Batrachospermum vagum* (Roth) C. Agardh var. *flagelliforme* Sirodot f. *tenuissima* Collins, *Phyc. Bor. Amer.*: 990, 1895.- ISOTIPO: USA, Hamilton Co., Adirondack Mountains, new Lake Pisco, New York, 24.VIII.1895, UC94108 (UC).

Talos en forma de tufos, monóicos de 3 a 12 cm de largo, de color azul verde muy oscuro, abundantemente ramificados. Verticilos esféricos 155.0-646.0 μm de diámetro, bien separados. Fascículos de verticilos de 3 a 8 células piriformes. Carpogonios nacen comúnmente en la zona axilar de los verticilos y se originan en las células corticales del internodo; rama carpogonial de 3-4 células. Carpogonio cónico con un característico abultamiento lateral en la base; tricógino cilíndrico a veces pedicelado. Carpogonio 28.5-37.5 μm de largo (incluido el tricógino), 3.9-8.5 μm de diámetro. Espermatangios esféricos, próximos a los carpogonios y se originan sobre células verticilares, 2.3-6.6 μm de diámetro. No se distinguió la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Talos monóicos, carpogonio con un abultamiento lateral en la base; creció bajo temperatura del agua de 18°C.

Hábitat. Crece en un arroyo somero, en un recodo del río; epilítica; T: 18°C, pH: 6, IL: media, VC: lenta (35-85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), EA: musgo, ES: sólo se cuenta con una colecta.

Distribución mundial. Regiones templadas y frías de América del norte.

Distribución en México. En la literatura: HIDALGO, 5 km al W de Zimapán, 3.XI.68, Cruz Cisneros 1821a (ENCB). (Sánchez-Rodríguez, 1974). ESTADO DE MÉXICO: Tepozotlán, IV, C. Jiménez, s/n (Sánchez-Rodríguez, 1974), MORELOS, Cuautla (Sámano-Bishop y Sokoloff, 1931). Especímenes examinados (fig. 6): OAXACA, Teotitlán del Camino, 1.V.82, R. Tavera PAP335 (FCME).

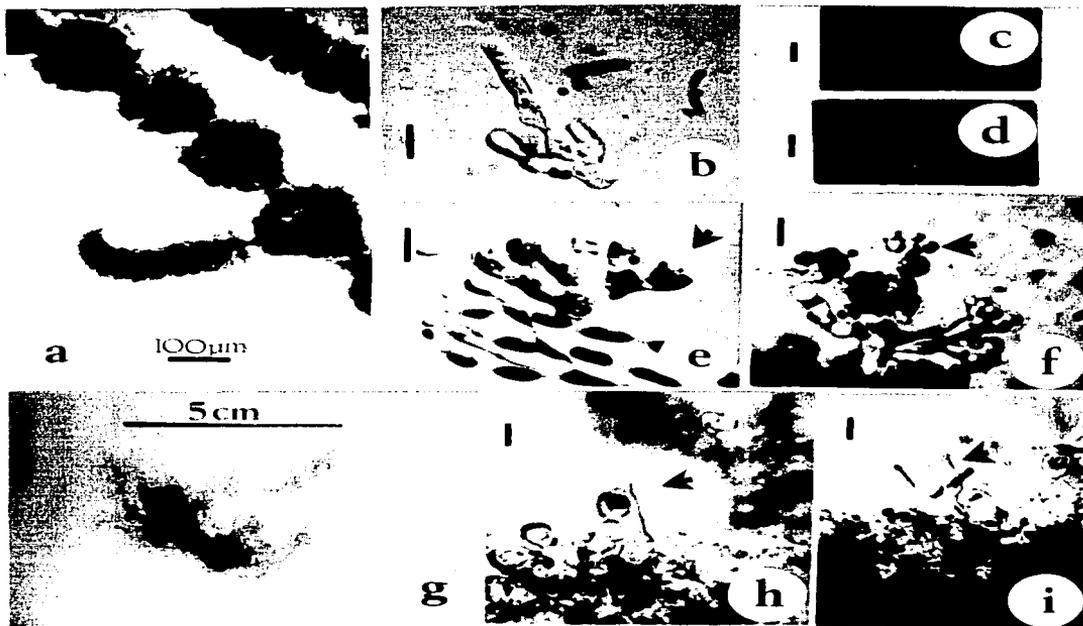


LÁMINA VI. - *Strodota hullensis*: a-f. *S. tenuissima*: g-i. a) Verticilos truncados piramidales, b y c) tricógino asimétrico, d) rama carpogonial ramificada, e) carposporas señaladas por la flecha, f) espermatangios señalados por la flecha, g) hábito, h e i) tricóginos lanceolados señalados por las flechas. Escala de la barra 10 μ m.

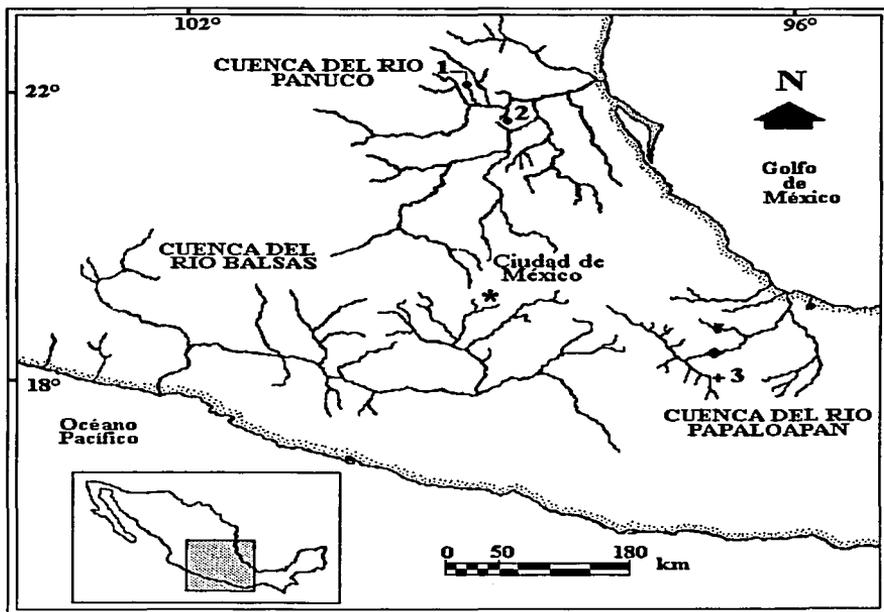


Figura 6. Ubicación de *Sirodotia hullensis* (●) y *S. tenuissima* (+). 1. Santa Anita. 2. Tambaque. 3. Teotitlán del Camino.

6. *THOREA* Bory, 1808

Análisis nomenclatural

El género *Thorea* se ubica en el orden Batrachospermales, familia Thoreaceae, y se distingue por el tipo de vida *Lemanea*, distribución exclusivamente dulceacuática, la presencia de dos capas alargadas en la conexión primaria (Pueschel y Cole, 1982, Garbary y Gabrielson, 1990) y por la presencia de un eje multiaxial ramificado sin verticilos (Bourrelly, 1970; Starmach, 1977). La familia Thoreaceae; incluye dos géneros, *Thorea* con 15 especies descritas y *Nemalionopsis*, con dos especies descritas; ambos exclusivos de agua dulce (Hommersand y Fredericq, 1990, Garbary y Gabrielson, 1990). Las diferencias entre ambos géneros son: *Thorea*, presenta monosporangios en la base de filamentos asimiladores; y *Nemalionopsis* forma monosporangios en el ápice de los filamentos asimiladores los cuales están enbebidos en una matriz gelatinosa (Sheath *et al.*, 1993). Hasta 1982 se consideró a *Thorea* dentro del orden Nemaliales (=Nemalionales), con base en la ausencia de células auxiliares en el carpogonio (Kylin, 1956; Bourrelly, 1970, Dixon, 1973; Gabrielson y Garbary, 1987). Sin embargo, se ha demostrado que las Batrachospermales comprenden una línea independiente donde el sistema auxiliar es poco especializado (Pueschel y Cole, 1982; Garbary y Gabrielson, 1990).

En 1808 Bory de Saint Vincent cita por primera vez el género *Thorea* y aparentemente la especie tipo *T. ramosissima* (Bourrelly, 1970). Sin embargo, en 1799 Thore ya había citado la especie *Conferva hispida* la cual presenta los mismos caracteres citados por Bory. El mismo Bory en 1804 cita dos variedades utilizando este nombre: *C. flexuosa* y *C. flexuosa* var. *borbonica*. Al separar el género *Conferva*, lo indicado sería reconocer el epíteto específico *T. hispida*, a pesar de ésto, Bory no lo hace de esta manera. Por muchos años se consideró a *T. ramosissima* como la especie tipo, sin embargo, Desvaux en 1818, reconoce el error ilegitimizándolo el nombre de Bory y acepta a *T. hispida* como especie tipo (Sheath *et al.*, 1993). Hasta el momento se han descrito 16 especies de *Thorea*, aunque Sheath *et al.*, (1993) concluyen que a partir del análisis de caracteres que existen cuatro especies, y el resto son sinónimos nomenclaturales.

THOREA

Análisis taxonómico

Se revisaron todos los caracteres morfológicos y morfométricos utilizados para identificar especies del género *Thorea*: Zanardini, 1872; Wolle, 1887; Kützing, 1857; West y Fritsch, 1927; Swale, 1962a; Bischoff, 1965; Starmach, 1977; Bourrelly, 1970; Seto, 1977; Hinton y Maulood, 1980; Entwisle y Kraft, 1984; Necchi, 1987, 1989; Yoshizaki, 1986; Sheath *et al.*, 1993) (Tab. 24). Los caracteres diferenciales de nuestras poblaciones se presentan en la tabla 25.

Forma de crecimiento

Lo que se aprecia a simple vista en el campo es la fase gametofítica que se desarrolla en forma de talos cilíndricos filamentosos indeterminados con crecimiento simpodial (Swale, 1962a, Coomans y Hommersand, 1990). El talo consiste de una porción central (médula) con filamentos fuertemente entrelazados que forman un pseudoparénquima, desde aquí nace un *tomentum* constituido de filamentos asimiladores pigmentados con crecimiento limitado. La proporción de los componentes varía en ramas y tamaños, aunque básicamente consiste de tres regiones: 1) filamentos asimiladores, filamentos pigmentados ramificados o no, varían en diámetro y largo que consisten de 20 a 30 células, en pequeñas ramas portan monosporas. En detalle son parecidas al estado "Chantransia". 2) corteza, los filamentos crecen longitudinalmente y transversalmente con pariencia de hifas, compuesto de células extremadamente elongadas y decoloradas. 3) médula, consiste de una densa masa de filamentos que no muestran ninguna dirección ni orientación, todos los filamentos son hifas (Swale, 1962a). El ápice del talo tienen crecimiento simpodial; cerca de la base el eje aumenta en diámetro y a pocos milímetros los filamentos asimiladores normales son reemplazados por filamentos amplios con gran pared celular, los cuales tienen contacto con el sustrato. Las poblaciones de este estudio fueron talos cilíndricos del mismo modo que lo describe la literatura. Este atributo se consideró de poco peso taxonómico ya que todas las poblaciones presentaron la misma forma de crecimiento.

Color del talo

El color ha sido registrado por las autoridades como: pardo, negro (Swale, 1962a), púrpura-café, café-negro (Wolle, 1887, West y Fritsch, 1927), púrpura (Zanardini, 1872; Wolle, 1887; Bischoff, 1965), rojo-pardo (Hinton y Maulood, 1980), y aunque no se menciona si es dentro o fuera

del agua, es indistinto, ya que mantienen su color. El color en todas nuestras poblaciones fue café a negro, desde las colectadas en la superficie del agua hasta las de 2 m de profundidad. Se apreció que se decoloraron por la exposición directa al sol o por el preservador, adquiriendo tonalidades verdosas. Por la enorme homogeneidad del color se consideró con poco valor para diferenciar entre nuestras poblaciones.

Altura del talo

Los crecimientos pueden ser de 20, 40, 50, 70 ó 150 cm en *Thorea hispida* (= *T. andina* Laherheim y Möbius, 1891 y *T. violacea* (= *T. brodensis* Klas, 1935; = *T. ramosissima*, Bory, 1808), hasta alcanzar 2 m de largo en *T. violacea* (= *T. riekei*, Bischoff, 1965). No todas las descripciones mencionan la altura del talo ya que los especialistas no lo consideran un carácter de peso taxonómico. Entre nuestras poblaciones la altura fue muy variable por lo que se consideró de poco valor taxonómico. La menor dimensión registrada se presentó en las poblaciones 2, 13 y 20 con 0.5 a 7 cm. El mayor registro se midió en la población 12 con 11 a 80 cm (30.42 ± 22.2 cm). La mayoría de las poblaciones osciló en los 10.51 ± 7.48 cm.

Ramificación

El eje principal puede presentar ramas de primer y segundo orden, las cuales son abundantes en *T. hispida* (= *T. ramosissima*, = *T. okadai*) y *T. violacea* (= *T. bachmannii*). Recientemente Sheath *et al.*, (1993) proponen que el número de ramas en un intervalo de 30 mm es un carácter taxonómico importante para separar entre especies de Norteamérica, en especial *T. violacea* (menos de 9) y *T. hispida* (superior a 11). La mayoría de las poblaciones de *Thorea* en la región central presentaron ramas entre sus individuos; la población que menos ramas presentó fue la 8 con 0 a 1 (0.28 ± 0.45); la mayor las poblaciones 4 y 18 con más de 36 ramas, y la 7, 12, 19 y 26 hasta 16 ramas por 30 mm. El número de ramas en 30 mm se presentó muy variable entre los individuos de varias poblaciones colectadas en la misma o distinta fecha, tales como: 1, 6, 7, 12, 14, 18, 19, 21, 24 y 26, en las que el rango superó las 9 ramas. A pesar de que es considerado de gran peso taxonómico para separar entre *T. clavata* de *T. hispida* (Sheath *et al.*, 1993) en nuestro estudio resultó muy variable y por lo tanto de poco valor taxonómico.

THOREA

Diámetro del talo y médula

Las dimensiones del talo se consideran de poco peso taxonómico en la separación entre especies. Incluyen el diámetro del talo y de la médula. El diámetro del talo traslapa rangos entre muchas especies, y aún entre distintas poblaciones de la misma especie, como es el caso de *Thorea hispida* de Ecuador (= *T. andina*) con 578 a 838 μm y *T. hispida* de Norteamérica de 513 a 1,600 μm . El diámetro de la médula también es variable aún dentro de las mismas poblaciones, aunque Sheath *et al.* (1993) la utilizan para separar entre *T. violacea* con 126 a 304 μm y *T. hispida* de 88 a 611 μm . La menor dimensión de diámetro del talo registrada en nuestro material correspondió a la población 8 con 217.5 a 350 μm ($294.23 \pm 71.72 \mu\text{m}$); la mayor dimensión se observó en la 18, 21 y 26 que rebazan los 1,000 μm . La mayoría de las poblaciones osciló alrededor de los $648.54 \pm 158.71 \mu\text{m}$. Este carácter se consideró de valor taxonómico con ciertas reservas, ya que separó a la población con talla más grande. El diámetro de la médula más pequeño fue medido en la población 22 con 103.48 a 289.41 μm ($159.43 \pm 37.07 \mu\text{m}$); el más grande se registró en la población 26 con 140.3 a 589.3 μm ($345.4 \pm 132.1 \mu\text{m}$). El resto de las poblaciones se registraron alrededor de los $261.35 \pm 35.4 \mu\text{m}$. El diámetro de la médula se consideró constante entre todas las poblaciones excepto la población 26, por lo cual se consideró con valor taxonómico.

Filamentos asimiladores

Los filamentos asimiladores están compuestos de 20 a 30 células cilíndricas (Necchi, 1987); cada célula con cromatóforos discoidales o laminados, siempre parietales (West y Fritsch, 1927, Bischoff, 1965, Bourrelly, 1970). Pueden presentar dos o tres ramas por filamento, o bien no ramificarse; este carácter ha sido utilizado para separar a *T. clavata* de *T. zollingeri*. Las dimensiones del filamento se tomaron desde la médula hasta el ápice y su proporción del diámetro superior/inferior han sido empleados como caracteres de peso taxonómico ya que explica la forma de estos (clavados, cilíndricos o aguzados, Sheath *et al.*, 1993).

a) Largo de filamentos. En las poblaciones de la región central el menor largo de los filamentos asimiladores se registró en las poblaciones 8 y 9 menores a 200 μm . La mayor en presentó en la 21 y 26 con promedios mayores a 400 μm de largo. El resto de las poblaciones estuvo entre los $245.74 \pm 82.7 \mu\text{m}$. A este atributo se le confirió poco peso taxonómico por su variación aún dentro de una población.

b) Proporción. El promedio de la proporción diámetro superior/inferior de cada población no rebasa los 98 μm . La menor dimensión registrada se encontró en la población 19 con 0.42 a 0.94 μm ($0.67 \pm 0.12 \mu\text{m}$); la mayor registrada fue la 10 con 0.68 a 1.77 μm ($0.96 \pm 0.22 \mu\text{m}$). El promedio total de todas las poblaciones está en los $0.87 \pm 0.06 \mu\text{m}$. La constancia de este atributo fue de gran peso taxonómico, ya que separó nuestras poblaciones de *Thorea clavata* y *T. zollingeri*, dejando la opción a *T. violacea* o *T. hispida* (Sheath *et al.*, 1993).

c) Dimensiones celulares. La dimensión celular entre cada población fue muy homogénea. El promedio total del diámetro celular en todas las poblaciones está en $4.38 \pm 0.53 \mu\text{m}$, y el promedio total del largo celular en $10.73 \pm 1.82 \mu\text{m}$. Se consideró como carácter de poco peso taxonómico.

Reproducción sexual, asexual y estructuras sexuales

Hasta 1986 no se había descrito reproducción sexual en *Thorea*, quizá por la dificultad para apreciar y encontrar las estructuras. Pueden ser monoicas como *T. violacea* (= *T. okadae*, Yoshizaki, 1986) o dioicas como *T. violacea* (= *T. bachmannii*, Pujals, 1967). En las plantas monoicas los espermacios son esféricos; el carpogonio se desarrolla abundantemente en partes jóvenes del talo, laterales o terminales y está compuesta de una sola célula, cada una con un tricógino cilíndrico de hasta 350 μm de largo. Después de la fertilización el tricógino se corta por la base, el carpogonio fertilizado produce una protuberancia en el sitio de la médula y se divide produciendo el filamento gonimoblástico que se desarrolla debajo de la médula, el cual corre paralelo a la superficie del talo; penetra entre los filamentos asimiladores y forma un carposporofito difuso. El carposporangio es ovoide y se forma en ramas del filamento gonimoblástico. En las plantas dioicas el talo masculino se distingue porque es claramente más delgado, presenta espermatangios en pares terminales y subterminales en cortas ramas cerca de la base de filamentos asimiladores, el carpogonio es cónico, con ramas carpogoniales de una a dos células cilíndricas que nacen lateralmente en cortas ramas vegetativas y el tricógino es elongado, filiforme de hasta 300 μm de largo. En la fertilización uno o varios espermacios se adhiere en la parte distal del tricóginos. El carpogonio fertilizado desarrolla un filamento gonimoblástico con arreglo simple, sin envoltura y raramente ramificado. El carposporangio nace simple o en pares, terminales o subterminales con contenido celular denso y fuertemente coloreado. En ninguna de las poblaciones de *Thorea* en la región central de México se observaron estructuras que indicaran reproducción sexual.

THOREA

La multiplicación se realiza a través de monosporas o fragmentación del talo; las monosporas se presentan en la parte basal de los filamentos asimiladores, solitarios o en grupos de dos a seis (Swale, 1962a; Bischoff, 1965; Starmach, 1977; Hinton y Maulood, 1980; Guiry, 1990; Sheath *et al.*, 1993). La forma de las monosporas puede variar de esféricas a piriformes dependiendo de su madurez (Bischoff, 1965). Las monosporas pueden germinar inmersas en la matriz gelatinosa que recubre al talo. Además se ha observado regeneración continua de monosporas (Bischoff, 1965). En cultivos de *Thorea violacea* (= *T. riekei*) se registra que la germinación de monosporas resulta en dos células cilíndricas de 20 μm de largo, éstas producen un filamento que crece a lo largo del sustrato del cual parten ramas erectas que desarrollan una fase "Chantransia". Los filamentos se extienden en todas direcciones y presentan monosporas, que al germinar desarrollan una nueva fase "Chantransia". Los tufos en su región superior se alargan sufren meiosis somética y toman la apariencia del talo adulto. Estos tufos no alcanzan mas de 25 mm de altura en condiciones de laboratorio (Bischoff, 1965). Se desconoce cualquier tipo de tetrasporas (West y Hommersand, 1981).

Monosporas

Las dimensiones del diámetro y largo de monosporas, así como el número de monosporas por rama y el largo de las ramas monosporangiales son empleados como caracteres taxonómicos. En *T. clavata* y *T. zollingeri* el número de monosporas por rama ha sido el criterio utilizado para separarlas (Sheath *et al.*, 1993).

a) Diámetro y largo de monosporas. Las dimensiones de las monosporas son muy parecidas entre cada población de nuestro estudio, por lo cual se consideraron de poco valor taxonómico. El promedio total del diámetro de monosporas fue de $9.61 \pm 1.12 \mu\text{m}$; el promedio total del largo celular osciló en los $15.92 \pm 2.15 \mu\text{m}$.

b) Ramas monosporangiales. El largo de las ramas monosporangiales fue muy constante, a excepción de la población 26 con 32.2 a 87 μm ($62.9 \pm 15.6 \mu\text{m}$); el promedio del resto fue de $35.32 \pm 5.41 \mu\text{m}$. Generalmente cada rama portó una a tres monosporas, solamente la población 15 tuvo una monospora por rama. Ambos atributos se consideraron de valor taxonómico.

Descripción ambiental

Tanto *Thorea violacea* como *T. hispida* en Norteamérica se localizan en una amplia gama de ríos; con tendencia a encontrarlas en aguas con temperatura de 15 a 24°C ($21 \pm 6^\circ\text{C}$), valores altos de pH 7.5 a 8.3 (7.9 ± 0.4) y conductividad 180 a 500 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($223 \pm 26 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); velocidad de corriente de lenta a muy alta (9 a 99 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, promedio 30 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) (Sheath *et al.*, 1993b). Tanto *T. violacea* (= *T. bachmannii*) como *T. hispida* (= *T. ramosissima*) se han colectado en Brasil e Irak en aguas duras, con altos valores de temperatura, pH y conductividad (Necchi, 1989, Hinton y Maulood, 1980). En Inglaterra *T. hispida* (= *T. ramosissima*) se mantiene a lo largo del año, con mayor abundancia en primavera e inicio del verano (Swale, 1962a). En México contamos con la referencia de tres crecimientos de *T. violacea* (Nuevo León) y *T. hispida* (no se menciona localidad, Sheath *et al.*, 1993); en temperatura de 15 a 18°C, pH 7.5 a 7.8, conductividad 200 a 400 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, y profundidad de 45 a 100 cm.

Las condiciones ambientales que se registraron en esta investigación se presentan en la tabla 26, en la que se observó que se ha colectado por más de 14 años. Los ambientes que ocuparon fueron ríos, manantiales y cascadas, sobre cantos rodados, zona de deslizamiento de las rocas en "costillas" de carbonato de calcio, o paredes verticales de rocas sumergidas, siempre en relación a temperatura superior a 22°C y hasta 28°C ($24.96 \pm 1.46^\circ\text{C}$); pH de 7 a 8 (7.38 ± 0.32); velocidad de corriente de lenta hasta alta (20 a 103 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$; $45 \pm 25 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$); intensidad luminosa de baja a alta (7,534 a 91,494 lx; $15,699.76 \pm 14,658.67 \text{ lx}$); conductividad de 815 a 2,520 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ ($1,385.11 \pm 459.12 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); profundidad de 2 a 50 cm ($28.86 \pm 14.46 \text{ cm}$); en su gran mayoría epilíticas, o bien, epizoicas y epifítica; en aguas muy duras, con grandes cantidades de carbonato de calcio disuelto ($336 \text{ a } 472 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ $419.33 \pm 59.6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Aunque se contó con suficiente información ambiental para la población 26 se colectó en la desembocadura del río Balsas sin la influencia directa de agua marina. Comúnmente *Thorea* formó asociaciones con otras algas rojas como *Batrachospermum globosporum* e *Hildenbrandia angolensis* (poblaciones 2, 4, 5, 7, 14, 18, 23 y 24); con *Sirodotia huillensis* e *H. angolensis* (poblaciones 16 y 17); y esporádicamente creció junto a *Compsopogon coeruleum* y *Audouinella eugenea*. O bien, a otras algas como *Hyella fontana* (poblaciones 8 y 20), *Cladophora* sp. (poblaciones 1, 2, 6, 7, 12, 25, y 26). Veintidos poblaciones se colectaron en la época de secas en los meses de

THOREA

febrero, marzo, mayo y una se colectó en el mes de noviembre. Las poblaciones con mayor abundancia fueron 1, 2 y 4 del nacimiento El Salto y 10 y 11 del río Tamasopo; la que menor abundancia fueron la 6 de Micos, 14 del río Gallinas, 16 de Santa Anita y 22 del manantial Coy.

Distribución geográfica

El género *Thorea* presenta amplia distribución en el mundo, aunque es más frecuente encontrarla en regiones con climas cálidos y semicálidos (Sheath y Hambrook, 1990). En Norteamérica las poblaciones de *Thorea* están escasamente representadas y aisladas, generalmente confinadas a la planicie costera entre los 12° a 35°LN. *T. violacea* se distribuye en Europa (Starmach, 1977), Asia (Seto, 1977; Entwisle y Kraft, 1984; Yoshizaki, 1986; Sheath *et al.*, 1993) y norte, centro y sur de América (Wolle, 1887; Bischoff, 1965; Necchi, 1987, 1989; Sheath *et al.*, 1993). *T. hispida* se ha citado para Europa (Swale, 1962a; Starmach, 1977; Sheath *et al.*, 1993), Asia (Hinton y Maulood, 1980) y centro y sur de América (Sheath *et al.*, 1993). *T. zollingeri* en Asia y *T. clavata* en África (Sheath *et al.*, 1993).

En México se han descrito dos especies: *T. violacea* colectada en Nuevo León (Barkley 1944 en Sheath *et al.*, 1993), San Luis Potosí (Carmona y Montejano, 1993) y una localidad del río Pánuco (Sheath *et al.*, 1993) y *T. hispida* en la cuenca del ríos Balsas, en las que no se menciona su ubicación (Sheath *et al.*, 1993). Las poblaciones de este trabajo se colectaron en dos cuencas: la porción baja del río Pánuco entre los 21°14'LN a 22°34'LN y los 98°53'LO a 99°26'LO, en un intervalo de altitud que fue de 60 a 500 msnm y la porción baja del río Balsas a los 17°57'LN y 102°08'LO a 10 msnm (Tab. 27, Fig. 7).

Formas de expresión de las poblaciones de *Thorea*

Se revisaron un total de 14 localidades con poblaciones de *Thorea* en la región central de México. En nueve de estas se observaron dos o más poblaciones de la misma o distinta época del año. En el primer nivel de comparación se registró lo siguiente. En el nacimiento El Salto se colectaron 4 poblaciones, compartieron todas las dimensiones del talo y celulares, sin embargo, el número de ramas

fue muy variable aún dentro de la misma población como sucedió en la 1 y 4. Las condiciones ambientales bajo las cuales se colectaron son similares (ambiente, microambiente, temperatura, pH, iluminación, conductividad, alcalinidad y profundidad). Por la constancia en atributos morfológicos y morfométricos se consideraron como parte de una misma población. En Micos se colectaron las poblaciones 5, 6 y 7. Las tres presentaron atributos, dimensiones y promedios muy parecidos, excepto en la altura del talo y el número de ramas. En el caso de las dos últimas hubo más de 13 ramas. Se consideró que las tres poblaciones son parte de la misma y que las diferencias en dimensiones son variaciones fenéticas. En el manantial Puente de Dios se observaron dos poblaciones, 8 y 9. Entre estas poblaciones se encontró variación en el número de ramas, aunque el promedio no superó las 5 ramas en 30mm. En ambos casos se encontraron bajo condiciones ambientales muy parecidas y se consideran como parte de la misma población en distinto tiempo. En el río Tamasopo se colectaron las poblaciones 10 y 11. Son las poblaciones con mayor altura del talo. Compartieron la mayoría de los caracteres, sin embargo, el diámetro del talo y el largo de los filamentos asimiladores varió de una colecta a otra. Las dos poblaciones se colectaron epilíticas, en zona de rápidos, con pH, velocidad de corriente, intensidad luminosa y profundidad muy parecidas. Aunque pertenecen a dos épocas del año, se consideraron como parte de la misma población. El río Gallinas presentó dos poblaciones 14 y 15, sobrelaparon todos los rangos morfológicos y gradientes ambientales, aunque la primera, el número de ramas en el filamento fue más abundante. Se consideraron como parte de la misma población colectadas en distinta fecha. En el río Santa Anita se colectaron dos poblaciones, 16 y 17. Las dimensiones, promedios y desviación estándar son muy parecidos en todos los atributos. También compartieron condiciones ambientales, tales como: epilíticas, en zona de rápidos, con temperatura, pH, intensidad luminosa, profundidad y especies asociadas muy parecidas. Las dos correspondieron a la misma época del año y se consideraron como parte de la misma población. En el río Tanchachín se revisaron dos poblaciones, 18 y 19. En estas poblaciones el promedio del número de ramas por 30 mm superó las 14. Además, compartieron rangos de diámetro del talo, largo de filamentos asimiladores, dimensión de células asimiladoras, diámetro y largo de monosporangios, largo ramas monosporangiales y número de monosporas por rama. Entre las dos hubo diferencias en la altura del talo y diámetro de la médula, aunque fueron muy variables aún dentro de una misma población. Las condiciones ambientales bajo las cuales se colectó cada población fueron muy parecidas. Las dos se consideraron parte de una misma. Del manantial Coy se revisaron las poblaciones 21 y 22. Compartieron todos los

THOREA

atributos taxonómicos, además de algunos gradientes ambientales tales como: microambiente, temperatura, pH y conductividad. Se apreciaron diferencias notables en la velocidad de corriente e iluminación, no obstante se consideraron como parte de la misma población en distintos momentos. En el río Tambaque se registraron las poblaciones 24 y 25, muy parecidas en todos los caracteres taxonómicos (excepto la altura del talo que el atribuímos poco valor taxonómico) y gradientes ambientales. Por el gran parecido, se señalaron como parte de la misma población en distinto espacio y tiempo. En las localidades cascada Tamasopo, manantial Agua Buena, Choy, La Garita y río San Francisco se revisó una colecta con una sola población.

En el segundo nivel de comparación se caracterizaron dos grupos de poblaciones: el primero integrado por la población 26 del río San Francisco, la cual varió significativamente en el diámetro del talo, de la médula, largo de ramas monosporangiales y sobre todo la presencia de abundante ramificación en filamentos asimiladores. El segundo comprendió el resto de las poblaciones que presentaron similitud en el diámetro de la planta y de la médula, ausencia de ramas en los filamentos asimiladores. Ambos grupos compartieron algunos atributos morfológicos (altura del talo, largo filamentos asimiladores, diámetro y largo de células asimiladoras, diámetro y largo de monosporas) y morfológicos (forma de filamentos asimiladores). La mayoría de las poblaciones se colectaron epilíticas en localidades con diversos ambientes y microambientes, pero siempre en relación con altos valores de pH 7 a 8, temperatura de 22 a 28 °C, conductividad de 815 a 2,520 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y carbonato de calcio disuelto en el agua de 336 a 472 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$.

A partir de la revisión y valoración de los caracteres diferenciales en el tercer nivel de confrontación se registraron un conjunto de atributos que resultaron constantes y permitieron dividir en dos grupos a nuestras poblaciones: el diámetro del talo, la presencia o ausencia de ramificación en los filamentos asimiladores y el largo de las ramas que portan las monosporas. Otro conjunto de atributos fueron muy variables en la misma población o muy parecidos entre todas las poblaciones, tales como: el número de ramas en 30 mm; dimensiones celulares y monosporangios. Al comparar los rangos taxonómicos propuestos para diferenciar entre especies de *Thorea* (Sheath *et al.*, 1993), se percibió que la proporción superior/inferior de filamentos asimiladores menor a 1.7 μm en nuestras poblaciones dejó la opción a dos especies: *Thorea violacea* y *T. hispida*. El primer conjunto de

poblaciones que se definieron como *Thorea violacea* compartieron la gran mayoría de los atributos morfométricos, morfológicos y gradientes ambientales descritos para esta especie. Aunque en la literatura no se menciona el nivel donde fueron contadas las ramas en 30 mm, percibimos que los talos abundantemente ramificados fueron pequeños (menores a 5 cm), siempre con las ramas dispuestas en la base del filamento; ambos talos crecieron bajo los mismos gradientes ambientales (en ocasiones en el mismo punto). A pesar de que el número de ramas se sobrelaparon fuertemente con el segundo conjunto definido como *T. hispida*, se registró que el diámetro del talo, la presencia de ramificación en los filamentos asimiladores y el largo de las ramas monosporangiales separaron nuestras poblaciones. Cabe mencionar que el largo de la rama monosporangial superó el doble a lo descrito para la especie y el género. Este atributo se ha registrado para especies de *Nemalionopsis*, sin embargo, en nuestra población las ramas nunca llegaron al nivel de los filamentos asimiladores y el resto de dimensiones y morfología corresponden a *Thorea*. Todas las poblaciones de *T. violacea* ocuparon ambientes y microambientes muy diversos en cuanto a intensidad luminosa y velocidad de corriente, pero siempre asociadas a una constante remoción del agua, temperatura del agua superior a 22°C, valores superiores a 815 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ de conductividad y niveles altos de alcalinidad. En el caso de *T. hispida* no contamos con suficiente información ambiental, aunque sabemos que se colectó en la desembocadura del río Balsas. A continuación se presenta la clave, diagnóstico y lámina de las especies.

Clave para las especies de *Thorea*

1. Filamentos asimiladores ramificados 1. *T. hispida*
 1. Filamentos asimiladores no ramificados 2. *T. violacea*

1. *Thorea hispida* (Thore) Desvaux, 1818: 16,
 emed. Sheath, Vis y Cole, *Eur. J. Phycol* 28: 238, 1993
 (Lámina VII, figuras b y f)

Basiónimo: *Conferva hispida* Thore, 398, 1799.- LECTÓTIPO: NORTEAMÉRICA, P Herbiere d'Antoine Laurent de Jussieu, 375-D, (Isotipo: L'Adour Rivière at Dax, 1801, *Thore* [BM]).

Sinónimo homotípico: *Conferva flexuosa* Bory de St. Vincent, 336, 1804 *nom. illeg.*-

Thorea ramosissima Bory de St. Vincent, 128, 1808 *nom. illeg.*

Sinónimos heterotípicos: *T. andina* Lagerheim et Möbius 338, 1891.- HOLÓTIPO: ECUADOR, Guamampata, Chimborazo, IX.1891, *G. Lagerheim* (S). *T. lehmannii* Hornemann 1594, 1818.- HOLÓTIPO: Lacu Lijngbe, 1815, *Lechmann* 196 (C).

Talos parenquimatosos que forman filamentos de color pardo de 13.0-48.0 cm de altura y 775.2-1,929.0 μm de diámetro; médula 140.3-589.3 μm de diámetro; abundantemente ramificados, 4-16 ramas en 30 mm. Filamentos asimiladores cilíndricos, 294.6-613.9 μm de largo, 2-3 ramas por filamento. Células asimiladoras 4.5-8.0 μm de diámetro, 9.0-18.7 μm de largo; proporción del

THOREA

diámetro superior/inferior de 0.5-1.1 μm . Monosporas 8.0-11.0 μm de diámetro, 1-2 por rama, 15.0-22.0 μm de largo; ramas con monosporas 32.2-87.0 μm de largo. No se distinguió la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Ramas monosporangiales ramificadas, hasta 87.0 μm de largo.

Hábitat. Crece en la desembocadura del río Balsas; epifítica sobre troncos sumergidos. T: 28°C, S: 0 ‰, IL: media, VC: lenta (35 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), EA: *Cladophora* sp., *Xenococcus bicudo*. ES: sólo se cuenta con una colecta.

Distribución mundial. Regiones templadas y tropicales de Europa, África, Asia, norte y sur de América.

Distribución en México. En la literatura: Cuenca del río Pánuco y Lerma-Santiago (Sheath *et al.*, 1993). Especímenes examinados (fig. 7): MICHOACÁN, Mpio. Lázaro Cárdenas, río San Francisco, desembocadura del río Balsas, 21.IV.83, M. Gold & L. Martinell BALE875 (FCME).

2. *Thorea violacea* Bory de St.Vincent, 1808: 133, *emed.* Sheath, Vis y Cole, *Eur. J. Phycol* 28: 238, 1993 (Lámina VII, figuras a, c-e)

Sinónimo homotípico: *Conserva flexuosa* var. *alpha borbonica* Bory, 336, 1804.

Sinónimos heterotípicos: *Thorea bachmannii* Pujals, *Comun. Mus. Argent. Ci. Nat.* 1: 60, 1967.- HOLOTIPO: ARGENTINA, La Plata, Arroyo del Gato, Buenos Aires, 27.X.1965. A. Bachmann 12709 (BA). *T. gaudichaudii* C. Agardh, *Systema Algarum*: 56, 1824.- LECTÓTIPO: ISLAS MARIANAS, Gaudichaud, 17811 (LD). *T. riekei* Bischoff, *J. Phycol* 1: 111, 1965.- TOPÓTIPO: USA, Landa Park, New Braunfels, Comal, 4.V.1989, R.G. Sheath TX9. *T. okadae* Yamada, *J. Jap. Bot.* 24: 158, 1949.- HOLOTIPO: JAPÓN, Río Hisikari, Kagoshima, 28.III.1939. Y. Okada 046883 (SAP). *T. prowesei* Ratnasabapathy et Seto, *Jap. J. Phycol.* 29: 246, 1981.- ISÓTIPO: MALASIA, río Tahan, Pahang, 5.VIII.1971 (RS).

Talo parenquimatoso que forma filamentos de color pardo de 0.5-80 cm de altura y 138.5-1,634.0 μm de diámetro; médula 103.4-625.0 μm de diámetro; escasa o abundantemente ramificada, 0-50 ramas en 30 mm. Filamentos asimiladores cilíndricos o aguzados, 61.3-725.9 μm de largo, no ramificados. Células asimiladoras 2.4-8.4 μm de diámetro, 5.0-19.9 μm de largo; proporción diámetro superior/inferior de 0.4-1.7 μm . Monosporas 6.5-14.8 μm de diámetro, 1-3 por rama, 9.9-26.4 μm de largo; ramas con monosporas 20.5-69.2 μm de largo. No se distinguió la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Ramas monosporangiales no ramificadas, hasta 50 ramas en 30 mm; se colectó exclusivamente en ríos y manantiales calcáreos.

Hábitat. Crece en ríos y manantiales calcáreos; en zonas de rápidos, cantos rodados, costillas de travertino y en la pared vertical de rocas sumergidas; epilítica, epifítica o epizoica. T: 22-27.5°C, pH: 7-8, IL: baja-alta (430-91,494 lx), VC: lenta-muy alta (10-103 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 815-2,520 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 336-472 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 170-314 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 2-50 cm, EA: *Batrachospermum globosporum*, *Hildenbrandia angolensis*, *Sirodotia huillensis*, *Compsopogon coeruleus*, *Audouinella eugenea*, *Hyella fontana*, *Cladophora* sp., ES: estacionales.

Distribución mundial. Regiones templadas, subtropicales y tropicales de Asia, norte, centro y sur de América.

Distribución en México. En la literatura: SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Tamasopo, Puente de Dios, 9.V.85, G. Montejano PA2559 (FCME) (Carmona y Montejano, 1993). Cuenca del río Pánuco (Sheath *et al.*, 1993). Especímenes examinados (fig. 7): SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Mazé, nacimiento El

Salto, 2.V.91, *J. Carmona PA3268* (FCME), 18.II.92, *J. Carmona PA3332* (FCME), 28.V.93, *J. Carmona PA3455* (FCME), 3.III.96, *J. Carmona PA3630* (FCME); Mpio. Cd. Valles, Micos, 17.III.83, *M. Meave & G. Montejano PA1705* (FCME), 28.III.87, *G. Montejano PA2697* (FCME), 4.III.96, *J. Carmona PA3648* (FCME), Choy, 25.XI.95, *J. Carmona PA3626* (FCME), Coy, 24.III.87, *G. Montejano PA2586* (FCME), 1.V.91, *G. Montejano PA3252* (FCME); Mpio. Tamasopo, Puente de Dios, 9.V.85, *G. Montejano PA2559* (FCME), 4.V.91, *J. Carmona PA3287* (FCME); río Tamasopo, 27.V.87, *G. Montejano PA2740* (FCME), 19.II.92, *J. Carmona PA3346* (FCME), cascada Tamasopo, 17.III.84, *G. Montejano PA2284* (FCME), manantial Agua Buena, 8.V.84, *G. Montejano PA2499* (FCME), río Gallinas, 17.II.84, *G. Montejano PA2261* (FCME), 19.II.92, *G. Montejano PA3337* (FCME); Mpio. Aquismón, Santa Anita, 26.III.87, *G. Montejano PA2626* (FCME), 20.II.92, *J. Carmona PA3325* (FCME), Tanchachín, 30.V.94, *J. Carmona PA3515* (FCME), 17.II.92, *J. Carmona PA3328* (FCME), La Garita, 12.V.92, *G. Montejano PA3364* (FCME), Tambaque, 20.II.92, *G. Montejano PA3358* (FCME), 12.V.92, *J. Carmona PA3374* (FCME).

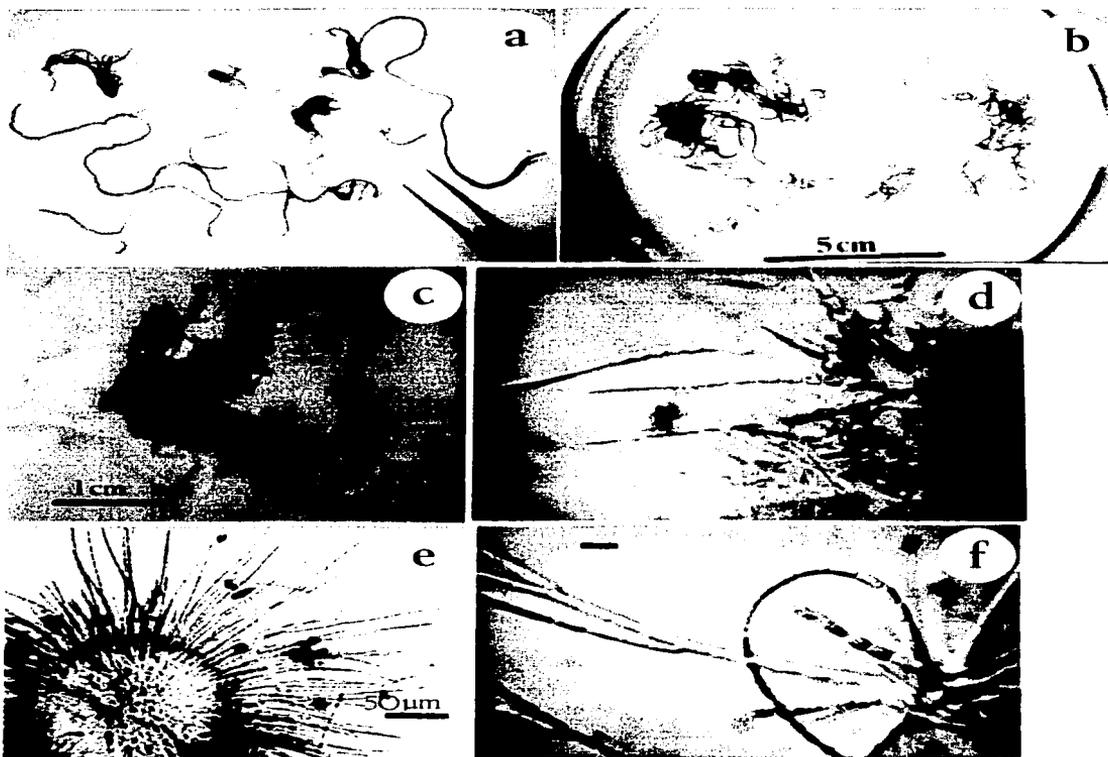


LÁMINA VII.- *Thorea violacea*: a, c-e. *T. hispida*: b y f. a y b) Hábito, c) talo abundantemente ramificado, d) filamentos asimiladores, e) corte transversal del talo multiaxial, f) filamentos asimiladores ramificados con monosporas en la base. Escala de la barra 10 μ m.

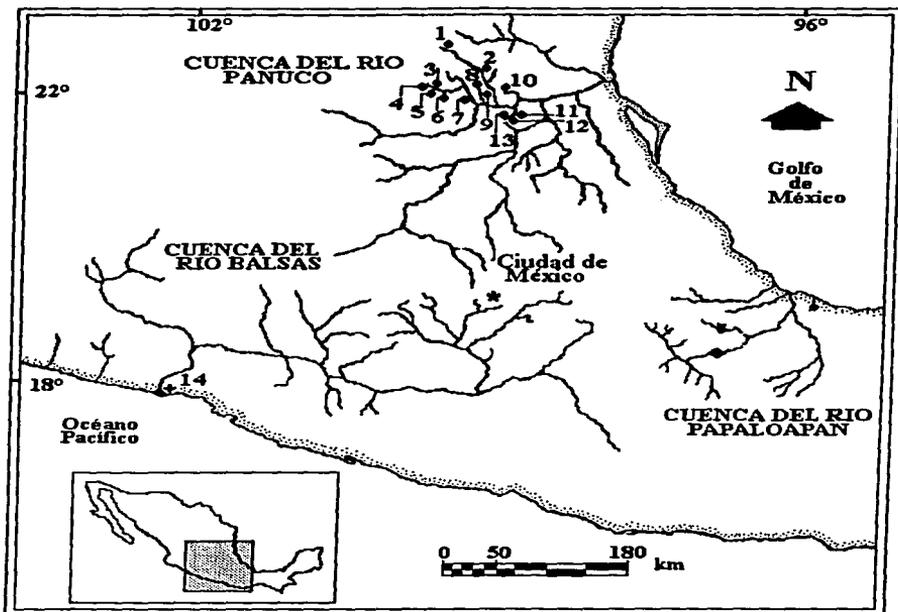


Figura 7. Ubicación de *Thorea violacea* (●) y *T. hispida* (+). 1. Nacimiento El Salto. 2. Micos. 3. Puente de Dios. 4. Río Tamasopo. 5. Cascada Tamasopo. 6. Agua Buena. 7. Río Gallinas. 8. Santa Anita. 9. Tanchachín. 10. Choy. 11. Coy. 12. La Garita. 13. Tambaque. 14. Desembocadura San Francisco.

7. *PARALEMANEA* Bory, 1808

Análisis nomenclatural

El género *Paralemanea* se ubica en el orden Batrachospermales; familia Lemnaceae, la cual comprende tres géneros exclusivos de agua dulce, *Lemanea* Bory, 1808, *Paralemanea* Silva, 1959 y *Philosiphon* Entwisle, 1992 (Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; Entwisle, 1989; Vis y Sheath, 1992). La familia Lemnaceae se caracteriza por la presencia del eje uniaxial rodeado de una corteza externa cartilaginosa distante del eje y el desarrollo interno del gametofito (Bourrelly, 1970; Sheath, 1984). Las diferencias más notables entre *Lemanea* y *Paralemanea* radican en que la primera existen filamentos corticales en el filamento axial, se distingue un tallo del resto del filamento y células radiales en forma de letra "T" ó "L" que se apoyan en la corteza; mientras que en la segunda se presentan filamentos corticales enrollados a lo largo del filamento axial, no hay tallo, y las células radiales no se apoyan en la corteza (Starmach, 1977; Vis y Sheath, 1992). El género *Philosiphon*, a diferencia de las otras dos, presenta una médula filamentosa donde no se distingue el filamento axial; y no tiene una superficie nodal regular (Entwisle, 1989).

Originalmente *Paralemanea* fue descrita bajo el nombre *Lemanea*, hasta que Sirodot en 1872, observó las diferencias importantes entre ambos morfos y propuso el nombre genérico *Sacheria* para especies con ausencia de corticación axial y el resto bajo *Eulemanea*, que presenta corticación. Desafortunadamente, el tipo de la especie *L. fluviatilis* (Linnaeus) C. Agardh, 1811, no tiene corticación axial. Por lo cual *Sacheria* es un sinónimo nomenclatural de *Lemanea*. Finalmente, Silva (1959 en Vis y Sheath, 1992) aclara que ambos nombres son ilegítimos y substituye a *Sacheria* con el nombre *Paralemanea* y a *Eulemanea* por *Lemanea*. Hasta la revisión taxonómica que realizó Vis y Sheath (1992) las tres especies de *Paralemanea* descritas hasta el momento se consideraban parte del género *Lemanea*.

Análisis taxonómico

Se revisaron todos los caracteres morfológicos y morfométricos que se han descrito y/o utilizado para identificar especies del género *Paralemanea*: Kützing, 1857; Israelson, 1942; Kylin,

PARALEMANEA

1956; Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969; Bourrelly, 1970; Sánchez-Rodríguez, 1974; Starmach, 1977; Thirb y Benson-Evans, 1982; Vis y Sheath, 1992 (Tab. 28). Los caracteres diferenciales de las poblaciones de este estudio se presentan en la tabla 29.

Forma y patrón de crecimiento

Lo que se aprecia en el campo a simple vista es la fase gametofítica, que se desarrolla en forma de talos cilíndricos bambusiformes de consistencia cartilaginosa (Bourrelly, 1970). En el centro del talo se extiende un eje de células uniseriadas del que crecen cuatro células coaxiales a intervalos regulares, perpendiculares al eje y dispuestas en cruz. A nivel de la corteza cambian de orientación (ascendente y descendente) y se dirigen a lo largo de toda la superficie interna. El eje uniseriado está recubierto a todo lo largo por varios filamentos helicoidales. El talo gametofítico se desarrolla a partir de una fase "Chantransia" diploide que sufre meiosis en la parte lateral de una de sus ramas. El proceso celular ha sido descrito en detalle por Mullahy (1952 en Coomans y Hommersand, 1990; Kylin, 1956). Incluye una serie de divisiones nucleares que origina un eje uniaxial que se expande centrifugamente hasta formar el talo adulto (Coomans y Hommersand, 1990). Nuestras poblaciones formaron talos cilíndricos del mismo modo que lo registró la literatura.

Color del talo

El color ha sido descrito como rojo, violeta, azul, pardo, olivo y verde brillante (Starmach, 1977). Israelson (1942) menciona que el color varía de acuerdo a las condiciones ambientales y estado fisiológico del alga, por lo cual se considera importante en la delimitación de especies. En las poblaciones de este trabajo se apreció que la población 3 presentó dos tipos de tonalidades: una verde oscuro a violáceo muy oscuro, y la otra blanquecina. En las poblaciones 1 y 2 las tonalidades variaron de verde olivo a violeta. Por la variación tan grande en las tonalidades dentro de la misma población, no se consideró de valor taxonómico.

Dimensiones del talo

Vis y Sheath (1992) proponen un esquema taxonómico basados en correlaciones morfométricas y morfológicas de los siguientes caracteres:

- a) Altura del talo. La altura tiene gran valor taxonómico y ha sido utilizada para distinguir entre

Paralemanea catenata de 8.0 a 14.8 cm de largo (promedio 9.5 cm) y *P. annulata* con 3.1 a 5.3 cm de largo (promedio 4.3 cm) (Vis y Sheath, 1992). La mayor altura que registramos se presentó en las poblaciones 1 y 2 con 1.5 a 9.0 cm (4.7 ± 0.8 cm). La menor altura que se registró correspondió a la población 3 con 0.5 a 2 cm (1.2 ± 0.4 cm). Este atributo se consideró con valor taxonómico ya que es constante en dos poblaciones y las delimitó de la tercera.

b) Diámetro nodal, internodal. Son considerados por primera vez por Atkinson (1931 en Vis y Sheath, 1992) y retomado por Starmach (1977) y Vis y Sheath (1992) para obtener la proporción diámetro internodal/diámetro nodal, y poder distinguir entre los géneros *Lemanea* y *Paralemanea*. En nuestras poblaciones el mayor diámetro nodal se presentó en la población 1 con 263 a 2,280.2 μm (691 ± 302.1 μm). El menor diámetro nodal se observó en la 2 y 3 con 175.4 a 627.9 μm (398.7 ± 12.7 μm). La misma relación se observó en el diámetro internodal, el mayor en la población 1 con 184.1 a 738.4 μm (483.5 ± 61.8 μm), y la menor en las poblaciones 2 y 3 con 135.9 a 543.7 μm (336.4 ± 13.0 μm). Ambos atributos no se consideraron importantes ya que los rangos de las tres poblaciones se sobrelaparon fuertemente.

c) Proporción diámetro nodal/diámetro internodal. La proporción muestra si el tubo cartilaginoso está ligeramente ondulado o distintivamente protuyente en los nodos. Este atributo se utilizó para distinguir entre *Lemanea* (proporción menor a 0.4) y *Paralemanea* (proporción mayor a 0.9) (Vis y Sheath, 1992). Entre nuestras poblaciones la proporción en los tres casos resultó mayor a 0.9, lo cual indicó afinidad con el género *Paralemanea*.

Tallo

La presencia o ausencia de un desfaseamiento en la base del filamento que le da aspecto de tallo se utilizó por Vis y Sheath (1992) para distinguir entre *Lemanea* y *Paralemanea*. En ninguna de las poblaciones de la región central se observó tallo.

Presencia de ramas

El número de plantas que presentan ramas varía entre las tres especies de *Paralemanea*. Este atributo se expresa en un porcentaje que indica la frecuencia de ramas en la población. Así tenemos que en *P. annulata* y *P. catenata* el porcentaje es de 0 %, mientras que en *P. mexicana* es superior al 50 %. En las tres poblaciones de la región central se apreciaron ramas, aunque en la 1 y 2 llegaron

PARALEMANEA

a presentar del 40 al 49 % ramas los individuos de la población; mientras que en la población 3 fueron muy raras con un 5 % de frecuencia en la población. Este atributo se consideró valioso en la delimitación taxonómica, ya que separó nuestras poblaciones en dos grupos.

Número de ramas

El número de ramas en *Paralemanea mexicana* llega a ser abundante con un patrón de ramificación verticilado (Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969; Vis y Sheath, 1992). Por ser un carácter que delimita a esta especie lo consideramos de gran valor taxonómico. Entre las poblaciones de esta investigación las ramas fueron abundantes y verticiladas en las poblaciones 1 y 2; mientras que en la población 3 fueron escasas y no verticiladas. Este atributo se consideró de gran peso taxonómico ya que delimitó en dos grupos a las poblaciones.

Reproducción sexual, asexual y estructuras sexuales

El ciclo de vida es tipo *Lemanea* y consiste en una secuencia de fases gametangiales y carposporangiales que son morfológicamente distintas (Bourrelly, 1970; Dixon, 1973; Sheath, 1984). El gametofito desarrolla espermacios dispuestos en la región nodal agrupados en paquetes o soros que son visibles sobre la superficie externa del talo. Los espermacios de forma elipsoidal son liberados al exterior. El tricógino y carpogonio se originan en la corteza interna del talo y atraviesan la corteza hacia el exterior. Después de la fecundación, el carposporofito desarrolla un gonimoblasto que se ramifica abundantemente en el interior del talo formando cadenas de carposporas. Estas se liberan por la ruptura del tubo cartilaginoso, que al germinar generan una fase "Chantransia" microscópica que por meiosis somática regenera el talo haploide (Kylín, 1956; Bourrelly, 1970; Starmach, 1977). En las tres especies de *Paralemanea* se describen estructuras sexuales (espermatangios y carposporangios), sin embargo, no son empleadas como caracteres taxonómicos, a pesar de que son utilizadas en las otras familias del orden Batrachospermales. En las poblaciones de la región central los espermatangios fueron elipsoidales y abundantes. El gonimoblasto fue elipsoidal o en forma de botella, muy ramificado, se encontraron largas cadenas de carposporas de forma oval en las poblaciones 1 y 2 o irregular en la población 3 que se liberaron y separaron después de romperse la pared del talo. El diámetro de las carposporas fue muy parecido entre las tres poblaciones y osciló en los $19.8 \pm 1.0 \mu\text{m}$. El largo de las carposporas fue diferente entre las poblaciones 1 y 2 con 18.4 a $39.2 \mu\text{m}$ (29.2 ± 2.1

μm) y la población 3 con 28.8 a 54.3 μm ($38.5 \pm 6.79 \mu\text{m}$). Aunque la forma y el largo de las carposporas no son atributos que se ha utilizado por los especialistas, se consideraron importantes en la delimitación taxonómica de nuestras poblaciones. Solamente en la población 1 observamos el inicio de la fase haploide a partir de la fase "Chantransia".

Soros espermatangiales

a) Diámetro y proporción diámetro espermatangial/diámetro nodal. El diámetro de los soros espermatangiales solamente se registra para obtener la proporción del diámetro espermatangial con respecto al diámetro del nodo. Este atributo ha sido considerado para separar entre *Lemanea* y *Paralemanea* (Vis y Sheath, 1992). En las tres especies de *Paralemanea* descritas hasta el momento, el diámetro y la disposición de los soros son muy homogéneos, por lo cual no se considera con valor taxonómico. El diámetro en las tres poblaciones de este estudio sobrelaparon fuertemente sus rangos con 64.8 a 201.7 μm ($125.6 \pm 16.4 \mu\text{m}$). Además, la proporción fue muy parecida entre las tres con 0.1 a 0.5 (0.23 ± 0.04) por lo cual se consideraron con poco valor taxonómico.

b) Disposición. Las tres especies de *Paralemanea* se describen con soros en el nodo dispuestos en anillo. En las tres poblaciones de la región central, encontramos los soros espermatangiales dispuestos en parches en la parte basal y anillos en las partes apicales o anchas del filamento. Por ser un carácter tan homogéneo entre nuestras poblaciones no se consideró con valor taxonómico.

Monosporas

En la fase gametofítica se desconoce si hay producción de monosporas (Guiry, 1990). En la población 1 se observó que la fase esporofítica o "Chantransia" desarrolló monosporas ovals en el ápice del filamento o ramas laterales. Sin embargo, los especialistas no lo han utilizado como carácter taxonómico.

Descripción ambiental

Tanto *P. annulata* como *P. catenata* se describen en Norteamérica en una amplia gama de ríos de distinto diámetro que va de 2 a 10 m y profundidad de 40 a 90 cm; con tendencia a encontrarlas en aguas con temperatura de 4 a 17°C, pH de 6.8 a 8.6, conductividad de 90 a 500 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$ y

PARALEMANEA

velocidad de corriente de 11 a 71 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Vis y Sheath, 1992). En un estudio sobre el efecto de la velocidad de corriente en las poblaciones de *Lemanea*, Thirb y Benson-Evans (1982) demuestran que a mayor velocidad de corriente se incrementa la productividad primaria (expresada en concentración de clorofila y ficoeritrina). Del mismo modo, Kremer (1978 en Thirb y Benson-Evans, 1982) describe que la fotosíntesis en *Paralemanea annulata* (= *L. annulata*) es más eficiente a bajas temperaturas, de 5 a 10°C que en altas, de 20 a 25°C.

Las condiciones ambientales en que se encontraron las poblaciones se reúnen en la tabla 30 en donde se observó que los ambientes bajo los cuales se colectaron son dos ríos y un paredón, sobre rocas emergentes y zonas de deslizamiento. La temperatura registrada fue de los 12 a 16°C; pH de 5.5 a 6; intensidad luminosa de baja a media sin llegar a estar expuestas directamente a los rayos del sol; velocidad de corriente de media a alta; en profundidad de 10 a 60 cm y siempre epilíticas. Las poblaciones 1 y 3 crecieron junto a *Prasiola mexicana* y esporádicamente a *Batrachospermum gelatinosum* (población 1), *Cladophora* sp. (población 2) y *Spirogyra* sp. (población 3). Los meses en que se colectaron son enero, mayo y noviembre. La población 1 fue poco abundante en uno o varios microambientes, mientras que en el arroyo Meyuca y Totontepec se encontraron escasas en un solo microambiente.

Distribución geográfica

El género *Paralemanea* se ha descrito para regiones frías o templadas de Europa y América del norte. *P. annulata* y *P. catenata* se citan para Europa (Starmach, 1977) y Norteamérica entre los 35 y 45° LN (Vis y Sheath, 1992). La distribución de *P. mexicana* está restringida a la región central de México y parece ser una especie endémica producto de una disyunción geográfica (Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969; Vis y Sheath, 1992).

La única especie de *Paralemanea* registrada para México es *P. mexicana*, endémica de México y citada por primera vez por Kützing (1857) y subsecuentemente por Sánchez-Rodríguez y Huerta (1969) y Sánchez (1974) en el mismo estado. En el presente estudio se encontraron tres poblaciones que correspondieron a las cuencas altas de los ríos Pánuco, Balsas y Papaloapan, entre los 17°11' a

19°56'LN y los 96°00' a 99°55'LO, en una altitud que fue de los 1,900 a 2,300 msnm (Tab. 31, Fig. 8).

Formas de expresión de las poblaciones de *Paralemanea*

Se revisaron un total de 3 localidades con poblaciones de *Paralemanea* las cuales se colectaron una sola vez. En el segundo nivel de comparación se caracterizaron dos grupos: el primero integrado por las poblaciones 1 y 2 de San Luis Ayucán y arroyo Meyuca, las cuales compartieron atributos que se consideraron con valor taxonómico, como son: la altura del talo, número y tipo de ramas, porcentaje de ramas en la población, y forma y largo de carposporas. El segundo grupo incluyó la población 3 de Totontepec, que sobrelapó rangos con el primer grupo en diámetro nodal e internodal, proporción diámetro nodal/internodal, disposición y diámetro de soros espermatangiales, proporción diámetro espermatangial:diámetro nodal y diámetro de carposporas, sin embargo, todos estos atributos se consideraron con poco valor taxonómico. Otra diferencia importante entre los dos grupos fue el ambiente; las poblaciones 1 y 2 crecieron en ríos con temperatura de 12°C; mientras que la población 3 creció en un paredón a 16°C.

La tercera aproximación a la determinación de nuestras poblaciones fue la comparación con los patrones o modelos de especies de *Paralemanea* descritos por la biobibliografía. Al confrontar los rangos propuestos para las especies de *Paralemanea* (Vis y Sheath, 1992) se registró que las poblaciones 1 y 2 correspondieron a la descripción de *P. mexicana*, basados en el número de ramas, porcentaje de individuos con ramas en la población y el tipo de ramificación verticilado. La población 3 coincidió con lo reportado para *P. annulata* en la altura del talo, diámetro del eje y disposición de soros espermatangiales. Sin embargo, la descripción de esta especie no incluye la presencia de ramas y en nuestra población, aunque escasa, se ramifica, por lo cual se decidió describirla como *P. cf. annulata*. Tampoco encontramos registros en la literatura de la presencia de alguna de estas especies en el ambiente paredón, lo cual puede ser una diferencia significativa. A continuación se presenta la clave, diagnóstico y lámina de las especies.

Clave para las especies de *Paralemanea*

1. Talo frecuentemente ramificado, con ramas verticiladas 2. *P. mexicana*
 1. Talo escasamente ramificado, sin ramas verticiladas 1. *P. cf. annulata*

1. *Paralemanea cf. annulata* (Kützing) Vis y Sheath, *Phycologia* 31(2): 177, 1992
 (Lámina VIII, figuras g-i)

Basionimo: *Lemanea annulata* Kützing, *Phycol. Germ.*, 261, 1845.- HOLÓTIPO: EUROPA Y ASIA, 941.149... 336 (L).

Sinónimos heterotípicos: *Lemanea australis* Atkinson, *Ann. Bot.* 4: 218, 1890.- LECTÓTIPO: ESTADOS UNIDOS, Morgan's Creek, Chapel Hill, North Carolina, 28.I.1888, *Atkinson 444* (BH). *Lemanea grandis* (Wolle) Atkinson, *Bot. Gaz.* 14: 292, 1889 (basiónimo: *Entothrix grandis* Wolle, *Bull. Torr. Bot. Clube* 6: 183, 1877.- HOLÓTIPO: ESTADOS UNIDOS, Pennsylvania, VII.1877, 2538 [NY]).

Talo bambusiforme, erecto, rígido, de color violáceo; 0.5-4.0 cm de altura. Con abundantes filamentos corticales que rodean al eje. Diámetro nodal 175.4-587.5 μm , diámetro internodal 135.9-543.7 μm , proporción 0.9-1.6. El 5 % de los individuos con ramas; cada talo con 1 rama. Soros espermatangiales dispuestos en anillo o parches, diámetro 105.2-175.4 μm . Proporción diámetro espermatangial/diámetro nodal 0.2-0.5. Carposporas de forma oval, rectangulares o irregulares, en cadenas hasta con 6 células, diámetro 14.4-27.9 μm , largo 28.8-54.3 μm . No se distinguió fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Talos ramificados con filamentos corticales y carposporas de forma irregular.

Hábitat. Crece en un paredón, en la zona de escurrimiento del agua; epilíticas; T: 16°C, pH: 5.5, IL: media, VC: media (10-35 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), P: 10 cm, EA: *Prasiola mexicana*, *Spirogyra* sp., musgo. ES: sólo se cuenta con una colecta.

Distribución mundial. Regiones frías y templadas de América del norte.

Distribución en México. En la literatura: primer registro en el país. Especímenes examinados (fig. 8): OAXACA, Mpio. Zacatepec, carretera Totontepec-Zacatepec (km 790), 1.V.83, *R. Tavera PAP758* (FCME).

Comentario taxonómico. El nombre quedó por confirmar ya que varios ejemplares presentaron ramas, atributo que no se ha descrito para esta especie.

2. *Paralemanea mexicana* (Kützing) Vis y Sheath, *Phycologia* 31(2): 177, 1992
 (Lámina VIII, figuras a-f)

Basionimo: *Lemanea mexicana* Kützing, *Tab. Phycol. Abbildungen der Tange* 7: 34, 1857.- HOLÓTIPO: MÉXICO, 941.96...41 (L; NFLD).

Sinónimo heterotípico: *Lemanea feldmannii* Sánchez-Rodríguez et Huerta, *Ciencia (México)* 27: 27, 1969.- HOLÓTIPO: MÉXICO, Cahuacán, estado de México, 28.III.1965, *Sánchez-Rodríguez 88* (ENCB).

Talo bambusiforme, erecto, rígido, de color violáceo; 1.5-9.0 cm de altura. Abundantes filamentos corticales que rodean al eje uniseriado. Diámetro nodal 199.9-2,280 μm , diámetro

internodal 157.8-738.4 μm , proporción 1.0-2.5. De 40 a 49 % de los individuos con ramas; cada talo de 0-4 ramas, frecuentemente verticiladas. Soros espermatangiales dispuestos en anillo o parches, diámetro 64.8-201.7 μm . Proporción diámetro espermatangial/diámetro nodal 0.1-0.4. El tricógino atraviesa la corteza del talo hasta el exterior y el carposporofito se desarrolla sésil en el interior del talo. Carposporas ovales, en cadenas de hasta 12 células, diámetro 12.4-24.8 μm , largo 18.4-39.2 μm . Fase "Chantransia" microscópica creció próxima a la base del talo, con abundantes monosporas piriformes.

Caracteres diagnósticos. Ramas verticiladas.

Hábitat. Crece sobre rocas emergentes en la zona de deslizamiento; epilíticas; T: 12°C, pH: 6, IL: baja-media, VC: lenta-alta (35-60 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), P: 10-60 cm, EA: *Prasiola mexicana*, *Batrachospermum gelatinosum*, *Cladophora* sp., musgo. ES: sólo se cuenta con dos colectas.

Distribución mundial. Endémica de México.

Distribución en México. En la literatura: ESTADO DE MÉXICO, Mpio. Nicolás Romero, 1 Km de Cahuacán, 28.IX.65, *Sánchez-Rodríguez 88* (ENCB), 28.III.65, *Sánchez-Rodríguez 87* (ENCB), 21.VII.68, *Sánchez-Rodríguez 222*, 3.IX.66, *Cruz-Cisneros 1120* (ENCB); Mpio. Villa del Carbón, al O de Villa del Carbón, III.68, *Huerta-Silva* (Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969; Sánchez, 1974; Vis y Sheath, 1992). Especímenes examinados (fig. 8). ESTADO DE MÉXICO, Mpio. Ecatepec, San Luis Ayucán, 5.I.89, *G. Montejano PA2L* (FCME); Mpio. Coatepec de las Harinas, arroyo Meyuca, 8.IX.90. *M. Gold BALE1942* (FCME).

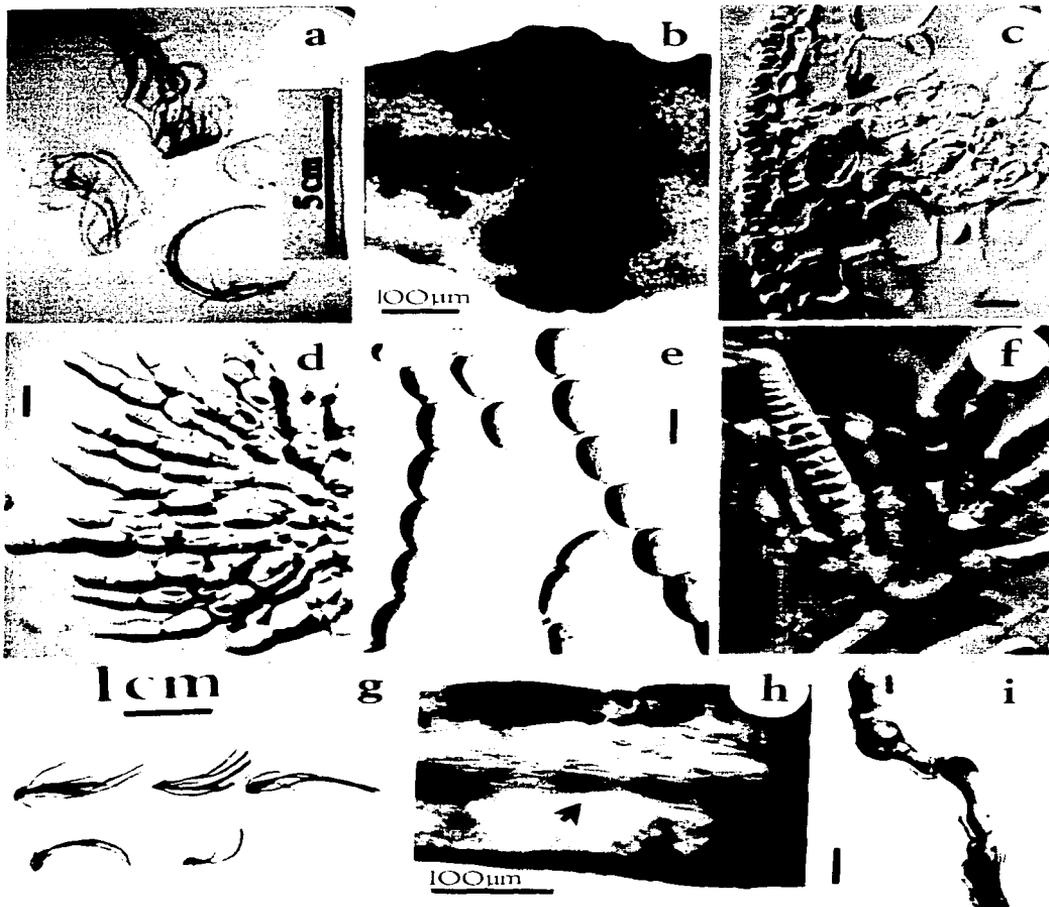


LÁMINA VIII.- *Paralemanea mexicana*: a-f. *P. cf. annulata*: g-i. a) Hábito, b) soros espermatangiales dispuestos en "anillo". c) tricógino señalado por la flecha, d) carposporangio, e) carposporas, f) fase "Chantransia" en el sitio de la meiosis, g) hábito, filamentos ramificados h) filamentos corticales señalados por la flecha, i) carposporas. Escala de la barra 10 μ m.

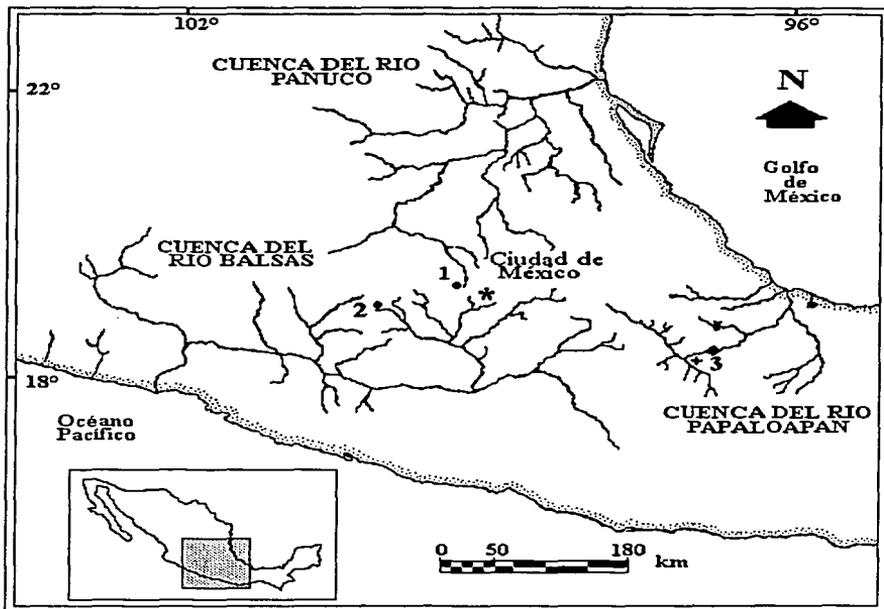


Figura 8. Ubicación de *Paralemanea mexicana* (●) y *Paralemanea cf. annulata* (+). 1, San Luis Ayucán. 2, Arroyo Meyuca. 3, Carretera Totontepec-Zacatepec (Km 790).

8. *HILDENBRANDIA* Nardo, 1834

Análisis nomenclatural

El género *Hildenbrandia* se ubica en el orden Hildenbrandiales, familia Hildenbrandiaceae que incluye dos géneros, *Hildenbrandia* con 9 especies descritas, tres para agua dulce y 6 marinas; y *Apophloea*, con 2 especies marinas exclusivas de Nueva Zelanda (Kraft, 1981, Garbary y Gabrielson, 1990). Las Hildenbrandiales son un orden con relaciones todavía muy confusas. Hasta 1982 se consideraba a *Hildenbrandia* dentro del orden Cryptonemiales, con base en la posición de la célula auxiliar y la formación de tetrasporas zonadas reunidas en conceptáculos (Kraft, 1981). Pueschel y Cole (1982) introducen el nuevo orden tomando en consideración la historia de vida isomórfica, el una capa en el tapón de la conexión primaria y el tipo de germinación de la espora (tipo *Gelidium*). A pesar de que estos criterios de sectorización en las algas rojas han servido para diferenciar ordenes, en el caso de las Hildenbrandiales se conocen conexiones secundarias en las cuales no existe la formación de células conjuntoras características de la mayoría de este tipo de conexiones, lo cual sugiere que no todas las conexiones secundarias son homólogas. Sheath *et al.* (1993a) mencionan que el estudio de la secuencia ontogenética en las conexiones secundarias en las algas rojas pueda ayudar a resolver el problema de la posición sistemática de *Hildenbrandia*.

El nombre del genérico fue originalmente deletreado *Hildbrandtia* por Nardo en 1834 el cual conmemoró al ilustre físico vienes Hildbrendt, sin embargo, el mismo autor utilizó variantes del nombre tales como *Hildebrandtia*, *Hildenbrandia*, *Hildenbrandtia* e *Hildenbrantia*. Siguiendo la aclaración de Widder de que la persona conmemorada es Franz Edler von Hildenbrand (1789-1849), un consenso se inclina a favor de que el nombre correcto debe ser *Hildenbrandia*. La estricta interpretación del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 1988) establece que debe ser el nombre original el que prevalezca y convoca a la retención de *Hildbrandtia*, aunque reconoce que fue un error ortográfico y no tipográfico. Hasta el momento se han descrito tres especies de *Hildenbrandia* en ambientes dulceacuícolas, *H. rivularis* (Liebm.) J. Ag., *H. angolensis* Welw. ex West *et* West, e *H. ramanaginaii* Khan.

Análisis taxonómico

Se revisaron los caracteres morfológicos y merísticos que se han descrito y/o utilizado para identificar especies del género *Hildenbrandia*: Wolle, 1887; West y West, 1897; West y Fritsch, 1927; Jao, 1941; Israelson, 1942; Starmach, 1952, 1969, 1969a, 1977, 1984, 1985, 1986-1987; Nichols, 1965; Bourrelly, 1970; Khan, 1974; Seto, 1977; Hinton y Maulood, 1980; Entwisle y Kraft, 1984; Sheath *et al.*, 1993a (Tab. 32). Los caracteres diferenciales registrados en este estudio se presentan en la tabla 33.

Forma de crecimiento

Las poblaciones de *Hildenbrandia* siempre forman talos costrosos generalmente epilíticos. Las costras pueden crecer regularmente (esféricas), o bien irregularmente (Wolle, 1887; Jao, 1941; Bourrelly, 1970; Starmach, 1969). En todos los reportes las costras no llegan a los 100 μm y tienen la apariencia de una roca pintada de color rojizo o vino. El desarrollo del talo costroso consta de un disco basal de contorno redondeado de una sola capa de células de grosor, ramificada y de crecimiento radial, que se divide paralelamente hasta construir una capa pluriestromática con hileras regulares de células cúbicas. En condiciones de cultivo Nichols (1965) ha observado que la morfología de la colonia varía si se origina de una estructura de gemación (circular monostromática), de fragmentos del talo (irregular monostromática) o de estolones (digital monostromática). La apariencia de la colonia en nuestras poblaciones fue de una costra guinda compuesta de una capa pluristromática y una monostromática en vista transversal, escasamente ramificada generalmente adherida a un sustrato rocoso. Las costras crecieron con disposición radial (que dan un aspecto esférico), o bien de manera irregular, cuando se encontraron varios crecimientos radiales y no se distinguieron los límites. Tanto las formas esféricas como las irregulares se observaron de manera recurrente en localidades donde los crecimientos abarcaron de 2 a 3 m de diámetro como sucedió en las poblaciones de los manantiales nacimiento El Salto, Choy, Puente de Dios y Tambaque. La forma de la colonia y el patrón de crecimiento se consideraron de poco peso taxonómico por su gran homogeneidad.

Color del talo

El color ha sido registrado por todos los autores como rojizo o guinda brillante (Starmach,

III LIDENBRANDIA

1969, 1977; Bourrelly, 1970), y aunque no se menciona si es dentro o fuera del agua, es indistinto, ya que se han observado rocas que se secan y permanecen con tonalidades guindas. Si se vuelven a sumergir no varía el color. El color del talo en nuestras poblaciones siempre fue guinda, desde las que se colectaron en la superficie del agua hasta 2 m de profundidad. Por la enorme homogeneidad del color se consideró de poco valor taxonómico.

Altura del talo

La altura del talo se considera como la medida entre el límite de la célula basal y el ápice del filamento en vista transversal. Se apreció que la altura del talo varió dependiendo del nivel de donde se realizó el corte trasversal. Generalmente en el centro del crecimiento se registró la mayor dimensión con respecto a la orilla de la costra. La altura del talo mas pequeña se observó en la población 18 con 21.09 a 30.19 μm ($25.97 \pm 3.74 \mu\text{m}$); la más grande en la población 4 con 105 a 156 μm ($122 \pm 23.63 \mu\text{m}$). En la mayoría de las poblaciones los rangos fueron muy parecidos donde el promedio fluctuó en 58.8 μm . Este carácter presentó variaciones muy grandes aún dentro de una misma población.

Número de células en el filamento

De la misma manera que la altura del talo, el número de células en el filamento varió de acuerdo al nivel donde se realizó el corte transversal de la costra. Para este atributo el menor número de células en el filamento se presentó en la población 18 de 3 a 6 ($4.44 \pm 1.01 \mu\text{m}$); el mayor número en las poblaciones 3, 4, 7, 9, 11 y 20 con 14 μm . El promedio de todas las poblaciones osciló en los 7.78 μm . Se observó que este carácter presentó rangos muy amplios, aún dentro de una misma población, por lo cual no se consideró con valor taxonómico.

Forma celular

La forma celular ha recibido poca atención, aún más, Bourrelly (1970) menciona que no se notan diferencias entre las células del parénquima. Algunos especialistas registran que hay tres tipos de formas: a) cuadradas o subcuadradas, células que en vista transversal forman el filamento pluriestromático; b) redondas, células basales y células apicales que en vista superficial se observa un empalzado de células que le dan aspecto de panal de abejas y c) células rectangulares muy alargadas que en vista superficial son casi el doble de largo que las células de la capa pluriestromática, forman

una capa rastrera y crecen en el márgen del crecimiento costroso (generalmente dispuestas radialmente), o bien, formando estolones (proyecciones filamentosas de la costra) (Starmach, 1952; Nichols, 1965; Seto, 1977). En las poblaciones de la región central apreciamos casi todas las formas celulares descritas con excepción de estolones. Por ser un atributo taxonómico tan constante se consideró de poco valor.

Dimensiones celulares

Las dimensiones celulares son consideradas las de mayor peso taxonómico en la separación entre las especies de agua dulce. Las dimensiones incluyen: diámetro y largo celular, número de células en el filamento, largo del filamento y la altura del talo. El diámetro y largo celular han presentado considerables traslapes; de tal manera, Sheath *et al.*, (1993) proponen comparar la media aritmética en la cual se refleja mayor diferencia entre las especies. Además, los mismos autores mencionan que mientras no se tenga información de otros caracteres taxonómicos tales como el número de cromosomas y similitud en el ADN, las tallas celulares puede explicar la diferencia entre especies. Por que existen diferencias en la forma celular, aclaramos que en el caso de las poblaciones de la región central se analizaron las medidas celulares de la capa pluristromática en corte transversal.

a) Diámetro celular. El diámetro más pequeño se registró en la población 21 con 2.35 a 4.23 μm ($3.12 \pm 0.41 \mu\text{m}$); la dimensión más grande en la población 1 con 3.00 a 7.40 μm ($4.94 \pm 1.02 \mu\text{m}$). La mayoría presentar rangos muy parecidos cuyo promedio estuvo alrededor de los 4.15 μm , de tal forma, no se consideró importante en la delimitación de nuestras poblaciones.

b) Largo celular. El largo más pequeño se observó en la población 5 con 3.00 a 5.75 μm ($5.47 \pm 1.64 \mu\text{m}$) y la dimensión más grande en la población 1 con 5.32 a 11.76 μm ($8.63 \pm 1.67 \mu\text{m}$). La mayoría no rebazaron los 9.50 μm de largo y presentaron rangos muy parecidos, con un promedio cercano a los 5.65 μm . Por tal motivo se consideró con poco valor taxonómico.

Reproducción sexual y asexual

Los crecimientos de *Hildenbrandia* en agua dulce se encuentran creciendo en estado vegetativo y se multiplican a través de tres vías: a) estructuras de gemación; densas masas celulares formadas en la cavidad del talo (Starmach, 1952, 1969; Seto, 1977); b) estolones (Starmach, 1952; Seto, 1977) y c) fragmentación de filamentos erectos (Seto, 1977). En especies de agua dulce no se ha comprobado

HILDENBRANDIA

la existencia de estructuras sexuales tales como gametangios, tetrasporangios o fases "Chantransia", tal como se ha presentan en las poblaciones marinas. Hasta el momento sólo se tiene evidencia de la historia de vida apomeiótica en dos especies marinas de *Hildenbrandia*, donde se ha observado un continuo reciclamiento de costras con estructuras tetrasporangiales. En nuestras poblaciones solo se reconocieron estructuras de gemación.

Estructura de gemación

Las estructuras de gemación se componen de agregados celulares elipsoidales, solitarios o en pares, los cuales presentan células hialinas debido a la tendencia a reducir pigmentos en el cromatóforo y el aumento de material de reserva (Starmach, 1952; Hinton y Maulood, 1980). Después de algún tiempo, la estructura de gemación se separa del talo y es acarreada por el cauce del agua. El desarrollo de la estructura de gemación muestra semejanzas con las esporas de otras especies de algas rojas. Ocasionalmente cualquier célula del propágulo germina y desarrolla rizoides filamentosos que le dan la apariencia de una fase "Chantransia". Los rizoides filamentosos pueden ramificarse y cuando encuentra un soporte adecuado, la célula terminal se multiplica y produce un talo orbicular, monostromático con filamentos radiantes que terminan en el típico crecimiento costroso. Sheath *et al.* (1993a) mencionan que la única diferencia hasta el momento entre poblaciones dulceacuícolas de *H. angolensis* y la especie marina *H. rubra*, es la presencia de estructuras de gemación en la primera y en la segunda tetrasporangios. Las poblaciones de *Hildenbrandia* en la región central de México liberaron estructuras de gemación dejando espacios libres en el talo. Frecuentemente se observaron gemas en las poblaciones 1, 3, 5, 6, 11, 17, 18, 19, 20 y 22 y ausentes en las poblaciones 2, 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17 y 21, a pesar de que en la mayoría de los casos se revisó más de una colecta de la misma localidad. El diámetro de la estructura de gemación más pequeña se registró en la población 1 con 27.00 a 33.00 μm ($30.19 \pm 3.11 \mu\text{m}$); y la dimensión más grande en la población 6 con 44.00 a 103.25 μm ($57.40 \pm 21.32 \mu\text{m}$); el promedio del diámetro de todas las poblaciones osciló alrededor de 52 μm . En referencia al largo, la menor dimensión se presentó en la población 19 con 13.25 a 69.25 μm ($41.91 \pm 22.88 \mu\text{m}$); y la mayor en la población 6 con 50.00 a 79.50 μm ($64.75 \pm 14.75 \mu\text{m}$). El promedio del largo en todas las poblaciones fluctuó en los 46.22 μm . Tanto el diámetro como el largo de las estructura de gemación presentaron rangos muy amplios, por lo cual no se consideró de valor taxonómico.

Descripción ambiental

Lo más común es encontrar *Hildenbrandia* en aguas alcalinas con alto contenido de iones (Sheath y Hambrook, 1990), en un amplio gradiente de velocidades de corriente. *Hildenbrandia* en Norteamérica está localizada en una amplia gama de ríos de distintos diámetros (0.7 a 20 m) y profundidades (14 a 100 cm), velocidad de corriente moderada a media (5 a $88 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$) (Smith, 1950, Sheath y Hambrook, 1988). En Europa Skuja (1938) describe que *Hildenbrandia* es la única rodofita que se ha colectado por debajo de los 50 m de profundidad. Según Sheath *et al.* (1993a) la tendencia es a encontrarla en altas temperaturas del agua ($21 \pm 6^\circ\text{C}$), valores de pH neutros (7.9 ± 0.4) y conductividad promedio de $223 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$. Starmach (1969a) ha registrado por más de 43 años crecimientos de *H. rivularis* en el río Cedronka, Polonia o la región de los Carpanthians, Polonia, predominando en zonas sombreadas, generalmente asociada a *Audouinella pygmaea* (= *Pseudochantrasia pygmaea*) y creciendo en bloques de rocas y paredes de rápidos o cascadas sobre los 500 a 700 msnm. En la misma sección del río la encontró asociada a *Chamaesiphon fuscoviolaceus* Starmach y *Cladophora glomerata* (L.) Kützing, la temperatura del agua varía de 0 a 15°C en el año, pH de 6.5 y alcalinidad 1 a 1.5 mval. Además, en la superficie del talo *Hildenbrandia* se han observado crecimientos de *Chroococcopsis gigantea* Geitler, *Aphanothece saxicola* Nageli, *Hydrococcus cesatii* Rabenhorst y *Synechocystis aqualis* Sauvageau. En Asia Hinton y Maulood (1980) la describen para Irak en manantiales de montaña. Jao (1941) la registra en China en un río calcáreo. En Australia, Entwisle y Kraft (1984) la colectaron en ríos con velocidad de corriente moderada, en los meses de abril a diciembre. En México se ha descrito bajo temperatura de 14°C , pH 7.7, conductividad $110 \mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, y profundidad de 4 m Sheath *et al.* (1993a). En la comparación de gradientes de temperatura entre las distintas especies de *Hildenbrandia* se observó que en Norteamérica es de 14 a 29°C , muy diferentes a los intervalos registrados para Japón (5 a 20°C , Seto, 1977), Inglaterra (9.8 a 12°C), España (13 a 15°C) y Polonia (menores a 15°C) (Sheath *et al.*, 1993a). O bien, otro conjunto de poblaciones con mayor afinidad a las altas temperaturas tales como Indonesia (20 a 28°C , Skuja, 1938a), Malasya (23°C , Kumano, 1980) e Irak (20°C , Hinton y Maulood, 1980). Hasta el momento todo parece indicar que existe una especie para zonas frías o templadas (*H. rivularis*) y dos en latitudes con climas cálidos (*H. angolensis* e *H. ramanaganiai*) (Sheath *et al.*, 1993a).

HILDENBRANDIA

Las condiciones ambientales en que se encontraron las poblaciones de esta investigación se resumen en la tabla 34 en donde se observó que han perdurado por más de 16 años de colecta, en particular los manantiales Choy, Puente de Dios, Coy, Sta. Anita, y Micos, todos ubicados en la cuenca baja del río Pánuco. Los gradientes bajo los cuales se colectaron son: temperatura por arriba de los 23.3°C y hasta los 27°C; pH de 6.8 a 8; velocidad de corriente indiferente, lenta hasta muy alta; intensidad luminosa media a muy baja; conductividad 750 a 1,500 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$; profundidad 10 a 200 cm; siempre epifíticas y con grandes cantidades de carbonato de calcio disuelto. Los ambientes donde predominaron fueron manantiales o ríos con gran influencia de un manantial. Los microambientes que ocuparon fueron variados, pero relacionados a baja intensidad luminosa. Cabe mencionar que la literatura no menciona la cobertura de la especie en el ambiente, la cual es notoria en varios de los manantiales de la región central. Comúnmente *Hildenbrandia* formó asociaciones con otras algas rojas como *Thorea violacea* y *Sirodotia huillensis* en la localidad Santa Anita; con *Audouinella eugenea* en la localidad Choy; con *A. pygmaea* en Micos; o bien, asociadas con otras algas tales como *Hyella fontana* Huber et Jardin ó *Pleurocapsa minor* Hansgirg, en las localidades Choy, Santa Anita y Puente de Dios. Además, frecuentemente se encontraron costras guindas creciendo debajo o a un lado de musgos en el nacimiento El Salto y el Coy. En las localidades Choy y Puente de Dios, se registró que después de regresar al sitio de colecta de una época a otra, en los espacios limpios de la roca empezó a crecer *H. fontana* y pequeños mechones de *A. eugenea*; y con el tiempo, la costra de *Hildenbrandia* empezó a desplazar a estas dos especies cerrando el espacio. Las poblaciones con mayor abundancia fueron 5 y 6 de Puente de Dios; 13, 14 y 15 de Choy; 16 de Coy; y 19 y 20 de Tambaque.

Distribución geográfica

Las especies del género *Hildenbrandia* presentan una distribución mundial amplia, desde regiones templadas hasta tropicales de todos los continentes. Antes de la revisión del género *Hildenbrandia* hecha por Sheath *et al.* (1993a) la mayoría de los especialistas consideraban a *H. rivularis* como única representante en agua dulce, con amplia distribución en Europa, y aparentemente menos caracterizada en otros continentes (Skuja, 1938; Starmach, 1952, 1969, 1969a; Sheath, 1984). Con el reconocimiento de las otras dos especies dulceacuícolas se encontró que el rango geográfico de *H. angolensis* incluye numerosos países de Centroamérica (Wille, 1915; Bourrelly y Manguin 1952;

Sheath y Cole, 1992; Sheath *et al.*, 1993a) e *Hildenbrandia ramanaginaii* en la India (Khan, 1974). Sin embargo, aún faltan por revisar la identidad de numerosas poblaciones descritas en Asia (Skuja, 1938a; Seto, 1977; Kumano, 1980; Hinton y Maulood, 1980).

En México se ha descrito *H. angolensis* en tres localidades del estado de San Luis Potosí, (Carmona y Montejano, 1993) y una sin ubicación precisa en el centro de México (Sheath *et al.*, 1993a). Las poblaciones que se revisaron en esta investigación se localizaron en la cuenca baja del río Pánuco, cuenca alta del río Balsas y cuenca baja del río Papaloapan. La ubicación de las localidades se registró entre los 18°29' y los 22°50'LN y los 95°01' y 99°26'LO, en altitudes que fueron de 60 a 1,121 msnm (Tab. 35, Fig. 9).

Formas de expresión de las poblaciones de *Hildenbrandia*

Se revisaron un total de 14 localidades con poblaciones de *Hildenbrandia* en la región central de México. En siete se observaron dos o más poblaciones de la misma o distinta época del año. En la primera confrontación se registró lo siguiente. En localidad nacimiento El Salto se colectaron las poblaciones 2 y 3. Ambas presentaron forma de crecimiento, altura del talo, número de células en el filamento, diámetro y largo celular, así como media y desviación estándar muy parecidas. Solamente en una se encontraron estructuras de gemación. Ambas se colectaron en un río bajo velocidades de corriente elevadas, intensidades luminosas bajas a 20 cm de profundidad. Se consideró que ambas poblaciones son parte de una misma en distinta época. Del manantial Puente de Dios se revisaron dos poblaciones, 5 y 6. Las dimensiones celulares, largo del talo, número de células en el filamento, media y desviación estándar de cada carácter fueron parecidos. En ambas se observaron estructuras de gemación y fueron muy parecidas en la media y desviación estándar. Las condiciones ambientales y especies asociadas son similares, lo que apoya la idea de considerarlas como parte de la misma población. En los ríos Santa Anita (poblaciones 8 y 9) y Tanchachín (poblaciones 10 y 11) se registraron dimensiones celulares, largo del talo, número de células en el filamento, media y desviación estándar de cada carácter similares. En ninguna se observaron estructuras de gemación. Las dos poblaciones se colectaron epilíticas, en zona de rápidos, con temperatura, pH, intensidad luminosa, especies asociadas y profundidad muy parecidas. Aunque pertenecen a dos épocas del año distintas,

HILDENBRANDIA

se consideraron como parte de una misma población. En el manantial Choy se observaron tres poblaciones, 13, 14 y 15. Las dimensiones celulares, largo del talo, número de células en el filamento, media y desviación estándar de cada carácter fueron parecidas. En ninguna se observaron estructuras de gemación. En los tres casos se colectaron bajo condiciones ambientales similares y con las mismas especies asociadas (*Audouinella eugenea* e *Hyella fontana*). Las tres se consideraron parte de una misma población en distinta época del año. De la misma manera, en los ríos La Garita (poblaciones 17 y 18) y Tambaque (poblaciones 18 y 20) compartieron la mayoría de los rangos taxonómicos y ambientales por lo cual se consideraron como parte de la misma población en distintas épocas del año. En las localidades Poza Azul, Micos, Tamasopo, Puente de Dios II, Coy, Poza Azul, Poza Reina y Las Estacas se revisó una sola colecta con una población.

En el segundo nivel se registró que todas las poblaciones fueron muy parecidas en dimensiones celulares (diámetro, largo y su respectiva media y desviación estándar). El resto de los atributos presentaron variaciones, en especial, el número de células en el filamento y el largo del talo, sin embargo, sobrelaparon fuertemente sus rangos. También las condiciones ambientales coincidieron en temperaturas por arriba de los 23.3°C y hasta los 27°C; pH de 7 a 8; e intensidad luminosas de media a muy baja. De tal manera, todas las poblaciones se consideraron muy parecidas y como parte de la misma población en distintos tiempos y espacios.

En la tercera comparación se registró que hay gran variación y sobrelapamiento en los rangos de *Hildenbrandia rivularis*, *H. angolensis* e *H. ramanaginaii*. Sheath *et al.* (1993a) proponen que, mientras no existan otras fuentes de información de tipo citogenético, los promedios del largo y ancho celular se pueden utilizar para separar entre especies. Los promedios son: *H. rivularis*, diámetro celular 8.2 μm , largo celular 11.3 μm , (significativamente más grandes); *H. angolensis*, diámetro celular 4.6 a 4.7 μm , largo celular 6.3 a 6.7 μm . Para *H. ramanaginaii* los rangos son, diámetro 6 a 16 μm , largo 10 a 24 μm (Khan, 1974). Basados en el promedio del diámetro celular y los gradientes ambientales podemos decir que todas nuestras poblaciones corresponden a la descripción de *H. angolensis*. Cabe resaltar que parece ser que no hay diferencias morfológicas y morfométricas significativas entre las especies del género *Hildenbrandia*, y si existen, son diferencias ambientales. A continuación se presenta la diagnóstico y lámina de la especie.

***Hildenbrandia angolensis* Welwitsch. ex W. West et G.S. West, J. Bot. 35: 3, 1897**
(Lámina IX, figuras a-f)

SINTIPO: ANGOLA, Golungo Alto, Quibanga, Sange, VI.1857, 3435 (BM).

Talo costroso, de crecimiento hemisférico o irregular, de color guinda. Altura del talo 25.0-156.0 μm ; 4-14 células por filamento; filamentos de la capa pluristromática escasamente ramificados. Células redondas en su parte basal y apical, cuadradas o subcuadradas en la capa pluriestromática y alargadas en la capa monostromática. En capa pluristromática: largo celular 3.0-11.76 μm , diámetro celular 2.3-7.4 μm . Estructuras de gemación, 13.0-79.5 μm de largo, 27.0-103.25 μm de diámetro.

Caracteres diagnósticos. Promedio de diámetro celular 4.14 μm y filamentos de la capa pluristromática escasamente ramificados.

Hábitat. Crece en manantiales y ríos sombreados; en zona de rápidos, deslizamiento o fondo de ríos; epilítica; T: 23-27°C, pH: 6.8-8.0, IL: muy baja-baja (107-2,691 lx), VC: lenta-muy alta (35-130 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$), C: 700-1,520 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$, AL: AT= 370-554 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, CA= 194 $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$, P: 10-200 cm, EA: *Hyella fontana*, *Thorea violacea*, *Sirodotia huillensis*, *Compsopogon coeruleus*, *Xenotholos gardenrii*, *Pleurocapsa minor*, *Audouinella eugenea*, *Audouinella* sp.1, *A. pygamea*, musgo, ES: perennes.

Distribución mundial. Regiones tropicales de Africa, Asia y América central.

Distribución en México. En la literatura: SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Valles, Choy, IV.88, *G. Montejano*, V.89, *J. Carmona PA2923*, XI.89, *J. Carmona*; Mpio. Tamasopo, Puente de Dios, V.85, *G. Montejano PA2546*, VIII.87, *G. Montejano PA2868*; Mpio. Huehuetlán, Huichihuayan, V.85, *G. Montejano PA2351*. (Carmona y Montejano, 1993). Cuenca del río Pánuco (Sheath *et al.*, 1993a). Especímenes examinados (fig. 9): TAMAULIPAS, Mpio. Cd. Mante, Poza Azul, 27.V.93, *J. Carmona PA3442* (FCME). SAN LUIS POTOSÍ, Mpio. Cd. Mafz, nacimiento El Salto, 15.III.84, *G. Montejano PA2173* (FCME), 25.III.87, *G. Montejano PA2601* (FCME); Mpio. Cd. Valles, Micos, 17.II.92, *J. Carmona PA3320* (FCME), Puente de Dios II, 9.V.85, *G. Montejano PA2547* (FCME), Choy, 13.IV.88, *G. Montejano PA2922* (FCME), 9.IX.89, *J. Carmona PA3168* (FCME), 1.V.91, *J. Carmona PA3259* (FCME), Coy, 24.III.87, *G. Montejano PA2585* (FCME); Mpio. Tamasopo, Puente de Dios, 8.XI.87, *G. Montejano PA2868* (FCME), 7.XI.90, *J. Carmona PA3230* (FCME), río Tamasopo, 27.V.87, *G. Montejano PA2741* (FCME); Mpio. Aquismón, Santa Anita, 7.V.85, *G. Montejano PA2460* (FCME), 26.III.87, *G. Montejano PA2623* (FCME), Tanchachín, 7.IX.81, *G. Montejano PA780* (FCME), 3.IV.82, *G. Montejano PA1010* (FCME), La Garita, 6.VII.95, *J. Carmona PA3576* (FCME), 25.XI.95, *J. Carmona PA3624* (FCME), Tambaque, 20.II.92, *J. Carmona PA3357* (FCME), 25.XI.95, *J. Carmona PA3620* (FCME). VERACRUZ, Mpio. Catemaco, Poza Reina, 12.III.93, *J. Carmona PAs/n* (FCME). MORELOS, Mpio. Tlaltizapán, Las Estacas, 27.I.96, *G. Montejano BALE3023* (FCME).

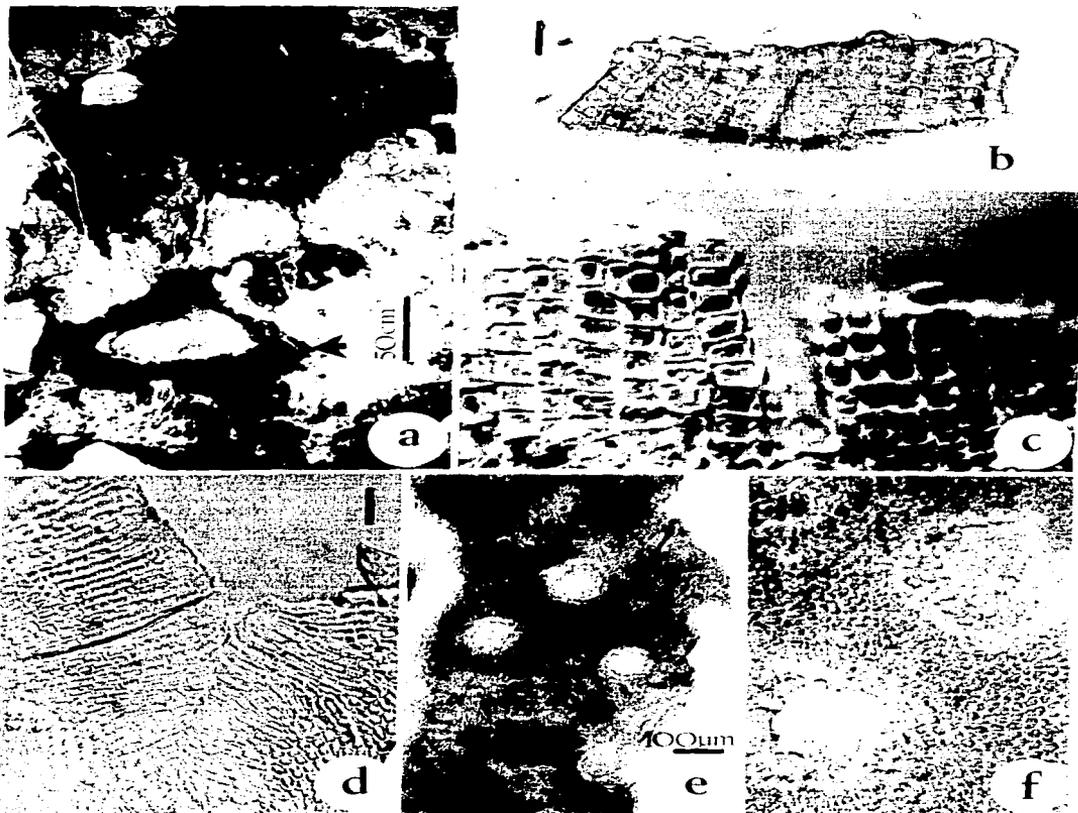


LÁMINA IX.- *Hildenbrandia angolensis*; a-f. a) Hábito, b y c) corte transversal de la capa pluristratificada, d) vista superficial de la capa monostromática, e y f) vista superficial del crecimiento con estructuras de gemación. Escala de la barra 10 μ m.

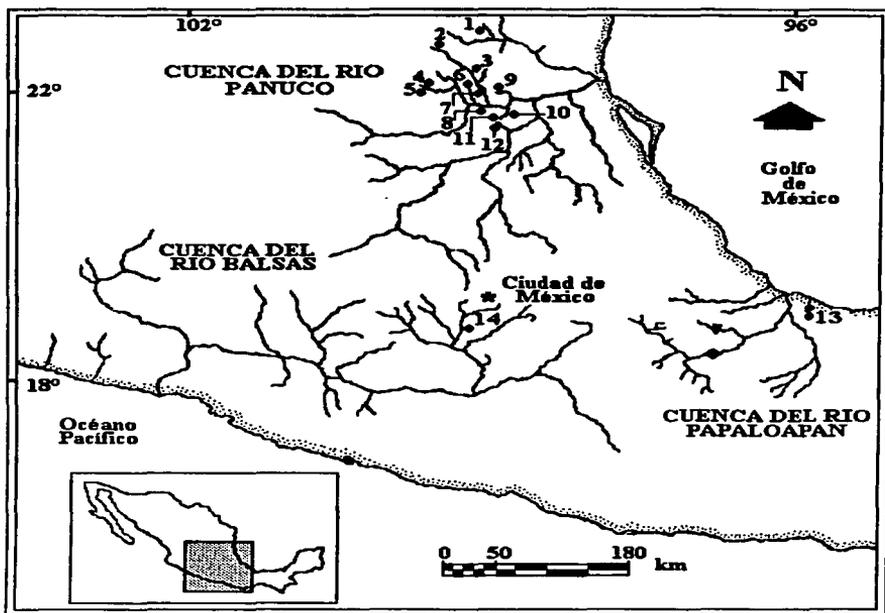


Figura 9. Ubicación de *Hildenbrandia angolensis* (●). 1. Poza Azul. 2. Nacimiento El Salto. 3. Micos. 4. Puente de Dios. 5. Tamasopo. 6. Santa Anita. 7. Tanchachín. 8. Puente de Dios II. 9. Choy. 10. Coy. 11. La Garita. 12. Tambaque. 13. Poza Reina. 14. Las Estacas.

Caracterización general

Ciclos de vida

A través de la reconstrucción de las distintas etapas y fases de las poblaciones analizadas se describieron dos tipos de ciclo de vida. Los ciclos descritos en la literatura y los registrados en este trabajo se resumen en la tabla 36. El primer ciclo de vida fue unifásico, en el cual no hubo evidencia de algún tipo de reproducción sexual y la fase esporofítica se multiplicó a través de estructuras de origen asexual; se registró en *Stylonema* sp., *Compsopogon coeruleus*, *Audouinella* sp.1, *A. eugenea*, *A. pygmaea*, *Thorea hispida*, *T. violacea* e *Hildenbrandia angolensis*. En la mayoría de las poblaciones la fase dominante fue la esporofítica, sin embargo, en *T. violacea* la fase dominante fue la gametofítica. Las estructuras multiplicativas que se registraron fueron: monosporas, propágulos y estructuras de gemación. Las poblaciones de *Audouinella* spp. e *H. angolensis* se propagaron vegetativamente y por clonación vía ramets en manantiales donde las fluctuaciones de temperatura del agua e intensidad luminosa a lo largo del año fueron mínimas. Mientras que *C. coeruleus* y *T. violacea* fueron de aparición estacional en un amplio gradiente de condiciones ambientales.

El segundo ciclo de vida fue bifásico con dos fases alternantes: el gametofito y el esporofito. A partir del talo gametofítico de *Barrachospermum gelatinosum*, *B. globosporum*, *Sirodotia huillensis*, *S. tenuissima*, *Paralemanea mexicana* y *P. cf. annulata* se diferenciaron gametos (espermatangios y carpogonios) que al fusionarse desarrollaron cigotos. El cigoto por sucesivas divisiones celulares formó un filamento gonimoblástico que creció hasta desarrollar un conglomerado de filamentos ramificados. En el ápice de estos filamentos se formaron carposporas. Las carposporas al ser liberadas y germinar produjeron una fase "Chantransia" diploide, la cual por división meiótica en una rama originó nuevos gametofitos haploides. El talo gametofito de *B. globosporum*, *S. huillensis* y *T. violacea* fue claramente distinguible, mientras que el esporofito difícilmente se diferenció. Sólo en *S. huillensis* se observaron diferencias morfológicas entre la fase "Chantransia" que formó pequeños tufos con filamentos muy compactos, aguzados en el ápice y con escasas monosporas y el esporofito de *Audouinella*, que siempre fueron filamentos no aguzados, separados y con abundantes monosporas. La mayoría de las poblaciones fueron monóicas y sólo *S. huillensis* fue dióica con un acentuado dimorfismo sexual en

RESULTADOS

el color del talo. Además de la reproducción sexual, en la fase "Chantransia" de *Sirodotia huillensis* y *Paralemanea mexicana* se observaron monosporas como ruta alternativa de propagación vegetativa. En *Audouinella* sp.2, se observaron estructuras que podrían ser carpogonios, espermatangios y carposporas, sin embargo, no se logró confirmar por completo. Las poblaciones de *Batrachospermum globosporum* y *S. huillensis* fueron de aparición estacional en ríos calcáreos donde la velocidad de corriente se modificó drásticamente de una época del año a otra; para las restantes especies sólo se analizó una época.

Ecología

Todas las poblaciones de rodofitas en la región central de México se colectaron en menor o mayor grado relacionadas a un constante flujo o movimiento de agua y en una diversidad de condiciones fisicoquímicas del agua. El conjunto de gradientes ambientales físicos, químicos y biológicos de cada especie se resumieron en las tablas 37, 38 y 39.

Con base en la temperatura del agua se distinguieron dos grupos: el primero integrado por *B. gelatinosum*, *S. tenuissima*, *P. cf. annulata* y *P. mexicana*, se presentaron en altitudes que superan los 1,700 msnm en aguas de 12° a 18°C, tendiendo a lo ácido. El segundo estuvo integrado por *Stylonema* sp., *Compsopogon coeruleus*, *Audouinella eugenea*, *A. pygmaea*, *Audouinella* sp.1, *Audouinella* sp.2, *B. globosporum*, *S. huillensis*, *Thorea violacea*, *T. hispida* e *Hildenbrandia angolensis* las que crecieron por debajo de los 1,650 msnm con temperatura del agua superior a 21°C en aguas circineutrales a ligeramente alcalinas (Fig. 10).

La combinación de la intensidad luminosa y velocidad de corriente determinó que las poblaciones de *C. coeruleus* crecieran bajo un amplio rango de gradientes de intensidad luminosa baja a alta (9,000 a 81,806 lx) y velocidad de corriente lenta a alta (10 a 85 cm·s⁻¹); las poblaciones de *Audouinella* se desarrollaron en microambientes con baja a media intensidad luminosa (100 a 2,221 lx) y lenta a alta velocidad de corriente (35 a 130 cm·s⁻¹); *H. angolensis*, creció siempre en relación a bajas cantidades de luz (107 a 2,691 lx) con un amplio gradiente de velocidad de corriente de lenta a muy alta (35 a 130 cm·s⁻¹); las poblaciones de *B. globosporum* se colectaron bajo intensidad luminosa

media de 7,534 a 12,916 lx y velocidad de corriente lenta a moderada (10 a 60 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); los crecimientos de *Stylonema* sp. y *Sirodotia huillensis* estuvieron relacionados con valores de intensidad luminosa media (7,500 lx) y velocidad de corriente lenta a alta (35 a 85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); las poblaciones de *Thorea violacea* se presentaron con amplios gradientes de intensidad luminosa baja a alta (430-91,494 lx) y velocidad de corriente lenta a muy alta (20 a 103 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); *Paralemanea mexicana* creció con un gradiente de luz bajo a medio y velocidades de corriente de lenta a alta (35 a 60 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$); por último las poblaciones de *Batrachospermum gelatinosum*, *S. tenuissima*, *T. hispida* y *P. cf. annulata* se colectaron con intensidad luminosa baja a media y velocidad de corriente lenta (10 a 35 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) (Fig. 11).

Entre las variables químicas se registraron altos valores de conductividad ($> 300 \mu\text{m}\cdot\text{cm}^{-1}$) y alcalinidad total ($> 500 \text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) en localidades con *Stylonema* sp., *Compsopogon coeruleus*, *Audouinella* sp.1, *Audouinella* sp.2, *A. eugenea*, *A. pygmaea*, *B. globosporum*, *S. huillensis*, *T. violacea* e *Hildenbrandia angolensis*. Estos valores reflejaron la naturaleza calcárea de la cuenca baja del río Pánuco, o bien, la presencia de altos valores de iones disueltos y carbonatos en localidades de otras regiones como sucedió en *C. coeruleus* e *H. angolensis* en la cuenca baja del Balsas y cuenca baja del Papaloapan respectivamente.

Un alto porcentaje de las poblaciones de rodofitas crecieron en la superficie del agua o raramente por debajo de los 10 m, sobre un sustrato firme, rocoso o en algunos casos sobre otras algas, plantas o animales; en la cuenca baja del Pánuco se percibió que los crecimientos se desarrollaron en rápidos, canales de corriente, cantos rodados y borde de las pozas, zonas de deslizamiento, salpicadura y golpeo donde el carbonato de calcio disuelto en el agua es acarreado y no se sedimenta. Aparentemente algunas poblaciones de *Stylonema* sp. y *B. globosporum* crecieron en un sustrato limoso, sin embargo, correspondieron a colectas del inicio de secas en donde el carbonato de calcio se sedimentó y comenzó a cubrir los crecimientos.

En cuanto a las asociaciones comunes entre rodofitas se colectaron: *A. eugenea* e *H. angolensis* y *A. pygmaea* e *H. angolensis*, en numerosos manantiales de la cuenca baja del Pánuco; *B. globosporum* y *T. violacea* y *S. huillensis*, *T. violacea* e *H. angolensis*, en distintas combinaciones

RESULTADOS

macro y microambientales de ríos calcáreos de la misma región. Aunque no se evaluó la contaminación de los cuerpos de agua, se observó que los afluentes de la cuenca alta del Balsas presentaron la mayor influencia de materia orgánica y desechos industriales originados principalmente por zonas urbanas, balnearios e ingenios azucareros. En estos ríos sólo se colectó *Compsopogon coeruleus*. El total de las poblaciones crecieron en aguas muy claras, relacionadas a manantiales o ríos muy cercanos a manantiales, aparentemente sin perturbación humana.

Biogeografía

Como resultado de la composición florística entre las seis áreas de estudio, el índice de diversidad mostró que las cuencas son significativamente diferentes entre sí ($P < 0.001$). El mayor valor de diversidad lo presentó el bajo Pánuco con 3.32 y el menor valor el bajo Balsas y bajo Papaloapan con 0.00. Se registraron tres cuencas con un gradiente de valores que van de 1.00, 1.58 y 2.00, que correspondieron al alto Papaloapan, alto Pánuco y alto Balsas respectivamente. Los valores de equitatividad en las cuencas con mayor diversidad fue de 1.00, lo que indica que no hubo dominancia de alguna especie (Fig. 12).

El índice de similitud señaló que el mayor valor de afinidad fue cercano al 40%, lo que puede indicar una baja afinidad entre la flora, sin embargo, en el dendograma se lograron distinguir tres grupos; el primero representado por áreas templadas como son el alto Pánuco y alto Balsas; un segundo que agrupó a dos cuencas con climas cálidos tales como el bajo Pánuco y bajo Papaloapan y el tercero formado por dos unidades independientes sin algún parecido (Fig. 13).

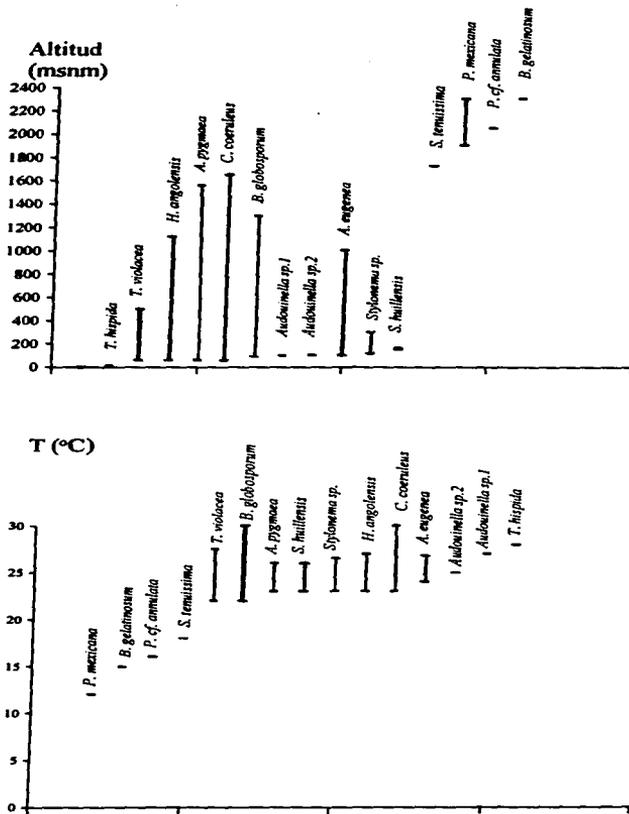


Figura 10.- Altitud y temperatura de los taxa de estudio.

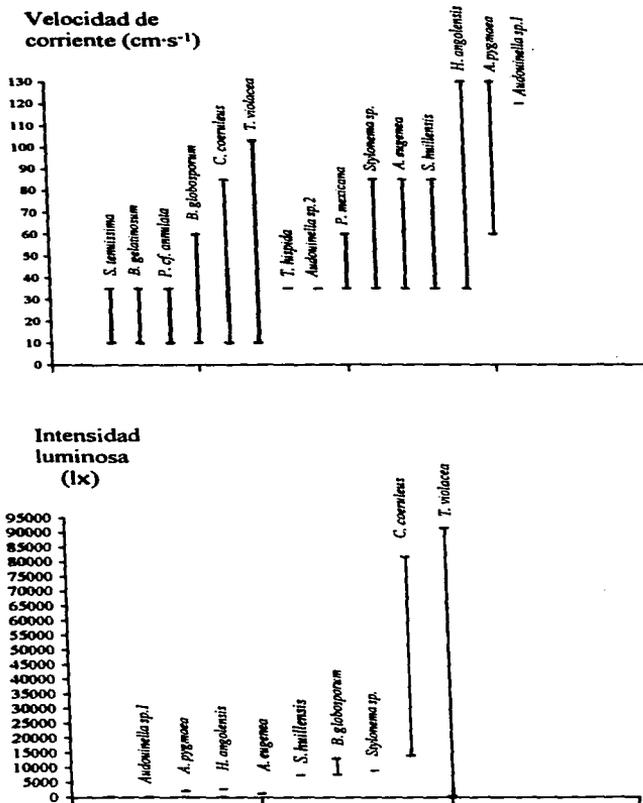
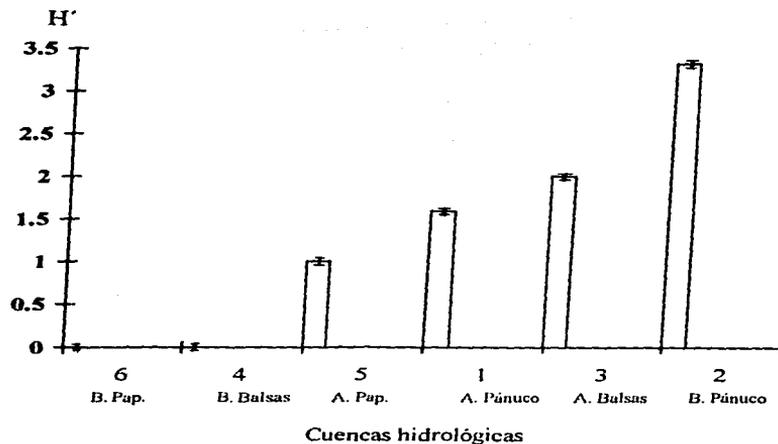


Figura 11.- Gradientes de velocidad de corriente e intensidad luminosa de los taxa de estudio.



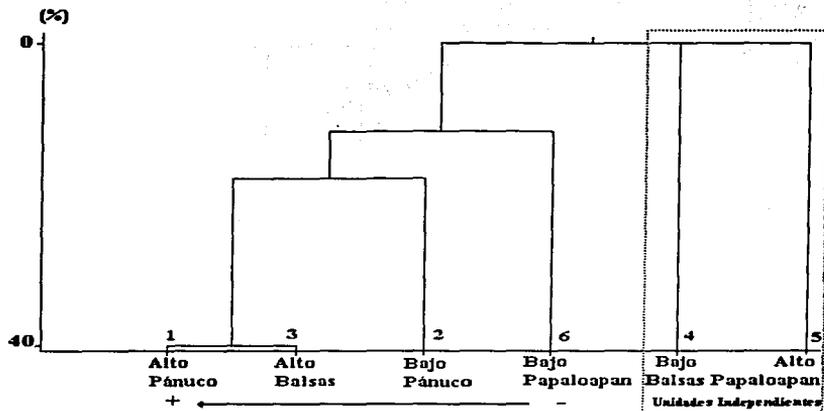
**SUBCUENCA
ESPECIE**

INDICE DE SHANNON-WIENER (EN BASE 2)

S	H'	D _{máx}	D _{mín}	E	<i>p_i</i>	<i>p_iln p_i</i>	<i>p_i(ln p_i)²</i>	Var H'
1 3	1.585	1.585	1.585	1.000	0.200	-0.321	0.518	0.02478
2 10	3.322	3.322	3.322	1.000	0.666	-0.270	0.109	-0.00759
3 4	2.000	2.000	2.000	1.000	0.266	-0.352	0.466	0.01947
4 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066	-0.179	0.487	0.03033
5 2	1.000	1.000	1.000	1.000	0.133	-0.268	0.541	0.03170
6 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.066	-0.179	0.487	0.03033
TOT. 15	3.749	3.907	3.457	0.960	1.397	-1.569	2.608	

- 5 y 3; $t = 4.42$; $gt = 44.82$; t tablas = probabilidad < 0.001.
- 2 y 3; $t = 12.13$; $gt = 1.4$; t tablas = probabilidad < 0.001.

Figura 12.- Gráfica y valores calculados por el Índice de diversidad Shannon-Wiener (presencia-ausencia) entre las cuencas de estudio.



Modo Q (Columnas)
Unión Media No Ponderada

- Las Entidades 1, 3 se unen en el nivel de 40%
- Las Entidades 1, 3, 2 se unen en el nivel de 17.8%
- Las Entidades 1, 3, 2, 6 se unen en el nivel de 11.7%
- Las Entidades 4, 5 se unen en el nivel de 0.0%
- Las Entidades 1, 3, 2, 6, 4, 5 se unen en el nivel de -0.0%

Figura 13.- Dendograma y valores calculados por el Índice de similitud Jaccard (presencia-ausencia) entre las cuencas de estudio.

DISCUSIÓN

La confrontación de entidades y generación de unidades de trabajo a lo largo de 16 años de visitar la región central de México permitió evaluar cualitativa y cuantitativamente los atributos taxonómicos, la combinación de gradientes ambientales y su capacidad de respuesta a las fluctuaciones de dichos gradientes y caracterizar grupos de poblaciones en función de su distribución en la región. El reconocimiento de las similitudes permitió proponer patrones o modelos con un alto grado de consistencia y confiabilidad.

Integración florística-taxonómica

La valoración y análisis de 122 poblaciones de rodofitas permitió delimitar 15 especies que se reunieron en 8 géneros. La aportación de nuestro trabajo a la lista florística de México fue de 5 especies (*Strylonema* sp., *Audouinella* sp.1, *Audouinella* sp.2, *Sirodotia huillensis* y *Paralemanea* cf. *annulata*) y un género (*Strylonema*), que sumados a la flora descrita previamente a esta investigación conforman una flora potencial de 21 especies y 10 géneros. Este número es similar a otras regiones tropicales o subtropicales como Java y Sumatra con 10 especies (Skuja, 1938), China con 24 especies (Jao, 1941), sureste de Australia con 14 especies (Entwisle y Kraft, 1984), Brasil con 22 especies (Necchi, 1989). Sin embargo, la lista fue contrastante con floras de regiones templadas como Europa y Norteamérica cada una con más de 50 especies (Israelson, 1942; Starmach, 1977; Sheath y Cole, 1992). Una de las diferencias más notable en la composición específica de ambas regiones se atribuyó al escaso número de especies del género *Batrachospermum*, que representan el 41 % del total de taxa en agua dulce y se distribuyen con mayor frecuencia y abundancia en climas templados o boreales (Sheath, 1984). Además, faltan por explorar y actualizar numerosas regiones con climas fríos, cálidos, semicálidos y secos de nuestro país.

De las 15 especies descritas en este estudio, en cuatro no se logró determinar a nivel específico debido a que los atributos no se habían reportado en la literatura, como sucedió en el patrón de división celular de *Strylonema* sp., el patrón de ramificación en *Audouinella* sp. 1, la formación de estructuras sexuales en *Audouinella* sp. 2 y la presencia de ramas en *Paralemanea* cf. *annulata*. El patrón de división celular en combinación con el tipo de ramificación y el sistema de fijación, mostró

DISCUSIÓN

que *Strylonema* sp. es un nuevo registro para la ciencia en agua dulce. En *Audouinella* sp. 1 se observó un tipo de ramificación abundante con células cuadradas que no se había descrito para los taxa de este género. En *Audouinella* sp. 2, las estructuras reproductoras, en combinación con los atributos vegetativos, representó a la segunda especie de agua dulce con reproducción sexual. Por último en *Paralemanea* cf. *annulata* se observaron ramas a pesar de que sólo se describen para *P. mexicana*.

Otro conjunto de poblaciones que se definieron como *Compsopogon coeruleus*, *A. pygmaea*, *Thorea violacea*, *T. hispida* e *Hildenbrandia angolensis* presentaron variación morfológica amplia en algunos de sus caracteres utilizados de peso taxonómico por los especialistas, sin embargo, esta variación no justificó el que sean especies nuevas, ya que en su mayoría sólo ampliaron los límites de caracteres taxonómicos. Entre las poblaciones de *C. coeruleus* se observaron dos grandes grupos y su gradación entre ellas: las que presentaron espinas y fueron delgadas por el eje principal; y las que no presentaron espinas y son el triple de ancho que las anteriores. A pesar de tales diferencias, los especialistas reúnen toda esta variación en una sola especie y la explican con base en condiciones ambientales. La referencia bibliográfica de *Sirodotia tenuissima* no incluye la presencia de ramas carpoconiales ramificadas, como se registró en nuestra población; no obstante, el resto de los atributos fueron semejantes, razón por la cual se consideró como una variación morfológica. Entre las poblaciones de *T. violacea* se describió que la frecuencia de ramas en el talo, utilizado como atributo taxonómico importante en la delimitación entre taxa fue muy variable; para separar las especies de *Thorea* se propone utilizar otros atributos que se reconocieron constantes como la presencia o ausencia de ramas en filamentos asimiladores, el largo de los filamentos monosporangiales y el diámetro del talo. El criterio utilizado para identificar las poblaciones de *H. angolensis* se basó en el promedio del diámetro celular y los gradientes ambientales, ya que todos los caracteres morfológicos y morfométricos se traslaparon entre las tres especies. El último grupo integrado por *A. eugenea*, *Batrachospermum globosporum*, *B. gelatinosum*, *S. huillensis* y *P. mexicana* compartieron la mayoría de los atributos propuestos por los especialistas.

La alta proporción de especies con caracteres taxonómicos que no correspondieron con lo citado hasta el momento en la literatura puede estar explicado por dos motivos principales: primero, el escaso número de trabajos en latitudes tropicales con características físicas, químicas y geológicas muy

diferentes a las zonas templadas donde se han descrito el mayor número de especies, y segundo, la falta de información biológica en algunos grupos como sucede con las Phorphyridiales dulceacuícolas. La propuesta que aquí se plantea es caracterizar y registrar en vivo atributos taxonómicos de en el momento de la colecta, tales como: color y dimensión del talo, estructura basal, patrón de ramificación y estructuras celulares entre otros (muy importantes en el reconocimiento de las poblaciones de *Strylonema*, *Audouinella*, *Sirodotia*, *Thorea*, *Paralemanea* e *Hildenbrandia*); condiciones ambientales (temperatura, pH, conductividad, alcalinidad) y microambientales (velocidad de corriente, intensidad luminosa, sustrato y especies asociadas); que en conjunto con la valoración de caracteres en el laboratorio, se logre una mejor caracterización de cada población.

Ciclos de vida

La representación de los cambios morfofisiológicos relacionados con el ambiente en las rodofitas dulceacuícolas es uno de los campos del conocimiento biológico que aún no se han estudiado por completo (Woelkerling, 1990). Esta falta de información fue evidente al confrontar las entidades con la literatura y no encontrar nada parecido. Aparentemente fue sencillo distinguir las etapas en un ciclo de vida unifásico de *Strylonema* sp. y *Compsopogon coeruleus*, sin embargo, durante el curso de su desarrollo ontogenético el individuo expresó diferencialmente su fenotipo, lo que hizo que cada etapa presentara diferencias morfofisiológicas en comparación con las otras. Además, a partir de su propio potencial, las etapas del individuo variaron en función de la época de lluvias o de secas lo cual dificultó su identificación en el campo. En las poblaciones de *Batrachospermum globosporum*, *B. gelatinosum*, *Sirodotia huillensis*, *S. tenuissima*, *Paralemanea mexicana* y *P. cf. annulata* el ciclo de vida estuvo constituido por dos tipos de individuos que se distinguieron por tener dos fases diferentes. Sólo en dos especies se logró caracterizar la fase "Chantransia"; en la mayoría no se distinguió, lo cual representó que, bajo condiciones naturales la fase esporofítica de *B. globosporum* y *T. violacea* se haya podido confundir con poblaciones de *Audouinella*.

La mayoría de las poblaciones de *Audouinella* se multiplicaron exclusivamente por monosporas, propágulos y clonación, sin embargo, en *Audouinella* sp.2 se registró un ciclo de vida bifásico, gametos y carposgonios, sin la presencia de la fase tetrasporofítica, tal como se ha descrito en algunas

DISCUSIÓN

especies marinas (Woelkerling, 1983). En las poblaciones definidas como *Audouinella pygmaea* se encontró un tipo de células globosas con patrón de división celular irregular, no registradas para el género, que se denominaron propágulos, los cuales representaron una alternativa más de propagación vegetativa. Hasta el momento sólo se describe una estructura similar que no interviene en la reproducción sexual llamada propágulo gonimoblástico en talos gametofíticos de *Batrachospermum breuelii* (Sheath y Whittick, 1995)

La reproducción asexual en animales y plantas vasculares están correlacionadas con perturbaciones ambientales e interacciones bióticas poco intensas (Mladenov y Emson, 1988 en Hawkes, 1990). Por el contrario, la frecuencia y abundancia de la reproducción sexual es favorecida en espacios heterogéneos y es considerada como una preadaptación a cambios impredecibles (Hakwes, 1990). Cuando se trató de modelar la variación espacial en las poblaciones de esta investigación se registró que la multiplicación a través de monosporas o propágulos fue favorecida bajo gradientes fisicoquímicos del agua relativamente estables a lo largo del año tal como se describió en las poblaciones de *Audouinella* sp.1, *A. eugenea*, *A. pygmaea* e *Hildenbrandia angolensis*, o bien, con grandes fluctuaciones en el flujo de agua en el transcurso del año como sucedió en *Stylonema* sp., *Compsopogon coeruleus* y *Thorea violacea* las cuales fueron de aparición estacional. La mayor frecuencia y abundancia de la reproducción sexual se observó en *B. globosporum* y *S. huillensis*. Por otra parte, se colectaron poblaciones de *A. pygmaea* y *T. violacea* tanto en condiciones de relativa estabilidad como de inestabilidad ambiental. De acuerdo con estos resultados, se concluye que las diferencias reproductivas entre plantas superiores y el grupo de estudio en diferentes espacios están explicadas por las distintas magnitudes y dimensiones del espacio, del tiempo y de las relaciones entre las áreas y períodos en la que cada entidad tiene la capacidad de alterarse y responder diferencialmente a las fluctuaciones ambientales. Es decir, cada especie de rodo fita dulceacuática se expresó con una manifestación diferencial de acuerdo a su acervo genético, tuvo la capacidad de responder a las variaciones o fluctuaciones de sus circunstancias y se mantuvo reproduciéndose por la vía sexual, o bien, significativamente por la ruta asexual.

Integración florística-ecológica

En regiones de climas fríos y templados la temperatura y la calidad de luz (intensidad, cualidad y fotoperíodo) varían de acuerdo con la estación del año; muchas rodofitas aparecen en primavera cuando la temperatura y la intensidad luminosa aumentan considerablemente (Sheath, 1984; Sheath y Hambrook, 1990; Leukart y Hanelt, 1995). En contraste con las zonas templadas y con base en nuestros registros obtenidos en el campo, las áreas cálidas y semicálidas de la región central de México fueron homogéneas en cuanto a temperatura y composición química del agua y también se percibieron cambios en la presencia y abundancia de las poblaciones a lo largo de año, en especial la cuenca baja del río Pánuco que es una región calcárea. A pesar de que la mayoría de las unidades de comparación en tiempo y espacio de nuestra investigación no fueron equivalentes, se registró que la composición florística estuvo determinada por dos épocas: una de lluvias, de junio a noviembre y otra de secas de diciembre a mayo. El patrón de distribución de las poblaciones en sus ambientes y microambientes por lo general estuvo alterado por el mayor nivel y flujo de agua en la época de lluvias en la región; el régimen fluvial provocó que algunos microambientes se presentaran en otro (s) espacio (s) de la misma localidad, como sucedió en muchos manantiales, o desaparecieran, como en la mayoría de los ríos, cascadas, pozas o arroyos, donde el flujo de agua aumentó considerablemente desprendiendo toda estructura viviente que no soportó velocidades de corriente elevadas. En esta época aparecieron asociadas las poblaciones de *Audouinella pygmaea*, *Batrachospermum globosporum*, *Thorea violacea* e *Hildenbrandia angolensis* en numerosos fragmentos de ríos hasta el final de la época de lluvias e inicio de la época de secas. Con la aparición gradual de la época de estiaje, la superficie del talo de numerosas poblaciones se cubrió por completo de diatomeas y cianofitas, lo que originó que fragmentos del talo murieran; o bien, desaparecieron como resultado de la depositación de sedimentos sobre los crecimientos. Entre las rodofitas epifíticas que se presentaron en la época de secas se encontraron las poblaciones de *Stylonema* sp. y *Compsopogon coeruleus*, que crecieron asociadas o sobre otras algas como *B. globosporum*, *T. violacea* o *Cladophora* sp. Con el inicio de las lluvias se completó el ciclo estacional. Independientemente de la época del año, se registró un conjunto de especies asociadas que crecieron a lo largo de todo el año en manantiales con cavernas o ríos con alta cobertura de la vegetación: *Audouinella* sp. 1, *A. eugenea*, *A. pygmaea*, *S. huillensis* e *H. angolensis*. Algunas especies de *Audouinella* e *H. angolensis* se han descrito bajo velocidades de corriente que van

DISCUSIÓN

de 8 a 88 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ (Sheath y Hambrook, 1988), intervalo muy por debajo de los registrados en el presente trabajo. Por el contrario se menciona que algunas especies que forman filamentos mucilaginosos o tejidos como *Batrachospermum moniliforme* y *Lemanea fucina* se han descrito con velocidad de corriente superior a los 100 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, muy por encima de nuestros valores (Sheath y Hambrook, 1990). Las poblaciones de *Audouinella eugenea*, *A. pygmaea* y *Sirodotia huillensis* que crecieron en velocidad de corriente por encima de los 85 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ presentaron tallas del talo superiores a lo descrito hasta el momento para estas especies.

En combinación con la velocidad de corriente, la intensidad luminosa influyó directamente en la presencia de numerosas especies en la región. El régimen de luz que afecta la distribución y estacionalidad de las rodofitas incluye fluctuaciones en la intensidad, calidad y fotoperíodo (Sheath, 1984). A pesar de que no se evaluaron los cambios diarios y anuales, se determinó que la mayoría de las especies son poco tolerantes a este factor, aún más, los crecimientos de *A. eugenea*, *A. pygmaea* e *Hildenbrandia angolensis* ocuparon la superficie de rocas con 1 a 2 m de diámetro donde la intensidad apenas es de 100 lx. Sólo dos especies se colectaron con altos valores de luz: *Compsopogon coeruleus* y *Thorea violacea*, ambas se desarrollaron abundantemente en numerosos ríos de la cuenca alta del Balsas y cuenca baja del Pánuco. Esta diferencia puede estar explicada por una adaptación cromática en donde la proporción de clorofila a y ficoeritrina varía de acuerdo con los valores de luz como se describe en *B. vagum* (Rider y Wagner, 1972 en Sheath y Hambrook, 1990), o bien, representan una intensa aclimatación a límites extremos de luz (Thirb y Benson-Evans, 1983) que les ha permitido ocupar espacios donde predominan otros grupos de algas tales como cianofitas, clorofitas y diatomeas.

El 85 % de las localidades que se colectaron en esta investigación correspondieron a manantiales y ríos escasamente perturbados por la acción del hombre, solamente algunas localidades con poblaciones de *C. coeruleus* crecieron en aguas con gran influencia de zonas urbanas o industriales. La respuesta de la mayoría de las especies de rodofitas a la perturbación humana puede ser utilizada para proponer al grupo como especies indicadoras de calidad del agua, en especial de ambientes cársticos los cuales son considerados sistemas muy sensibles a la contaminación (Commission on National Parks and Protected Areas, 1996).

Finalmente podemos afirmar que la flora rodofícea contribuyó significativamente a la estructura y dinámica de las comunidades de ríos, ya que su forma de manifestación es de las más conspicuas por su talla, frecuencia y abundancia. Las condiciones particulares de cada ambiente donde se colectaron estuvieron determinadas por la temperatura del agua, composición química del agua, intensidad luminosa, velocidad de corriente y tipo de sustrato. La combinación de estos gradientes permitió que se presentaran rodofitas asociadas en microambientes definidos como cantos rodados, rápidos, pozas, escurrimientos, canales de corriente, zonas de deslizamiento, golpeo o salpicadura, cada uno de ellos con una manifestación de matíces muy amplia dependiendo de su dimensión (largo, ancho, altura, volumen, etc.), posición (frontal, lateral, deslizamiento, etc.) y exposición.

Integración florística-biogeográfica

La diversidad y frecuencia de las rodofitas en las cuencas estudiadas fue muy heterogénea. En primer término, contrastó el bajo porcentaje de especies en la cuenca del Papaloapan y en segundo las diferencias en diversidad y en composición de especies de algas rojas en el Balsas y Pánuco.

La cuenca del río Pánuco presentó el mayor número y frecuencia de rodofitas. Al comparar la composición específica al interior de la cuenca, se observó que la distribución de las especies no fue homogénea: en la cuenca alta se encontraron tres especies, mientras que en la cuenca baja se colectaron diez. La abundancia y diversidad entre ambas porciones de la cuenca, parece estar relacionada con la presencia permanente de numerosos manantiales y escurrimientos de origen calcáreo en la cuenca baja, que, asociados con la variada topografía de la zona, presentaron gran cantidad de microambientes adecuados para el desarrollo de rodofitas. La cuenca baja del río Pánuco es un área de endemismo, una región natural habitada por un grupo natural de algas rojas. Es decir, en esta región se caracterizó una continuidad y afinidad geográfica entre el área (región calcárea), se localizó el mayor número de especies, la mayor abundancia de individuos (*Audouinella* spp., *Batrachospermum globosporum*, *Thorea violacea* e *Hildenbrandia angolensis*), los individuos de mayor tamaño (*Sirodotia huillensis* y *T. violacea*), las formas más primitivas del grupo (*Srylonema* sp.) y una continuidad genealógica entre sus integrantes. En contraste con el Pánuco, el mayor número de localidades con rodofitas en la cuenca del río Balsas se colectaron en su porción alta, en altitudes que van de los 1,200 a 1,500 msnm. Fue

DISCUSIÓN

complicado explicar las diferencias con la cuenca baja del Pánuco ya que presentaron condiciones climáticas similares, hay importantes corrientes permanentes y sólo compartieron cuatro especies. Existen dos factores que pueden explicar este hecho: a) las diferencias geológicas (origen granítico en el Balsas y calcáreo en el Pánuco) y b) el alto grado de contaminación por materia orgánica provenientes de numerosas industrias en el alto Balsas. En este último caso se presentaron frecuentemente poblaciones de *Compsopogon coeruleus*, descrita como tolerante a dichas condiciones. La pobreza de rodofitas en la cuenca alta del Papaloapan puede ser explicada por el bajo número de corrientes permanentes; prácticamente la totalidad de las corrientes estudiadas son temporales, y están comprendidas entre los 1,500 y 1,800 msnm.

A pesar de que la mayoría de los géneros incluidos en este trabajo se han referido con amplia distribución mundial, las especies descritas en esta investigación presentaron una plasticidad adaptativa reducida, que incluye sitios con agua corriente y condiciones particulares de temperatura e intensidad luminosa baja. Con base en el análisis de la flora establecimos que existen dos patrones de distribución: el primero con especies de climas fríos y templados y el segundo con especies afines a climas cálidos, semicálidos o secos. El primer grupo se colectó bajo temperatura del agua de 12° a 18°C e incluyó a *Batrachospermum gelatinosum*, *Sirodotia tenuissima*, *Paralemanea mexicana* y *P. cf. annulata*. Todas las localidades se ubicaron en el Eje Neovolcánico o Sierra de Juárez en las porciones altas de las cuencas del Pánuco, Balsas y Papaloapan, en altitudes que fueron de 1,640 a 2,300 msnm, y sustrato de rocas volcánicas con algunas porciones basálticas o calizas. El segundo grupo de algas contempló a *Compsopogon coeruleus*, *Audouinella eugenea*, *A. pygmaea*, *B. globosporum*, *S. huillensis*, *Thorea violacea* e *Hildenbrandia angolensis* las cuales se encontraron en localidades de la cuenca baja de los ríos Pánuco, Papaloapan y cuenca alta del río Balsas. En todos los casos la temperatura del agua fue superior a los 20°C durante todo el año, la mayor parte de la litografía es de origen sedimentario (calcáreo) y ninguna rebasa altitudes de los 1560 msnm. Con excepción de la cuenca alta del río Balsas, esta región se extiende en nuestro país a lo largo de las inmediaciones de la Sierra Madre Oriental y Llanura Costera del Golfo. Al norte tiene su límite en el sur del estado de Tamaulipas, determinado por la combinación del clima cálido y la baja frecuencia de lluvias; y se consideró que por afinidades fisiográficas se continua al sur por la línea costera, atravesando los estados de Campeche y Chiapas.

En la actualidad podemos encontrar en la región central que las disyunciones entre las cuencas y subcuencas con rodofitas son cordilleras (Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental), el clima (frío, cálido, semicálido y seco) y la concentración de carbonato de calcio disuelto en el agua.

Posible origen y explicación de la composición florística en la región

Las algas rodofitas son un grupo muy antiguo pues se han encontrado registros fósiles en el arqueozoico y gran relación entre los pigmentos fotosintéticos de ficoeritrina con el grupo de cianofitas (Skuja, 1934; Sheath, 1984). Se plantea que las formas más antiguas tuvieron su origen en agua dulce y gradualmente invadieron mares primitivos bajos en sales hasta colonizar el medio marino (Skuja, 1938). Se sugiere que en el cuaternario algunas especies pudieron presentar un proceso inverso, es decir, invadieron el agua dulce a través de dos vías: la primera de inmigraciones por medio de corrientes marinas o animales que penetraron el continente e invadiendo nuevos espacios; esta distribución se ha observado en especies de *Bangia atropurpurea* y *Chroodactylon ramossum* en la zona de los Grandes Lagos, donde las poblaciones se observan desde los deltas hasta varios kilómetros tierra adentro (Sheath y Morrison, 1982). La segunda vía se explica a partir de poblaciones que han perdurado y adaptado a lo largo de la deriva continental (fósiles relictos); como prueba de la segunda teoría Jao (1941) colectó en el suroeste de China talos de *Hildenbrandia rivularis* a 1,000 km de la costa más cercana, sobre los 2,800 msnm, en manantiales calcáreos, lo cual parece demostrar que son algas que colonizaron el ambiente dulceacuícola en el preterciario.

La distribución de las rodofitas en la región de estudio puede ser explicada por la presencia de una flora ancestral que se ha fragmentado por diversos eventos físicos o geológicos. Los cambios en la corteza del territorio nacional ha presentado, a veces de una manera más intensa y en otras lentamente, cambios en la división geológica que han repercutido en la distribución de la flora. Desde el paleozoico y mesozoico los océanos Atlántico y Pacífico se conectaban por varios puntos; se presentó una continua emersión e inmersión con gran depósito de material sedimentario, además, aparecieron los macizos continentales que dieron origen a la Sierra Madre Oriental y Sierra Madre Occidental, así como una discordancia tectónica que se fue acentuando cada vez más en las cercanías del paralelo 19°. Con este relieve podemos interpretar que existían poblaciones de rodofitas comunes

DISCUSIÓN

entre el Océano Pacífico, región central y Golfo de México. Actualmente encontramos poblaciones de géneros comunes, antiguos o muy cercanos entre las tres regiones, tales como: *Stylonema* (= *Goniotrichum*, = *Chroodactylon*), *Audouinella* (= *Acrochaetium*) e *Hildenbrandia* (González-González *et al.*, 1996). La era cenozoica y período cuaternario se caracterizaron por una intensa actividad orogénica y volcánica, nacieron varias de las cordilleras importantes de nuestro país como resultado de plegamientos, que al fracturar la corteza dejaron paso a los magmas interiores que salieron al exterior modificando la superficie terrestre y definiendo el relieve actual (Tamayo, 1983; Ferrusquía *et al.* 1993). El zócalo continental continuó ascendiendo alejando cada vez más las aguas de los mares, sobre todo las del Golfo. Como respuesta a estos cambios geológicos y aisladas por barreras ambientales de las poblaciones marinas, algún ancestro de los géneros *Stylonema* y *Audouinella* pudieron sufrir procesos de especiación hacia formas más complejas en morfología tales como *Batrachospermum*, *Sirodotia*, *Thorea* y *Paralemanea* (Garbary y Gabrielson, 1990). La presencia de 7 especies endémicas en la cuenca del río Pánuco sugiere una línea evolutiva que pudo aparecer en el cuaternario. En la actualidad, el análisis histórico evolutivo de las rodofitas ha demostrado claramente que el orden Batrachospermales es monofilético, con base en su hábitat exclusivamente dulceacuícola, meiosis somática sin fase tetrasporofítica y la presencia de dos capas en la conexión primaria (Pueschel y Cole, 1982). Dentro de este orden existe una relación filogenética entre *B. gelatinosum*, *B. globosporum* y *S. huillensis* con un ancestro de tipo audouineloide (Necchi, 1987). Sin embargo, las Porphyridiales, Compsopogonales, Achrochaetiales e Hildenbrandiales se consideran polifiléticas cada una con numerosas relaciones filogenéticas sin resolver (Garbary y Gabrielson, 1987, 1990) lo que dificulta una explicación objetiva de su presencia y distribución bajo este criterio en la región.

Finalmente, los modelos o patrones taxonómicos, ecológicos y biogeográficos de la flora rodoficea en la región central de México son el resultado de 16 años de observaciones en el campo; esta caracterización no es única ni definitiva, sin embargo, es una propuesta conceptual para el conocimiento integral de la flora en la región y como base importante para futuros análisis ficoflorísticos más finos.

CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

La integración biogeográfica con cualquier tipo de escuela, orientación y/o metodología, debe establecer cuidadosamente sus unidades de comparación generadas a lo largo del tiempo y el espacio. La propuesta de modelos o patrones de distribución debe interpretarse a partir del mayor número de entidades y el mayor número de registros ambientales; de tal manera, que al integrar la flora o la especie de una localidad no sea exclusivamente un listado de especies; sino una flora que explique las fluctuaciones poblacionales en términos taxonómicos, de sus gradientes ambientales y su ubicación geográfica que permita proponer patrones que se acerquen lo más posible a la realidad. Uno de los aportes más importantes de este trabajo ha sido trabajar con niveles complementarios (taxonómico, ecológico y biogeográfico) lo que permitió obtener información con diferente peso y orientación, tratar de resolver su problemática y proponer nuevos criterios que expliquen la manifestación diferencial de las rodofitas en la región central de México.

A través del análisis integral, se logró utilizar a la flora como un indicador cualitativo y cuantitativo de las características ambientales, enmarcada en la caracterización y delimitación fisiográfica de cada región de estudio; explicar al menos en parte, la heterogeneidad u homogeneidad de las cuencas del río Pánuco, Balsas y Papaloapan y delimitar fisiográficamente regiones naturales. Bajo este concepto, consideramos necesario continuar el estudio de la flora rodofícea en otras regiones del país que permita aproximarse al conocimiento de la biología (taxonomía, ecología, distribución) de las comunidades de ríos tropicales.

Perspectivas

Uno de los aportes más importantes de esta investigación es que hay aún una gran cantidad de trabajo por realizar de tipo intensivo y extensivos con orientación taxonómica, ecológica y biogeográfica a todos los niveles y de gran importancia.

Como trabajos intensivos se propone la realización de estudios de diversos tipos que detallen o complementen la información que existe al respecto de:

CONSIDERACIONES FINALES

1. Conocimiento de la biología de algunas especies bajo condiciones de cultivo en las que se presentaron estructuras que no logramos explicar su origen o no se observó el ciclo de vida completo. Esto aunado a estudios cariológicos ayudará a entender la identidad y alteridad de las especies de *Audouinella*, *Batrachospermum*, *Sirodotia* y *Thorea*.

2. Conocimiento de la ultraestructura de Achochaetiales y Batrachospermales (por ejemplo la conexión primaria o el cromatóforo) con el objeto de analizar y sistematizar las semejanzas y diferencias que permitan establecer relaciones filogenéticas entre ambos grupos en la región.

3. Caracterización detallada del papel que juegan las rodofitas en las comunidades de ambientes dulceacuícolas. Se requiere para esto llevar a cabo un estudio biológico, físico y químico que integre a especies de otros grupos de algas, plantas, protistas y animales, así como el registro y evaluación de parámetros que influyen en mayor o menor importancia en los ecosistemas.

4. Monitoreo de las comunidades de rodofitas en zonas que se encuentran sujetas a transformaciones importantes por zonas urbanas o industrias que utilizan y vierten sus aguas a los ríos. Así como la participación en proyectos de regiones prioritarias para la conservación de áreas naturales y/o zonas cársticas, tales como: sur del Valle de México, Sierra de El Abra-Tanchipa, El Cielo, llanura del río Verde, Sierra de Huautla, cañones de afluentes del Pánuco, entre otros.

5. Conocimiento de la composición química celular y mucílago extracelular de las poblaciones de *Batrachospermum globosporum*, *Sirodotia huillensis*, *Thorea violacea* y *T. hispida*, compuestos que pueden ser empleados como recursos alimenticios y farmacológicos.

Dentro de los trabajos extensivos se propone la realización de estudios comparativos de la flora rodoficea en la región central con la de otras regiones del país y el desarrollo de estudios detallados de tipo biogeográfico que permitan esclarecer el origen de las rodofitas y la evaluación de la riqueza de especies en el país.

LITERATURA CITADA

- ABOTT, I. y G.J. HOLLENBERG. 1976. *Marine algae of California*. Stanford University Press. California. 827pp.
- AL-SADI, H.A., PANKOW, H. y M.F. HUQ. 1979. Algological Investigations in the Polluted Ashar Canal and Shatt al-Arab in Basrah (Iraq). *Int. Rev. Gesamten Hydrobiol.* 64(4):527-540.
- ANAND, V.K. 1980. On *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne from Jammu. *Phykos* 19(2):222-223.
- BATTIATO, A., CORMACI, M., FURNARI, G. y E. LANFRANCO. 1979. The occurrence of *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne (Rhodophyta, Bangiophyceae) in Malta and of *Compsopogon chalybeus* Kütziny in an aquarium at Catania (Sicily). *Rev. Algol.* 14(1):11-16.
- BISCHOFF, W.H. 1965. *Thorea rieki* sp. nov. and related species. *J. Phycol.* 1:111-117.
- BISWAS, K. 1949. *Common fresh and brackish-water algal flora of India and Burma*. Records of the Botanical Survey on India. New Delhi. 102-105 p.
- BOILLOT, A. 1958. Sur la présence en France d'un *Compsopogon* (Rhodophyceae, Bangioideae). *Bull. Soc. Phycol. France* 4:13:16.
- BOLD, J. y M. WYNNE. 1978. *Introduction of the algae. Estructure and reproduction*. Prentice-Hall Inc. New Jersey. 706 pp.
- BOURRELLY, P. 1970. *Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. Les algues bleues et rouges. T. III*. Boubée et Cie. Paris. 512 pp.
- BOURRELLY, P. y E. MANGUIN. 1952. *Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances*. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur. Paris. 1-281 p.
- BRUHL, P. y K.M.A. BISWAS. 1923. *Commentationes Algologicae III. on a Species of Compsopogon growing in Bengal*. Calcutta University Press. 1-6 p.
- BRUHL, P. y K.M.A. BISWAS. 1924. *Commentationes Algologicae IV. Compsopogon lividus, (Hooker) De Toni*. Calcutta University Press. 1-3 p.
- BRUHL, P. y K.M.A. BISWAS. 1927. *Compsopogon lividus* (Hooker) De Toni. *J. Dept. Sci. Calcutta, Univ.* 8(13):1-3.
- CANTORAL, U.E. y Z.G. MONTEJANO. 1993. Las algas de El Salto, San Luis Potosí, México: un ejemplo de estudios florísticos en ambientes cambiantes. *Bol. Soc. Bot. México* 53:3-20.
- CARMONA, J.J. y Z.G. MONTEJANO. 1993. Caracterización algal en manantiales de la Huasteca Potosina, México. *Bol. Soc. Bot. México* 53:21-41.
- CARMONA, J.J. 1993. *Taxonomía del género Audouinella Bory, 1823 (Acrocaetiales, Rhodophyta) en la cuenca baja del Río Pánuco, México*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 198pp.
- CHAPMAN, V.J. y H. CAMERON. 1967. *Compsopogon* in New Zealand. *New Zealand J. Bot.* 5:548-552.
- CHIHARA, M. y T. NAKAMURA. 1980. *Compsopogon corticrassus*, a new species of freshwater red algae (Compsopogonaceae, Rhodophyta). *J. Jap. Bot.* 55(5):136-144.

LITERATURA CITADA

- COLE M.K. y R.G SHEATH. 1990. *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. New York. 517 pp.
- COLLINS, F.S. 1916. Notes from the woods hole laboratory. *Engl. Bot. Clube* 18:90-92.
- COMMISSION ON NATIONAL PARKS AND PROTECTED AREAS. 1996. *Guidelines for Cave and Karst Protection*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 43 pp.
- COOMANS,R.J. y M.H. HOMMERSAND. 1990. Vegetative Growth and organization. En: COLE, M.K. y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. New York. 517 pp.
- DAS, D.R. 1962. The Compsopogonales in India (A systematic account of the Indian Representatives of the order). *Proc. Natl. Inst. Sci. India* 29(2):239-243.
- DE LA CRUZ, G.A. 1991. *Sistema para el Análisis de Comunidades: Métodos Estadísticos (ANACOM Versión 3.0)*. CINVESTAV-Mérida.
- DE OLIVEIRA F.E.C. y S.M.B. PEREIRA. 1973. Notas sobre o género *Chyrosiphonia* Montagne (Rhodophyta-Copsopogonaceae) no Brasil. *Bol. Bot.* 1:85-94.
- DE TONI, J.B. 1897. Florideae Lamour. *Syll. Algarum* 4(1):4-31.
Por su cariño y apoyo incondicional.
- D'LACOSTE, L.G. y E.K. GANESAN. 1972. A new freshwater red alga, *Danette viduana* (Rodophyta, Nemaliales) from Venezuela. *Phycologia* 11(3/4): 233-238.
Por compartir conmigo siempre
- DIXON, P.S. 1973. *Biology of the Rhodophyta*. Oliver & Boyd, London. 295 pp.
Por ser el mejor amigo de mi vida.
- DREW, K.M. 1928. A revision of the genera *Chantransia*, *Rhodochorton* and *Acrochaetium*. *Univ. Calif. Publ. Bot.* 14(5):139-224.
A DANNY,
- DREW, K.M. 1935. The life history of *Rhodochorton rosea* (Montagne) Drew. *Ann. Bot. (London)* 49:439-450.
Por su amor, cariño y apoyo incondicional.
Sin tí no hubiera logrado esto.
- DRING, M.J. y J.A. WEST. 1983. Photoperiodic control of tetrasporangium formation in the red alga *Rhodochorton purpureum*. *Planta* 159:143-150.
A MI SUEA,
- ENTWISLE, T.J. y G.T. KRAFT. 1984. Survey of freshwater red algae (Rhodophyta) of southeastern Australia. *Austral. J. Mar. Freshwater. Res.* 35: 213-259.
Por su gran apoyo.
A SAM,
- ENTWISLE, T.J. 1989. *Psilosiphon scorparium* gen. et sp. nov. (Lemnaceae), a new red alga from south-eastern Australian streams. *Phycologia* 28(4):469-475.
Por tu amistad y compartir conmigo esta meta.
- FAN, K.C. 1959. On pit-connections in Bangiophyceae. *Nova Hedwigia* 1(3-4):305-307.
A todos aquellos que han estado conmigo.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1993. Geology of Mexico: A synopsis. En: T.P. RAMAMOORTHY, R., BYE, R., LOT, A. y J. FA. (Eds.). *Biological diversity of Mexico, Origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 812 pp.
- FLINT, L.H. 1947. Studies of freshwater red algae. *Amer. J. Bot.* 34:125-131.
- FRIEDERICH, G. 1966. *Compsopogon hookeri* Montagne (Rhodophyceae, Bangioideae)- neu fur Deutschland. *Nova Hedwigia* 8(3/4):399-403.

- GABRIELSON, P.W. y D.J. GARBARY. 1987. A cladistic analysis of Rhodophyta: Florideophyceae orders. *Brit. J. Phycol.* 22:125-138.
- GARBARY, D.J. y P.W. GABRIELSON. 1990. Taxonomy and evolution. **En:** COLE, K.M y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 517 pp.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J. 1987. Las algas de México. *Ciencias* 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 ficología nacional. *Cienciar Núm. Esp.* 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, UNAM. México. 166 pp.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J. 1993. Comunidades algales del pacífico tropical. **En:** SALAZAR-VALLEJO S. y N.E. GONZALEZ. (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México. 865 pp.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J. 1994. Las algas: Sistemática de un grupo filofenético. **En:** LLORENTE, J. Y I. LUNA. (Eds.). *Taxonomía Biológica*. UNAM-Fondo de Cultura Económica. México. 299-331.
- GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, J., GOLD-MORGAN, M., LEÓN-TEJERA, H., CANDELARIA C., LEÓN-ALVAREZ, D., SERVIÉRE-ZARAGOZA, E. y D. FRAGOZO. 1996. *Catálogo onomástico (nomenclator) y bibliográfico indexado de las algas bentónicas marinas de México*. Cuaderno 29 Instituto de Biología, U.N.A.M. México. 494 pp.
- GREUTER, W., BURDET, H.M., CHALONER, W.G., DEMOULIN, V., GROLLE, R., HAWKS-WORTH, D.L., NICHOLSON, D.H., SILVA, P.C., STAFLEU, F.A y E.G. VOSS. 1988. *International Code of Botanical Nomenclature*. Koels Scientific Books. Königstein. 328 pp.
- GUIRY, M.D. 1987. The evolution of life history types in the Rhodophyta: An appraisal. *Cryptog. Algal.* 8(1):1-12.
- GUIRY, M.D. 1990. Sporangia and spores. **En:** COLE M.K. y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 517 pp.
- HAWKES, W.M. 1990. Reproductive strategies. **En:** COLE M.K. y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 517 pp.
- HEINIG, H. 1971. Die Rotalge *Compsopogon* als Bewohner von Warmwasser-Aquarien. *Mikrokosmos* 60:228-235.
- HINTON, G.C. y B.K. MAULOOD. 1980. Freshwater red algae a new addition to the Iraqi flora. *Nova Hedwigia* 33:487-497.
- HOLMES, N.T.H. y B.A. WHITTON. 1981. Phytobenthos of the river Tees and its tributaries. *Freshwater Biol. Assoc. Brit. Empire Collect. Pap.* 11:139-163.
- HOLMGREN, P.K., HOLMGREN, N.H. y BARNETT, L.C. 1990. *Index Herbariorum. Part. I. The herbaria of the World*. 8a.edic., New York Botanical Garden, New York. 693 pp.

LITERATURA CITADA

- HOMMERSAND, M.H. y S. FREDERICQ. 1990. *Sexual reproduction and cystocarp development*. En: COLE M.K. y R.G SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. USA. 517 pp.
- HUTCHINSON, G.E. 1967. *A treatise on limnology. V. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton*. J. Wiley & Sons, Inc. New York. 1115 pp.
- HYMES, B.J. y K. COLE. 1983. The cytology of *Audouinella hermannii* (Rhodophyta, Floridophyceae) II. Monosporogenesis. *Canad. J. Bot.* **61**:3377-3385.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA, 1985. *Síntesis Geográfica de San Luis Potosí*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 186 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1986. *Síntesis Geográfica Nomenclatural y Anexo Cartográfico del Estado de Querétaro*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 143 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1987. *Síntesis Geográfica Nomenclatural y Anexo Cartográfico del Estado de Puebla*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 56 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA, 1992. *Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo*. Secretaría de Programación y Presupuesto. México. 134 pp.
- ISRAELSON, G. 1942. The freshwater Floridae of Sweden. Studies on their taxonomy, ecology and distribution. *Symb. Bot. Upsal.* **6**(1): 1-135.
- JAO, C. 1941. Studies on the freshwater algae of China VII. A preliminary account of the Chinese Freshwater Rhodophyceae. *Sinensia* **12**(1-6):245-290
- JOHANSSON, C. 1982. Attached algal vegetation in running waters of Jamtland, Sweden. *Acta Phytogeogr. Suec.* **71**:1-80.
- JOLY, A.B. 1967. *Generos de algas marinhas da costa Atlantica Latino-Americana*. Editora da Universidade de São Paulo. Brasil. 464 pp.
- KANN, E. 1978. Systematik und Okologie del Algen osterreichischer Bergbache. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* **53**: 405-463.
- KHAN, M. 1970. On two Fresh Water Red Algae from Dehradun. *Hydrobiologia* **35**(2):249-253.
- KHAN, M. 1974. On a fresh water *Hildenbrandia* Nardo, from India. *Hydrobiologia* **44**(2-3):237-240.
- KORCH, E.J. y R.G. SHEATH. 1989. The phenology of *Audouinella violacea* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in a Rhode Island stream (USA). *Phycologia* **28**(2):228-236.
- KRAFT, G.T. 1981. Clasification of the Rhodophyta. En: LOBBAN, C.S. y M.J. WYNNE. (Eds.) *The biology of seaweeds*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 785 pp.
- KREMER, B.P. 1977 Die Adventiv-Rotalge *Compsopogon hookeri*. *Mikroplasmos* **66**(11): 330-333.
- KRISHNAMURTHY, V. 1953. On the morphology and reproduction of a *Compsopogon* from Madras. *Phytomorphology* **3**(4):369-377.

LITERATURA CITADA

- KRISHNAMURTHY, V. 1957. The early stages of development in four species of *Compsopogon* from Madras. *Phytomorphology* 7:398-403.
- KRISHNAMURTHY, V. 1961. A *Compsopogon* occurring in the Reddish Canal, Near Manchester. *Brit. Phycol. Bull.* 2(2):87-88.
- KRISHNAMURTHY, V. 1962. The morphology and taxonomy of the genus *Compsopogon* Montagne. *J. Linn. Soc., Bot.* 58:207-222.
- KRISHNAMURTHY, V. 1962a. The formation of microaplanosporas in *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne. *Curr. Sci.* 3:99-100.
- KUMANO, S. 1980. On the distribution of some fresh-water red algae in Japan in and Southeast Asia. *Proc. Workshop Prom. Limnol. Dev. Count.* 1:3-6.
- KUMANO, S. 1993. Taxonomy of the family Batrachospermaceae (Batrachospermales, Rhodophyta). *Jap. J. Phycol.* 41:253-274.
- KÜTZING, F.T. 1849. *Species algarum*. Edit. Brockhaus. Lipsiae. 432-433.
- KÜTZING, F.T. 1857. *Tabulae Phycologicae oder Abbildungen der Tange*. Vol. 7. Privately published. [2] Nordhausen, 40 pp.
- KYLIN, H. 1956. *Die Gattungen der Rhodophyceen*. CWK Gleerup, Lund. 673 pp.
- LEUKART, P. y D. HANELT. 1995. Light requirements for photosynthesis and growth in several macroalgae from a small soft-water stream in the Spessart Mountains, Germany. *Phycologia* 34(6):528-538.
- LEWIN, R.A. y J.A. ROBERTSON. 1971. Influence of salinity on the form of *Asterocytis* in pure culture. *J. Phycol.* 7:2336-238.
- LUSINA, G. 1943. *Compsopogon corinaldii* nuovamente scoperto in Italia. *Ann. Bot. (Genova)* 22(3):85-90.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 179 pp.
- MÖBIUS, M. 1888. Ueber einige in Portorico gesammelte Susswasser-und Luft-Algen. *Hedwigia* 27:1-32.
- MÖBIUS, M. 1890. Algae brasiliensis a el Glazion collectae. *Notarisa* 5(20):1070.
- MONTAGNE, C. 1850. Cryptogamie Guyanensis. *Ann. Sci. Nat. Bot.* 14:283-309.
- MONTAGNE, C. 1856. LXXX. *Compsopogon*. *Sylloge Generum Specierungue Cryptogamarum Parisus*. p. 462.
- NAKAMURA T. y M.CHIHARA. 1983. *Compsopogon aeruginosus* and *C. hookeri* (Compsopogonaceae, Rhodophyta) newly found in Japan. *J. Jap. Bot.* 58(2):54-61.
- NAGENDRAN, C.R. 1975. Ocurrance of *Compsopogon chalybeus* Kützing in India. *Half-Yearly J. Mysore Univ.* 26:136-137.
- NECCHI, O.J. 1987. Sexual reproduction in *Thorea* Bory (Rhodophyta, Thoreaceae). *Jap. J. Phycol.* 35:106-112.

LITERATURA CITADA

- NECCHI, O.J. 1989. Rhodophyta de água doce do Estado de São Paulo: levantamento taxonômico. *Bol. Bot. (São Paulo)* 11:11-69.
- NECCHI, O.J. 1990. Revision of the genus *Batrachospermum* Roth (Rhodophyta, Batrachospermales) in Brazil. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. 201 pp.
- NECCHI, O.J. y T.J. ENTWISLE. 1990. A reappraisal of generic and subgeneric classification in the Batrachospermaceae (Rhodophyta). *Phycologia* 29(4):478-488.
- NECCHI, O.J., GOES, R.M. y M.R. DIP. 1990. Phenology of *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne (Compsopogonaceae, Rhodophyta) and evaluation of taxonomic characters of the genus. *Jap. J. Phycol.* 38:1-10
- NECCHI, O.J., SHEATH R.G. y K. COLE. 1993. Systematics of the freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America.1. The reddish species. *Arch. Hydrobiol. Algol. Stud.* 70:11-28.
- NECCHI, O.J., SHEATH R.G. y K. COLE. 1993a. Systematics of the freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North América.2. The bluish species. *Arch. Hydrobiol. Algol. Stud.* 71:13-21.
- NECCHI, O.J., SHEATH R.G. y K. COLE. 1993b. Distribution and systematics of the freshwater genus *Sirodotia* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North América. *J. Phycol.* 29:236-243.
- NECCHI, O.J. y M.R. ZUCCHI. 1995. Systematics and distribution of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in Brasil. *Eur. J. Phycol.* 30:209-218.
- NICHOLS H.W. 1965. Culture and development of *Hildenbrandia rivularis* from Denmark and North America. *Amer. J. Bot.* 52(1):9-15.
- ORTEGA, M.M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Publicaciones. 566 pp.
- OKAMURA, K. 1915. *Icones of Japanese algae III, Compsopogon oishii Okam. sp. nov.* No. VII. Published by author. Tokyo. 128-133.
- PANDEY, R.S., TIWARI, G.L. y D.C. PANDEY. 1973. A note on two forms of *Compsopogon* Montagne from the River Yamuda at Allahabad. *Curr. Sci.* 42(22):800.
- PANDEY, R.S., TIWARI, G.L. y D.C. PANDEY. 1976. Observation on *Compsopogon iyengarii* Krishnamurthy (Rhodophyceae). *Hydrobiologia* 49(3):239-244.
- PANKOW, H. 1979. Taxonomische Bemerkungen über eine *Compsopogon*-Art aus dem Shatt al-Arab bei (Irak). *Wiss. Z. Univ. Rostok* 28:555-559.
- PAPENFUSS, G. 1955. A review of the present system of classification of the Florideophyceae. *Phycologia* 5(4):247-255.
- PATEL, R.J. 1965. *Compsopogon iyengarii* Krishnamurthy from Gujarat. *Curr. Sci.* 22:644-645.
- PATEL, R.J. y M.A. FRANCIS. 1969. Some interesting observations on *Compsopogon aeruginosus* (J. Ag.) Kützling, a species new to India. *Phykos* 8(1-2):46-51.

- PATEL, R.J. 1970. New freshwater species of *Acrochaetium* from Gujarat (*Acrochaetium gordwanense* sp. nov.) *Rev. Algal.* 10:30-36.
- PRESCOTT, G.W. 1962. *Algae of the Western Great Lakes Area*. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa. 977pp.
- PUESCHEL, C.M. y K.M.COLE. 1982. Rhodophyceae pit plugs: An ultrastructural survey with taxonomic implications. *Amer. J. Bot.* 69(5):703-720.
- PUJALS, C. 1967. Presencia en la Argentina del género *Compsopogon* (Rhodophycophyta, Bangiophyceae). *Comun. Mus. Argent. Ci. Nat.* 1:55-64.
- REIS, M.P. 1977. Novidades Ficológicas para a Ria de Aveiro. *Bol. Soc. Brot.* 51:91-106.
- RODRÍGUEZ, V.D. 1989. *Gelidiales-Rhodophyta: una contribución a la flora tónica del pacífico tropical mexicano. Propuesta teórico-metodológica a partir de la teoría de procesos alterados*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 397 pp.
- SÁMANO-BISHOP, A. y D. SOKOLOFF. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monogr. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México* 2: 39-49.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.E. y L.M. HUERTA. 1969. Una nueva especie de *Lemanea* (Rhodoph., Florid.) para la flora dulceacuñcola mexicana. *Ciencia (Mexico)* 27(1):27-30.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M.E. 1974. Rodófitas dulceacuñcolas de México. *Bol. Soc. Bot. México* 33:31-37.
- SCHMITZ, F. 1897. Compsopogonaceae. En: ENGLER, A. y P. PRANTL. (Eds.). *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*. Leipzig. p. 318-320.
- SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1981. *Síntesis geográfica del estado de Morelos*. México. 110pp.
- SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1981a. *Síntesis geográfica del estado de México*. México. 174pp.
- SECRETARÍA DE RECURSOS HIDRAULICOS, 1971. *Cuenca del río Pánuco*. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, Dirección de Hidrología. 1-13 p.
- SETO, R. 1977. On the vegetative propagation of a freshwater red alga, *Hildenbrandia rivularis* (Liebm.) J. *Ag. Bull. Jap. Soc. Phycol.* 25:129-136.
- SHAIKH A.A. y B.S. VAIDYA. 1972. Some observations on Algae from Gujarat. *Phykos* 11(1-2):64-66.
- SHEATH, R.G. y B.J. HYMES. 1980. A preliminary investigation of the freshwater red algae in stream of Southern Ontario, Canada. *Canad. J. Bot.* 58:1295-1318.
- SHEATH, R.G. y M.O. MORRISON. 1982. Epiphytes on *Cladophora glomerata* in the Great Lakes and St. Lawrence Seaway with particular reference to the red alga *Chroodactylon ramosum* (= *Asterocytis smaragdina*). *J. Phycol.* 18:385-391.
- SHEATH, R.G. y J.M. BURKHOLDER. 1983. Morphometry of *Burachospermum* populations intermediate between *B. boryanum* and *B. ectocarpum* (Rhodophyta). *J. Phycol.* 19:324-331.

LITERATURA CITADA

- SHEATH, R.G. 1984. *The biology of freshwater red algae*. Progress Phycological Research Vol.3. Round/Chapman LTD. 157 pp.
- SHEATH, R.G. y J.A. HAMBROOK. 1988. Mechanical adaptations to flow in freshwater red algae. *J. Phycol.* 24:107-111.
- SHEATH, R.G. y J.A. HAMBROOK. 1990. Freshwater ecology. En: COLE M.K. y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 517 pp.
- SHEATH, R.G. y K.M. COLE. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. *J. Phycol.* 28:448-460.
- SHEATH, R.G., VIS, L.M. y K.M. COLE. 1992. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 1. Section *Contorta*. *J. Phycol.* 28:237-246.
- SHEATH, R.G., VIS, L.M. y K.M. COLE. 1993. Distribution and systematics of the freshwater red algal family Thoreaceae in North America. *Eur. J. Phycol.* 28:231-241.
- SHEATH, R.G., KACZMARCZYK, D. y K.M. COLE. 1993a. Distribution and systematics of freshwater *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America. *Eur. J. Phycol.* 28:115-121.
- SHEATH, R.G., VIS, L.M. y K.M. COLE. 1994. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 4. Section *Virescentia*. *J. Phycol.* 30:108-117.
- SHEATH, R.G. y A. WHITTICK. 1995. The unique gonimoblast propagules of *Batrachospermum breutellii* (Batrachospermales, Rhodophyta). *Phycologia* 34(1):33-38.
- SHYAM, R. y Y.S.R.K. SARMA. 1980. Cultural Observations on the Morphology, reproduction and cytology of a freshwater red alga *Compsopogon* Mont. from India. *Nova Hedwigia* 32:745-765.
- SINGH, M. 1964. Morphology and reproduction of a form of *Compsopogon hookeri* Mont. from Delhi, India. *Phykos* 3(1-2):37-40.
- SKUJA, H. 1931. Untersuchungen über die Rhodophyceen des Subwassers. *Arch. Protistenk.* 74:297-308.
- SKUJA, H. 1934. Untersuchungen über die Rhodophyceen des Subwassers. *Beih. Bot. Centralbl.* 52:173-192.
- SKUJA, H. 1938. Comments on fresh-water Rhodophyceae. *Bot. Rev.* 4:665-676.
- SKUJA, H. 1938a. Die Süßwasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. *Arch. Hydrobiol.* 15:603-637.
- SILVA, P. 1980. Remarks on algal nomenclature VI. *Taxon* 29(1):121-145.
- SMITH, G.M. 1950. *The fresh-water algae of the United States*. Mc. Graw-Hill. New York. 719 pp.
- STARMACH, K. 1952. The reproduction of the freshwater Rhodophyceae *Hildenbrandia rivularis* (Liebrn.) J. Ag. *Acta Soc. Bot. Poloniae* 21(3):445-474.
- STARMACH, K. 1969. *Hildenbrandia rivularis* i glony towarzyszan w potoku Cedronka Kolo Wejherowa (województwo Gdansk) *Fragm. Florist. Geobot.* 15(3): 387-398.

LITERATURA CITADA

- STARMACH, K. 1969a. *Hildenbrandia rivularis* (Liob.) J. Ag. and *Chamaesiphon fuscoviolaceus* n.sp. and accompanying Algae in the stream Lubogoszez in the Beskid Wyspowy (Polish Western Carpatians). *Fragm. Florist. Geobot.* 15(4):487-501.
- STARMACH, K. 1977. *Flora Slodkowodna Polski. T.4. Phaeophyceae-Rhodophyceae.* Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 445 pp.
- STARMACH, K. 1978. *Compsopogon aeruginosus, Pithophora varia* und epiphytische Cyanophyceen im Bassin des Gewachshauses im Botanischen Garten in Kraków. *Fragm. Florist. Geobot.* 24(1):157-164.
- STARMACH, K. 1984. Red algae in the Kryniczanka stream. *Fragm. Florist. Geobot.* 28(1):257-293.
- STARMACH, K. 1985. *Chantransia hermannii* (Roth) Desvaux and the systematic position of the genera *Chantransia, Pseudochantransia* and *Audouinella*. *Acta Soc. Bot. Poloniae* 54:273-284.
- STARMACH, K. 1986-1987. Some taxa of freshwater red algae (Rhodophyta) from Cuba. *Fragm Florist. Geobot.* 31-32(3-4):474-494.
- SWALE, E.M.F. 1962. Notes on somme algae from the Reddish Canal. *Brit. Phycol. Bull* 2(3):174-176.
- SWALE, E.M.F. 1962a. Notes on the morphology and anatomy of *Thorea ramosissima* Bory. *J. Linn. Soc., Bot.* 85(374): 429-434.
- TAMAYO, J.L. 1981. *Geografía moderna de México.* 9a. edic. Trillas (ed.), México. 400 pp.
- TANAKA, T. 1952. The Systematic Study of the Japanese protofloridaeae. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 2(2):83-92.
- TARAS M.J., GREENBERG, A.E. HOAK, R. y M.C. RAND. 1971. *Standar Methods.* American Public. Health Association. 13a. edic. Estados Unidos. 874 pp.
- TAVERA, S. y J. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ. 1990. Caracterización ficolflorística de los paredones de la Sierra de Juárez, Oaxaca. Importancia de la formas de crecimiento algales en la tipificación de un ambiente. *Bol. Soc. Bot. México* 50:121-133.
- TAYLOR, W.R. 1957. *Marine algae of the northeastern coast of north America.* The University of Michigan Press. Michigan. 509 pp.
- TAYLOR, W.R. 1972. *Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the americas.* The University of Michigan Press. Michigan. 870 pp.
- THAXTER, R. 1900. Contribution from the Cryptogamic Laboratory of Harvard University. Note on the Structure and reproduction of *Compsopogon*. *Bot. Gaz. (London)* 29:259-267.
- THIRB, H. H. y K. BENSON-EVANS. 1982. The effect of different current velocities on the red alga *Lemanea* in a laboratory stream. *Arch. Hydrobiol.* 96(1):65-72.
- THIRB, H. H. y K. BENSON-EVANS. 1983. The effect of different light intensities and wavelengths on carpospore germination and the apical tips of the red alga *Lemanea* Bory (1808). *Nova Hedwigia* 37:669-682.

LITERATURA CITADA

- TOMÁS, X., LÓPEZ P., MARGALEF R. y F.A. COMIN. 1980. Distribution and ecology of *Compsopogon coeruleus* (Balbis) Montagne (Rhodophyta, Bangiophyceae) in Eastern Spain. *Cryptog. Algol.* 1(3):179-186.
- TORT, J.M. 1858. Memoria sobre la naturaleza de las aguas de Tehuacán y producciones vegetales de sus inmediaciones. *Bol. Soc. Mex. Geogr. Estad.* 6:33-41.
- TRACANNA, B.C. 1979. Contribución al conocimiento de las algas del noroeste argentino, II *Compsopogon occidentalis* sp. nov. (Rhodophyta). *Lilloa* 35(2):35-37.
- VAIDYA, B.S. 1968. A note on record of *Compsopogon coeruleus* Montagne from Gujarat. *Curr. Sci.* 37(5):144.
- VALADEZ, C.F., CARMONA, J.J. Y U.E. CANTORAL. 1996. Algas de ambientes lóticos del estado de Morelos, México. *Ann. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67(2): 227-282.
- VIS, M.L. y R.G. SHEATH. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia* 31(2):164-179.
- VIS, M.L., SHEATH, R.G. y K.M. COLE. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. *Phycologia* 31(6):564-575.
- VIS, M.L., SHEATH, R.G. y T.J. ENTWISLE. 1995. Morphometric analysis of *Batrachospermum*, Section *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) type species. *Eur. J. Phycol.* 30:35-55.
- VIS, M.L., SHEATH, R.G. y K. COLE. 1996. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 8a. Section *Batrachospermum*: *Batrachospermum gelatinosum*. *Eur. J. Phycol.* 31:31-40.
- VIS, M.L. y R.G. SHEATH. 1996. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 9. Section *Batrachospermum*: description of five new species. *Phycologia* 35(2):124-134.
- WEISS, F.E. y H. MURRAY. 1909. On the occurrence and distribution of some Alien Aquatic Plants in the Reddish Canal. *Mem. Lit. Soc. Manchester* 53(14):1-8.
- WEST, G.S. y F.E. FRITSCH. 1927. *A treatise on the British freshwater algae*. Cambridge. London. 431-432 p.
- WEST, J.A. y M.H. HOMMERSAND. 1981. Rhodophyta: life histories. En: LOBBAN, C.S. y M.J. WYNNE. (Eds.). *The biology of seaweeds*. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 785 pp.
- WEST, W. y G.S. WEST. 1897. Welwitsch's african freshwater algae. *J. Bot.* 35:1-7
- WHITTON, B.A. 1975. River ecology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 725 pp.
- WILLE, N. 1915. Report on an expedition to Porto Rico for collecting freshwater algae. *J. New York Bot. Gard.* 16:132-146.
- WOELKERLING, W.J. 1983. The *Audouinella* (*Acrochaetium*-*Rhodochorton*) complex (Rhodophyta): present perspectives. *Phycologia* 22(1):59-92.
- WOELKERLING, W.J. 1990. An introduction. En: COLE, M.K. y R.G. SHEATH. (Eds.). *Biology of the red algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 517 pp.

LITERATURA CITADA

- WOLLE, F. 1887. *Freshwater algae of the United States*. The Comenius Press. Bethlehem, Pennsylvania. 364 pp.
- WYNNE, J.M. 1985. Nomenclatural assessment of *Goniotrichum* Kützing, *Erythrotrichia* Areschoug, *Diconia* Harvey, and *Stylonema* Reinach (Rhodophyta). *Taxon* 34:502-505pp.
- YADABA, R.N. y S. KUMANO. 1985. *Compsopogon prolificus* sp. nov. (Compsopogonaceae, Rhodophyta) from Allahabad, Uttar Pradesh in India. *Jap. J. Phycol.* 33:13-20.
- YADABA, R.N. y D.C. PANDEY. 1977. An interesting observation on a *Compsopogon* growing at Allahabad. *Curr. Sci.* 46(20):713-714.
- YADABA, R.N. y D.C. PANDEY. 1980. Observations on a new variety of *Compsopogon* (*C. aeruginosus* J. Ag. Kützing var. *catenatum* var. nov.). *Phykos* 19(1):15-22.
- YOSHIZAKI, M. 1986. The morphology and reproduction of *Thorea okadae* (Rhodophyta). *Phycologia* 25(4):476-481.
- ZANARDINI, J. 1872. *Phycearum indicarum Pugillus*. Memorie del Reale Istituto Veneto Di Scienze, Lettere de Arte. Vol 17. Venecia. 148-167 p.
- ZANEVELD, J.S., FOTT, B. y M. NOVAKOVA. 1976. *Compsopogon coeruleus*, a red alga newly reported for freshwater aquaria in Prague. *Preslia* 48:17-20.

TABLAS

TABLA 1.- Comparación de las principales características geomorfológicas y climáticas de las cuencas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS	VALLE DE MÉXICO	PÁNUCO		BALSAS		PAPALOAPAN	
GEOMORFOLOGÍA							
1. Extensión (Km)	9600	84956		240937		46517	
2. Subcuenca		Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo
3. Altitud (msnm)	2200-3500	1500-3800	60-1500	900-2500	20-1000	800-3000	20-800
4. Provincia fisiográfica	Eje Neo-volcánico Transversal	Eje Neo-volcánico Transversal y Sierra Madre Oriental	Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo	Eje Neo-volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur	Eje Neo-volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur	Eje Neo-volcánico Transversal y Sierra Madre del Sur	Sierra Madre Oriental y Planicie Costera del Golfo
5. Litología	brechas, tobas, derrames riolíticos y basálticos	basálto, arena, ceniza, conglomerados y caliza	caliza, lutita y lutita-arenisca	areniscas, adcsitas, riolitas, tobas, basalto y brechas volcánicas	areniscas, lutita y lutita-caliza	areniscas, adcsitas, riolitas, tobas y basalto	lutita-arenisca, lutita-calicárea y adcsita-basalto
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS							
6. Clima	templado subhúmedo	a) templado subhúmedo b) seco-semiseco	a) cálido y semicálido b) semicálido y templado c) seco y semiseco	a) cálido y semicálido b) templado	a) seco b) cálido	a) seco y semiseco b) templado	a) templado b) cálido
7. Precipitación total anual (mm)	580-800	a) 364-543 b) 610	a) 1948 b) 1000-1200 c) 335-398	a) 800-1500 b) 800	a) 750 b) 1500	a) 500 b) 800	a) 1200-2500 b) 1,500

TABLA 2.- Caracteres morfológicos de los géneros de la subclase Bangiophycidae; según Joly, 1957; Bourrelly, 1970; Starmach, 1977; Abott y Hollenberg, 1976; Wynne, 1985.

GÉNEROS	HÁBITO	NIV. ORG.	RAMP.	FORMA CELULAR	DIVISIÓN CELULAR	CRMAT.	ESTRUC. MULTIP.	ESTRUC. FIJACIÓN
GONIOTRICHALES								
GONIOTRICACEAE								
<i>Chroodactylon</i> (Twissler) Haeupler, 1985	epifítico	filamento uniseriado	filas; alternas	elíptica redondeada alargada	transversal en un solo plano	1 estrelado con un piramoide central	acinetos monosporos	una célula
<i>Sphaerema</i> Reinach, 1875	epifítico	filamento uniseriado o pluriseriado	filas; pseudocóntinua, muy ramificada	dicóformas	transversal o longitudinal	1 estrelado con un piramoide central	monosporos	una célula
BANGIALES								
ERYTHROPELTIDIACEAE								
<i>Erythropeletia</i> Arachoug, 1850	epifítico epifítico	filamento uniseriado parcialmente multiseriado con orden celular	verdadera; esporética	---	transversal o longitudinal	1 estrelado con un piramoide central	monosporos espermosporos carpogonios tricógonos carpogonios	una célula con filamentos rizoidales o disco basal
BANGIACEAE								
<i>Bangia</i> Lyngby, 1819	epifítica epifítica	filamento uniseriado o multiseriado	verdadera	cilíndrica cúbica o polihédrica	transversal o longitudinal	1 estrelado sin piramoide	monosporos espermosporos cigotas	disco basal proyecciones celulares

--- = no se reporta.

TABLA 3.- Características morfométricas de *Chroodactylon ramosum* tomados de diferentes autores.

LOCALIDAD	FORMA CRECIMIENTO	ALTURA TALO (mm)	COLOR	FILAM. DIÁM. (µm)	CÉL. DIÁM. (µm)	CÉL. LAR. (µm)	CÉL. FORMA	CRMAT. FORMA
Indiana (Daily, 1943 en Sheath y Morrison, 1982)	----	----	----	----	4-7	10-14	----	----
Grandes Lagos (Frasca, 1962)	filamentos epifíticos	----	----	----	6-11	8-16	----	----
Western Lake Erie (Taft, 1964 en Sheath y Morrison, 1982)	----	----	----	----	7-9	10-14	----	----
Polenia (Starmach, 1977)	Filamentos careados	1-10	azul-verde o verde	10-20	5-8	8-20	cilíndrica, oval o subesférica	estrelado axial con un piramoide central
Ontario (Sheath y Hynes, 1980)	----	----	----	----	6.5-16	6.4-16.2	----	----
G. Lagos (Sheath y Morrison, 1982)	filamentos epifíticos	20	azul-verde	10	8.2-15.3	7.7-17.8	globosa, barril	estrelado axial con un piramoide central
Australia (Estwinkle y Kraft, 1984)	colonias globulares	----	azul-verde	5-7	3-5	7-12	elipsoidal o isodiamétrica	estrelado axial con un piramoide central

---- = no se reporta.

TABLA 4.- Características morfológicas y morfométricas de las poblaciones de *Stylonema*. (Medidas en micrómetro excepto donde está señalado).

P	MUEST.	LOCALIDAD	FORMA CRECIM.	ALT. (mm)	COLOR	FIL. DIAM.	CEL. DIAM.	CEL. LARGO	RAMP.	FIL. S/RAMAS LARGO MÁX.	FIL. C/ RAMAS DIAM. MÁX.	DIV. CEL.
1	PA3270	Nac. El Salto	filamentosos epifíticos	1.4	rojo	12.8-71.9 33.9±14.3	4.8-19.8 10.4±3.2	4.0-15.2 9.2±2.8	falsa (escasa)	1464.5	el mismo	transv. y longit. (frecuente)
2	PA3332	Nac. El Salto	filamentosos epifíticos	3.2	azul verdoso	12.5-69.9 30.9±17.1	5.75-15.9 9.5±2.9	5.0-14.5 9.0±2.6	falsa (escasa)	3157.2	el mismo	transv. y longit. (frecuente)
3	PA2656	El Meco	denso masas de filamentosos	20.0	rojo	12.5-114.0 43.1±28.1	6.0-20.7 10.9±4.0	5.0-17.7 10.0±3.5	falsa (abundante)	4385.0	26.3-114.0 76.3±23.9	transv. y longit. (rara)
4	PA2783	El Meco	denso masas de filamentosos	20.0	rojo	13.7-64.8 37.3±16.7	6.0-21.7 11.0±3.9	3.7-21.7	falsa (abundante)	4385.0	47.3-64.8 53.8±5.6	transv. y longit. (frecuente)
5	PA3096	El Meco	denso masas de filamentosos	25.0	rojo	13.0-85.0 41.3±17.4	5.8-20.6 9.3±3.1	5.3-20.0 10.0±3.5	falsa (abundante)	11401.0	32.9-85.0 50.9±13.8	transv. y longit. (rara)
6	PA1716	Micos	filamentosos epifíticos	2.9	azul verdoso a rojo	11.1-54.3 19.9±9.1	3.5-16.0 8.5±2.0	3.8-11.8 7.8±2.2	falsa (escasa)	2876.0	el mismo	transv. y longit. (frecuente)
7	PA1716B	Micos	filamentosos epifíticos	3.0	azul verdoso a rojo	13.3-54.7 19.8±9.1	6.2-12.8 9.0±1.9	3.7-11.7 7.4±2.5	falsa (escasa)	2876.0	el mismo	transv. y longit. (frecuente)
8	PA3163	Micos	filamentosos epifíticos	1.3	rojo	10.0-41.2 21.8±9.4	6.5-16.5 10.2±2.9	3.7-13.0 6.2±2.5	falsa (escasa)	1297.0	el mismo	transv. y longit. (frecuente)

TABLA 5.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Sydonema*.

P	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	CONDUC. (μcm^{-1})	ALC. * (mg l^{-1})	VC (cm s^{-1}) ^b	IL. (lx) ^a	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ^c
1	PA3270	Nac. El Salto	2-V-91	ría/ monocanal	runamo	26.5	7	---	AT=472	muy baja	media	50	epifítica a <i>Cladophora</i> sp.	<i>Schizothrix</i> sp., <i>Campanipogon coarctatus</i> , <i>Spirogyra</i> sp.	3
2	PA3332	Nac. El Salto	18-II-92	ría	canchales rodados	25	7	1050	---	alta	media	30	epifítica a <i>Cladophora</i> sp. y <i>T. violaceus</i>	<i>C. coarctatus</i> , <i>Thraux violaceus</i> , <i>Cladophora</i> sp.	3
3	PA2656	El Meco	27-III-87	ría	fondo de poza	23	7.5	920	AT=372	moderada	alta	40	epifítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Zygnema</i> sp., <i>Synedra</i> sp.	1
4	PA2783	El Meco	30-V-87	ría	fondo de poza	---	---	---	---	moderada	alta	30	epifítica epifítica a pastos	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Zygnema</i> sp.	1
5	PA3096	El Meco	13-V-89	ría	república	25	8.1	---	---	moderada	9000	50	epifítica epifítica a pastos	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Zygnema</i> sp.	1
6	PA1716	Micos	17-III-83	ría, cañal	república	25	7	---	AT=554	alta	media	---	epifítica epifítica a <i>Cladophora</i> sp.	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Horismopelta glauca</i> , <i>Cladophora</i> sp.	2
7	PA1716B	Micos	17-III-83	ría	cañal de corriente	24	7.6	900	---	alta	media	10	epifítica a <i>Cladophora</i> sp.	<i>Schizothrix</i> sp., <i>Cladophora</i> sp.	2
8	PA3163	Micos	9-IX-89	ría, cañal cañal artif.	república	25	7	---	---	alta	media	---	epifítica a <i>Cladophora</i>	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>H. glauca</i> , <i>Cladophora</i> sp.	2

--- = No se tiene registro

^a = Intensidad luminosa (según Johansson, 1982): iluminación muy alta = >80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, muy baja = <20%.

^b = Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): <10 cm s^{-1} = muy baja (casi estancada), 1-35 cm s^{-1} = baja, 35-0.6 cm s^{-1} = moderada, 6-15 cm s^{-1} = alta, >15 cm s^{-1} = muy alta.

^c = Alkalinidad: AT = Alkalinidad total (Turner et al., 1971).

^d = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes, 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 6.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Sydonema*.

FIG. 2	LOCALIDAD	ALTITUD	LATITUD Grd. Min. Seg.	LONGITUD Grd. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA ^a	POBLACION	ESPECIE
1	Nac. El Salto	500	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Mate	(A)C(m)(w)	1,2	<i>Sydonema</i> sp.
2	El Meco	300	22 34 16 LN	99 20 78 LO	San Luis Potosí	Cd. Mate	(A)C(m)(w)	3,4,5	<i>Sydonema</i> sp.
3	Micos	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	6,7,8	<i>Sydonema</i> sp.

^a = Según Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 1985.

(A)C(m)(w) - Tipo asociado bimodal con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

TABLA 7.- Caracteres y tipos de caracter reportados para las especies de *Compsopogon*. Tomados de Krishnamurthy, 1962; Pujals, 1967; Patel y Francia, 1969; Starmach, 1977; Vis *et al.*, 1992. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	TALO (cm) ALT.	EJE DIÁM.	RAM. UNIS. DIÁM.	RAMAS ÁNGULO	CELS. CORT. LARGO	CORT. CAPAS	ESTRUC. BASAL	FILS. BASE	ESPINAS	MONOSP. LARGO
<i>C. proflifera</i> Yatabe <i>et</i> Kumano, 1985	42	0.2-3 mm	10-55	30-70	7.5-55	1-4	disco, rizoide	1-2	----	7.5-27.5
<i>C. coarctata</i> (Balbis) Montagne, 1846	20-40	2 mm	16-48	45-70	9-28	1-2	rizoide	1	----	16.0-22.0
= <i>C. serruginosa</i> (J. Ag) Kütz. 1849	20-50	0.5-1.7 mm	19-28	57-74	15-23	1-2	----	----	presentes	9.0-13.0
= <i>C. serruginosa</i> var. <i>calatomum</i> Yatabe <i>et</i> Pandey	40	1 mm	20-38	30-60	10-18	1-2	disco	----	presentes	13.0
= <i>C. argentinensis</i> Pujals, 1967	26	1-2 mm	13-36	----	13-66	1-3	disco, rizoide	----	----	10.0-23.0
= <i>C. chalybeus</i> Kütz. 1849	5-10	100-332	32-38	----	16-28	1	disco	2-4	----	12.0-18.0
= <i>C. coarctata</i> (Balbis) Montagne var. <i>louisiana</i> Flint, 1970	----	279-315	----	38-85	22-27	1	rizoide	----	----	----
= <i>C. coarctata</i> (Balbis) Montagne var. <i>rivularis</i> Flint, 1970	----	210-286	----	35-87	19-29	1	disco, rizoide	----	----	12.0-17.0
= <i>C. corinaldii</i> (Meseghini) Kütz. 1857	5	200-230	12-26	56	12-22	1	disco	pocas	----	9.0-13.0
= <i>C. coriocranus</i> Chihara <i>et</i> Nakamura, 1980	50-80	2-3 mm	----	30-90	14-36	3-5	disco	----	----	16.0-22.0
= <i>C. hookeri</i> Montagne, 1846	50	1.5-2	14-22	51-75	18-24	1-2	rizoide	----	----	13.0-20.9
= <i>C. indicus</i> Das, 1962	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
= <i>C. lyngarii</i> Krishnamurthy, 1962	6-20	120-250	12-16	45	8-24	1	disco	2-6	----	12.0-15.0
= <i>C. lividus</i> (Hooker) De Toit, 1897	10-30	----	21-30	52-93	----	----	----	----	----	12.0
= <i>C. ludovicianum</i> Flint, 1947	----	151-238	----	35-85	20-28	1	rizoide	----	----	----
= <i>C. lustranicus</i> Rein, 1977	30-32	300-950	30-35	53	24	1	disco	1-7	----	8.0-10.0
= <i>C. minus</i> Iso, 1941	2	300	----	----	----	1-2	rizoide	----	----	----
= <i>C. subsimplex</i> Montagne, 1846	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
= <i>C. occidentalis</i> Truccana, 1969	1-38	1450	10-35	----	13-58	1-3	disco, rizoide	----	----	10.0-18.0
= <i>C. oishii</i> Okamura, 1915	10-30	1-1.5 mm	27	64	23-27	1-2	rizoide	----	----	15.0-20.0

---- = no se reporta.

TABLA 8.- Características morfométricas y morfológicas de *Compsopogon*. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOC.	ALT. (cm)	DIÁM. FILS.			RAMAS EN 30 mm	RAMAS UNIS. DIÁM.	ÁNGULO	CEL.S. CORT. LARGO	CAPA CORT.	ESTRUC. BASAL	BASE DIÁM.	FILS. BASE	LARGO MONOSP
				BASAL	MEDIA	APICAL									
1	PA3241	Nac. El Salto	2-4	43.7-155.0	125.0-311.0	90.0-329.0	1-2	27.7-48.8	45-80	12.5-31.2	1	rizoide	monate	1	9.9-17.7
			3.0±0.7	99.2±49.6	216.0±43.8	147.0±67.4	1.3±0.4	39.8±5.7	59.0±13.1	21.2±5.0					12.6±1.7
2	PA3270	Nac. El Salto	6-11	445.3-1079.1	279.0-573.8	42.1-424.7	5-18	17.5-39.4	60-90	18.2-30.1	1	rizoide	monate	1	11.9-20.6
			9.5±2.6	781.8±185.8	420.0±93.4	243.4±131.3	11.7±3.4	28.7±6.1	76.2±12.1	32.4±9.4					15.1±2.7
3	PA1705	Micro	6-20	293.7-467.4	273.6-565.6	114.0-320.9	2-7	23.6-48.2	45-90	9.5-21.2	1-2	rizoide	monate	1	7.3-13.3
			14.1±5.2	361.8±54.9	408.3±99.7	251.4±68.6	5.0±1.6	32.8±7.1	68.5±19.4	15.3±4.1					9.4±1.5
4	PA3521	Micro	2.3-7.0	41.6-121.0	137.4-219.7	24.2-107.9	0-4	22.2-42.5	60-90	12.1-26.6	1	rizoide	monate	1	13.3-15.9
			3.6±1.5	72.4±31.5	160.2±23.4	58.5±30.9	1.8±1.2	32.2±5.7	75.0±11.1	17.0±4.5					14.3±1.1
5	BALE246	Cuscutá	0.7-2.0	175.4-438.5	749.8-955.9	394.6-686.0	0-7	17.5-41.2	45-90	11.0-20.4	1	rizoide	monate	1-7	8.9-12.4
			1.3±0.4	287.6±88.1	858.8±62.9	635.0±110.0	2.7±1.8	32.6±6.4	67.1±16.4	16.2±3.1					9.8±2.2
6	BALE1952	Xicotencuatl	3.0-13.0	74.5-681.4	198.2-918.2	127.1-684.0	0-7	17.5-43.8	60-90	9.5-38.4	1-2	rizoide	monate	1-12	9.5-14.6
			6.5±3.2	250.2±167.8	456.2±215.8	390.1±154.5	5.1±2.4	28.5±8.0	81.1±10.9	18.3±7.1					5.2±4.1
7	BALE2099	Xicotencuatl	6.0-20.0	48.2-425.3	254.3-401.6	64.0-288.7	4-13	21.9-41.2	45-90	9.9-33.7	1-2	rizoide	monate	1-12	7.7-13.9
			12.3±5.6	269.7±125.8	340.7±45.1	185.0±65.6	7.3±3.5	29.9±6.2	73.5±13.7	19.7±7.3					6.8±3.6
8	BALE2323	Izamal	1.0-2.4	52.0-613.1	41.4-736.6	19.5-120.0	2-6	17.7-43.8	45-90	13.7-35.7	1	rizoide	monate	1-2	7.1-15.1
			1.6±0.57	255.6±254.1	461.9±267.0	72.3±39.7	3.8±1.3	30.1±6.9	56.6±15.9	19.0±5.9					1.3±0.4
9	BALE1042	Izamal	1.0-6.0	54.3-239.4	230.6-453.3	342.0-664.7	2-10	19.2-42.2	70-90	10.4-27.7	1-2	rizoide	monate	1-13	8.4-14.4
			2.5±1.8	118.5±73.6	351.4±84.4	468.6±114.6	6.0±2.5	29.8±6.9	82.8±6.9	20.0±4.8					6.1±4.9
10	BALE051	Izamal	2.5-20.0	70.1-578.8	238.6-2299.4	605.1-2883.5	4-14	22.2-42.6	70-90	11.7-30.6	1-2	rizoide, disco basal	monate	1-15	9.9-16.6
			11.1±3.7	229.7±123.0	1082.9±657.7	1764.0±749.1	8.7±3.8	32.2±5.7	85.8±6.0	18.9±5.3					7.0±4.3
11	BALE1008	Temilpa Viejo	1.5-2.2	142.0-484.9	245.5-545.4	135.9-260.4	0-4	21.0-61.3	45-90	13.9-22.2	1	rizoide	monate	6-15	7.7-13.5
			1.8±0.2	283.2±108.5	376.6±107.6	204.9±41.1	2.0±1.3	42.0±11.7	72.0±22.0	17.0±2.9					10.3±3.6
12	BALE1111	Fundición	0.8-2.0	131.5-378.8	263.1-487.6	102.6-239.3	1-5	21.0-61.3	45-90	12.8-25.5	1	rizoide	monate	2-6	9.3-16.6
			1.5±0.5	233.2±69.6	390.2±78.5	181.1±48.8	3.0±1.5	42.0±11.7	67.5±17.0	18.6±4.1					3.6±1.6
13	BALE1419	Fundición	1.0-2.5	70.1-399.0	226.2-770.0	155.2-461.3	2-5	21.0-46.4	45-90	11.9-24.4	1	rizoide	monate	1	7.1-15.0
			1.7±0.5	182.0±98.0	495.2±168.0	275.2±123.6	3.6±1.2	30.2±7.6	58.7±14.4	16.7±4.5					11.0±1.7
14	BALE1676	Las Huertas	5.0-12.5	127.1-432.3	306.9-505.1	134.1-397.2	0-9	10.6-43.8	45-90	8.8-22.2	1	rizoide	monate	1	7.1-13.9
			8.0±3.2	249.7±91.6	398.8±62.4	280.3±77.3	3.6±3.0	30.0±8.1	66.8±17.6	14.6±3.5					10.3±2.0
15	BALE1781	Las Huertas	1.5-3.0	70.1-207.8	144.7-232.4	59.6-164.8	3-23	20.6-46.1	45-90	11.1-24.4	1	rizoide	monate	1-10	8.4-14.0
			2.2±0.5	132.3±40.6	180.2±25.1	88.8±32.2	10.7±6.1	33.9±7.4	69.0±16.2	15.7±3.9					5.1±2.7
16	BALE1638	Colibrí	1.5-4.0	75.0-170.0	162.5-170.0	13.5-82.5	10-26	15.7-49.9	45-90	9.6-22.4	1	rizoide	monate	1	7.7-14.4
			2.6±0.9	136.0±43.2	167.7±33.6	39.2±30.7	15.7±5.6	30.2±10.5	63.1±15.2	16.0±3.8					10.9±2.0

TABLA 8.- Continuación.

P	MUEST.	LOC.	ALT. (cm)	DIÁM. FILS.			RAMAS EN 30 mm	RAMAS UNIS. DIÁM.	ÁNGULO	CELS. CORT. LARGO	CAPA CORT.	ESTRUC. BASAL	BASE DIÁM.	FILS. BASE	LARGO MONOSP
				BASAL	MEDIA	APICAL									
17	BALE1632	Nva. Olanepoc	1.2-9.3 3.7±2.8	43.8-242.9 128.0±62.0	282.3-361.3 301.9±32.4	102.6-263.1 160.5±59.1	0-8 3.6±3.2	20.1-49.9 33.8±8.5	45-90 72.7±15.1	13.7-25.0 21.3±2.8	1-2	rizoides	omente	1-12 6.0±5.0	8.8-14.4 11.1±1.2
18	BALE966	Huiztilla	0.7-5.0 2.6±1.5	120.0-300.0 187.4±61.8	64.0-226.0 139.2±51.9	18.0-61.0 37.0±13.3	3-12 6.7±3.2	16.6-46.4 29.3±8.9	45-90 63.1±25.8	13.2-20.5 18.2±2.6	1-2	rizoides	omente	1-20 6.8±6.2	7.7-13.9 10.9±1.7
19	BALE1640	Huiztilla	1.5-4.5 2.9±0.8	25.0-241.1 165.8±59.7	41.0-955.9 426.5±272.6	23.0-263.9 221.1±116.5	0-5 2.5±1.3	14.9-40.4 26.1±6.9	45-80 55.0±18.7	10.2-29.4 17.9±4.1	1-2	rizoides	omente	1-9 5.6±3.2	6.6-13.3 9.4±1.9

TABLA 9.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Compsopogon*.

P	MUES.	LOC.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL* (lx)	VC* (cm³)	CONDUC. (µm cm⁻²)	ALC.* (mg l⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. 4
1	PA3741	Nac. El Sako	7-IX-90	rio	costas rodadas	24	7.5	media	media	---	AT=336	30	epifítica	<i>Cladophora</i> sp.	2
2	PA3770	Nac. El Sako	2-V-91	rio	romano	26.5	7	media	leña	---	AT=472	50	epifítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Cladophora</i> sp.	2
3	PA1705	Micoa	17-III-83	rio	zona deslaminado	---	---	---	---	---	AT=554	---	epifítica	<i>Thorea violacea</i> , <i>Ratrachosporium glabrosporum</i>	2
4	PA3521	Micoa	30-V-94	rio	zona deslaminado	28.5	7.8	14208.4	35	980	CA=214	10	epifítica	patas	2
5	BALE246	Cumatzil	28-V-83	canal de riego	zona deslaminado	25	6	---	moderada	---	---	1	epifítica	patas	1
6	BALE1952	Xicotlacotla	9-III-91	rio	romano	30	7.8	media	moderada	---	---	---	epifítica	<i>Cladophora</i> sp., Fase "Chantreana"	2
7	BALE2069	Xicotlacotla	5-V-91	rio	costas rodadas	30	7.6	media	60-76	---	---	10-40	epifítica	<i>Cladophora</i> sp.	2
8	BALE23	Izamalitla	X-83	rio	rápido	26	7	media	alta	---	---	10	epifítica (tronco)	<i>Cladophora</i> sp.	2
9	BALE3042	Izamalitla	28-I-96	rio	rápido, romano	30	6	alta	leña-alta	---	---	10-20	epifítica (tronco)	<i>Cladophora</i> sp., <i>Vaucheria</i> sp., <i>Terpsinoe musica</i>	2
10	BALE3051	Izamalitla	10-II-96	rio	rápido, romano	23	6.7	73195-81806	leña-alta	4000	---	20	epifítica epifítica	<i>Cladophora</i> sp., <i>Chara</i> sp.	1
11	BALE1008	T. Viejo	28-II-84	rio	zona deslaminado	24	6	---	alta	---	---	10-15	epifítica	<i>Cladophora</i> sp., Fase "Chantreana"	3
12	BALE1111	Fundición	28-II-84	rio	romano	27	6	baja	leña	---	---	15	epifítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp.	3

TABLA 9.- Continuación.

P	MUES.	LOC.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL* (lx)	VC* (cm s ⁻¹)	CONDUC. (µs cm ⁻¹)	ALC.* (mg l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ⁴
13	BALE1419	Fundición	1-84	río	---	---	---	---	---	---	---	---	epifítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Sigemana</i> sp.	2
14	BALE1676	Las Huertas	26-V-84	río,	zona de mammal	30	7.5	media	alta	---	---	10	epifítica	<i>Autouminella pygmaea</i>	2
15	BALE1781	Las Huertas	21-IV-85	río,	zona de mammal	30	6	media	media	---	---	1	epifítica (tronco)	<i>Autouminella pygmaea</i>	3
16	BALE1638	Colibrí	26-V-84	río,	zona de mammal	24	6	media	alta	---	---	30	epifítica	<i>Oedogonium</i> sp., <i>Sigemana</i> sp.	3
17	BALE1632	Nvo. Olmitepec	26-V-84	arroyo	rápido	29	6	media	moderada	---	---	3	epifítica	<i>Cladophora</i> sp.	2
18	BALE966	Huitzililh	26-V-83	arroyo	rápido	25	6	---	moderada	---	---	---	epifítica (sumero)	sumero	2
19	BALE1640	Huitzililh	27-V-84	arroyo	rápido	25.5	6	media	alta	---	---	2-3	epifítica (sumero)	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Cladophora</i> sp., <i>Tetrasone musca</i> , <i>Hydrophilus Lewis</i>	2

---= No se tiene registro

*= Intensidad luminosa (según Johansson, 1982): insolación muy alta = >80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, muy baja = <20%.

*= Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): <10cm s⁻¹ = muy baja (casi estancada), 1-35cm s⁻¹ = baja, 35-60cm s⁻¹ = moderada, 6-85cm s⁻¹ = alta, >85cm s⁻¹ = muy alta.

*= Alkalinidad: AT= Alkalinidad total (Turner et al., 1971), CA= Calcio (valoración complejométrica con Triplexol).

*= Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes, 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 10.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Compsopogon*.

FIG. 3	LOCALIDAD	ALT	LATITUD Grad. Mín. Seg.	LONGITUD Grad. Mín. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA *	AMB.	POB.	ESPECIE
1	Nacimiento El Saño	300	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Matz	(A)C(m)(w)	rio	1,2	<i>Compsopogon coerulesus</i>
2	El Meco	300	22 34 16 LN	99 20 78 LO	San Luis Potosí	Cd. Matz	(A)C(m)(w)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
3	Micon	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	rio	3,4	<i>C. coerulesus</i>
4	Santa Anita	160	21 58 51 LN	99 11 46 LO	San Luis Potosí	Aguaizma	(A)C(m)(w)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
5	Puente de Dios	450	21 55 88 LN	99 25 02 LO	San Luis Potosí	Tamasopo	(A)C(m)(w)	manantial	+	<i>Compsopogon</i> sp.
6	Tumul	200	21 48 06 LN	99 11 35 LO	San Luis Potosí	Tamasachale	(A)C(m)(w)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
7	Coy	60	21 43 98 LN	98 58 59 LO	San Luis Potosí	Valles	Aw ₂	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
8	Vinasco	250	21 89 46 LN	98 31 23 LO	Hidalgo	Jaltocan	(A)C(fm)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
9	Cuanatila	940	18 41 07 LN	99 22 04 LO	Morcles	Totocala	Aw ₂ (w)	rio	5	<i>C. coerulesus</i>
10	Río Salado	----	----	----	Morcles	----	----	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
11	Xicatlacotla	850	18 31 00 LN	99 11 05 LO	Morcles	Tiaquitepec	Aw ₂ (w)	rio	6,7	<i>C. coerulesus</i>
12	Izamatitlán	1250	19 14 01 LN	99 01 05 LO	Morcles	Yautepac	Aw ₂ (w)	rio	8,9,10	<i>C. coerulesus</i>
13	Temilpa Viejo	950	18 41 09 LN	99 06 03 LO	Morcles	Tlalzapán	Aw ₂ (w)	rio	11	<i>C. coerulesus</i>
14	La Fundición	1350	19 11 07 LN	99 17 02 LO	Morcles	Jojutla	Aw ₂ (w)	rio	12,13	<i>C. coerulesus</i>
15	Las Huertas	800	18 36 08 LN	99 10 08 LO	Morcles	Tiaquitepec	Aw ₂ (w)	manantial	14,15	<i>C. coerulesus</i>
16	Los Manantiales	800	18 36 08 LN	99 10 08 LO	Morcles	Tiaquitepec	Aw ₂ (w)	manantial	+	<i>Compsopogon</i> sp.
17	El Colibrí	1200	18 45 07 LN	98 59 00 LO	Morcles	Ayala	Aw ₂ (w)	manantial	16	<i>C. coerulesus</i>
18	Ingenio Apatlaco	1280	18 47 05 LN	99 57 06 LO	Morcles	San Pedro Apatlaco	Aw ₂ (w)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
19	Nuevo Olansepec	1140	18 44 03 LN	98 59 02 LO	Morcles	Ayala	Aw ₂ (w)	rio	17	<i>C. coerulesus</i>
20	Huiztilla	1210	18 41 06 LN	98 53 07 LO	Morcles	Ayala	Aw ₂ (w)	rio	18,19	<i>C. coerulesus</i>
21	Huautla	960	18 26 04 LN	99 10 08 LO	Morcles	Tiaquitepec	Aw ₂ (w)	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
22	Texcala	1650	18 28 92 LN	97 24 00 LO	Puebla	Zapotitlán	B ₂ ,hw	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
23	San Lorenzo (Tehuacán)	1640	18 28 42 LN	97 25 68 LO	Puebla	Tehuacán	B ₂ ,lw	manantial	+	<i>Compsopogon</i> sp.
24	Ex-Hacienda Garci Crespo	1640	18 24 42 LN	97 24 00 LO	Puebla	Tehuacán	B ₂ ,lw	manantial	+	<i>Compsopogon</i> sp.
25	Fco. J. Madero (Tehuacán)	----	----	----	Puebla	Tehuacán	B ₂ ,lw	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.
26	Valle Nacional	125	----	----	Oaxaca	----	----	rio	+	<i>Compsopogon</i> sp.

---- = no se tiene el dato hasta el momento.

+ = talon sin monoespora.

* = Según Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1985, 1987, 1992; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981.

Aw₂ = Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. El más húmedo.

Aw₂(w) = Tipo cálido. % de lluvia invernal menor de 5.

(A)C(fm) = Tipo semicálido húmedo con lluvias todo el año.

(A)C(m)(w) = Tipo semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

B₂,hw = Tipo semiseco-semicálido con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Invierno fresco.

B₂,lw = Tipo seco-semicálido con lluvias en verano.

TABLE 11.- Características de los ejemplares tipo de *Audouinella* tomados de Starmach, 1977; Necchi *et al.*, 1993, 1993a; Necchi y Zucchi, 1995. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	TALO ALT. (mm)	RAMAS ÁNGULO	CÉLS. VEG.		MONOSP.	
			DIÁM.	LARGO	DIÁM.	LARGO
<i>A. senella</i> (Skuja) Papenfuss, 1945	(5.0-7.5)	25.9-48.2 [27.0-49.6]	4.0-5.7 (3.0-5.5) [3.9-6.1]	13.1-20.2 [19.9-25.7]	6.7-11.2 (7.0-8.0)	8.6-12.6 (9.0-11.0)
<i>A. eugenesa</i> (Skuja) Jao, 1941	(1.0-3.0)	[6.7-53.3]	(7.0-10) [9.9-18.5]	[24.9-61.1]	(14.0-15.0) [11.6-20.3]	(16.0-19.0) [14.5-27.4]
<i>A. hermannii</i> (Roth) Duby in De Candolle, 1830	(1-5)	16.3-35.6 [10.5-64.7]	9.9-15.3 (7.0-12.0) [6.0-17.9]	29.7-59.7 [17.9-78.4]	8.6-12.0 (7.0)-10.0) [5.1-13.0]	11.4-15.8 (8.0-16.0) [7.7-16.7]
= <i>A. violacea</i> (Kützing) Hamel, 1925	---	20.0-43.1	9.0-11.0	20.3-37.1	5.9-8.4	8.0-12.7
= <i>A. violacea</i> (Kützing) Hamel var. <i>alpina</i> (Kützing) Rabenhorst, 1868	---	22.2-47.5	7.8-11.1	26.7-38.3	6.8-10.5	9.3-14.4
= <i>A. violacea</i> (Kützing) Hamel var. <i>dalmatica</i> (Kützing) Rabenhorst, 1868	---	20.6-44.3	9.0-12.0	23.8-34.1	7.6-9.8	9.6-12.4
= <i>A. violacea</i> (Kützing) Hamel var. <i>expansa</i> (Wood) Smith, 1933	---	16.3-44.7	10.0-14.0	32.9-67.6	6.7-10.3	9.2-15.6
= <i>A. violacea</i> (Kützing) Hamel var. <i>hercynica</i> (Kützing) Kützing, 1849	---	28.2-61.6	7.1-10.1	27.7-47.6	6.3-8.8	8.5-12
= <i>A. lanosa</i> Jao, 1941	(3)	---	(9.0-12.0)	(42.0-72.0)	(10.0-14.0)	(14.0-17.0)
<i>A. macrospora</i> (Wood) Sheath et Burkholder, 1985	15-25	4.0-20.5 [7.0-49.0]	20.3-25.9 (15.0-25.0) [17.2-43.5]	71.6-11.5 (72-104) [39.4-120.3]	17.8-26.2 (21.0-38.0) [14.6-30.7]	19.4-25.5 [17.1-35.1]
= <i>A. chalybaea</i> (Roth) Bory	(15)	---	(6.0-13.0)	(30.0-80.0)	(7.5-11.0)	(9.0-12.0)
= <i>A. chalybaea</i> (Roth) Bory var. <i>brasiliensis</i> (Nordstedt) Necchi, 1980	---	<25	17.0-22.5	75.0-102.5	20.0-25.0	27.0-32.5
<i>A. pygmaea</i> (Kützing) Weber-van Bosc, 1921	(1)	9.0-28.8 [7.0-49.0]	12.2-15.2 (10.0-12.0) [7.3-22.0]	26.4-50.7 (11.0-30.0) [17.5-62.7]	7.1-10.0 (9.0-11.0) [6.1-18.7]	8.9-13.0 (10.0-13.0) [9.5-30.4]
= <i>A. leibleinii</i> (Kützing) Palmer, 1958	(3-8)	8.2-32.7	13.9-19.6 (13.0-18.5)	38.0-64.4 (45.0-85.0)	11.0-16.2 (12.0-18.0)	15.0-22.1 (18.0-24.0)

--- = No se reporta.

() = Starmach, 1977.

[] = Poblaciones de Norteamérica (Necchi *et al.*, 1993, 1993a).

TABLA 12.- Características morfológicas y morfométricas de las poblaciones de *Audouinella*. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOCAL	FORMA CRECIM.	COLOR	TALO ALT.	RIZ. FORMA	ÁNGULO	CÉLS. VEG.		MONOSP.		TRICOB LARGO	PROPAG.
								DIÁM.	LARGO	DIÁM.	LARGO		
1	PA3435	Nac. El Mante	tufos pelos	grisá	1	globosas poligonales	20-30	7.3-11.5 7.4±3.3	15.0-55.0 35.6±14.2	7.1-13.5 10.0±1.4	13.0-20.2 16.7±1.7	---	---
2	PA2201	Nac. El Salto	pulvínulo	grisá	1	poligonales	20-40	9.3-15.1 12.5±1.7	22.2-57.1 44.3±10.5	10.1-18.9 15.4±2.5	14.6-26.8 21.2±2.6	---	---
3	PA3105	Nac. El Salto	tufos	grisá	10	sigmoides poligonales	20-50	9.3-27.3 18.4±4.2	17.7-65.2 38.4±9.1	11.9-16.7 14.7±1.3	18.0-25.9 21.7±2.0	---	---
4	PA3265	Nac. El Salto	tufos	grisá	1	globosas sigmoides	20-45	7.2-17.0 13.8±2.6	17.5-53.2 33.5±8.2	9.5-17.2 12.6±2.5	10.5-22.5 15.3±2.9	---	---
5	PA3268	Nac. El Salto	contra	---	1	globosas sigmoides	20-45	7.3-16.7 11.3±2.2	17.7-33.9 25.0±4.8	7.9-18.0 12.0±3.1	10.1-24.8 15.6±4.7	---	---
6	PA3457	Nac. El Salto	tufos	grisá	5	sigmoides	20-45	8.8-16.2 11.0±2.6	21.0-59.4 42.5±10.6	9.1-17.9 14.3±2.4	14.4-27.7 20.3±3.1	---	---
7	PA2893	Micos	tufos pelos	grisá	10	globosas sigmoides	20-40	7.5-14.8 9.8±1.6	11.5-45.9 27.8±10.7	7.7-16.6 10.6±2.0	7.5-21.0 12.4±3.0	230	25.0-43.0X 18.2-24.8
8	PA3090	Micos	tufos pelos	verde oscuro	30	globosas sigmoides	30-45	8.2-23.5 17.7±3.4	22.2-61.4 43.5±11.7	13.5-20.7 17.1±2.0	16.9-26.2 20.4±1.9	---	---
9	PA3317	Micos	tufos pelos	verde grisáceo	25	globosas sigmoides	20-90	11.5-16.6 13.6±1.4	13.9-61.0 32.7±11.1	11.0-15.9 14.1±1.9	15-16.6 16.0±0.6	---	---
10	PA3523	Micos	tufos	azul	35	sigmoides	20-45	9.5-23.2 17.9±3.6	27.5-61.2 44.2±10.2	11.7-21.0 16.5±2.3	6.2-25.0 21.0±2.4	---	---
11	PA1799	Pie. de Dios	tufos	---	2	sigmoides	30-40	11.3-17.6 13.9±1.4	28.1-52.0 39.2±4.8	7.5-15.3 11.9±2.1	13.3-20.6 17.0±1.8	---	---
12	PA2241	Tanchachin	pulvínulo	verde grisáceo	1	globosas sigmoides	20-45	12.6-19.2 15.3±1.9	17.7-52.1 32.2±11.1	11.7-15.5 13.9±1.1	11.2-18.7 16.0±1.9	---	---
13	PA3154	Pie. de Dios II	tufos	verde olivo	2	sigmoides poligonales	20-45	9.3-18.0 13.0±2.2	24.1-60.1 44.8±9.6	9.7-18.0 15.1±1.7	13.5-24.8 19.1±1.9	---	26.6-42.4X 19.9-26.0
14	PA3167	Choy	tufos pelos	verde olivo	15	sigmoides	20-45	8.8-14.6 11.0±1.8	15.0-60.1 33.2±14.4	10.2-13.0 12.0±0.8	13.7-22.2 17.3±2.3	---	---
15	PA3259	Choy	tufos pelos	verde olivo	20	sigmoides	20-30	7.5-14.7 10.6±1.4	12.8-49.7 36.9±10.7	7.3-16.7 13.2±1.1	14.0-24.5 20.1±2.5	---	---
16	PA3261	Choy	tufos pelos	grisá	5	sigmoides	20-30	8.6-12.8 10.5±1.2	10.6-56.1 35.0±12.6	---	---	---	---
17	PA2574	Coy	tufos	negro	2	sigmoides	20-70	7.5-10.7 9.3±1.1	13.3-36.7 25.4±6.6	7.0-11.7 8.5±8.4	9.0-17.5 12.6±2.2	---	15.3-20.3X 17.3-22.0
18	PA2720	Coy	tufos	verde olivo	5	globosas sigmoides	20-45	7.3-10.6 9.0±1.0	16.4-35.9 26.5±5.5	7.3-16.6 9.5±1.7	8.6-16.8 13.3±1.7	---	22.2-31.7X 16.6-18.2

TABLA 12.- Continuación.

P	MUEST.	LOCAL	FORMA CRECIM.	COLOR	TALO ALT.	RIZ. FORMA	ÁNGULO	CÉLS. VEG.		MONOSP.		TRICOB LARGO	PROPAG.
								DIÁM.	LARGO	DIÁM.	LARGO		
19	PA3352	Coy	tufos	verde olivo	5	paculopo- resquistat.	20-30	5.5-11.0 7.8±2.9	11.5-32.4 20.6±5.6	11.7-13.5 11.3±1.3	11.5-14.6 12.7±0.9	---	---
20	PA3356	Timbaque	pulvinado	verde olivo	1	sigmoide	20-30	7.7-14.0 9.5±1.8	19.8-38.8 25.6±6.6	5.9-8.6 7.2±1.4	6.6-11.1 8.7±2.8	---	20.8-33.3X 15.3-44.0
21	PA2077	Huichiluyayun	tufos pelos	verde olivo	15	globosos sigmoides	20-30	8.8-18.4 13.0±2.3	19.9-51.0 38.8±7.3	7.1-13.3 10.5±1.4	15.9-24.1 20.1±2.1	---	---
22	PA3208	Huichiluyayun	tufos pelos	verde olivo	10	sigmoide	20-45	7.3-13.2 11.2±1.5	25.3-53.5 36.1±10.1	9.5-14.0 12.7±2.4	18.0-24.0 19.5±2.2	---	15.0X16.4
23	PA3215	Tencuzán	contra	guinda	<1	paculopo- resquistat.	20-30	7.5-15.2 11.2±2.0	13.0-36.0 22.7±5.4	7.9-16.6 14.0±2.2	14.5-24.2 19.9±2.6	---	---
24	PA3490	Medio Luma	tufos pelos	guinda	5	globosos sigmoides	20-30	8.4-12.4 9.2±1.6	9.5-34.6 16.6±3.4	7.5-10.2 9.1±0.9	9.3-19.0 14.1±2.6	115	---
25	PA3554	Tzindzifih	tufos	azul	25	paculopo- resquistat.	20-40	8.7-16.5 12.4±1.9	28.0-60.0 49.0±9.24	11.5-19.2 16.2±1.7	16.5-26.2 23.2±2.4	---	---
26	BALE2051	Las Huertas	tufos	verde olivo	10	sigmoides	20-45	8.8-19.3 11.0±3.7	15.7-66.5 44.0±17.4	13.7-20.5 18.0±1.6	19.7-30.7 26.2±2.5	---	---
27	BALE-A	Las Huertas	tufos	verde olivo	20	sigmoides	20-30	9.3-18.0 13.1±1.6	16.2-66.5 39.6±14.1	12.7-16.7 14.8±1.2	13.0-17.5 15.7±1.0	---	---
28	BALE1047	Las Huertas	tufos	azul	15	globososo sigmoides	20-30	10.7-18.2 14.6±1.8	31.2-66.7 48.5±9.8	13.5-24.2 18.0±2.7	17.2-28.5 24.4±2.8	---	---
29	BALE1292	El Coco	tufos	azul	15	paculopo- resquistat.	20-90	9.5-13.5 12.0±1.1	33.7-57.5 47.0±6.9	13.0-10.5 15.1±1.3	18.2-28.5 22.5±2.7	---	---

--- = no se observó la estructura.

TABLA 13.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Audouinella*.

P	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL* (lx)	VC* (cm s ⁻¹)	CONDUC. (µm cm ⁻¹)	ALC.* (mg l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN.*
1	PA3435	Nac. El Mante	27-V-93	marismal	fondo del río	26.8	6.87	media	moderada	1367	AT=638	300	epilítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>Oscillatoria</i>	3
2	PA2203	Nac. El Salto	15-II-84	río-marismal	casco rodados	---	---	media	moderada	---	---	---	epilítica	<i>Thorea violacea</i> , <i>Cladophora</i> sp.	2
3	PA3105	Nac. El Salto	13-V-89	río-marismal	subletra con salpicadura	---	8.9	media	moderada	---	---	---	epilítica	<i>Cyanoactis</i> sp.	2
4	PA3265	Nac. El Salto	2-V-91	río-marismal	casco rodados	24	7.52	1200	80	1320	---	---	epilítica	<i>Homonodis</i> sp.	3
5	PA3268	Nac. El Salto	2-V-91	río-marismal	casco rodados	24	7.52	1200	80	1320	---	---	epilítica	<i>T. violacea</i> , <i>Cladophora</i> sp.	3
6	PA3457	Nac. El Salto	28-V-93	río-marismal	cajal de corriente	25	7.5	baja	lenta	1174	AT=472	5	epilítica	<i>diatomea</i>	2
7	PA2693	Micoa	26-III-87	causado	zona de deslizamiento	25	7	media	moderada	900	---	6	epilítica	musgo	3
8	PA3090	Micoa	12-V-89	marismal	zona de deslizamiento	29	7.6	muy baja	muy alta	---	---	10	epilítica	<i>Hildebrandia angolanis</i>	1
9	PA3317	Micoa	17-II-92	marismal	zona de deslizamiento	24	8.03	1800	muy alta	832	AT=336	30	epilítica	<i>H. angolanis</i>	2
10	PA3523	Micoa	30-V-94	marismal	cajal de corriente	28.5	7.8	muy baja	alta, golpeo	987	---	20	epilítica	<i>H. angolanis</i>	1
11	PA1799	Pic. de Dios	17-I-84	marismal	poetas, cerrococidos	---	---	---	---	---	AT=450	---	epilítica	<i>Cladophora glomerata</i> , <i>Oedogonium</i> sp.	3
12	PA2241	Tanchachán	16-II-84	causado	zona de deslizamiento	26	7	---	---	---	---	---	epilítica	<i>diatomea</i> , <i>Oscillatoria</i>	3
13	PA3154	Pic. de Dios II	8-IX-89	río-marismal	casco rodados en ripides	27	7.2	alta	moderada	900	---	30	epilítica	<i>Cladophora</i> sp.	2
14	PA3167	Choy	9-IX-89	marismal	cajal de corriente	26	7.6	baja	130	900	CA=194	50	epilítica	<i>H. angolanis</i> , <i>H. fontana</i>	2
15	PA3259	Choy	1-V-91	marismal	zona de deslizamiento	27	7.22	100	120	1128	---	55	epilítica	<i>H. angolanis</i> , <i>H. fontana</i>	1
16	PA3261	Choy	1-V-91	marismal	zona de deslizamiento	27	7.22	100	120	1128	---	55	epilítica	<i>H. angolanis</i> , <i>H. fontana</i>	1
17	PA2574	Coy	24-III-87	marismal	subletra con salpicadura	25.5	7.2	baja	moderada	1400	CA=200	---	epilítica	<i>Chamaeciphon incrassata</i> , <i>Gomphonema gracile</i>	3
18	PA2720	Coy	28-III-87	marismal	zona de deslizamiento	---	---	---	---	---	---	60	epilítica	<i>Schizothrix maulieri</i> , musgo	3
19	PA3352	Coy	20-II-92	marismal	zona de deslizamiento	23	7.5	muy baja	moderada	1087	---	10	epilítica	musgo	3

TABLA 13.- Continuación.

P	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MICROAMB.	T°C	pH	IL* (ft)	VC* (cm ²)	CONDUC. (µm/cm)	A.L.C.* (mg/l) ¹	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABON. 4
20	PA3156	Tumbuco	28-II-92	r6	r6	23	7.5	alta	mediana	1100	CA=220	---	epilica	<i>Marctropusperm pétoporus</i>	3
21	PA2077	Huchibayán	11-III-84	masculi	canal de corriente	21	6.5	laja	may alta	---	---	---	epilica	<i>Ocellularia</i>	3
22	PA2128	Huchibayán	6-V-91	masculi	canal de corriente	21	7	media	mediana	300	AT=136	30	epilica	<i>H. engelhardi</i>	3
23	PA3215	Tumbuco	5-XI-90	erroyo	caño refugio	25	7.5	may laja	mediana	455	---	5	epilica	<i>Cladophora sp.</i>	3
24	PA4490	Medio Jata	21-V-93	masculi	fondo de poza sobre médula	29	7.5	media	laja	---	AT=566	120	epilica	<i>Ocellularia</i>	3
25	PA3554	Tumbuco	17-IX-94	masculi	canal de corriente	31	7.56	ZZ1	alta, herbaceous	640	CA=70	10	epilica	<i>Marctropter parvula, Marctropus sp.</i>	2
26	BALE2051	Las Huertas	16-I-93	masculi	zona de desflorencia	30	6.24	media	alta	---	---	5	epilica	---	2
27	BALEA	Las Huertas	28-II-93	masculi	zona de desflorencia	30	6.24	media	alta	---	---	5	epilica	---	3
28	BALE1047	Las Huertas	---	masculi	zona de desflorencia	30	6	media	media	---	---	---	epilica	<i>Scleropha amblyota, Fragaria media</i>	2
29	BALE1292	El Coco	---	r6-masculi	caño roble	28	7.1	media	media	---	---	10	epilica	---	2

--- = No se tiene registro

 * = Intensidad luminosa (log₁₀ Johnson, 1982); iluminación muy alta = > 80% del horizonte visible; alta = 60-80%; media = 40-60%; muy baja = < 20%.

 * = Velocidad de corriente (log₁₀ Johnson, 1982); < 10cm s⁻¹ = muy baja (no clasificada); 10-35cm s⁻¹ = baja; 35-60cm s⁻¹ = mediana; 60-85cm s⁻¹ = muy alta.

* = Abundancia: AT = Abundancia total (suma de complejidades con Triplex ID).

* = Abundancia: 1 = abundante en todo la localidad; 2 = poco abundante en uno o varios microambientes; 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 14.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Aoudouinella*.

FIG. 4	LOCALIDAD	ALT.	LATITUD Grad. Min. Seg.	LONGITUD Grad. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA *	AMB.	POS.	ESPECIE
1	Nacimiento El Moteo	100	22 30 00 LN	99 30 00 LO	Tampulco	Cd. Mante	(A)C(w)(w)	manantial	1	<i>Aoudouinella eugenes</i>
2	Nacimiento El Sako	500	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Mante	(A)C(m)(w)	rio, manantial	2,3,4,5,6	<i>A. eugenes</i>
3	Micos	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	cañada manantial	7, 8,9,10	<i>Aoudouinella</i> sp. 2 <i>A. pygmaea</i>
4	Puerto de Dios	450	21 55 88 LN	99 25 02 LO	San Luis Potosí	Tamampoco	(A)C(m)(w)	manantial	11	<i>A. eugenes</i>
5	Tanchachán	90	21 49 85 LN	99 08 86 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	12	<i>A. pygmaea</i>
6	Puerto de Dios II	100	21 50 00 LN	99 15 00 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	manantial	13	<i>A. pygmaea</i>
7	Cboy	100	21 59 23 LN	98 53 01 LN	San Luis Potosí	Valles	Aw ₁	manantial	14,15	<i>A. pygmaea</i>
8	Coy	60	21 43 98 LN	98 58 59 LO	San Luis Potosí	Valles	Aw ₂	manantial	16, 17,18,19	<i>Aoudouinella</i> sp. 1 <i>A. pygmaea</i>
9	Tamboque	150	21 41 13 LN	99 02 61 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	20	<i>A. pygmaea</i>
10	Huichihuyan	100	21 27 47 LN	98 58 63 LO	San Luis Potosí	Huachastlán	(A)C(m)(w)	manantial	21,22	<i>A. pygmaea</i>
11	Tancuilán	100	21 19 26 LN	98 56 00 LO	San Luis Potosí	Tamazunchale	(A)C(m)(w)	arroyo	23	<i>A. eugenes</i>
12	La Media Luna	1000	21 51 47 LN	100 01 26 LO	San Luis Potosí	Río Verde	B ₁ k _w	manantial	24	<i>A. eugenes</i>
13	Tzindtejé	1560	20 30 00 LN	99 15 00 LO	Hidalgo	Ixmiquilpan	B ₁ k _w	manantial	25	<i>A. pygmaea</i>
14	Las Huertas	800	18 36 08 LN	99 10 08 LO	Morelos	Tlaquiltemango	Aw ₁ (w)	manantial	26,27,28	<i>A. pygmaea</i>
15	El Coco	800	----	----	Morelos	Pue. de Ixtla	Aw ₂ (w)	rio, manantial	29	<i>A. pygmaea</i>

---- = no se tiene el dato hasta el momento.

* Según Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 1985, 1992; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981.

Aw₁ = Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Intermedio en cuanto a humedad.

Aw₂ = Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. El más húmedo.

Aw₃(w) = Tipo cálido. % de lluvia invernal menor de 5.

(A)C(m)(w) = Tipo semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

(A)C(w)(w) = Tipo semicálido subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5. Intermedio en cuanto a humedad.

B₁k_w = Tipo semiseco-semicálido con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Invierno franco.

B₂k_w = Tipo seco-semicálido con lluvias en verano.

C(w)₁(w) = Tipo templado. % de lluvia invernal menor de 5.

TABLA 15.- Características de los ejemplares tipo de *Batrachospermum* sección *Contorta* tomados de Sheath *et al.*, 1992; y reportados por Starmach, 1977 y Necchi, 1990. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	TALO ALT. (cm)	VERT. DIÁM.	CARPOSPOROFITO			CÉLS EN FASC.	CARPOGONIO		CARPOS. DIÁM.	CARAC. CUAL.*
			DIÁM.	LARGO	NÚM. CÉLS.		DIÁM.	LARGO		
<i>B. leuclinae</i> Skuja in Flint, 1949	—	257-412	148-252	78-176	3-6	5-9	5.5-11.6	24.8-34.2	6.7-10.9	m,tc
<i>B. nodiflorum</i> Montagne, 1850	—	110-218	207-438	203-427	5-7	5-7	7.2-10.0	31.1-47.9	8.4-12.9	m,tc
<i>B. procarpum</i> Skuja, 1931	(1-7) [2-7]	171-276 [150-400]	99-197 [170-330]	83-144 [80-170]	3-6 [4-6]	4-6 [6-10]	8.6-12.1 (13) [4.5-9]	28.6-48.0 (>65) [12.0-28.0]	6.0-9.6 (8.5-9.5) [7.0-10.5]	m,tc
<i>B. serridum</i> Montagne, 1850	—	317-422	199-394	153-289	3-5	5-8	9.7-12.9	44.1-63.2	8.1-11.5	m,tc
= <i>B. inortum</i> Iao, 1941	(7)	(300-500)	(150-190)	(87-100)	—	(5-12)	(6.0-11.0)	—	(12.0-14.0)	
<i>B. ambiguum</i> Montagne, 1850	—	309-429	121-239	103-182	2-5	6-10	6.6-10.1	23.0-30.8	6.4-10.5	m,tc
= <i>B. brasiliare</i> Flint et Skuja, 1953	—	276-414	142-157	92-253	3-5	6-9	7.8-12.3	35.4-53.5	5.1-9.5	
= <i>B. bicudoi</i> Necchi, 1986	[0.5-6]	339-548 [300-600]	143-242 [200-450]	130-224	2-5	7-11 [7-12]	7.1-10.1 [6.0-10.0]	32.0-43.1 [22.0-65.0]	6.9-10.5 [6.5-10.5]	
<i>B. globosporum</i> Israelson, 1942	(2-7)	400-593 (300-600) [350-500]	205-418 (160-350) [200-280]	104-303 (110-160) [100-140]	4-6 [3-5]	7-10 (6-11) [7-11]	6.3-8.3 [4.0-6.0]	26.4-34.3 (20.0-30.0) [20.0-30.0]	7.1-10.8 (7.5-11.0) [7.5-10]	m,ta
= <i>B. cipoense</i> Kumano et Necchi, 1985	[1.5-6]	338-575 [350-700]	169-350 [300-800]	146-296 [250-500]	3-6 [7-10]	8-15 [12-20]	5.9-8.4 [7.0-10.0]	31.0-41.5 [35.0-50.0]	6.8-9.2 [10.0-17.0]	
= <i>B. guyanense</i> (Montagne) Kumano, 1990	—	285-368	188-337	130-288	2-6	6-9	7.6-11.2	37.0-48.5	8.1-11.5	
= <i>B. jolyi</i> Necchi, 1986	[2.5-9]	285-532 [400-800]	170-293 [200-450]	157-293 [100-250]	3-6 [5-8]	5-9 [13-20]	6.2-9.6 [6.0-8.0]	31.7-48.5 [30.0-40.0]	6.4-10.3 [8.0-11.0]	

— = no se reporta.

() = Starmach, 1977

[] = Necchi, 1990.

* m: monoico; tc: tricógino con tallo; ts: tricógino sin tallo.

TABLA 16.- Características de los ejemplares tipo de *Batrachospermum* sección *Batrachospermum* tomados por Vis *et al.*, 1992; Vis y Sheath, 1996; y Starmach, 1977. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	VERT. DIÁM.	CARPOSPOROFITO		CARPOGONIO		CARPOSPORAS		CARAC. CUAL.*
		DIÁM.	NÚM. CÉLS	DIÁM.	LARGO	DIÁM.	LARGO	
<i>B. carpocontortum</i> Sheath, Morison, Cole et Van Alstyns, 1986	539-940	87-179	2-3	6-8	28-44	9-12	11-15	d,cc,cr
<i>B. skujae</i> Geitler, 1944	586-1003	77-152	2-4	8-12	33-59	9-14	11-19	m,ms,cr
<i>B. gelatinosum</i> (Linnaeus) De Candolle, 1801	257-972	40-139	2-4	5-17	20-68	6-12	8-16	m,cr
<i>B. arcuatum</i> Kylin, 1912	428-727	92-129	2-4	6-12	28-39	7-12	10-15	d,cr
<i>B. confusum</i> (Bory) Hasall, 1845	412-955	56-112	2-4	5-10	14-28	6-10	8-12	m,ci,ei
<i>B. amatum</i> Sirodot, 1884	479-994	69-140	2-4	6-10	17-40	7-14	8-16	m,ci
<i>B. boryanum</i> Sirodot, 1882	337-1034	68-139	2-3	6-10	16-35	7-14	8-17	d,ci
<i>B. pulchrum</i> Sirodot, 1884	307-483	59-108	2-3	5-7	23-32	9-11	11-13	m,cr,ei,fc
<i>B. heterocorticum</i> Sheath et Cole, 1984	492-876	71-126	2-4	6-10	27-40	8-11	10-15	d,ci,fa
<i>B. lochmodes</i> Skuja, 1938	(> 500)	(50)	—	(14)	(50)	—	—	d,m
<i>B. szechwanense</i> Jao, 1941	(> 1000)	—	—	—	—	—	—	d,tc
<i>B. spermato involucrum</i> Vis et Sheath, 1996	239-846	44-158	2-4	8-17	40-86	6-14	6-16	m,ei
<i>B. trichofurcatum</i> Vis et Sheath, 1996	448-1220	78-156	3-4	5-9	18-27	6-9	8-12	m,tf
<i>B. carpoinvolucrum</i> Vis et Sheath, 1996	489-853	128-232	3-4	6-9	15-26	7-11	10-14	d,eri
<i>B. involutum</i> Vis et Sheath, 1996	627-1405	112-237	2-3	7-10	30-54	7-11	12-18	m,fc
<i>B. trichostortum</i> Vis et Sheath, 1996	1110-1970	135-304	2-4	7-10	23-39	5-9	9-14	d,te

— = no se reporta.

() = Starmach, 1977.

* = d: dióico; m: monóico; cc: carpogonio contorto; cr: corticación regular; ci: corticación irregular; ms: monosporangio; ei: espermatangio en filamentos involucreles de la rama carpogonial; fc: fascículos curvos; tf: tricógino bifurcado; eri: carpogonio en ramas involucreles; te: tricógino enrollado; tc: tricógino curvo; fa: fascículos secundarios.

TABLA 17.- Características morfométricas de las poblaciones de *Batrachospermum*. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOCAL.	TALO ALT. (cm)	VERT. DIÁM.	CARPOSPOROFITO			CÉLS. EN FASC.	CARPOGONIO		CARPOS. DIÁM.	CARAC. CUAL. *
					DIÁM.	LARGO	NÚM. CÉLS.		DIÁM.	LARGO		
1	PA2196	Nac. El Salto	1.5-3.5	263.1-789.3	204.3-390.2	87.7-157.8	4-8	6-12	6.6-8.8	20.6-36.6	10.2-16.6	m,cr,ta
			2.5±1.0	548.1±156.5	282.1±50.1	129.7±18.5			7.2±0.8	31.7±5.7	13.4±1.9	
2	PA2820	Nac. El Salto	3.5-5.5	221.0-648.9	223.6-350.8	120.1-232.4	4-8	6-12	4.2-8.4	20.5-33.3	8.8-14.6	m,cr,ta
			4.5±0.8	497.5±102.0	280.1±42.3	153.2±35.0			7.0±1.3	28.0±3.7	11.2±1.6	
3	PA2093	El Salto	5.5-9.0	228.0-628.8	87.7-309.5	78.7-159.6	5-10	5-10	6.0-7.9	16.2-33.3	9.3-16.8	m,cr,ta
			6.6±1.1	419.9±127.2	218.4±55.0	130.7±30.2			7.0±0.7	22.4±6.0	12.9±2.4	
4	PA3611	El Meco	3.0-4.0	175.4-324.4	87.7-207.8	64.0-100.0	3-7	5-10	6.6-8.2	24.8-40.6	8.4-12.8	m,cr,ta
			3.5±0.3	253.7±32.8	137.9±35.0	79.5±12.4			7.3±0.4	28.4±5.3	10.9±1.1	
5	PA3648	Micos	3.0-3.5	133.3-468.3	110.5-257.8	60.0-130.6	5-9	6-10	7.1-9.5	22.2-26.6	9.9-16.4	m,cr,ta
			3.2±0.2	277.5±95.4	182.5±43.6	90.3±19.6			8.3±0.8	24.6±1.4	13.6±1.6	
6	PA1607	Tanchachín	3.5-4.5	188.5-510.4	168.3-271.8	73.6-133.3	3-8	5-10	5.5-9.1	10.6-24.4	9.3-15.5	m,cr,ta
			4.0±0.5	375.2±116.2	200.4±31.9	97.2±17.0			7.9±1.1	19.3±4.4	11.3±1.5	
7	PA2231	Tanchachín	4.5-5.0	208.1-486.7	159.0-288.3	87.7-131.5	5-8	4-8	6.3-8.4	17.3-39.3	10.4-16.8	m,cr,ta
			4.7±0.2	348.0±71.7	206.0±35.2	112.1±14.9			7.1±0.7	26.9±6.7	13.5±1.7	
8	PA3340	Río Gallinas	1.5-2.0	175.4-495.5	100.8-294.6	73.6-149.0	5-8	5-10	5.9-10.2	19.3-33.9	12.2-15.5	m,cr,ta
			1.7±0.2	326.5±98.2	176.3±57.0	101.8±21.2			8.1±1.3	27.8±4.3	13.8±1.0	
9	PA1827	La Llovionosa	3.0-5.0	166.6-511.2	151.7-228.0	78.9-129.7	3-8	4-8	6.4-8.6	15.7-25.7	9.5-17.3	m,cr,ta
			3.8±0.6	341.3±112.0	194.3±18.4	99.8±10.5			7.3±0.6	20.1±2.9	13.9±2.2	
10	PA2311	La Llovionosa	3.0-6.0	135.0-460.4	127.1-263.1	72.7-111.3	4-8	4-8	6.2-9.5	17.0-26.1	10.2-16.2	m,cr,ta
			4.2±1.1	339.6±116.9	189.8±37.9	93.4±12.1			8.0±0.8	21.1±2.9	13.1±1.9	
11	PA4L	San Luis Ayacán	3.0-4.0	149.0-1052.0	60.0-104.0	60.0-100.0	5-8	8-18	4.8-7.9	33.6-52.8	8.6-11.7	m,vg,cv
			3.5±0.5	598.8-285.4	82.0±22.0	78.0±19.2			6.8±0.9	41.3±6.0	10.1±1.5	

* m = monoico, cr = corticación regular, ta = tricógnio axial, vg = verticilos globosos, ce = carposonio en células del eje, cv = carposonio a distinto nivel del verticilo.

TABLA 18.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Batrachospermum*.

P	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL. ^a (lx)	VC ^b (cm s ⁻¹)	CONDUC. ($\mu\text{m cm}^{-2}$)	ALCAL. ^c (mg l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ^d
1	PA2196	Nac. El Salto	15-III-84	rio- mansanal	casca rodados	25	7	media	lento	---	AT=472	10	epitica	<i>Phoradendron</i> sp.	3
2	PA2820	Nac. El Salto	6-XII-87	rio- mansanal	casca rodados	25	7	media	moderada	1200	---	20	epitica	<i>Cladophora</i> sp., <i>Thoreus violaceus</i>	2
3	PA2093	El Salto	12-IX-84	rio	poza (hospedaje)	26	7	baja	lento	1000	AT=386	20	epitica	poza	3
4	PA3611	El Meco	23-IX-95	rio	fondo de poza	25	7.5	media	media	700	AT=372	100	epitica	<i>Oedogonium</i> sp., <i>Cladophora</i> sp.	2
5	PA3648	Micos	4-III-96	rio	costilla de travertino	23	7.3	7534- 12916	media	1070	AT=554	40	epitica	<i>T. violaceus</i>	2
6	PA1607	Tanchachán	15-II-83	rio	costilla de travertino	30	7	media	media	---	---	30	epitica	<i>Phoradendron</i> sp.	2
7	PA2231	Tanchachán	16-III-84	rio	costilla de travertino	26	7	media	media	1120	---	30	epitica	musgo	2
8	PA3340	Río Gullanes	19-II-92	rio	casca rodados	22	7.4	12486	48	750	CA=170	20	epitica	<i>T. violaceus</i>	2
9	PA1827	La Llorimosa	20-II-83	rio	costilla de travertino	---	---	---	---	---	---	20	epitica	musgo	2
10	PA2311	La Llorimosa	19-III-84	rio	costilla de travertino	28	8	media	---	1990	---	80	epitica	<i>Vaucheria</i> sp.	2
11	PA4L	San Luis Ayucán	5-I-89	rio- mansanal	zona de deslizamiento	15	6	media	lento	---	---	3	epitica	<i>Parolanassa mexicana</i> , <i>Prudola mexicana</i>	2

--- = No se tiene registro

^a = Intensidad luminosa (según Johanson, 1982): iluminación muy alta = > 80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, muy baja = < 20%.

^b = Velocidad de corriente (según Johanson, 1982): < 10cm s⁻¹ = muy baja (casi estancada), 10-35cm s⁻¹ = lenta, 35-60cm s⁻¹ = moderada, 60-85cm s⁻¹ = alta, > 85cm s⁻¹ = muy alta.

^c = Alcalinidad: AT = Alcalinidad total (Taras et al., 1971), CA = Calcio total (valoración complejométrica con Triplex III).

^d = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes, 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 19.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Batrachoseps*.

FIG. 5	LOCALIDAD	ALT.	LATITUD Grad. Min. Seg.	LONGITUD Grad. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA*	AMB.	POB.	ESPECIE
1	Nacimiento El Salto	500	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Mate	(A)C(m)(w)	rio- montaña	1,2	<i>B. globosporus</i>
2	El Salto	490	22 34 28 LN	99 22 49 LO	San Luis Potosí	Cd. Mate	(A)C(m)(w)	rio potas	3	<i>B. globosporus</i>
3	El Meco	300	22 34 16 LN	99 20 78 LO	San Luis Potosí	Cd. Mate	(A)C(m)(w)	rio potas	4	<i>B. globosporus</i>
4	Micos	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	rio	5	<i>B. globosporus</i>
5	Tanchachán	90	21 49 85 LN	99 08 86 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	6,7	<i>B. globosporus</i>
6	Río Gallinas	230	22 02 52 LN	99 16 56 LO	San Luis Potosí	Tamasopo	(A)C(m)(w)	rio	8	<i>B. globosporus</i>
7	La Llovizcos	1300	22 19 00 LN	99 33 00 LO	San Luis Potosí	Lagunillas	B _h kw	rio	9,10	<i>B. globosporus</i>
8	San Luis Ayuacán	2300	19 37 50 LN	99 23 00 LO	Edo. de México	Ecatepec	C(w) ₂ (w)	rio- montaña	11	<i>B. galatiscum</i>
9	Los Mastizales	800	18 36 08 LN	99 10 08 LO	Moravia	Tlaquiltepanc	A _w (w)	montaña	+	<i>Batrachoseps</i> sp.
10	San Lorenzo	1640	18 28 42 LN	97 25 68 LO	Puebla	Tehuacán	B _h kw	montaña	+	<i>Batrachoseps</i> sp.

+ = Talo sin estructuras reproductoras.

--- = no se tiene el dato hasta el momento.

* = Según Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1985, 1987; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981, 1981a.

A_w(w) = Tipo cálido. % de lluvia invernal menor de 5.

(A)C(m)(w) = Tipo semicálido húmedo con abundante lluvia en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

B_hkw = Tipo semiseco-semicálido con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Invierno fresco.

B_hkw = Tipo seco-semicálido con lluvias en verano.

C(w)₂(w) = Tipo templado. % de lluvia invernal mayor de 5.

TABLA 20.- Características de las especies tipo de *Sirodotia* tomados de Kumano, 1982; Starmach, 1977; y Necchi *et al.*, 1993b. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	TALO ALT.	VERTICILOS			CÉLS. EN FASC.	TRICÓG LARGO	ESPERM. DIÁM.	CARPOGONIO	
		DIÁM.	LARGO	FORMA *				LARGO	DIÁM.
<i>S. delicatula</i> Skuja, 1938	2.5-3.0 (2.5)	137-306 (<260)	237-455	B,E	5-8	18-30	6.6-8.0 (7.0-8.0)	24.6-40.1 (24.0-41.0)	5.6-7 (5.5-7.0)
<i>S. gardneri</i> Skuja <i>ex</i> Flint, 1950	3.2-7.8	288-463	327-844	B,E	6-10	—	5.3-8	—	—
<i>S. segawa</i> Kumano, 1982	3.0-6.0	260-520	260-520	B,E	7-10	—	6.2-7.8	30-46	—
<i>S. sluka</i> Jao, 1941	(2.0-3.5)	(300-370)	(300-370)	B,E	—	(36-41)	(7.0-9.0)	(12-18)	(9-10)
<i>S. tenuisima</i> (Collins) Skuja <i>ex</i> Flint, 1950	[0.7-15.5]	[191-628]	[334-1097]	[TP]	[5-10]	—	[4.7-8.5]	[20.5-36.8]	[4.7-9.5]
<i>S. suecica</i> Kylin, 1912	(2.0-8.0) [1.0-8.3]	(110-500) [229-662]	[296-859]	(B,E) [B,E]	[5-10]	—	(5.5-6.5) [4.9-7.9]	(20-26) [19.0-41.6]	[4.1-8.0]
= <i>S. acuminata</i> Skuja <i>ex</i> Flint, 1950	2.8-3.0	317-497	352-723	B,E	6-9	—	5.2-7.3	19.0-36.7	4.8-9.1
= <i>S. fennica</i> Skuja, 1931	1.5-3.0 (3.0)	229-341 (<430)	290-543	B,E	6-9	9-16	4.4-6.7 (<6.5)	17.6-27.0 (18.0-25.0)	4.5-6.0 (<6.5)
<i>S. hullensis</i> (Weiw., W. West <i>et</i> G.S. West) Skuja, 1931	4.0-8.5 [2.5-4.5]	162-278 [238-430]	353-952 [412-1242]	TP [TP]	6-10 (6-7) [7-10]	—	5.8-7.2 [5.1-7.1]	28.5-44.6 (32.0-48.0) [28.8-41.6]	5.5-7.5 (6.0-8.0) [5.6-7.3]
= <i>S. aeteleta</i> Skuja, 1938	5.0-6.5 (<5.0)	193-484 (<360)	183-1250	TP	6-10	55	—	42.1-65.2 (<70)	5.1-7.6

— = no se reporta.

* = B: barril; E: esférico; TP: truncado piramidal.

() = Starmach, 1977.

[] = Poblaciones de Norteamérica. Necchi *et al.*, 1993b.

TABLA 21.- Características morfológicas y morfométricas de las poblaciones de *Sirodotia*. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOCAL.	TALO ALT. (cm)	COLOR	VERTICILOS		CÉLS. EN FASC.	ESPERM. DIÁM.	CARPOGONIO	
					DIÁM.	FORMA *			DIÁM.	LARGO
1	PA2462	Sta. Anita	1-4	verde y azul	101.0-340.0 244.1 ± 83.2	E,TP	5-10	4.0-4.8 4.3 ± 0.2	5.1-8.5 6.1 ± 0.9	34.0-51.0 38.4 ± 7.3
2	PA3518	Sta. Anita	2-5	verde y azul	114.0-543.7 372.2 ± 123.1	E,TP	5-10	3.7-5.5 4.5 ± 0.7	4.4-8.5 5.7 ± 1.2	19.9-46.5 31.6 ± 7.3
3	PA2256	Tambaque	1.3-5	verde y azul	99.1-286.7 250.2 ± 43.0	E,TP	5-10	—	4.4-6.6 5.3 ± 0.7	17.7-38.0 25.1 ± 6.8
4	PAP335	Teotitlán	3-12	azul obscuro	155.2-646.0 375.2 ± 131.6	E	3-8	2.3-6.6 5.3 ± 0.7	3.9-8.5 5.8 ± 1.3	28.5-37.5 32.2 ± 3.0

— = no se observó la estructura.

* = E = esférico. TP = truncado piramidal.

TABLA 22.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Sirodotia*.

F	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MECBO.	T°C	pH	IL. ^a (lu)	VC ^b (cm·s ⁻¹)	CONDUC. (µm. cm-1)	ALCAL. ^c (mg·l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ^d
1	PA2462	Sta. Anita	2-V-85	río	rípidos	26	7	media	media	1100	AT=370	80	epítlica	<i>Thorus violaceus</i> , <i>Comptosygon</i> <i>corvinae</i> , <i>Vascheria</i> sp.	1
2	PA3518	Sta. Anita	30-V-94	río	rípidos	24.5	6.8	media	media- alta	1237	---	50	epítlica	<i>T. violaceus</i> , <i>C. corvinae</i> , <i>Vascheria</i> sp.	1
3	PA3356	Tamboque	20-II-92	río	rípidos	23	7.5	media	alta	1100	CA=220	40	epítlica	musgo	2
4	PAF335	Teotitlán	V-82	arroyo	roncinos	18	6	media	baja	---	---	---	epítlica	---	2

--- = No se tiene registro

^a = Intensidad luminosa (según Johansson, 1982): intensidad muy alta = > 80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, muy baja = < 20%.

^b = Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): < 10cm·s⁻¹ = muy baja (casi estancada), 10-35cm·s⁻¹ = lenta, 35-60cm·s⁻¹ = moderada, 60-85cm·s⁻¹ = alta, > 85cm·s⁻¹ = muy alta.

^c = Alcalinidad: AT = Alcalinidad total (Taux et al., 1971), CA = Calcio total (valoración complexométrica con Triplix III).

^d = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes, 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 23.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Sirodotia*.

FIG. 6	LOCALIDAD	ALT	LATITUD Oval. Min. Seg.	LONGITUD Oval. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA ^a	AMBIENTE	POB.	ESPECIE
1	Santa Anita	160	21 58 51 LN	99 11 46 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	río	1,2	<i>Sirodotia</i> <i>hulliana</i>
2	Tamboque	150	21 41 13 LN	99 02 41 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	río	3	<i>S. hulliana</i>
3	Teotitlán del Camino	1725	18 10 86 LN	96 02 47 LO	Oaxaca	---	C(w)(w)	arroyo	4	<i>S. simulans</i>

--- = no se tiene el dato hasta el momento.

^a = Según Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1985; Tenango, 1981.

(A)C(m)(w) = Tipo semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal mayor de 5.

C(w)(w) = Tipo templado. % de lluvia invernal menor de 5.

TABLA 24.- Características morfológicas de las especies de *Thorea* reportadas por Bischoff, 1965; Starmach, 1977; Necchi, 1989; y Sheath *et al.*, 1993. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	TALO ALT. (cm)	RAMAS EN 30 mm	TALO DIÁM.	MÉDULA DIÁM.	FIL. ASIMIL. LARGO	CÉLS. ASIMIL.		FIL.ASIM. SUPINF	MONOSPORANGIOS			
						DIÁM.	LARGO		LARGO RAMAS	DIÁM.	LARGO	NUM. RAMA
<i>F. alipida</i> (Thore) Duvoux, 1818												
<i>T. alipida</i> (lectotipo)	---	17-24	1353-1633	125-206	362-579	4.8-8.1	27.6-39.6	0.62-1.81	19.2-28.2	8.0-13.6	16.2-21.2	1-3
<i>T. alipida</i> (isotipo)	---	19-26	1569-1890	142-277	265-624	4.6-8.8	29.3-45.5	0.68-1.54	19.7-32.4	10.9-18.2	16.8-24.4	1-2
= <i>T. ovalis</i> Lagerheim et Mabius in Mabius, 1891	(40)	15-39	578-838	88-199	175-302	4.3-7.0	14.0-20.5	0.76-1.55	9.9-34.6	5.6-9.4	9.7-15.1 (12-14.0)	2-5
= <i>T. lehmannii</i> Hornemann, 1818	---	11-18	849-1763	306-611	366-470	5.5-7.9	21.8-45.4	0.58-1.03	19.6-37.7	8.5-13.9	14.5-23.2	2-8
= <i>T. roussetianus</i> Bay, 1908	(100)	(abund.)	(130-190)	---	(140-700)	(6.0-10.0)	(18.0-40.0)	---	---	(20-25.0)	---	---
<i>T. violaceus</i> Bay, 1908												
= <i>T. barchanensis</i> Fujita, 1967	---	5-9	525-800 {<1500}	160-238 {<510}	170-253 {<378}	5.5-7.5 {<10.8}	17.7-23.4	0.66-1.01	18.0-27.5	7.4-10.3 (5.0-6.6)	14.9-17.2 (6.6-9.9)	1 (1-5)
= <i>T. brevidens</i> Klen, 1955	(50)	(ocasional)	(570-750)	---	(1415-1700)	(5.0-16.0)	(30.0-55.0)	---	---	---	(13-20.0)	(1)
= <i>T. gracilicostis</i> C. Ag., 1824	---	6-9	634-857	162-256	178-287	3.1-5.6	17.2-27.3	0.47-0.96	8.0-28.6	8.9-13.5	15.0-20.5	1-3
= <i>T. oblongus</i> Yamada, 1949	---	1-2	745-1005 (800-1500)	242-395	189-300 (150-480)	4.5-11.1 (10.0-14.0)	22.3-40.7 (20.0-42.0)	0.75-2.11	---	---	---	---
= <i>T. procerus</i> Rattanapattayai, 1961	---	1	603-809 (540-1500)	126-244 (120-395)	122-203 (115-605)	3.9-6.5 (2.0-7.0)	12.3-21.4 (11.5-40.0)	1.0-1.62	22.2-28.4	10.5-15.1 (7.0-20.0)	13.7-110.2 (10-24.0)	2-10 (1)
= <i>T. rufus</i> Bischoff, 1965	(200)	(ocasional)	[1700]	[275]	[775]	[5.0-7.0]	[12-40]	---	---	[8.0-9.0]	[12-13]	[3-5]
= <i>T. violaceus</i> (lectotipo)	---	0-1 (0-2)	993-1878	218-304	291-533	3.5-7.2	24.9-32.9	0.54-1.33	24.5-41.4	7.4-14.1	16.2-24.5	1-2
<i>T. alvata</i> Sato et Rattanapattayai in Rattanapattayai et Sato	---	0-5 (ocasional)	509-1146 (480-1425)	97-266 (115-420)	94-160 (130-840)	4.5-8.0 (2.0-9.0)	16.8-21.4 (10.0-50.0)	1.79-3.36 (chordas)	8.6-25.4	4.5-8.0 (5.5-14.0)	7.6-11.2 (8.0-20.0)	1-3 (1)
<i>T. gilligovani</i> Schmitz, 1992	---	0-6	799-1188	105-471	238-419	7.1-11.6	24.3-35.0	1.16-2.81	21.6-30.4	5.5-9.1	9.4-15.6	5-8

[] = Bischoff, 1965.

() = Starmach, 1977.

{ } = Necchi, 1989.

TABLA 25.- Características morfológicas y morfométricas de las poblaciones de *Thorea*. Medidas en micrómetro excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOCAL.	TALO ALT. (cm)	RAMAS EN 30 mm	TALO DIÁM.	MÉDULA DIÁM.	FIL. ASIM. LARGO	CÉLS. ASIMBL.		RAM.MON. / FIL.ASIM.	FIL.ASIM. SUPINF	MONOSPORANGIOS			
								DIÁM.	LARGO			LARGO RAMAS	DIÁM.	LARGO	NUM. X RAMA
1	PA3268	Nac. El Salto	2.5-10.0 5.0±2.2	0-15 3.8±4.9	266.8-1079.1 702.3±293.7	169.7-382.5 266.0±63.3	121.0-686.7 315.5±122.1	2.9-5.8 4.6±0.8	5.5-16.9 13.4±2.6	0.08-0.16	0.7-1.1 0.9±0.1	20.5-59.2 44.3±10.8	7.7-12.2 9.6±1.1	10.6-24.2 17.5±3.9	1-2
2	PA3332	Nac. El Salto	0.5-7.0 3.5±1.8	0-9 3.8±3.2	611.0-901.0 847.0±87.2	253.0-374.7 299.0±35.2	178.5-588.6 371.5±103.1	2.4-6.0 4.7±0.9	7.2-17.9 13.2±2.5	0.11-1.13	0.5-1.0 0.7±0.1	20.2-40.9 17.0±2.1	6.5-13.5 10.6±1.5	14.0-22.9 17.0±2.1	1-3
3	PA3455	Nac. El Salto	5.0-12.0 8.2±2.4	6-10 7.7±1.4	632.3-1275.3 949.1±146.5	247.2-421.8 282.7±44.8	235.4-669.0 413.9±140.3	3.1-5.3 4.2±0.7	8.9-16.2 12.4±2.6	0.07-0.10	0.5-1.1 0.9±0.1	26.2-44.4 37.3±7.4	7.5-10.8 8.6±0.9	13.3-19.3 16.1±1.6	1-2
4	PA3430	Nac. El Salto	2.5-30.0 8.2±7.1	3-36 13.5±9.0	363.9-1026.0 632.4±176.5	206.0-462.1 269.8±62.5	77.1-343.7 207.9±69.8	3.3-5.9 4.6±0.6	7.7-11.1 9.6±0.9	0.08-0.14	0.6-1.3 0.9±0.1	24.4-44.2 29.9±6.0	7.1-9.9 8.6±0.7	10.6-15.9 13.2±1.3	1-2
5	PA1705	Micos	11.0-30.0 22.0±7.0	0-3 1.2±0.4	315.8-1275.3 697.6±279.3	243.2-404.1 335.0±44.2	88.2-464.0 246.3±117.3	3.3-6.5 4.6±0.8	6.2-19.3 11.8±3.8	0.10-0.20	0.6-1.1 0.8±0.1	29.9-49.6 39.6±7.2	7.2-13.3 10.0±1.5	15.7-24.2 18.8±2.3	1-2
6	PA2697	Micos	1.5-3.5 2.5±0.7	0-10 3.7±3.6	525.6-877.0 699.8±96.3	182.0-491.0 254.2±52.3	143.7-394.6 255.1±66.6	3.3-5.5 4.5±0.7	7.3-16.2 12.0±2.8	0.07-0.10	0.6-1.2 0.9±0.1	31.0-38.2 33.9±2.3	9.0-14.8 12.8±1.7	15.7-22.2 18.3±1.8	1-2
7	PA3648	Micos	2.0-10.0 5.3±3.3	6-16 10.5±3.7	138.5-750.7 479.5±135.4	112.2-552.5 230.5±107.9	61.3-233.2 145.6±48.7	3.1-6.8 5.0±1.0	7.7-11.1 9.6±0.9	0.09-0.14	0.6-1.3 0.9±0.1	22.2-34.4 29.9±3.9	7.1-12.2 9.3±1.4	11.7-17.7 14.3±1.5	1-2
8	PA2559	Pic. de Dios	6.0-15.0 9.3±2.7	0-1 2.0±0.4	217.5-330.0 298.2±71.7	175.0-250.0 205.7±22.5	75.0-200.0 107.1±38.4	3.0-5.7 4.1±0.6	5.0-10.5 7.2±1.5	0.10-0.16	0.7-1.1 0.8±0.08	27.5-33.7 32.8±4.1	8.0-11.2 8.9±1.2	11.0-16.5 13.9±1.5	1-2
9	PA3287	Pic. de Dios	4.0-32.0 11.6±9.0	1-12 4.2±3.5	336.4-541.9 435.3±59.0	199.9-390.2 283.8±42.8	61.3-188.5 111.4±25.5	3.3-5.5 3.8±1.4	6.2-11.9 8.7±1.6	0.18-0.24	0.6-0.9 0.8±0.07	27.7-46.6 37.9±6.6	7.5-11.7 10.1±0.9	13.3-20.6 16.4±2.2	1-3
10	PA2740	Río Tamnopo	5.0-24.0 11.9±6.3	0-7 2.1±2.2	337.6-633.1 443.7±61.0	184.7-407.8 269.6±48.3	71.6-243.2 142.6±41.5	3.1-7.0 4.5±1.3	5.0-12.8 7.7±2.6	0.10-0.28	0.6-1.7 0.9±0.2	29.0-49.2 39.7±10.8	7.2-10.8 8.8±0.9	11.1-18.1 13.3±1.7	1-2
11	PA3346	Río Tamnopo	10.0-60.0 22.7±10.5	0-5 3.2±2.0	466.9-1079.1 702.5±213.4	156.9-362.9 263.5±66.3	156.9-618.0 328.9±88.3	2.9-8.4 4.5±1.2	7.2-13.5 10.5±1.8	0.06-0.23	0.6-1.3 0.9±0.1	36.3-50.8 40.7±5.6	7.9-12.5 10.8±1.3	12.8-19.8 16.6±2.1	1-2
12	PA2284	Canc. Tamnopo	11.0-80.0 30.4±22.2	6-19 11.6±4.4	561.2-1490.0 844.6±201.5	166.6-409.5 265.8±61.6	199.0-583.2 342.2±109.9	3.9-6.6 5.2±0.6	8.8-14.6 12.4±1.5	0.04-0.10	0.5-1.0 0.8±0.1	28.4-44.4 36.1±5.9	9.9-12.6 11.2±1.1	14.4-21.0 18.1±1.8	1-3
13	PA2499	Aguas Buenas	1.5-2.0 1.7±0.2	3-4 3.6±0.4	337.6-677.0 717.9±155.5	206.1-438.5 274.3±60.3	134.1-378.8 272.8±68.1	3.1-5.5 4.4±0.9	7.1-14.8 11.0±2.2	0.10-0.25	0.6-1.1 0.8±0.1	33.9-47.5 41.1±3.6	7.7-14.8 11.3±1.7	15.0-26.4 21.1±2.9	1-2
14	PA2261	Río Gallinas	11.0-19.0 14.5±2.4	0-11 3.7±3.5	505.1-877.0 621.5±126.7	251.6-407.8 319.9±48.2	112.2-315.7 194.3±57.1	3.1-5.5 3.9±1.1	7.1-15.9 8.9±3.0	0.10-0.28	0.5-1.1 0.8±0.1	31.5-47.7 36.6±4.3	8.4-11.5 9.4±0.8	12.2-17.3 14.2±1.3	1-2
15	PA3337	Río Gallinas	5.5-28.5 17.0±7.3	0-4 0.8±1.4	309.5-1010.7 542.5±167.3	200.8-506.9 297.0±73.5	68.4-311.3 142.5±62.8	3.2-6.2 4.9±0.7	5.2-13.2 9.9±1.6	0.09-0.12	0.5-1.2 0.7±0.1	29.7-40.0 35.1±3.7	6.7-9.7 8.7±0.8	10.0-15.5 12.6±1.6	1
16	PA2626	San. Anán	1.0-2.5 1.7±0.5	0-4 1.7±1.2	292.0-450.0 361.4±40.1	141.0-284.4 199.2±39.4	83.3-225.0 145.1±35.1	3.5-6.7 4.7±0.8	5.1-15.2 9.2±2.4	0.11-0.22	0.5-1.1 0.8±0.1	26.7-51.3 39.4±7.9	7.0-12.8 10.2±1.4	11.9-26.1 16.6±3.6	1-3
17	PA3325	San. Anán	2.5-8.5 5.5±2.1	0-10 3.3±3.1	270.7-573.5 394.9±64.0	150.0-394.6 262.6±39.2	90.9-249.7 154.0±37.6	3.6-5.9 4.9±0.6	5.0-14.5 8.3±2.4	0.13-0.29	0.6-1.2 0.9±0.1	26.6-55.6 38.4±7.8	7.5-11.6 9.2±0.9	10.4-19.3 13.4±2.2	1-2
18	PA3515	Tanchachán	2.0-18.5 11.1±7.5	0-50 20.2±10.3	782.2-1403.2 1151.4±184.1	247.3-438.5 293.7±37.6	207.8-648.9 376.4±103.0	3.1-6.2 4.5±0.7	9.9-19.9 14.1±3.1	0.04-0.16	0.7-1.3 0.9±0.1	34.4-55.5 42.8±5.7	7.3-11.7 10.1±1.1	13.7-22.2 18.3±2.6	1-2

TABLA 25.- Continuación.

P	MUEST.	LOCAL	TALO ALT. (cm)	RAMAS EN 30 mm	TALO DIÁM.	MÉDULA DIÁM.	FIL. ASIM. LARGO	CÉLS. ASIMIL.		RAM.MON. / FIL.ASIM.	FIL.ASIM. SUPINF	MONOPORANGIOS			
								DIÁM.	LARGO			LARGO RAMAS	DIÁM.	LARGO	NUM. X RAMA
19	PA3328	Tuachahán	3.0-6.0 4.9±1.1	7-20 14.3±4.7	438.5-1227.8 776.0±193.4	149.0-263.1 204.6±36.7	122.7-438.5 263.2±84.4	3.1-4.6 3.3±0.3	7.3-16.4 10.7±2.2	0.06-0.10	0.4-0.9 0.6±0.1	29.0-38.8 32.7±3.2	6.6-11.1 8.7±0.9	11.5-17.7 14.0±1.6	1-2
20	PA3426	Choy	0.5-6.0 3.2±1.6	0-7 2.8±2.2	432.3-1013.8 619.3±142.9	137.6-401.4 224.9±62.3	142.0-350.8 207.6±55.5	3.3-5.3 4.2±0.5	5.9-16.4 10.7±2.5	0.11-0.2	0.4-1.2 0.9±0.1	29.5-39.9 32.6±3.4	7.7-12.4 9.9±1.0	11.7-19.9 15.6±2.4	1-2
21	PA2586	Coy	1.5-6.0 4.0±1.4	0-10 2.3±3.4	701.4-1634.3 1078.0±349.0	125.0-269.7 202.3±40.4	158.9-725.9 400.7±154.7	3.1-5.1 4.0±0.6	7.2-15.9 11.8±2.1	0.05-0.19	0.5-1.1 0.8±0.1	31.8-42.1 37.4±3.3	6.7-10.6 8.9±0.8	14.5-19.3 16.3±1.3	1-3
22	PA3252	Coy	2.0-5.0 2.6±0.4	0-8 3.0±3.5	684.0-1304.9 890.9±144.5	103.4-289.4 159.4±37.0	142.0-429.7 291.5±84.2	2.6-5.3 3.1±1.3	7.1-13.7 10.6±2.2	0.06-0.10	0.6-1.0 0.8±0.1	25.9-33.3 30.0±2.4	7.1-10.6 7.7±2.5	12.2-17.7 14.8±1.4	1-2
23	PA3164	La Guirín	9.0-35.0 22.7±7.6	0-4 1.5±1.4	438.5-758.6 570.1±67.3	150.8-423.5 262.8±87.0	94.4-228.0 164.7±39.8	2.8-5.1 3.4±1.3	6.2-13.9 8.2±2.1	0.10-0.17	0.7-1.2 0.8±0.1	24.4-40.6 31.8±4.6	6.6-9.5 8.0±0.8	9.9-15.5 12.9±1.6	1-2
24	PA3358	Tumbuco	6.0-27.0 15.0±6.2	1-12 4.4±3.6	493.5-1000.0 603.6±100.4	138.0-625.0 258.1±103.6	161.2-275.0 201.2±35.2	3.0-5.0 4.4±0.5	8.0-13.7 10.4±1.9	0.08-0.15	0.6-1.2 0.8±0.1	24.5-42.5 30.1±9.7	8.0-11.7 9.3±1.0	10.5-19.5 15.7±2.5	1-2
25	PA3374	Tumbuco	1.5-5.5 2.3±0.8	2-8 4.0±2.8	510.1-1131.0 676.7±275.1	196.2-392.4 245.0±43.7	152.4-403.1 220.7±66.4	2.5-4.3 3.4±0.8	7.0-15.2 10.9±3.2	0.06-0.11	0.6-1.4 0.9±0.1	27.1-44.7 34.5±5.4	6.7-10.8 8.3±1.1	12.4-18.3 14.8±1.6	1-2
26	BALE875	Deseñ. San Francisco	13.0-48.0 25.5±13.5	4-16 10.0±3.7	735.2-1929.4 1118.9±326.4	140.3-389.3 345.4±132.1	204.6-613.9 433.0±103.9	4.5-8.0 5.2±0.8	9.0-18.7 13.3±2.6	0.10-0.22	0.5-1.1 0.7±0.1	32.2-87.0 62.9±15.6	8.0-11.0 9.6±0.8	15.0-22.0 18.3±1.9	1-2

TABLA 26.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Thorea*.

P	MUEST.	LOCALIDAD	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	CONDUC. ($\mu\text{S cm}^{-2}$)	ALC. ^a (mg l^{-1})	VC ^b (cm s^{-1})	IL. ^c (lx)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ^d
1	PA3268	Nac. El Salo	2-V-91	rio	costas rodeadas	24	7.5	1320	---	24	12916	10-20	epilítica	<i>Cladophora</i> sp.	1
2	PA3332	Nac. El Salo	18-II-92	rio	costas rodeadas	25	7.5	1080	CA=190	32	media	20-30	epilítica epilítica	<i>Atractospermum globosporum</i> <i>Cladophora</i> sp.	1
3	PA3455	Nac. El Salo	28-V-91	rio	costas rodeadas	25	7.5	1174	AT=472	moderada	media	0-20	epilítica	<i>Phormidium</i> sp. <i>Andromeda exigens</i>	2
4	PA3630	Nac. El Salo	3-III-96	rio	costas rodeadas	24.7	7.5	2040	---	lento	51667- 91494	0-30	epilítica epilítica	<i>Cladophora</i> sp. <i>B. globosporum</i>	1
5	PA1705	Micos	17-III-83	rio	zona deslit.	---	---	---	AT=336	---	---	---	epilítica	<i>Campylopus coarctatus</i> <i>B. globosporum</i>	2
6	PA2697	Micos	28-III-87	rio	zona deslit.	25	7	900	CA=214	lento	media	3-4	epilítica	<i>Nostoc verrucosum</i> <i>Cladophora</i> sp.	3
7	PA3648	Micos	4-III-96	rio	zona deslit.	23	7.3	2140	---	lento	7534- 12916	30	epilítica	<i>B. globosporum</i> <i>Cladophora</i> sp.	2
8	PA2559	Pte. de Dios	9-V-85	manantial	zona deslit.	25	7	---	AT=450	moderada	alta	2	epilítica epilítica	<i>Hyalea fontana</i>	2
9	PA3287	Pte. de Dios	4-V-91	manantial	zona deslit.	27	7.3	1860	CA=244	51	alta	10-50	epilítica epilítica	<i>Diatoma epilítica</i>	2
10	PA2740	Río Tununapo	27-V-87	rio	rápido	27	7.3	---	CA=260	lento	alta	20-30	epilítica	<i>Biddulphia angolensis</i> <i>Tortoise musca</i>	1
11	PA3346	Río Tununapo	19-II-92	rio	rápido	23.5	7.6	1115	---	lento	media	10-50	epilítica	<i>Complanensia</i> sp.	1
12	PA2284	Cnc. Tununapo	17-III-84	cascada	zona deslit.	---	---	---	---	---	---	---	epilítica	<i>Cladophora</i> sp. <i>Zygnema</i> sp. <i>Spirogyra</i> sp.	2
13	PA2499	Agua Buena	8-V-84	manantial	costas rodeadas	25.5	---	---	CA=290	---	---	8	epilítica	<i>nitens</i>	2
14	PA2261	Río Galliano	17-II-84	rio	costas rodeadas	---	7	---	---	lento	alta	20	epilítica	<i>B. globosporum</i>	3
15	PA3337	Río Galliano	19-II-92	rio	costas rodeadas	22	8	815	CA=170	43	12486.2	40	epilítica	<i>nitens</i>	2
16	PA2626	San. Anita	26-III-87	rio	rápido	24.5	7	2520	CA=280	alta	media	10-50	epilítica	<i>Sirodonia hillebrandii</i> <i>H. angolensis</i>	3
17	PA3325	San. Anita	20-II-92	rio	rápido	25	7.5	1195	CA=220	lento	media	10-50	epilítica	<i>Vanochia</i> sp. <i>S. hillebrandii</i> <i>H. angolensis</i>	2
18	PA3515	Tumachán	30-V-94	rio	zona deslit.	26	8	1120	CA=260	45	7534.8	20	epilítica	<i>B. globosporum</i>	2
19	PA3328	Tumachán	17-II-92	rio	zona deslit.	25	7.9	1076	CA=224	moderada	media	20	epilítica epilítica	<i>nitens</i>	2
20	PA3626	Choy	25-XI-95	manantial	rápido	27.5	7	1128	CA=494	20	430.5	30-50	epilítica	<i>H. fontana</i>	3

TABLA 26.- Continuación.

P	MUEST.	LOCALIDAD	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	CONDUC. ($\mu\text{r cm}^{-1}$)	ALC. * (mg l ⁻¹)	VC * (cm s ⁻¹)	IL * (lx)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. *
21	PA2586	Coy	24-III-87	mesoalcali	zona dehíz.	25.5	7.2	1400	---	lento	baja	10-20	epifítica	ninguna	2
22	PA3252	Coy	1-V-91	mesoalcali	zona dehíz.	25	7.1	1657	---	103	20451.6	30	epifítica	ninguna	3
23	PA3364	La Grúa	12-V-92	rio	cañon roñoso	25	8	1420	CA=220	lento	medin	20	epifítica	<i>B. globosporum</i>	2
24	PA3358	Tamboque	20-II-92	rio/ mesoalcali	cañon roñoso	23	7.5	1100	CA=314	lento	medin	30	epifítica	<i>B. globosporum</i> <i>Sphaero sp.</i>	2
25	PA3374	Tamboque	12-V-92	rio/ mesoalcali	cañon roñoso	23	7	---	---	lento	medin	40	epifítica	<i>Sphaero sp.</i> <i>Chaetophora sp.</i> <i>Phormidium sp.</i>	2
26	BALE875	Duway, San Francisco	21-IV-83	rio	truncos emergidos	28	---	---	0.07 mol	lento	medin	---	epifítica	<i>Sphaero sp.</i> <i>Chaetoceros sp.</i> <i>Chaetophora sp.</i>	2

--- = No se tiene registro

* = Alcalinidad: AT = Alcalinidad total (Taras et al., 1971). CA = Calcio total (valoración complejométrica con Triplex III).

* = Velocidad de corriente (según Johanson, 1982): <10cm s⁻¹ = muy baja (casi estancada). 10-35cm s⁻¹ = lenta. 35-60cm s⁻¹ = moderada. 60-85cm s⁻¹ = alta. >85cm s⁻¹ = muy alta.

* = Intensidad lumínica (según Johanson, 1982): insolación muy alta = > 80% del horizonte viable. alta = 60-80%. medin = 40-60%. muy baja = <20%.

* = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad. 2 = poco abundante en uno o varios microambientes. 3 = exacto en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

* = Salinidad.

TABLA 27.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Thorax*.

FIG. 7	LOCALIDAD	ALT.	LATITUD Grad. Min. Seg.	LONGITUD Grad. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA *	AMB.	POB.	ESPECIE
1	Nac. El Salto	500	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Mex.	(A)C(m)(w)	rio	1,2,3,4	<i>Thorax violaceus</i>
2	Micos	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	rio	5,6,7	<i>T. violaceus</i>
3	Par. de Dios	450	21 55 88 LN	99 25 02 LO	San Luis Potosí	Tamamopo	(A)C(m)(w)	montañal	8,9	<i>T. violaceus</i>
4	Río Tamamopo	400	21 14 48 LN	99 11 35 LO	San Luis Potosí	Tamamopo	(A)C(m)(w)	rio	10,11	<i>T. violaceus</i>
5	Canc. Tamamopo	340	21 55 13 LN	99 23 30 LO	San Luis Potosí	Tamamopo	(A)C(m)(w)	costeña	12	<i>T. violaceus</i>
6	Agua Buena	335	21 57 28 LN	99 23 32 LO	San Luis Potosí	Tamamopo	(A)C(m)(w)	montañal	13	<i>T. violaceus</i>
7	Río Gallinas	230	22 02 52 LN	99 16 56 LO	San Luis Potosí	Tamamopo	(A)C(m)(w)	rio	14,15	<i>T. violaceus</i>
8	Santa Anita	160	21 58 57 LN	99 11 46 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	16,17	<i>T. violaceus</i>
9	Tanchachán	90	21 49 85 LN	99 08 86 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	18,19	<i>T. violaceus</i>
10	Choy	100	21 59 23 LN	98 53 01 LO	San Luis Potosí	Valles	Aw ₁	montañal	20	<i>T. violaceus</i>
11	Coy	60	21 43 98 LN	98 58 59 LO	San Luis Potosí	Valles	Aw ₂	montañal	21,22	<i>T. violaceus</i>
12	La Garita	60	21 40 51 LN	98 02 65 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	23	<i>T. violaceus</i>
13	Tambaques	150	21 41 13 LN	98 02 61 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	24,25	<i>T. violaceus</i>
14	Duenhocondera San Francisco	10	17 57 00 LN	102 08 00 LO	Michoacán	L. Cárdenas	Aw	rio	26	<i>T. nigrita</i>

* = Según Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 1985; Tamayo, 1981.

(A)C(m)(w).- Tipo climatológico húmedo con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

Aw.- Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Aw₁.- Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Intermedio en cuanto a humedad.

Aw₂.- Tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. de lluvia invernal entre 5 y 10.2. El más húmedo.

TABLA 28.- Características morfométricas de las especies de *Paralemanea* reportadas por Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969; Starmach, 1977 y Via y Sheath, 1992. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

TAXA	RAMAS (%)	RAMAS EN TALO	TALO DIAM. (mm)	TALO LARGO (cm)	ND/ID*	DISPOSIC. ESPERMATAN.
<i>P. cauculata</i> (Kützting) Via et Sheath, 1992						
= <i>L. cauculata</i> Kützting, 1845	0	0	0.55 (2)	4.3 (8-15)	2.0	anillo (parchas o anillo)
= <i>L. australis</i> Atkinson, 1890	0	0	0.61	----	1.55	anillo
= <i>L. australis</i> (topotipo)	0	0	0.58	5.0	1.62	----
= <i>L. grandis</i> (Wolla) Atkinson, 1889	0	0	0.45	----	1.26	----
<i>P. catenata</i> (Kützting) Sheath et Via, 1992						
= <i>L. catenata</i> Kützting, 1845	0	0	0.69	> 8.4 (30)	1.85	anillo (anillo)
= <i>L. rotunda</i> Kützting, 1849	0	0	0.71 (1.5)	8.0 (5-12)	1.79	(anillo)
= <i>L. pleocarpa</i> Atkinson, 1931	0	0	1.19	----	1.95	----
= <i>L. pleocarpa</i> (paratipo)	0	0	0.93	> 14.8	2.3	----
<i>P. mexicana</i> (Kützting) Via et Sheath, 1992						
= <i>L. mexicana</i> Kützting, 1857	52	3	0.46	6.0	1.62	----
= <i>L. foldmannii</i> Sánchez-Rodríguez et Huerta, 1969	96	11.4	0.5 [0.5-3.0]	7.9 [10.0-20.0]	1.82	[anillo]

---- = no se reporta.

* = proporción diámetro axial/diámetro internodal.

() = Starmach, 1977.

[] = Sánchez-Rodríguez y Huerta, 1969.

TABLA 29.- Características y morfométricas de las poblaciones de *Paralemanea*. Medidas en micrómetro excepto está señalado.

P	MUEST.	LOCAL	TALO ALT. (cm)	DIÁM. EJE			RAMAS EN TALO	TALOS CON RAMAS (%)	DS/DN ^b	ESPERMATANGIOS		FILS. EN LA BASE	CARPOSORIAS		
				NODAL	INTERNODAL	DN/DI ^a				DISPOS.	DIÁM. SOROS		DIÁM.	LARGO	FORMA
1	PA2L	San Luis Ayuacán	2.0-9.0 5.5±2.0	263.1-2280.2 691±302.1	184.1-738.4 483.5±161.8	1.0-2.5 1.3±0.2	0-4 1.2±1.3	49	0.1-0.3 0.2±0.05	ovillo parche	87.7-201.7 137.7±33.5	4-10	12.4-23.9 19.4±3.3	23.7-39.2 31.3±3.8	ovales
2	BALE1942	Arroyo Meyuca	1.5-7.6 3.9±2.1	199.9-627.9 411.5±124.0	157.8-485.8 349.4±99.5	1.0-1.5 1.1±0.1	0-3 0.8±1.1	40	0.1-0.4 0.2±0.07	ovillo parche	64.8-131.5 182.4±22.2	0-35	14.8-24.8 18.9±4.1	18.4-33.3 27.1±4.1	ovales
3	PAP758	Tototepec	5.0-12.0 8.2±2.4	175.4-587.5 386.0±92.2	135.9-543.7 323.4±92.8	0.9-1.6 1.1±0.1	0-1 0.4±0.4	5	0.2-0.5 0.3±0.9	ovillo parche	105.2-175.4 137.7±23.3	5-20	14.4-27.9 21.3±4.8	28.8-54.3 38.5±6.7	ovales irregulares

^a = Proporción diámetro nodal/diámetro internodal.

^b = Proporción diámetro espermangio/diámetro nodal.

TABLA 30.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Paralemanea*.

P	MUEST.	LOCALIDAD	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL. ^a (lx)	VC ^b (cm s ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ^c
1	PA2L	San Luis Ayuacán	5-1-89	rio	zona dehincamiento	12	6	baja	media	20-60	epifítica	<i>Batrachospermum gelatinosum</i> , <i>Prasinella mexicana</i>	2
2	BALE1942	Arroyo Meyuca	8-IX-90	rio	zona dehincamiento	12	---	media	media-alta	10	epifítica	<i>Chlorella</i> sp., <i>Ulothrix</i>	3
3	PAP758	Tototepec	1-V-83	paredón	ocurrenciamiento	16	5.5	media	media	10	epifítica	<i>Spirogyra</i> sp., <i>P. mexicana</i>	3

--- = No se tiene registro

^a = Intensidad lumínica (según Johansson, 1982): inoculada muy alta = > 80% del horizonte visible, alta = 60-80%, media = 40-60%, muy baja = < 20%.

^b = Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): < 10 cm s⁻¹ = muy baja (casi estancada), 10-35 cm s⁻¹ = intermedia, 35-60 cm s⁻¹ = moderada, 60-150 cm s⁻¹ = alta, > 150 cm s⁻¹ = muy alta.

^c = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad, 2 = poco abundante en uno o varios microambientes, 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 31.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Thorea*.

FIG. 8	LOCALIDAD	ALT	LATITUD Grad. Min. Seg.	LONGITUD Grad. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPIO	CLIMA ^a	AMBIENTE	POBLACION	ESPECIE
1	San Luis Ayuacán	2300	19 37 50 LN	99 23 00 LO	Estado de México	Coatepec	C(w)(w)	rio	1	<i>Paralemanea mexicana</i>
2	Arroyo Meyuca	1900	19 56 00 LN	99 55 00 LO	Estado de México	Coatepec de las Marismas	C(w)(w)	rio	2	<i>P. mexicana</i>
3	Carretera Tototepec-Zacatepec (Km 790)	2050	17 11 86 LN	96 00 42 LO	Oaxaca	Zacatepec	C(w)(w)	paredón	3	<i>P. cf. ovalis</i>

^a = Según Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981a; Tamayo, 1981.

C(w)(w).- Tipo templado subhúmedo con lluvias en verano, % de lluvia invernal menor de 5.

TABLA 32.- Poblaciones de *Hildenbrandia* reportados por varios autores. Tomado y modificado de Sheath *et al.*, 1993a. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

LOCALIDAD	TALO ALT.	CÉLS. VEG.		CÉLS. EN FIL.	REFERENCIAS
		DIÁM.	LARGO		
AFRICA					
Angola *	—	3.5-5.0	—	—	West y West (1897)
ASIA					
India ^b	80	6.0-16.0	10.0-24.0	—	Khan (1974)
Indonesia	90	4.0-9.5	½-1½	8-16	Skuja (1938)
Irak	—	—	—	máx 17	Hinson y Maulood (1980)
Malasia	40-80	8.0-9.0	4.0-10.0	5-10	Kumano
China	—	9.5	¼-1	8	Jao (1941)
AUSTRALIA					
Sur-Oriental	<150	5.0-8.0	15.0-30.0	4-7	Entwisle y Kraft (1984)
EUROPA					
Dinamarca	26.1-58.1	5.2-10.2	8.7-13.0	4-8	Sheath <i>et al.</i>
Bélgica	50-100	10.0	—	8-10	Compère
Inglaterra	46-51	7.0-8.5	—	7-8	Fritzsch
Francia	—	3.2-10.0	—	5-23	Petit
Alemania	—	6.0	—	—	Pascher
Polonia	35-120	5.0-12.0	8.0-13.0	6-12	Starmach (1969)
Suecia	50-100	4.0-12.0	—	7-15	Iarselson (1942)
NORTEAMERICA					
Pennsylvania	—	3.5-4.0	X2	—	Wolfe (1887)
Texas	35-150	8.0	—	—	Flint (1955)
CENTROAMERICA					
Cuba	62	5.0-7.5	—	10-12	Starmach (1986-1987)
Islas del Caribe- México	26.1-58.1	5.2-10.2	8.7-13.0	4-8	Sheath <i>et al.</i>
SUDAMERICA					
Brasil	50-150	5.0-9.0	6.0-10.0	6-15	Necchi (1987)

— = no se reporta.

* = Especie tipo de *H. angolensis*.

^b = Especie tipo de *H. rumanaginall*.

TABLA 33.- Características morfométricas de las poblaciones de *Hildenbrandia*. Medidas en micrómetros excepto donde está señalado.

P	MUEST.	LOCAL.	TALO ALT.	CELS. VEO.		CÉLS. EN FILAM.	ESTRUC. GEMAC.	
				DIÁM.	LARGO		DIÁM.	LARGO
1	PA3442	Pozo Amal	55.5-105.4 66.7±29.1	3.0-7.4 4.9±1.0	5.3-11.7 8.6±1.6	4-13 8.8±2.6	27.0-33.0 30.1±3.1	30.0-48.0 39.7±9.6
2	PA2173	Nac. El Sako	42.5-50.0 45.8±3.1	3.0-6.2 4.4±1.3	3.0-6.7 5.4±1.2	5-10 7.5±1.5	—	—
3	PA2601	Nac. El Sako	43.7-116.2 78.9±23.5	3.2-6.2 4.5±0.7	3.7-7.5 5.2±1.0	7-14 9.3±2.0	33.0-34.2 33.7±0.5	32.5-33.7 33.1±0.8
4	PA3320	Micos	105.0-156.0 122.0±23.6	2.5-6.2 4.2±1.5	3.5-8.7 6.4±1.7	11-14 12.5±1.1	—	—
5	PA2868	Pta. de Dios	27.0-93.0 55.4±25.7	3.0-6.2 4.1±0.8	3.0-8.5 5.4±1.6	5-9 7.0±1.5	37.5-88.2 57.4±21.3	25.0-75.0 51.0±19.2
6	PA3230	Pta. de Dios	26.6-63.7 44.7±15.3	3.2-6.7 4.3±0.7	3.2-9.5 5.8±1.3	5-8 6.6±1.0	44.0-103.2 59.7±26.0	50.0-79.5 64.7±14.7
7	PA2741	Tamasopo	38.8-92.5 61.2±19.5	3.2-5.3 4.3±0.5	3.9-7.7 5.8±0.8	5-14 6.5±2.2	—	—
8	PA2460	Sta. Anita	51.3-102.5 80.5±22.7	3.1-6.7 4.7±0.7	3.4-9.2 6.0±1.5	6-13 10.3±3.7	—	—
9	PA2623	Sta. Anita	43.0-83.7 61.4±14.0	3.0-5.7 4.1±0.9	3.7-7.5 5.1±0.9	7-14 7.5±5.0	—	—
10	PA780	Tanchachín	39.4-121.0 85.0±27.6	3.1-5.0 4.3±0.7	4.1-7.2 5.5±0.8	6-14 10.1±2.6	—	—
11	PA1010	Tanchachín	40.4-79.8 63.1±16.4	3.3-7.0 4.4±0.8	3.6-6.5 4.8±0.8	6-14 8.8±2.3	52.7-96.8 74.7±22.0	41.6-66.0 53.8±12.2
12	PA2547	Pta. de Dios II	33.6-92.4 61.6±24.0	2.8-4.2 3.5±0.4	5.0-9.0 6.3±1.1	6-10 7.8±1.3	—	—
13	PA2922	Choy	37.5-82.5 57.6±19.4	3.0-5.0 3.9±0.5	4.0-8.7 6.4±1.2	5-9 7.0±1.5	—	—
14	PA3168	Choy	35.5-66.6 57.6±12.9	2.5-4.8 3.8±0.5	3.5-6.6 5.0±0.7	5-12 8.2±2.7	—	—
15	PA3259	Choy	40.0-70.0 55.0±15.0	2.5-5.0 3.5±0.6	4.7-8.4 6.2±1.0	5-8 6.2±0.8	—	—
16	PA2585	Choy	39.0-73.5 55.1±15.9	2.5-4.7 3.3±0.4	3.7-7.0 5.2±0.8	7-12 9.0±1.6	—	—
17	PA3576	La Garita	30.8-47.0 37.9±5.9	2.8-6.6 4.9±0.8	3.5-6.6 4.9±0.8	3-8 5.8±1.4	37.7-56.1 50.3±7.3	35.9-47.0 41.6±5.2
18	PA3620	La Garita	21.0-30.1 25.9±3.7	2.8-6.6 4.4±1.0	3.3-7.1 5.1±0.9	3-6 4.4±1.0	42.6-88.8 57.9±12.7	38.1-72.1 46.2±9.5
19	PA3357	Tambaque	25.0-55.0 39.3±9.7	2.5-4.7 3.7±0.6	3.5-6.2 4.8±0.8	6-8 6.5±0.5	52.5-60.0 57.2±3.3	13.2-69.2 41.9±22.8
20	PA3620	Tambaque	44.4-60.0 51.6±6.1	3.1-5.5 3.9±0.4	3.3-6.6 5.0±1.0	6-11 8.5±1.7	33.3-63.9 44.3±8.4	39.9-58.1 50.9±9.4
21	PAP-SN	Pozo Reina	40.8-60.9 50.5±7.7	2.3-4.2 3.1±0.4	3.1-7.8 5.5±1.0	6-10 7.6±1.2	—	—
22	BALE3023	Las Estacas	28.7-46.2 36.5±6.2	2.7-6.2 4.2±0.9	3.5-8.7 5.1±1.2	4-6 4.8±0.6	45.0-79.2 54.1±12.6	22.0-47.0 38.9±11.0

— = no se observó la estructura.

TABLA 34.- Condiciones ambientales de las poblaciones de *Hildenbrandia*.

P	MUEST.	LOCAL	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL* (lx)	VC* (cm ²)	CONDUC. (μ cm ⁻¹)	ALCAL* (mg l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. ⁴
1	PA3442	Pozo Azul	27-V-93	rio- montaño	fondo de río	23.3	7.5	media	moderada	700	AT=476	200	epilítica	<i>Hyella fontana</i>	2
2	PA2173	Nac. El Salto	15-III-84	rio- montaño	ripietas	—	—	baja	alta	—	AT=472	10-20	epilítica	ninguna	3
3	PA2601	Nac. El Salto	25-III-87	montaño	zona de deforestación	25.5	7	baja	moderada	1300	—	20	epilítica	ninguna	3
4	PA3320	Micoa	17-II-92	montaño	zona de deforestación	24	8.0	1800	muy alta	832	AT=554	50	epilítica	<i>Asterionella pygmaea</i>	2
5	PA2868	Pta. de Dios	8-XI-87	montaño	rocas sumergidas	26	7.4	muy baja	media- baja	1500	AT=472	20-30	epilítica	<i>H. fontana</i>	1
6	PA3230	Pta. de Dios	7-XI-90	montaño	rocas sumergidas	25.5	7	muy baja	35	900	—	10-40	epilítica	<i>H. fontana</i>	1
7	PA2741	Tumbuco	27-V-87	rio	rocas sumergidas	27	7.5	baja	muy alta	—	AT=400	40	epilítica	ninguna	2
8	PA2460	Sta. Anita	7-V-85	rio- montaño	ripietas	23.3	7	baja	muy alta	750	AT=470	50	epilítica	<i>Stredia hillmani</i> , <i>Thorea violacea</i>	2
9	PA2623	Sta. Anita	28-III-87	rio- montaño	ripietas	24.5	7	media	muy alta	1520	—	40	epilítica	<i>H. fontana</i> , <i>S.</i> <i>hillmani</i> , <i>T. violacea</i>	2
10	PA1780	Tunchachán	7-IX-81	montaño	arroyo	25	6	baja	baja	—	—	5	epilítica	<i>H. fontana</i>	2
11	PA1010	Tunchachán	3-IV-82	montaño	arroyo	25	7	baja	baja	—	—	2	epilítica	<i>H. fontana</i>	2
12	PA2547	Pta. de Dios II	9-V-85	montaño	cascaes rotados	25	7	muy baja	baja	—	—	10-70	epilítica	ninguna	2
13	PA2922	Choy	13-IV-88	montaño	zona golpeo, cascaes rotados	27	7	baja	muy alta	—	CA=194	50	epilítica	<i>H. fontana</i> , <i>A.</i> <i>agaves</i> , <i>Planorbulina minor</i>	1
14	PA3168	Choy	9-IX-89	montaño	cañal de corriente	26	7.6	baja	130	900	—	50	epilítica	<i>H. fontana</i> , <i>A.</i> <i>agaves</i> , <i>P. minor</i>	1
15	PA3259	Choy	1-V-91	montaño	zona de deforestación	27	7.2	1000	120	1128	—	55	epilítica	<i>H. fontana</i> , <i>A.</i> <i>agaves</i> , <i>P. minor</i>	1
16	PA2585	Coy	24-III-87	montaño	zona de deforestación	25.5	7.2	baja	moderada	1400	CA=200	—	epilítica	ninguna	1
17	PA3576	La Garita	6-VII-95	rio	rocas sumergidas	23	7	107.6- 1937.5	30-80	700	CA=220	5-10	epilítica	ninguna	2
18	PA3624	La Garita	25-XI-95	rio	rocas sumergidas	24	7.5	1399.3- 2691	30	1500	—	10-20	epilítica	ninguna	2
19	PA3357	Tumbuco	20-II-92	rio- montaño	ripietas	23	7.5	media	moderada	1100	CA=220	—	epilítica	<i>S. hillmani</i> , <i>Stredia gumbli</i> , <i>Zonitoides garbawi</i>	1

TABLA 34.- Continuación.

P	MUEST.	LOCAL.	FECHA	AMB.	MICROAM.	T°C	pH	IL* (lx)	VC* (cm s ⁻¹)	CONDUC. (µs cm ⁻¹)	ALCAL* (mg l ⁻¹)	PROF. (cm)	FORMA VIDA	ESPECIES ASOCIADAS	ABUN. 4
20	PA3620	Tumbaque	25-XI-95	rio- menzual	rápido, cañon rotundo	24	7.5	107.6- 1184.0	90	700	---	0-20	epilítica	<i>B. gamslii</i>	1
21	PAP-SN	Pozo Reims	12-III-93	rio	zona de deslizamiento	25	7	baja	muy alta	---	---	20	epilítica	ninguna	2
22	BALE3023	Las Estacas	27-I-96	menzual	rocas sumergidas	24	7	media	moderada	1250	---	20	epilítica	Fosa "Chaurruani"	3

--- = No se tiene registro.

* = Intensidad luminosa (según Johansson, 1982): inoportunidad muy alta = >80% del horizonte visible; alta = 60-80%; media = 40-60%; muy baja = <20%.

** = Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): <10cm s⁻¹ = muy baja (casi estancada); 10-35cm s⁻¹ = lenta; 35-60cm s⁻¹ = moderada; 60-85cm s⁻¹ = alta; >85cm s⁻¹ = muy alta.

*** = Alkalinidad: AT = Alkalinidad total (Treas et al., 1971). CA = Calcio total (valoración complejométrica con Triplex III).

4 = Abundancia: 1 = abundante en toda la localidad; 2 = poco abundante en uno o varios microambientes; 3 = escaso en un microambiente (en ocasiones solo perceptible al microscopio).

TABLA 35.- Ubicación espacial de las poblaciones de *Hildenbrandia*.

FIG. 9	LOCALIDAD	ALT	LATITUD Grad. Min. Seg.	LONGITUD Grad. Min. Seg.	ESTADO	MUNICIPI O	CLIMA*	AMBIENTE	POB.	ESPECIE
1	Pozo Azul	150	22 50 00 LN	99 09 00 LO	Tumbaque	Cd. Monte	(A)C(w)(w)	menzual	1	<i>Hildenbrandia angulata</i>
2	Nacimiento El Salto	500	22 34 37 LN	99 26 62 LO	San Luis Potosí	Cd. Matez	(A)C(m)(w)	rio, menzual	2,3	<i>H. angulata</i>
3	Micos	120	22 05 98 LN	99 09 12 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	menzual	4	<i>H. angulata</i>
4	Puente de Dios	450	21 55 88 LN	99 25 02 LO	San Luis Potosí	Tamunoco	(A)C(m)(w)	menzual	5,6	<i>H. angulata</i>
5	Tamunoco	99	21 14 48 LN	99 11 35 LO	San Luis Potosí	Tamunoco	(A)C(m)(w)	rio	7	<i>H. angulata</i>
6	Santa Anita	160	21 58 57 LN	99 11 46 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio, menzual	8,9	<i>H. angulata</i>
7	Tumbachila	90	21 49 85 LN	99 08 86 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	menzual	10,11	<i>H. angulata</i>
8	Puente de Dios II	100	21 50 00 LN	99 15 00 LO	San Luis Potosí	Valles	(A)C(m)(w)	menzual	12	<i>H. angulata</i>
9	Choy	100	21 59 23 LN	98 53 01 LN	San Luis Potosí	Valles	A _{w1}	menzual	13,14,15	<i>H. angulata</i>
10	Coy	60	21 43 98 LN	98 58 59 LO	San Luis Potosí	Valles	A _{w2}	menzual	16	<i>H. angulata</i>
11	La Garita	60	21 40 51 LN	99 02 65 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio	17,18	<i>H. angulata</i>
12	Tumbaque	150	21 41 13 LN	99 02 61 LO	San Luis Potosí	Aquismón	(A)C(m)(w)	rio, menzual	19,20	<i>H. angulata</i>
13	Pozo Reims	100	18 29 00 LN	95 01 00 LO	Veracruz	Catemaco	A _{w1}	rio	21	<i>H. angulata</i>
14	Las Estacas	1121	18 43 47 LN	99 86 42 LO	Morón	Tlahizapán	A _{w2} (w)	menzual	22	<i>H. angulata</i>

* = Según Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática, 1985; Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981; Tamayo, 1981.

A_{w1} = Tipo climático subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. Intermedio en cuanto humedad.

A_{w2} = Tipo climático subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal entre 5 y 10.2. El más húmedo.

A_{w3} = Tipo climático. % de lluvia invernal menor de 5.

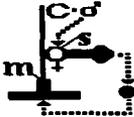
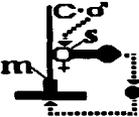
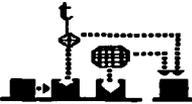
(A)C(m)(w) = Tipo climático húmedo con abundantes lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5.

(A)C(w)(w) = Tipo climático subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5. Intermedio en cuanto a humedad.

TABLA 36.- Ciclos de vida.

Especie	Ciclo de vida ^a		Fase dominante	Tipo propágulos
<i>Stylonema</i> sp. y <i>Compsopogon</i>	Conocido	Percibido	esporofito (2n)	fragmentación y monosporas (2n)
<i>Audouinella</i>	Conocido ^b	Percibido	esporofito (2n)	monosporas y propágulos (2n) espermatangios y carpogonios (n)
<i>Sirodotia</i> y <i>Batrachospermum</i>	Conocido ^c	Percibido	gametofito (n)	espermatangios y carpogonios (n) carposporas y monosporas (2n)
<i>Thorea</i>	Conocido ^d	Percibido	gametofito (n)	monosporas (n)

TABLA 36.- Continuación.

Especie	Ciclo de vida *		Fase dominante	Tipo propágulos
<i>Paralemanea</i>	Conocido *	Percibido	gametofito (n)	espermangios y carposonios (n) carposporas y monosporas (2n).
				
<i>Hildenbrandia</i>	Conocido †	Percibido	esporofito (2n)	estructuras de gemación (2n)
				

*.- Línea delgada = fase haploide (n). Línea gruesa = fase diploide (2n). m = meiosis. s = singamia. t = tetrasporangio.

†.- Meiosis espórica; ciclo isomórfico; clonación recurrente.

‡.- Meiosis somática, dioicos ó monoicos; ciclo heteromórfico.

§.- Meiosis somática, dioicos; ciclo heteromórfico.

¶.- Meiosis somática, monoicos; ciclo heteromórfico.

⋈.- Tetrasporas apomórficas; clonación recurrente.

TABLA 37.- Condiciones ambientales.

ESPECIE	AMBIENTE *	MICROAMBIENTE	T°C	pH	IL ^b (lx)	VC ^c (cm·s ⁻¹)	CONDUCT. (µs·cm ⁻¹)
<i>Stylonema</i> sp.	río (8) cascada (2) canal artificial (1)	rápidos (3) fondo de poza (2) remanso (1) canal de corriente (1) cantos rodados (1)	23-26.5	7-8.1	media-alta (9000)	moderada-alta (35-85)	920-1050
<i>Compsopogon coeruleus</i>	río (12) canal de riego (1) manantial (3) arroyo (3)	rápidos (6) zona deslizamiento (6) remanso (5) cantos rodados (1) zona de golpeo (1)	23-30	6-7.8	baja-alta (14'208- 81'806)	lenta-alta (10-85)	980-4000
<i>Audoiuinella eugenia</i>	río/manantial (5) manantial (2) arroyo (1)	cantos rodados (4) fondo de río (2) salpicadura (1) canal de corriente (1) pocitas (1)	24-26.8	6.8-8.9	muy baja- media (1'200)	moderada- muy alta (35-85)	455-1367
<i>Audoiuinella pygmaea</i>	manantial (9) río (2)	zona deslizamiento (11) canal de corriente (5) rápidos (2) salpicadura (1) cantos rodados (1)	23-26	6-8	muy baja- media (100-2'221)	alta-muy alta (60-130)	300-1400
<i>Audoiuinella</i> sp. 1	manantial (1)	zona deslizamiento (1)	27	7.2	baja (100)	muy alta (120)	1128
<i>Audoiuinella</i> sp. 2	río/cascada (1)	zona deslizamiento (1)	25	7	media	lenta (35)	900
<i>Batrachospermum globosporum</i>	río (4) río/pozas (2) río/manantial (1)	zona deslizamiento (5) cantos rodados (3) pozas (2)	22-30	7-8	media (7'534- 12'916)	lenta- moderada (10-60)	700-1990
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	río/manantial (1)	zona deslizamiento (1)	15	6	media	lenta (10-35)	---
<i>Sirodotia huillensis</i>	río (2) río/manantial (1)	rápidos (3)	23-26	6.8-7.5	media (7'500)	media-alta (35-85)	1100-1237

TABLA 37.- Continuación.

ESPECIE	AMBIENTE ^a	MICROAMBIENTE	T °C	pH	IL ^b (lx)	VC ^c (cm·s ⁻¹)	CONDUC. (µs·cm ⁻¹)
<i>Sirodotia tenuissima</i>	arroyo (1)	remanso (1)	18	6	media	lenta (10-35)	---
<i>Thorea violacea</i>	río (7) manantial (4) cascada (1) río/manantial (1)	cantos rodados (11) zona deslizamiento (10) rápidos (4)	22-27.5	7-8	baja-alta (430-91'494)	lenta-muy alta (10-103)	815-2520
<i>Thorea hispida</i>	río (1)	tronco sumergido (1)	28	---	media	lenta (35)	---
<i>Paralemanea cf. annulata</i>	paredón (1)	escurrimiento (1)	16	5.5	media	lenta (10-35)	---
<i>Paralemanea mexicana</i>	río (2)	zona deslizamiento (2)	12	6	baja-media	lenta-alta (35-60)	---
<i>Hildenbrandia angolensis</i>	manantial (7) río/manantial (4) río (3)	fondo de río (7) rápidos (5) zona deslizamiento (5) cantos rodados (3) canal de corriente (1)	23-27	6.8-8	muy baja-baja (107-2'691)	lenta-muy alta (35-130)	700-1520

^a = el número en paréntesis indica el número de poblaciones colectado en cada ambiente.

--- = No se tiene registro.

^b = IL: Intensidad luminosa (según Johansson, 1982): insolución muy alta = >80% del horizonte visible. alta = 60-80%. media = 40-60%. muy baja = <20%.

^c = VC: Velocidad de corriente (según Johansson, 1982): <10cm·s⁻¹ = muy baja (casi estancada). 10-35cm·s⁻¹ = lenta. 35-60cm·s⁻¹ = moderada. 60-85 cm·s⁻¹ = alta. >85cm·s⁻¹ = muy alta.

TABLA 38.- Condiciones ambientales.

ESPECIE	ALCALINIDAD * (mg·l ⁻¹)	PROFUNDIDAD (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS
<i>Stylonema</i> sp.	AT=372-554	10-50	epilítica epifítica	<i>Zygnema</i> sp., <i>Spirogyra</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Synedra ulna</i> , <i>Compsopogon coeruleus</i> , <i>Terpsinoe musica</i> , <i>Schizothrix</i> sp.
<i>Compsopogon coeruleus</i>	AT=336-554 CA=214	1-50	epilítica epifítica	<i>Batrachospermum globosporum</i> , <i>Audouinella pygmaea</i> , <i>Thorea violacea</i> , <i>Cladophora</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Spirogyra</i> sp., <i>Terpsinoe musica</i> .
<i>Audouinella eugenea</i>	AT=450-638	5-1200	epilítica	<i>T. violacea</i> , <i>Hildenbrandia angolensis</i> , <i>Cladophora</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Homoeothrix</i> sp., <i>Cyanocistis</i> sp., <i>Spirogyra</i> sp.
<i>Audouinella pygmaea</i>	AT=336-566 CA=70-220	10-60	epilítica epifítica	<i>H. angolensis</i> , <i>B. globosporum</i> , <i>Hyella fontana</i> , <i>Cladophora glomerata</i> , <i>Gomphonema acuminatum</i> , <i>Chamaesiphon</i> sp., <i>Schizothrix</i> sp., <i>Terpsinoe musica</i> .
<i>Audouinella</i> sp. 1	CA=194	55	epilítica	<i>H. angolensis</i> , <i>H. fontana</i> .
<i>Audouinella</i> sp. 2	AT=336	6	epifítica	Musgo.
<i>Batrachospermum globosporum</i>	AT=372-554 CA=170	10-100	epilítica	<i>T. violacea</i> , <i>Vaucheria</i> sp., <i>Cladophora</i> sp., <i>Oedogonium</i> sp., <i>Phormidium</i> sp. <i>C. coeruleus</i> .
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	---	3	epilítica	<i>Paralemanea mexicana</i> , <i>Prasiola mexicana</i> .
<i>Sirodotia huillensis</i>	AT=370 CA=220	40-80	epilítica	<i>H. angolensis</i> , <i>T. violacea</i> , <i>C. coeruleus</i> , <i>Vaucheria</i> sp.
<i>Sirodotia tenuissima</i>	---	---	epilítico	Musgo.
<i>Thorea violacea</i>	AT=336-472 CA=170-314	0-50	epilítico epifítico epizoico	<i>B. globosporum</i> , <i>H. angolensis</i> , <i>Sirodotia huillensis</i> , <i>C. coeruleus</i> , <i>A. eugenea</i> , <i>H. fontana</i> , <i>Cladophora</i> sp.
<i>Thorea hispida</i>	---	---	epilítico	<i>Cladophora</i> sp., <i>Xenococcus bicudoi</i> .
<i>Paralemanea</i> cf. <i>annulata</i>	---	10	epilítica	<i>Prasiola mexicana</i> , <i>Spirogyra</i> sp., musgo.

TABLA 38.- Continuación.

ESPECIE	ALCALINIDAD * (mg·l ⁻¹)	PROFUNDIDAD (cm)	FORMA DE VIDA	ESPECIES ASOCIADAS
<i>Paralemanea mexicana</i>	---	10-60	epilítica	<i>Prasiola mexicana</i> , <i>B. gelatinosum</i>
<i>Hildenbrandia angolensis</i>	AT=370-554 CA=194-220	10-200	epilítica	<i>A. eugenea</i> , <i>A. pygmaea</i> , <i>Audouinella</i> sp.1, <i>H. fontana</i> , <i>T. violacea</i> , <i>S. huillensis</i> , <i>C. coeruleus</i> , <i>Xenotholos gardneri</i> , <i>Pleurocapsa minor</i> , musgo.

---= No se tiene registro.

* = AT= alcalinidad total (Taras *et al.*, 1971). CA= calcio (valoración complexométrica con Tritriplex III).

TABLA 39.- Número de poblaciones colectadas por mes (zona sombreada = época de lluvias).

ESPECIE	MES												AÑOS DE COLECTA	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
<i>Stylonema</i> sp.		1	3		3							1		1983-1992
<i>Compsopogon coeruleus</i>	2	3	2	1	9							1	1	1983-1996
<i>Audouinella eugenea</i>	1	1			6								1	1984-1993
<i>Audouinella pygmaea</i>	1	5	3		5				1				2	1984-1994
<i>Audouinella</i> sp.1				1										1987
<i>Audouinella</i> sp.2				1										1989
<i>Batrachospermum globosporum</i>		3	5										1	1983-1996
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	1													1989
<i>Sirodotia huillensis</i>														1985-1994
<i>Sirodotia tenuissima</i>			1											1982
<i>Thorea violacea</i>			7	7									1	1983-1996
<i>Thorea hispida</i>						1								1983
<i>Paralemanea mexicana</i>		1											1	1989-1990
<i>Paralemanea</i> cf. <i>annulata</i>														1983
<i>Hildenbrandia angolensis</i>	1	2	5	2	5	1							6	1981-1996

TABLA 40.- Distribución de especies por cuencas y subcuencas (el número indica en cuantas localidades se colectó).

ESPECIE	PÁNUCO		BALSAS		PAPALOAPAN	
	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Bajo
<i>Srylonema</i> sp.	-	3	-	-	-	-
<i>Compsopogon coeruleus</i>	-	2	9	-	-	-
<i>Audouinella eugenea</i>	-	5	-	-	-	-
<i>Audouinella pygmaea</i>	1	7	2	-	-	-
<i>Audouinella</i> sp. 1	-	1	-	-	-	-
<i>Audouinella</i> sp. 2	-	1	-	-	-	-
<i>Batrachospermum globosporum</i>	-	7	-	-	-	-
<i>Batrachospermum gelatinosum</i>	1	-	-	-	-	-
<i>Sirodotia huillensis</i>	-	2	-	-	-	-
<i>Sirodotia tenuissima</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Thorea violacea</i>	-	13	-	-	-	-
<i>Thorea hispida</i>	-	-	-	1	-	-
<i>Paralemanea</i> cf. <i>annulata</i>	-	-	-	-	1	-
<i>Paralemanea mexicana</i>	1	-	1	-	-	-
<i>Hildenbrandia angolensis</i>	-	12	1	-	-	1
NÚMERO TOTAL DE ESPECIES	3	10	4	1	2	1
NÚMERO TOTAL DE LOCALIDADES	2	22	12	1	2	1