

2ej. 106

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CIENCIAS

FICOFLORA DE LAS CASCADAS DEL RIO MICOS
EN LA REGION DE LA HUASTECA POTOSINA
UN EJEMPLO DE APROXIMACION AL ESTUDIO
FICOFLORESTICO POR AMBIENTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGO

P R E S E N T A

MA. ESTHER ANGELICA MEAVE DEL CASTILLO

MEXICO, D.F.

DICIEMBRE DE 1983



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.

I N D I C E

I	INTRODUCCION	
	I.1. Presentación del Trabajo	1
	I.2. Objetivos y Alcances de este Trabajo	1
	I.3. Consideraciones Iniciales; Sobre el Análisis Ficoflorístico por Ambientes	3
II	CARACTERIZACION GENERAL PRELIMINAR DE LAS CASCADAS COMO AMBIENTE	
	II.1. Definición y Delimitación del Ambiente Cascada	6
	II.2. Análisis y Discusión de Criterios y Parámetros para la Caracterización Preliminar	7
	II.2.1 Velocidad de la corriente del agua	7
	II.2.2 Remoción de las algas por efecto del lavado a presión	9
	II.2.3 Sustrato	10
	II.2.4 Profundidad	11
	II.2.5 Luz	11
	II.2.6 Temperatura	12
	II.2.7 Turbidez	13
	II.2.8 Gases disueltos	14
	II.2.9 pH	14
	II.2.10 Nutrientes	15
	II.2.11 Salinidad	16

III	CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y LOCALIDADES	
III.1.	Criterios de Selección de la Huasteca como Area de Estudio	24
III.2.	Criterios de Selección de la Localidad Micos y de las Cascadas Estudiadas en Dicha Localidad	25
III.3.	Localidad Micos	26
	III.3.1 Localización	26
	III.3.2 Descripción	26
III.4.	Descripción de las Cascadas Colectadas	29
IV	CONSIDERACIONES METODOLOGICAS	
IV.1.	Consideraciones Generales sobre la Problemática Metodológica del Estudio por Ambientes	34
IV.2.	Sobre el Trabajo de Campo y las Colectas	35
IV.3.	Sobre el Trabajo de Laboratorio y los Problemas de Identificación Taxonómica	38
V	PRESENTACION, ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS	
V.1.	Caracterización Ficoflorística Preliminar de las Cascadas Estudiadas	40
V.2.	Descripción de las Especies Reportadas	41
V.3.	Tablas y Gráficas	131
V.4.	Análisis y Discusión de los Datos Obtenidos	134

VI	COMENTARIOS Y CONSIDERACIONES FINALES	
VI.1.	Sobre Ambientes y Microambientes	137
VI.2.	Sobre los Problemas Metodológicos	139
VI.3.	Sobre los Problemas Taxonómicos	140
VII	EVALUACION DEL TRABAJO Y REPERCUSIONES	141
	ANEXO I	
	Breve Descripción y Ubicación de las Localidades de Cascadas de la Huasteca Potosina.	142
	BIBLIOGRAFIA	145

I. INTRODUCCION

I.1 Presentación del Trabajo

El presente trabajo forma parte del Programa "Flora Ficológica de México", que se desarrolla en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.; siguiendo la orientación de conocer la ficoflora a través del estudio de ambientes particulares. Asimismo se encuentra ubicado dentro del proyecto 'Ficoflora del río Pánuco' y puede considerarse el primer acercamiento del estudio de la ficoflora de las cascadas de nuestro país.

El estudio de las cascadas como un ambiente particular nos -- permite, además de conocer las algas que se desarrollan en un tiempo y espacio definido, caracterizar a la comunidad algal que ahí se desarrolla, así como los factores ambientales que determinan el comportamiento de las especies que constituyen dicha comunidad.

I.2 Objetivos y Alcances de este Trabajo

La presente tesis, constituye la fase inicial del proyecto -- 'Flora ficológica de las cascadas de la región de la Huasteca', di -- ñado para realización a largo plazo. Dicho proyecto tiene como -- objetivo el caracterizar, definir y delimitar a las cascadas como un ambiente particular desde el punto de vista ficológico. En este

trabajo, se presentan los resultados del estudio florístico de --
tres caídas de agua, ubicadas en la localidad de Micos en la Huas-
teca Potosina. De esta manera se contribuye al conocimiento de la
ficoflora de las cascadas, al mismo tiempo que se reconocen asocia-
ciones de especies que pudieran ser características de este ambien-
te.

I.3. Consideraciones Iniciales: Sobre el Análisis Ficoflorístico por Ambientes.

El estudio de la ficoflora por ambientes se fundamenta en el hecho de que, los organismos se desarrollan solamente en aquel espacio y tiempo donde las condiciones ambientales sean aquellas a las que están adaptados. Así, distintos sitios pueden ser caracterizados con un mismo ambiente, no sólo porque tengan características físicas y químicas similares, sino porque en ellos se presente una comunidad algal similar. Es decir sólo es posible hacerlo mediante una caracterización biológica. De esta forma, se pueden establecer patrones que denoten la presencia o ausencia de asociaciones algales particulares, bajo ciertas condiciones ambientales, correspondiendo estos patrones a distintos ambientes.

En lo que respecta a la caracterización biológica, las comunidades algales (por su gran diversidad) resultan excelentes indicadores del conjunto de condiciones que caracterizan un determinado ambiente.

Para definir y delimitar los distintos ambientes, es necesario ponderar la extensa gama de factores que los constituyen, pues, aunque todos ellos propician o evitan el desarrollo de especies determinadas, solamente algunos influyen el desarrollo de toda una comunidad. De esta manera se pueden introducir los siguientes términos conceptuales, factores "fundamentales" y factores "secundarios" del ambiente.

Los factores "fundamentales" son aquéllos que determinan la existencia de la asociación o asociaciones* que define (n) y delimita (n) el ambiente; mientras que los "secundarios" son aquellos factores que le proporcionan diversidad florística al ambiente (en función de las adaptaciones específicas). Así, aunque la ficoflora no sea igual en distintos sitios que conforman un mismo ambiente, es posible reconocer en ellas adaptaciones similares (forma de vida), como respuesta al mismo factor fundamental. Es evidente entonces, la necesidad de estudiar las asociaciones para caracterizar los ambientes de acuerdo a su ficoflora, ya que de otra manera carecen de sentido los conceptos de factores "fundamentales" y "secundarios". Además, si lo hacemos considerando solamente las especies más aparentes, tendremos serios problemas para decidir si distintos sitios corresponden o no al mismo ambiente, ya que es imposible adjudicar la ausencia de las mismas a un factor fundamental o a uno secundario. Es claro entonces, que el trabajar con asociaciones proporciona flexibilidad a los criterios de definición y delimitación de los distintos ambientes.

Una manera de conocer la comunidad característica de un ambiente particular es haciendo un análisis de las ficofloras de varios sitios que podrían corresponder al mismo ambiente. Las especies comunes en todos los sitios y que además, no se presenten en otros ambientes (es decir que no sean cosmopolitas) constituirán dicha comunidad. De la misma manera, para conocer los factores

* En esta tesis se maneja como asociación el conjunto de especies adaptadas a condiciones ambientales similares.

"fundamentales" del ambiente se analiza el conjunto de factores -- que componen a los distintos ambientes, descartando aquellos que -- sean similares (obviamente no son los causantes de las diferencias ficoflorísticas) hasta obtener los factores particulares de cada -- ambiente.

Por lo tanto, para caracterizar a los distintos ambientes de acuerdo a su ficoflora, es necesario reconocer las adaptaciones -- que las especies poseen en común como respuesta a los factores fun damentales de los mismos.

II CARACTERIZACION GENERAL PRELIMINAR DE LAS CASCADAS COMO AMBIENTE

II.1 Definición y Delimitación del Ambiente Cascada.

Las cascadas pueden constituir un ambiente distinto de los ríos, aunque en el espacio formen un continuo, ya que en ellas se agudizan los factores limitantes de los ambientes lóticos, influyendo así en el desarrollo de una flora algal especial.

La caída de agua que conforma a la cascada, es consecuencia de una abrupta discontinuidad en el terreno, lo que provoca que el flujo de agua cambie su dirección a la vertical. Este hecho determina por lo menos, las siguientes características que las unifican y delimitan de los ríos:

- 1) La velocidad de la corriente es considerablemente mayor (ya que se acelera por la fuerza de gravedad).
- 2) El agua que golpea al caer constituye un mecanismo de erosión continuo.
- 3) La caída de agua y el golpeo de la misma sobre el sustrato, producen un importante efecto de salpicadura, favoreciendo el desarrollo de una comunidad subaérea.

II.2 Análisis y Discusión de Criterios y Parámetros para la Caracterización Preliminar

Entre el gran número de factores que componen a los ambientes lóticos, tres de ellos, la velocidad de corriente, el efecto de "lavado a chorro de presión" y el tipo de sustrato, determinan en gran parte el tipo de forma de vida que presenten las algas que en ellos se desarrollan, razón por la cual deben ser tomados en cuenta al caracterizar ambientes particulares dentro de la condición lótica. Otros factores como son la luz, la temperatura y el pH del agua afectan la presencia de las algas, a un nivel específico. A continuación se mencionan los factores más importantes que afectan la distribución de las algas en estos ambientes.

II.2.1 Velocidad de la corriente del agua.

La velocidad de la corriente del agua es un factor que resulta de la interacción de varios otros, entre los que se encuentran: el flujo de agua que lleve el río, el ancho y profundidad del cauce y la pendiente del lecho (Mills, 1972). Este factor es muy limitante en los ríos pequeños, ya que en éstos la velocidad de la corriente es muy inestable, fluctuando enormemente en períodos de tiempo muy cortos (incluso pocos días), dentro de un rango de máxima y mínima, lo que impide el establecimiento de una comunidad algal (Blum, 1956). En los lechos más grandes, donde el flujo de --

agua se mantiene mucho más estable en períodos relativamente largos de tiempo, este factor provoca que se desarrollen algas características y específicas de estos ambientes (Blum, 1956).

Asimismo este factor influye en el desarrollo de una flora -- ficológica característica en los distintos ambientes particulares dentro de la condición lótica (rápidos, arroyos, cascadas, ríos -- maduros, etc.). Zimmerman (1961, 1962; en Hynes, 1970) registró -- experimentalmente el crecimiento de una flora algal distinta, cuando variaba la velocidad de la corriente, manteniendo constante el tipo de agua y sustrato. Más adelante se verá que sin embargo, existe una estrecha relación entre el tipo de sustrato y la capacidad de las algas para establecerse en agua con distinta velocidad de corriente.

Por otro lado, el hecho de que la comunidad característica en los ambientes lóticos sea la bentónica se debe a que la velocidad de la corriente no es homogénea en todo el cauce, sino que es mayor en la superficie y decrece considerablemente hacia el fondo, -- en donde inclusive pueden llegar a existir microambientes léticos (Berg, 1943; en Blum, 1956). También la velocidad de corriente disminuye en áreas inmediatas a grandes rocas o prominencias del cauce, pues el agua no viaja en forma unidireccional, sino que fluye en todas direcciones. De esta manera, la flora algal será distinta en ríos superficiales y estrechos (arroyos) que en los profundos y anchos (ríos maduros).

La velocidad de la corriente puede reducirse hasta cero al --

disminuir considerablemente el nivel del agua (sobre todo en zonas de sequía prolongada), con lo cual desaparece con rapidez la comunidad algal característica de estos ambientes, mientras se desarrolla una nueva comunidad, principalmente fitoplanctónica (Blum, 1956).

II.2.2 Remoción de las algas por efecto de lavado a presión

Este factor, también llamado lavado de algas a chorro "scour" (Hynes, 1970), afecta principalmente a las especies que crecen rápidamente sobre las rocas (llegando incluso a formar gruesas películas) en la época de menor flujo, pues al aumentar la velocidad de la corriente son arrancadas fácilmente.

Dado que existen ciertos ambientes (rápidos, cascadas y zonas de golpeo en ríos maduros) donde este factor es continuo, las algas que crecen en ellos poseen sus talos fuertemente modificados, como en el caso de las formas costrosas, las cuales crecen totalmente adheridas al sustrato (especies pertenecientes a los géneros *Hildebrandia*, *Rhodoplax* y *Gongrosira*), o algas que forman tapetes de filamentos muy cortos, endurecidos con depósitos de carbonato de calcio (*Phormidium* spp.).

En lugares donde este factor existe, pero en forma menos intensa, se encuentran algas que poseen un hábito semejante a un cojín muy liso, lo que permite que el agua se deslice fácilmente sobre ellas (especies pertenecientes a los géneros *Rivularia*, *Nostoc*, *Schizothrix*, *Vaucheria* y *Oocardium*).

Hynes (1970) menciona que son tan efectivas las anteriores -- adaptaciones a este factor, que dichas algas continúan desarrollándose aún cuando el golpeo del agua sobre el sustrato es tan fuerte, que ya han sido arrancadas la mayoría de las algas que viven en este ambiente sobretodo las clorofitas filamentosas y las diatomeas pediceladas. Asimismo este autor menciona que las algas que crecen sobre o entremezcladas con musgos, son poco afectadas por este factor.

II.2.3 Sustrato

El sustrato rocoso (especialmente el que está compuesto por grandes rocas) permite un buen crecimiento de las especies fijas, sobre todo de las macroscópicas; a diferencia de los fondos arenosos, los cuales son desfavorables para la fijación de las mismas (Whitton, 1975). Así los ríos que poseen este sustrato tienen una ficoflora bentónica pobre. La rugosidad del sustrato es importante pues más fácilmente es colonizado por algas. Whitton (1975) menciona que cuando el sustrato está compuesto por caliza, las especies bentónicas fijas pueden ser parcial o totalmente endolíticas, lo que facilita el establecimiento de algas en zonas donde el agua golpea continuamente sobre el sustrato (como ocurre en algunas cascadas).

Con respecto a las comunidades epipélicas, Round (1964, en Hynes, 1970), enfatiza que la naturaleza del sedimento, junto con otros factores (como el pH) determinan la ocurrencia de determina-

das especies. De esta manera el sustrato es tanto un factor fundamental, como uno secundario.

II.2.4 Profundidad

Debido a que generalmente los cauces son poco profundos, el crecimiento de algas bentónicas sobre el fondo no se ve limitado por falta de luz, a menos de que se trate de un río muy turbio. Blum (1956), menciona que la profundidad influye en la zonación de algas bentónicas solamente en aquéllos ríos que mantienen un nivel determinado de agua por varias semanas, registrando la siguiente distribución algal en el río Volga: *Pleurocapsa fluviata* forma una banda ancha desde la superficie hasta los 20 centímetros de profundidad. Bajo ésta, *Cladophora* sp. y *Stigeoclonium* conforman una banda de 30 centímetros de grosor; por último se encuentra una tercera banda de 50 a 60 centímetros de ancho de diatomeas (*Gomphonema* spp. y *Cymbella* spp. principalmente).

II.2.5 Luz

Generalmente en los ríos no existen sitios que permanezcan -- siempre soleados o siempre sombreados, por lo tanto no se puede -- considerar a este factor como limitante (Blum, 1956). Sin embargo, en lugares donde la vegetación circundante al cauce es muy cerrada o donde existe gran cantidad de macrofitas emergentes, disminuye -- notablemente la cantidad de luz disponible, desarrollándose algas

tolerantes a la sombra como son *Batrachospermum* spp. e *Hildebrandia* sp. (Buther, 1954; en Blum, 1956). Algunas especies, principalmente clorofitas) son inhibidas bajo tales condiciones, como ocurre con *Cladophora glomerata*, *Ulothrix zonata* y *Stigeoclonium tenue*; mientras que aparentemente las diatomeas son indiferentes a la can ti dad de luz disponible (Hynes, 1970).

II.2.6 Temperatura

Se piensa que la temperatura influncia la velocidad de cre ci m i e n t o de las algas, ya que en zonas frías y templadas, el máximo crecimiento algal ocurre por lo general en la estación cálida. -- Además, algunos autores se explican los cambios estacionales de la flora ficológica con base en los cambios de temperatura del agua. Sin embargo, esta explicación tiene controversias, por ejemplo -- Oye (1956) señala que como en los ríos tropicales existe solamente un ligerísimo cambio en la temperatura del agua en las distintas -- estaciones, los cambios ficológicos no pueden explicarse con base en este factor. Por otro lado, Blum (1956) y Hynes (1970) mencio-- nan que tampoco en los ríos templados, los cambios florísticos es-- tacionales se pueden deducir solamente a partir de cambios en la -- temperatura del agua, puesto que en la estación de verano, junto -- con un aumento de la temperatura, se presenta un aumento en la can ti dad de luz (radiación solar) y en la duración del día.

Lo que sí está claro, es que la temperatura limita la distri-

bución de las especies algales, por ejemplo *Prasiola* sp. está restringida a ríos cuya temperatura del agua es menor a 10°C, mientras que *Hildebrandia* sp. es característica de agua cálida, *Oedogonium* spp. y *Cladophora* sp. se desarrollan bien en agua con una temperatura aproximada de 25°C (Blum, 1960, en Hynes, 1970); incluso se ha colectado *Cladophora glomerata* en agua con una temperatura de hasta 30°C (Fritsch 1907; en Whitton, 1956).

II.2.7 Turbidez

Este factor es importante sobre todo en los ríos que transportan una carga pesada de aluvión, ya que limita la cantidad de luz disponible para la fotosíntesis. La situación de mayor turbidez (y por lo tanto donde este factor cobra importancia) es en la zona cercana a la desembocadura del río y en los puntos donde se unen los afluentes. También se presenta una gran turbidez en los pequeños ríos después de un período de lluvias muy fuertes (Blum, 1953; Radischtshev, 1925, en Blum 1956), sin embargo, esta situación desaparece a los pocos días con la depositación del material en suspensión. Este último hecho afecta enormemente a las especies que habitan el río, pues ocasiona el enterramiento de las algas unicelulares que yacen en el aluvión, (Ellis, 1939; en Blum, 1956), o en el caso de las especies filamentosas (como *Cladophora glomerata*) el agua se filtra al pasar entre sus filamentos enmarañados depositando sobre ellos (en forma de costra) el sedimento, lo cual las

afecta hasta el punto de ocasionarles la muerte, ya que por un lado, su talo flexible se vuelve quebradizo, y por otro, su superficie fotosintética se reduce considerablemente (Blum, 1956).

II.2.8 Gases disueltos

En los ambientes lóticos, los gases se comportan de manera -- similar a como lo hacen en los cuerpos de agua estancada, con la -- gran diferencia de que en los primeros, el oxígeno disuelto no -- constituye un factor limitante ya que la corriente produce condiciones de sobresaturación del mismo.

En algunos estudios se ha obtenido que el perfil de O_2 disuelto es inverso al del CO_2 , es decir, que al incrementarse uno de -- ellos, decrece el otro (Järnefelt, 1949, en Blum, 1956). De esta manera, se puede pensar que en una cascada, al elevarse fuertemente la cantidad de oxígeno disuelto, se puede reducir considerablemente la concentración de bióxido de carbono en el agua. El rompimiento del equilibrio O_2-CO_2 contribuye a la depositación de carbonato de calcio.

II.2.9 pH

Por lo general, el agua de los ríos no es ácida, a menos de -- que las condiciones geológicas lo produzcan (minas o depósitos minerales), así una característica común en los ríos templados es -- poseer un pH neutro o ligeramente alcalino (Blum, 1956). La mayo--

ría de los ríos que transportan roca caliza en solución poseen un buen mecanismo amortiguador de pH. En otro tipo de ríos existen pequeñas variaciones estacionales de pH, las cuales evidencian cambios estructurales en la biomasa algal, ya que al aumentar el consumo de carbono en forma de bióxido de carbono para la fotosíntesis, aumenta el pH del agua (Rice, 1938; en Blum, 1956).

A pesar de que algunas algas (como es el caso de especies de los géneros *Lemanea*, *Batrachospermum* y *Stigeoclonium*) se desarrolla bien tanto en agua ligeramente ácida como sobre roca caliza -- (Hynes, 1970), este factor influye en la distribución de las especies lóaticas (Whitton, 1975). De esta manera, especies de diatomeas de los géneros *Achnanthes* y *Cocconeis*, las cianofitas *Phormidium* spp. y la clorofita *Cladophora glomerata* se desarrollan solamente en agua alcalina (Blum, 1960; en Hynes, 1970), siendo esta última sustituida por *Oedogonium kurzii* en agua más ácida (Whitford, 1960 en Hynes, 1970).

II.2.10 Nutrientes

a) Calcio.- Este es un factor importante, sobre todo para la existencia de algas calcificadas y para aquellas especies que se fijan al sustrato mediante carbonato de calcio que ellas mismas -- precipitan a su alrededor y entre sus filamentos (*Schizothrix* spp., *Phormidium incrustatum* y *Amphithrix* sp.) (Blum, 1956).

Cuando este elemento es escaso se presenta una flora ficológica

especial, compuesta principalmente por cianofitas (Butcher, 1949; en Blum, 1956).

- b) Fósforo.- Este elemento no representa un factor limitante para las algas que se desarrollan en los ambientes lóticos pues nunca llega a agotarse, sin embargo su concentración puede sufrir fluctuaciones grandes a lo largo del año (Pearsal, 1930; en Blum, 1956), coincidiendo la estación de crecimiento de las algas con las mayores concentraciones de fósforo en el agua (Berg 1943, Blum, 1953; en Blum, 1956).
- c) Nitrógeno.- El nitrógeno es transportado al río mediante el escurrimiento, de esta manera es en la época de mayor precipitación cuando el agua del río presenta las mayores concentraciones de este nutriente (varios autores, en Blum, 1956).

II.2.11 Salinidad

Cerca de la desembocadura de los ríos, la salinidad puede ser elevada (sobre todo en determinadas épocas, por lo que muchas especies características de agua salobre, como *Enteromorpha salina*, reemplazan a las de agua dulce (varios autores; en Blum, 1956). Muy pocas especies entre las que se encuentra *Cladophora glomerata* siguen creciendo bajo tales condiciones (Hamel, 1924; en Blum, 1956).

II.3 Ambientes Lóticos vs Ambientes Lénticos

Los ambientes lóticos son aquellos en los que el agua se mueve constantemente con un flujo unidireccional; sin embargo, éste no es el único factor que los diferencia tajantemente de los ambientes lénticos (agua estancada), pues, mientras que los últimos son sistemas que pueden considerarse cerrados (termodinámicamente), los sistemas lóticos son sistemas completamente abiertos debido a que su biomasa autótrofa es insuficiente para soportar a los consumidores, los cuales dependen enormemente de la hojarasca y detritus que obtienen de la tierra de los alrededores del cauce, de estanques de contracorriente y lagos conexos al río, para su mantenimiento. Además, la continua erosión del cauce y pérdida del material transportado, evita el reciclaje de nutrientes, razón por la cual el material nutritivo sólo es utilizado una vez (Mills, 1972).

Lo anterior, aunado a la sobresaturación de oxígeno disuelto en el agua (causada por el movimiento) motiva que los organismos, tanto flora como fauna, que se desarrollan en la categoría lótica, sean distintos a aquellos que se desarrollan en los ambientes lénticos (Odum, 1971).

La forma de vida característica en los ambientes lénticos es la planctónica, estando la comunidad bentónica y la perifítica rezagadas a las orillas o a los cuerpos de agua muy superficiales. Mientras que en los ambientes lóticos, la comunidad característica es la bentónica, la perifítica depende de la anterior (se encuentran

atrapadas entre el talo filamentoso de algas bentónicas) y la planctónica es prácticamente inexistente, sobre todo en rápidos y cascadas, pues la corriente les produce a dichas algas, graves daños mecánicos (Galtsoff, 1924; Fjerdingstad, 1950; en Blum, 1956). La comunidad bentónica de los ambientes lóticos, esta dominada en agua templada por el alga verde *Cladophora glomerata*, y por especies pertenecientes a los géneros *Zygnema* y *Vaucheria* en aguas frías (Israelson, 1949; en Blum, 1956). Algunas especies que compiten con las anteriores son rodofitas pertenecientes a los géneros *Batrachospermum*, *Lemanea* y *Torea* en aguas frías, y *Compsopogon* en aguas cálidas. Asimismo se han reportado en el ambiente lótico las siguientes asociaciones: *Scytonema miriabilis* - *Rivularia* sp. (Pankin, 1945; en Blum, 1956), las formas costrosas *Achnanthes* sp. - *Chaetopeltis* sp. y *Cocconeis* sp. - *Ulvella* sp. - *Chamaesiphon* sp. las cuales precipitan carbonato de calcio (Fritsch, 1949, 1950; en Blum, 1956).

II.3.1 Análisis diferencial de los parámetros que los definen y delimitan

Las agudas diferencias entre las comunidades lénticas y lóticas evidencian que los factores limitantes en ambas categorías ambientales, no son los mismos. En los ambientes lénticos, la luz es uno de los factores limitantes más importante, por tal razón, las algas que se desarrollan en estos sitios, poseen adaptaciones que les permitan mantenerse en la superficie (proyecciones celulares,

vacuolas gaseosas, etc.). Asimismo en estos ambientes la turbulencia es importante, pues por un lado empuja hacia la superficie a las especies que tienden a hundirse porque sus mecanismos de flotación no son totalmente eficientes, y por el otro distribuye en todo el volumen de agua, los nutrientes que yacen en el fondo (producto de la descomposición bacteriana de la materia orgánica). En los ambientes lóticos, la luz no es un factor limitante, sino en éstos, el factor principal es la corriente. Así las algas que se desarrollan en estos sitios "necesitan" poseer una manera de sujetarse a algo, para evitar ser remolcadas por la corriente. Básicamente esta adaptación se puede dividir en dos tipos de estrategias:

- a) aquellas que no están adheridas propiamente al sustrato, y sin embargo mantienen una posición fija en él.

- b) las que se adhieren al sustrato (por diversos mecanismos).

Las algas que poseen la primera estrategia mencionada viven sobre un sustrato blando, no corrosivo, como es el aluvión, y son capaces de moverse, adquiriendo así una posición adecuada continuamente, evitando de esta manera ser enterradas por el depósito de material transportado por el río; la mayoría de estas especies epipélicas sobre aluvión son diatomeas pertenecientes a los géneros *Nitzschia*, *Navicula*, *Coloneis*, *Gyrosigma* y *Cymatopleura* (Round, 1964; en Hynes, 1970). De igual manera, las cianofitas epipélicas son mótils: *Oscillatoria* spp. y *Phormidium* spp. Otras especies no mótils (sobre todo de diatomeas) crecen en masa sobre roca o aluvión fijándose por medio de carbonato de calcio que ellas mismas depositan a su alrededor y que hace las veces de sustancia cementante (Hynes, 1970).

La segunda estrategia puede a su vez, subdividirse de la siguiente manera:

- i) las que se adhieren al sustrato mediante una gelatina cementante, como es el caso de especies pertenecientes al género *Cocconeis*.
- ii) las que se adhieren al sustrato mediante tallos o pedicelos de mucílago consistente, como se observa en especies de cianofitas del género *Chamaesiphon* y diatomeas pertenecientes a los géneros *Cymbella*, *Achnanthes* y *Gomphonema* (Hynes, 1970).
- iii) las que se sujetan firmemente al sustrato por medio de estructuras especializadas para tal función, denominadas rizoides o pies de fijación, los cuales tienen la capacidad de persistir con vida bajo el sustrato durante la época desfavorable, facilitando el crecimiento de dichas algas en condiciones propicias. Asimismo estas algas poseen un talo filamentosos flexible que sigue la dirección de la corriente, por ejemplo *Cladophora* sp., *Ulothrix* sp. y muchas rodofitas.

Por otro lado las algas características de los ambientes lóticos presentan adaptaciones fisiológicas al agua corriente, que les impide desarrollarse en agua estancada. Al parecer la respuesta está relacionada con la sobresaturación de oxígeno en el agua, ya que experimentalmente se ha observado que la velocidad de respiración y en general el metabolismo total de estas algas aumenta conforme la concentración de oxígeno (Whitford, 1960; Whitford y Schumacher, 1961, 1964; en Hynes, 1970).

II.3.2 Caracterización de las cascadas como un ambiente lóxico (conclusión)

Una vez analizados los distintos factores que influyen en la presencia y determinan la forma de vida de las algas en los ambientes lóxicos, se puede hacer la caracterización preliminar de este ambiente.

Los factores "fundamentales" del ambiente cascada (es decir - aquellos que lo definen y delimitan) son los siguientes; el efecto de lavado a presión, la alta velocidad de la corriente, la rugosidad del sustrato, el origen del mismo y la luz. Otros factores como son la temperatura, los nutrientes y el pH entre otros, se pueden considerar factores "secundarios"

Los factores que hemos denominado "secundarios" influyen en el desarrollo de especies determinadas en cualquier sitio (microambiente de la cascada, mientras que los factores que hemos caracterizado como fundamentales, solamente en ciertos microambientes tendrán ese peso.

El efecto de lavado a presión, selecciona a las algas que crecen en la zona de golpeo de la cortina de agua, de tal forma que dichas algas exhibirán un talo costroso o muy aplanado. Asimismo en este microambiente el tipo de sustrato constituye un factor fundamental, pues por un lado su grado de rugosidad designará la facilidad con la que se establezcan las asociaciones algales en esta zona, y por el otro su origen determinará la calcificación de las mismas. Cuando el agua contiene abundante carbonato de calcio, las algas generalmente se calcifican (Blum, 1952; Kann, 1943; Lauterborn,

1896; en Blum 1956), lo que les confiere mayor resistencia a ser removidas y/o dañadas mecánicamente por el efecto de lavado a presión.

La alta velocidad de la corriente sobre todo en la zona de deslizamiento del agua (donde ésta se precipita al vacío), limita el crecimiento de las algas bentónicas, pues solamente aquellas que posean un mecanismo efectivo de sujeción al sustrato (fuertes rizoides o gelatinas cementantes) y su talo oponga poca resistencia a la corriente podrán desarrollarse bajo tales condiciones. Asimismo este factor evitará que se desarrolle una comunidad perifítica en las cascadas.

Con respecto a la luz, puede llegar a constituir un factor limitante en ciertas zonas específicas tales como detrás de la cortina de agua (sobre todo si se forma una concavidad), lo cual dependerá principalmente de el flujo de agua que conforme a la cortina y de la estrechez del cauce del río.

Por último, un factor que no es considerado habitualmente en el análisis de los ambientes lóticos, pero que generalmente está asociado a una caída de agua, es el efecto de rocío o salpicadura, lo cual será fundamental en el desarrollo de asociaciones subaéreas.

Por todo lo anterior, es claro que una cascada no puede considerarse como un ambiente homogéneo, sino que es necesario sectorizarla en distintos microambientes, ya que en cada uno de ellos las condiciones ambientales son distintas. Incluso tal vez las cascadas (como entidades físicas) constituyan varios ambientes, ya que

los factores fundamentales en los distintos microambientes no son los mismos. De esta manera determinados microambientes de las cascadas podrán parecerse más a otros ambientes (por ejemplo paredón), que al ambiente cascada.

III. CARACTERIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO Y LOCALIDADES

III.1 Criterios de Selección de la Huasteca como Area de Estudio

La elección de la Huasteca como región de estudio se basó en las siguientes consideraciones:

- 1) En la región de la Huasteca (sobre todo en la parte potosina) -- son abundantes las cascadas, probablemente como resultado de -- que se conjuga una alta precipitación que induce la formación -- de ríos caudalosos, con el rápido descenso que sufre el relieve hacia la planicie costera (Tamayo, 1962; en Bassols et. al. -- 1977). En la Huasteca Potosina hemos detectado 8 localidades de cascadas, existiendo varias caídas de agua en cada una de ellas (Anexo I. Breve descripción y ubicación de las localidades. --- Mapa).
- 2) Puesto que la Huasteca es una región natural, desarrollar el -- proyecto en esta zona, favorecerá considerablemente la defini-- ción y delimitación del ambiente cascada, ya que se reduce con-- siderablemente la variable de los factores secundarios.
- 3) Se tienen antecedentes ficoflorísticos de esta región, deriva-- dos de estudios enmarcados en el proyecto "Ficoflora de la cuen-- ca del río Pánuco", lo cual facilitará la delimitación de este ambiente.

III.2 Criterios de Selección de la Localidad Micos y de las Cascadas Estudiadas en dicha Localidad

Entre las localidades mencionadas anteriormente, la de Micos se consideró la más adecuada para desarrollar la primera fase del proyecto 'Ficoflora de las Cascadas de la Huasteca', ya que por un lado en ese lugar existen varias caídas de agua lo que posibilita considerar a la mayoría de microambientes que conforman a este ambiente, y además permite elegir para el estudio a las más accesibles de muestrear, sobre todo en lo que respecta a la zona de golpeo de la cortina de agua, puesto que dicha zona quizá sea la más característica de este ambiente.

Las cascadas donde se colectó por un lado, representan la mayoría de microambientes que componen este ambiente, y por el otro son las más accesibles de colectar. La cascada C (temporal), en época de secas resulta excelente para la colecta debido a que el flujo de agua se ha suspendido permitiéndonos colectar la zona de golpeo intenso.

III.3 Localidad Micos

III.3.1 Localización

Las cascadas estudiadas en este trabajo, forman parte del río El Salto a la altura de la termoeléctrica Micos, en el corazón de la Huasteca Potosina. Este río tiene su origen más al norte, en el estado de Tamaulipas donde recibe el nombre de río El Naranjo, cambiando al pasar por la termoeléctrica El Salto (donde se aprovecha la energía de una cascada de aproximadamente 100 metros de altura). Después de cruzar la termoeléctrica Micos, el río se dirige hacia Cd. Valles, en donde se le unen varios afluentes y es nombrado entonces río Valles, desembocando posteriormente al río Tampaón que es el colector principal de la cuenca baja del río Pánuco.

La localidad estudiada, denominada Micos, se localiza a los $22^{\circ}05'$ de latitud norte y $99^{\circ}10'$ de longitud oeste; a una altura de 230 m.s.n.m. El lugar constituye una zona recreativa y turística, localizada a 21 kilómetros de Cd. Valles, S.L.P.

III.3.2. Descripción

El clima de la localidad y en general de toda la Huasteca Potosina, es cálido húmedo. Hemos tomado como referencia la estación de Cd. Valles para especificar el tipo de clima, ya que no existe estación climática en la localidad. Usando la clasificación de Köppen modificada por García (1973), el clima es de tipo $Aw_0(w)(e)$,

traducido como un clima cálido húmedo en el que se marca claramente una época de lluvias y otra de secas (durante el invierno). La precipitación promedio es de 1053 milímetros; siendo la época de secas de noviembre a abril, y de mayo a octubre la de lluvias; las cuales concuerdan con la temporada de menor y mayor caudal del río respectivamente. Podemos suponer que la localidad Micos tenga una precipitación promedio mayor que la de Cd. Valles, pues aún cuando la distancia entre ellas es corta, la altura sobre el nivel del mar es más de 100 metros mayor en Micos, lo cual puede modificar el clima considerablemente.

En la zona predomina el suelo tipo rendzina derivado de la roca madre de tipo calizo (lo cual se evidencia por los comunes afloramientos de caliza), por lo que el suelo y por ende el agua de los ríos contienen abundante carbonato de calcio.

En este sitio el cauce del río sufre abruptas discontinuidades y fuertes elevaciones del terreno, produciéndose una enorme cadena de pequeñas caídas de agua (de 1 a 3 metros de altura), y en menor número cascadas más grandes (de hasta 5 metros de altura). También son comunes las zonas de rápidos, en los cuales el agua fluye muy superficialmente (10 a 15 centímetros) a gran velocidad.

En esta parte, el cauce del río mide aproximadamente 20 metros de ancho y tiene una profundidad de alrededor de 2 metros en las zonas donde el terreno no está elevado.

La corriente del agua es fuerte incluso en época de secas, --

siempre y cuando el año anterior halla sido muy lluvioso; en caso contrario, disminuye considerablemente la corriente e inclusive se suspende por completo, pasando de ser un ambiente lóxico a constituir varias "pozas" de río, desapareciendo por ende las caídas de agua. En época de lluvias muy fuertes, el nivel del río aumenta considerablemente, dando la apariencia de que el cauce del río fuera parejo, pues desaparecen las pequeñas caídas de agua bajo el nivel del agua, quedando descubiertas solamente las más grandes.

En los períodos de colecta la temperatura del agua fue de 25°C y su pH = 7,0.

El panorama ficológico en época de secas es muy rico, observándose gran cantidad de "mechones" de algas filamentosas de color azul intenso fuertemente adheridos a la roca, en la zona de rápidos. Además se encuentran numerosas algas filamentosas (azules, verdes y rojas) en los recovecos del cauce del río y en zonas protegidas. Con respecto a las cascadas se observan enormes matas de algas filamentosas verdes y azules, sobre todo detrás de la cortina de agua. En época de lluvias aparentemente todas las algas han sido arrancadas y lo único aparente es una cianofita costrosa.

III.4 Descripción de las Cascadas Colectadas

En la localidad se colectaron 3 cascadas para estudiarlas, -- las cuales se describirán a continuación*.

Cascada "A".- Es una de las más grandes en la localidad. Mide 5 -- metros de altura aproximadamente y su ancho varía dependiendo de -- la época del año (lluvias o secas). Se ubica sobre el cauce prin- cipal del río.

En esta cascada cae una gran cortina de agua, la cual no gol- pea contra el sustrato, puesto que ya lo ha erosionado considerable- mente y producido incluso una concavidad en la pared vertical bajo el nivel del agua. Inmediatamente atrás de la cortina de agua, se forma una cortina de macrofitas y musgos, los cuales se fijan fuer- temente en la parte superior de la cascada

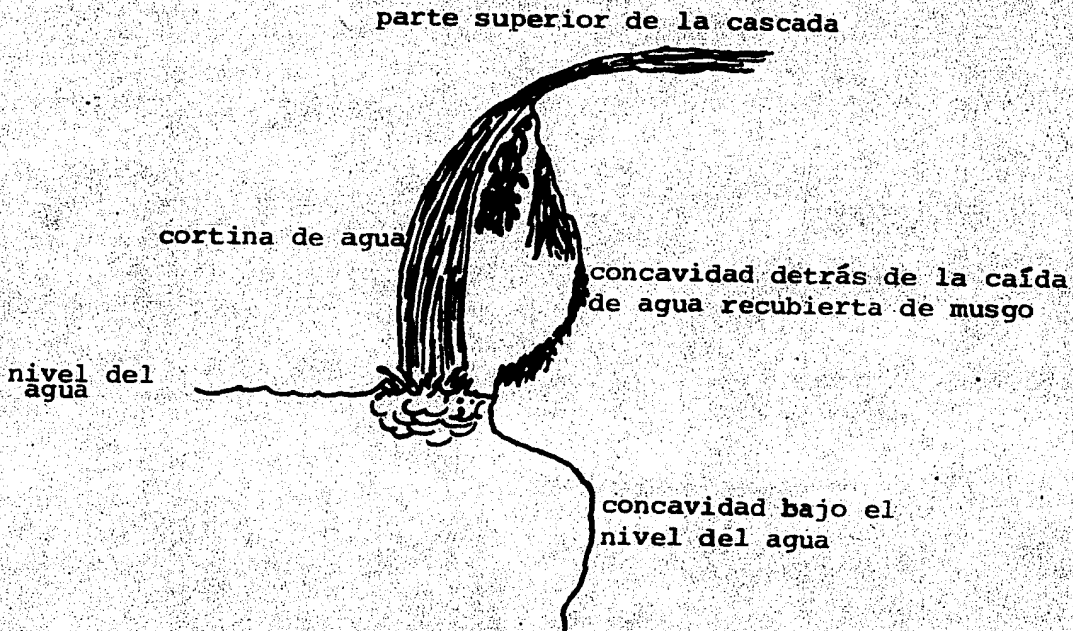
La pared vertical de la cascada (detrás de la cortina de agua) también está un poco erosionada, encontrándose una concavidad no -- muy profunda completamente revestida de musgo. Toda esta zona está muy humedecida por el efecto de "spray" o salpicadura que produce el golpeo de la cortina de agua, así como por goteras derivadas de infiltración de agua desde el techo de la cascada.

El sustrato de esta cascada es calizo, el cual está muy ero-- sionado y liso en las zonas donde el agua golpea constantemente.

En lo que respecta a las algas, se observan gran cantidad de algas filamentosas (largas) verdes colgando del techo de la conca-

* La descripción corresponde a la época de secas (en Marzo).

vidad localizada detrás de la cortina de agua. Son también muy aparentes los manchones de algas cianofitas y costras mucilaginosas - en el suelo de dicha concavidad, principalmente donde el agua gotea. Asimismo se distingue claramente una franja de aproximadamente 10 centímetros de ancho del alga *Nostoc* sp. adherida a la pared vertical de la cascada en la zona de bateo.



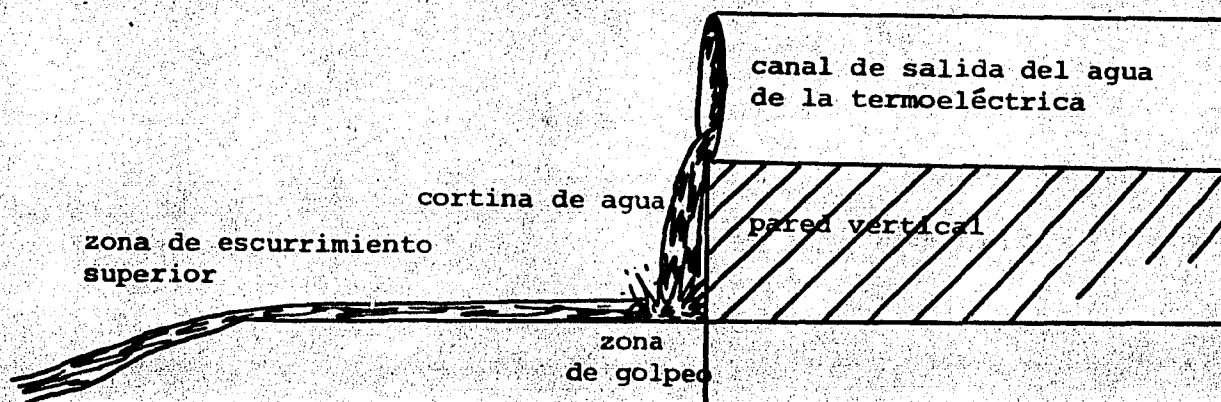
Cascada "B" .- A esta cascada la hemos denominado "Cascada Dina--mo", debido a que su pared vertical es una cortina artificial, y - el agua que la conforma es la que ha pasado por la planta termo---elétrica y es encausada nuevamente al río "El Salto".

Esta cascada es más pequeña que la anterior; mide aproximada--mente 2.5 metros de altura y 1.5 metros de ancho. Existe una dis--

tancia muy pequeña entre la cortina de agua y la pared vertical --
atrás de ella (10 centímetros aproximadamente siendo mayor en la --
parte baja).

El agua que cae, choca contra el sustrato (caliza), siendo --
factible coleccionar las algas costrosas de esta zona.

Se observan grandes masas de algas filamentosas verdes y azu--
les (formando verdaderos colchones), adheridas a la pared vertical
detrás de la caída de agua. Asimismo en la pared vertical, pero --
fuera de la influencia directa de la cortina de agua (es decir no
detrás de la cortina de agua sino a los lados), se observan costras
gruesas, mucilaginosas, de color naranja y filamentos suaves de --
color azul muy obscuro. En la zona de golpeo se observan costras -
de color azul claro y pequeños filamentos erectos de color amari--
llo. La zona posterior a la caída en la cual el agua fluye rápi--
damente, está totalmente revestida de una rodofita filamentosa.

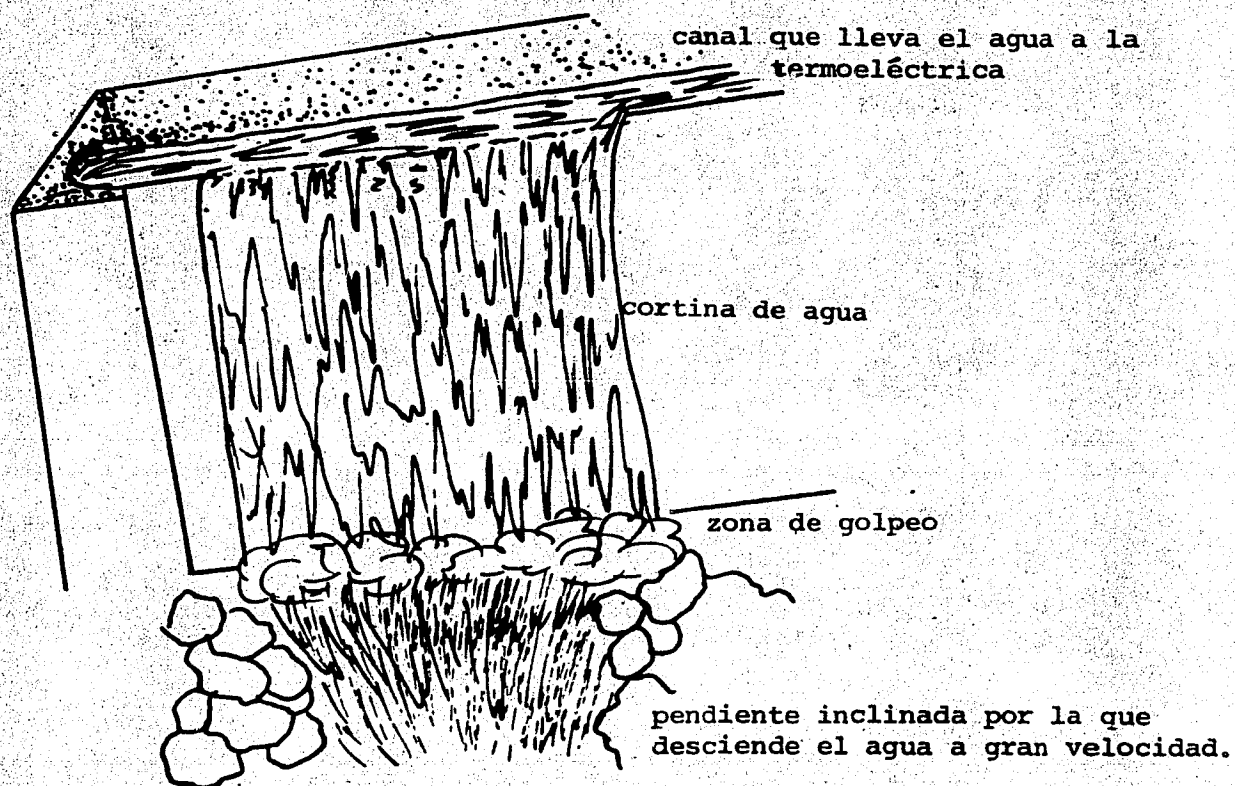


Cascada "C".-- Esta cascada la hemos nombrado "Cascada Temporal". Se encuentra en la parte alta de un cauce (no el principal) con -- abrupta pendiente (70° a 80°). El agua que la conforma, proviene -- de un canal artificial que lleva el agua hacia la termoeléctrica. En época de lluvias, dicho canal lleva más agua de la que puede -- entrar a la termoeléctrica, por lo que éste se llena hasta el tope y el agua se derrama hacia la pendiente mencionada, dando lugar a la cascada. La cortina de agua mide aproximadamente 4 metros de -- alto. Esta cascada deja de existir a finales de la época de secas, cuando ha disminuído considerablemente el flujo del río y por tan-- to el nivel del agua del canal. Sin embargo, debido a que la pen-- diente donde se localiza esta cascada está totalmente rodeada por vegetación que la ensombrece, el suelo se mantiene humedecido por algún tiempo después de que se ha suspendido la caída de agua, per-- maneciendo evidentes las algas que se desarrollaban en las distin-- tas zonas de la cascada (golpeo, detrás de la cortina de agua, -- etc.).

El sustrato de esta cascada es calizo, poco profundo en la -- zona erosionada y muy profundo detrás de la cortina de agua, en -- los cuales incluso se observa una capa superficial de limo.

Con respecto a las algas, se observan verdaderos tapetes de -- largas algas filamentosas de color verde claro y tapetes mucilagi-- nosos de color azul intenso detrás de la cortina de agua. Mientras

que en la zona de golpeo de la cortina se encuentra una alga cos--
trosa azul pálido. En las zonas de "rebote" o golpeo del agua (pe-
ro mucho menos fuerte que la anterior) se encuentra una cianofita
filamentosa totalmente calcificada que tiene apariencia de estalaç
tita.



IV. CONSIDERACIONES METODOLOGICAS

IV. 1. Consideraciones Generales sobre la Problemática Metodológica del Estudio por Ambientes.

Para que los estudios ficoflorísticos por ambientes puedan -- cumplir su objetivo, debe diseñarse una metodología adecuada para cada ambiente, la cual debe contemplar tanto la eficacia como la posibilidad de realizarse en la práctica. De esta manera, antes de elucubrar alguna metodología debe ser enfrentada y reconocida, en el campo, la problemática de cada ambiente.

En el diseño de la metodología, deben incluirse varios aspectos como son la temporalidad, la diversidad del ambiente, la accesibilidad, etc.

Es importante caracterizar un ambiente en distintos tiempos - (por lo menos época de secas y época de lluvias), así es preciso - adecuar dicha metodología a las distintas épocas . Por otro lado, debe evitarse caer en el error de trabajar el ambiente como si fuera una localidad muy pequeña, para lo cual deben diferenciarse y - enfatizarse los distintos microambientes que lo conforman. La metodología de colecta en este caso, es más intensiva, de forma que se considere el mayor número de especies en el análisis. Asimismo es más fina y cuidadosa que en los estudios prospectivos, pues en este caso es importante caracterizar los factores microambientales a los que están sujetas las especies.

IV.2 Sobre el Trabajo de Campo y las Colectas

La metodología preliminar que hemos diseñado para estudiar el ambiente cascada, misma que fue aplicada* en la localidad "Micos", es la siguiente:

- a) Se analizan varias cascadas de la localidad, con el objeto de obtener las diferencias y las características que poseen en común.
- b) Una vez realizado lo anterior, se procede a escoger las cascadas o partes de estas que se van a coleccionar, utilizando como criterios de selección su accesibilidad y su representatividad.
- c) Antes de iniciar la colecta, se analiza nuevamente la cascada por trabajar, reconociendo los distintos microambientes que la conforman, para lo cual se toma en cuenta tanto la apariencia de las algas que crecen en los diferentes sitios (color, tipo de talo, etc), como las condiciones ambientales a las que están sujetas (en forma cualitativa), por ejemplo, si están total o parcialmente sumergidas, si son subaéreas, si yacen sobre pendiente o sobre terreno plano, si la zona donde se encuentran es de golpeo, de escurrimiento, de salpicadura, o de goteo, etc. Dichos microambientes se pueden repetir varias veces en la misma cascada, así,
- d) Solamente se coleccionan los sitios más accesibles, anotando cuidadosamente el microambiente en el que se encuentran.

* Solamente en época de secas

Las figuras 4, 5, 6 y 7 corresponden a las cascadas colectadas en la localidad Micos, especificando la ubicación de los distintos microambientes.

Colectas

El método de colecta utilizado fue el directo (cuidando arrancar junto con el alga su estructura de fijación, ya que en ocasiones tiene valor taxonómico). En el caso de las algas que cuelgan del techo, detrás de la caída del agua, se utilizó una red extensible con un raspador. Las zonas de golpeo, bateo y goteo, en las -- cuales las algas forman costras o tapetes muy adheridos al sustrato, se colectaron con espátula. Se hicieron exprimidos de musgos -- para colectar algas perifíticas.

Los datos de cada muestra se anotaron en libretas de campo e inmediatamente las algas se fijaron con formol al 4%.

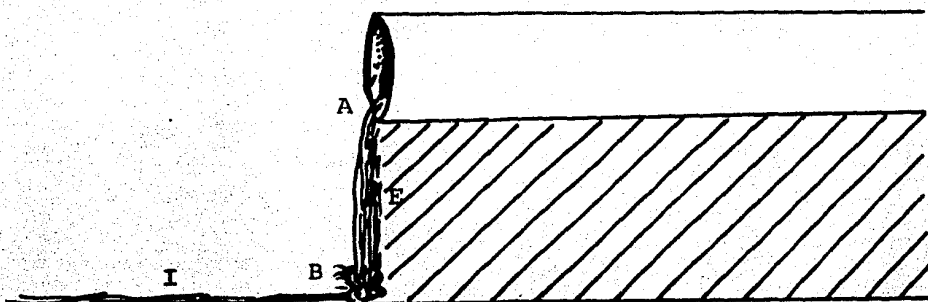


Fig. 4. Perfil de la cascada Dinamo. (B)

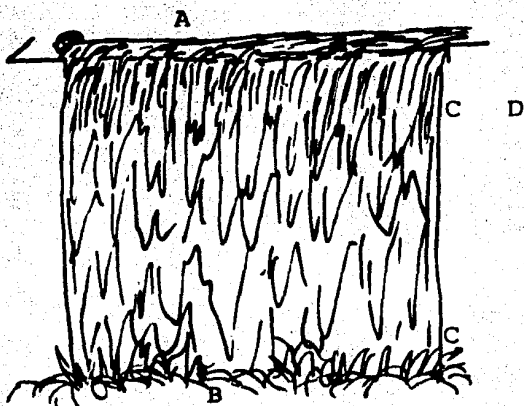


Fig. 5. Vista frontal de la cascada Dinamo (B)

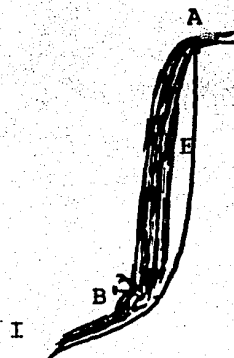


Fig. 6. Vista frontal de la cascada Temporal (C)

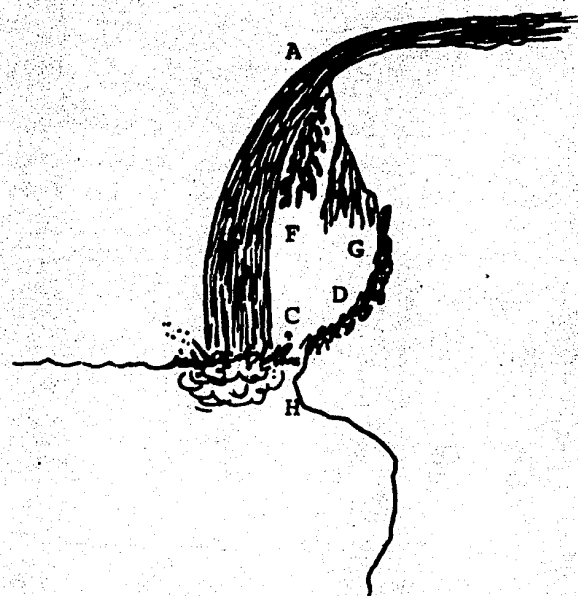


Fig. 7. Perfil de la cascada A

Clave de los microambientes:

- A:** Zona de deslizamiento del agua (donde ésta se precipita al vacío)
Las algas en esta zona están sujetas a un efecto de "jaloneo", porque se acelera la velocidad de la corriente.
- B:** Zona de golpeo (el agua cae desde una altura de 2.5 m).

- B':** Zona de golpeo intenso (el agua cae desde una altura de 4m).
- C:** Zona de salpicadura fuerte
- D:** Zona de salpicadura muy débil
- E:** Pared vertical detrás de la cortina de agua
- F:** Zona aérea de algas colgando muy empapadas, cerca de la cortina de agua

- G:** Zona cubierta de musgo húmedo
- H:** Zona de bateo del agua
- I:** Zona de rápidos (el agua fluye con gran velocidad)

IV. 3 Sobre el Trabajo de Laboratorio y los Problemas de Identificación Taxonómica.

En lo que respecta a la revisión de las muestras, se estudiaron en conjunto todas las especies que contenía cada muestra, de manera que fuéramos caracterizando las asociaciones. Por el momento el único grupo que no se abordó fue el de las diatomeas, pues las muestras requerían "limpiarse" para quemar toda la materia orgánica y evidenciar claramente las frústulas de sílice, en las que se basa toda la taxonomía.

Se tuvo énfasis especial en la revisión de las muestras de la zona de golpeo, cubriendo no obstante todos los distintos microambientes que diferenciamos en el campo. Por el momento no se consideró en este estudio a la comunidad perifítica, pues es importante pero solamente en algunas muestras de algas subaéreas.

La identificación taxonómica de las algas estudiadas fue una tarea difícil, pues por un lado la taxonomía de dichas algas es -- controvertida, sobre todo el género *Cladophora* (Hoek, 1963; Whitton 1970) y el grupo de las cianofitas, ya que los especialistas ponderan en forma distinta los caracteres, incluso para definir y delimitar los géneros, (resultado de la gran diversidad y pleomorfismo que exhiben dichas especies).

Además esta tarea se complica aún más en este caso ya que hay que usar solución descalcificadora, la cual muchas veces altera la

forma de las células y la vaina en las cianofitas, caracteres usados para la delimitación de especies. Asimismo el hecho de que las especies se encuentren muy entremezcladas, dificulta el decidir -- cuál es la responsable de la calcificación y cuáles son calizo perforadoras, información que se utiliza en las claves (este mismo -- problema lo menciona Woronochin, 1930, en Blum, 1956). De la misma manera, cuando varias especies están inmersas en un mucílago difluente, es imposible saber a cuál de todas ellas pertenece.

Todo lo anterior influyó en que no coincidieran en la mayoría de los casos, las descripciones de los ejemplares con las especies descritas. De esta manera se prefirió no asignarles un epíteto específico, o intentar encajar las especies estudiadas con alguna de las descritas, puesto que tener errores de identificación es -- realmente grave en estos estudio, ya que le asignamos a las especies una ecología que no les corresponde.

V PRESENTACION, ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

V.1. Caracterización Ficoflorística Preliminar de las Cascadas Estudiadas

En esta primera fase se reportan 35 especies de algas, las --
cuales aunque sólo corresponden a una parte de la flora ficológica
total de las cascadas estudiadas, dan idea del panorama ficológico
de las mismas. Dichos resultados aún no pueden ser tomados en cu
enta para sacar alguna conclusión con respecto al grupo algal predo-
minante en este ambiente, sin embargo evidencian claramente los --
hábitos predominantes en los distintos microambientes.

De las 35 especies reportadas, 25 son cianofitas, 3 son rodo-
fitas, 5 son clorofitas y 1 es diatomea.

CYANOPHYTA

<i>Chamaesiphon incrustans</i>	<i>Microcoleus</i> sp. (3)	<i>Phormidium</i> sp. (6)
<i>Dermocarpa</i> sp.	<i>Nostoc</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp. (7)
<i>Dichothrix orsiniana</i>	<i>Oscillatoria</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp. (8)
<i>Gleothece</i> sp.	<i>Phormidium</i> sp. (1)	<i>Phormidium</i> sp. (9)
<i>Lyngbya</i> sp. (1)	<i>Phormidium</i> sp. (2)	<i>Phormidium</i> sp. (10)
<i>Lyngbya</i> sp. (2)	<i>Phormidium</i> sp. (3)	<i>Scytonema</i> sp. (11)
<i>Lyngbya</i> sp. (3)	<i>Phormidium</i> sp. (4)	<i>Symploca borealis</i>
<i>Microcoleus</i> sp. (1)	<i>Phormidium</i> sp. (5)	<i>Tolypothrix distorta</i>
<i>Microcoleus</i> sp. (2)		

Rhodophyta

Audouiniella sp. (1)

Audouiniella sp. (2)

Erythrotrichia sp.

Chlorophyta

Cladophora glomerata

Cladophora sp.

Oedogonium sp. (1)

Oedogonium sp. (2)

Oedogonium sp. (3)

Rhizoclonium hieroglyphicum

Bacillariophyta

Cymbella sp.

V.2. Descripción de las Especies Reportadas.

Considerando que en este tipo de estudios es importante caracterizar y distinguir a las especies reportadas, ya que las mismas reflejan los cambios y variables de los factores ambientales - (tanto fundamentales como secundarios), se puso énfasis en obtener la descripción de cada especie lo más detalladamente posible.

La descripción se ha subdividido en diferentes rubros, con el objeto de facilitar la búsqueda de información determinada.

La primera parte de la descripción corresponde a los caracteres utilizados para delimitar a las especies como son: medidas, color, vaina, etc.

Posteriormente bajo el subtítulo de hábito y sitio de colecta,

se menciona lo referente a la apariencia del alga en el campo y el sitio (s) de la cascada (s) donde se colectó. Para todas las especies encontradas (excepto las subaéreas) la temperatura fue de -- 25°C y pH de 7.

La siguiente información constituye las anotaciones taxonómicas, en donde se señalan diferencias taxonómicas (si es que las -- hay), entre los ejemplares colectados y la especie descrita.

La última parte corresponde a las referencias, la cual está -- subdividida en herbario y bibliográficas. El número de referencia de herbario corresponde al número de muestra colectada e incluida en el Herbario de Ficología de la Facultad de Ciencias. U.N.A.M. PA, es la clave con la que se incorporan al herbario las muestras del proyecto 'Ficoflora de la Cuenca del Río Pánuco'.

En los casos en que se describen varias especies del mismo -- género, se anexa la diagnosis del mismo con toda la referencia bibliográfica consultada.

Audouniella sp. (1)

Talo filamentoso, abundante o escasamente ramificado; ramificación unilateral; ramas pluriseriadas largas del mismo diámetro que el eje principal. Filamentos de color verde grisáceo o púrpura, de 6-9 (10.5) μ de diámetro y 13-38 μ de largo; largo/ancho 1.7-4.8. Monosporangios muy abundantes, en racimos; esporangios maduros de 19-20 μ de diámetro y 17 μ de largo. Se fija al sustrato mediante gruesos rizoides. Las células poseen varios cloroplastos parietales.

Hábito y Sitio de Colecta

Sumergida. Se localiza abundantemente en la zona de rápidos de la cascada B, fuertemente adherida; formando mechones de color azul verde.

Anotaciones Taxonómicas

No se puede descartar del todo, que esta alga corresponda a un estadio Chantransia del alga *Batrachospermum* sp., la cual se ha colectado en este río, sin embargo, hemos seguido el criterio señalado por Skuja (1934; en Bourrelly, 1970) para considerarla como *Audouniella* sp.

Referencias

Herbario: PA 1743

Bibliográficas: Kilin, 1956; Prescott, 1962; Bourrelly, 1970.

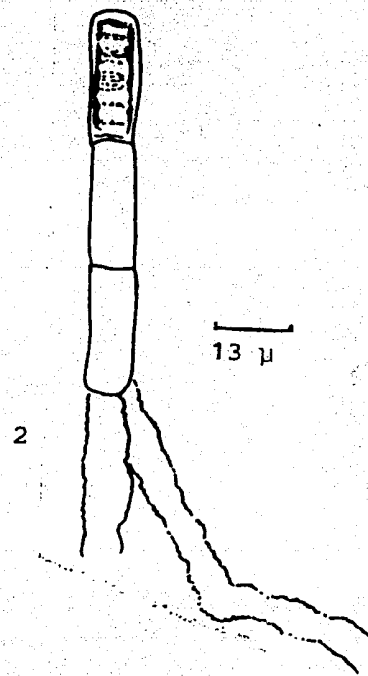
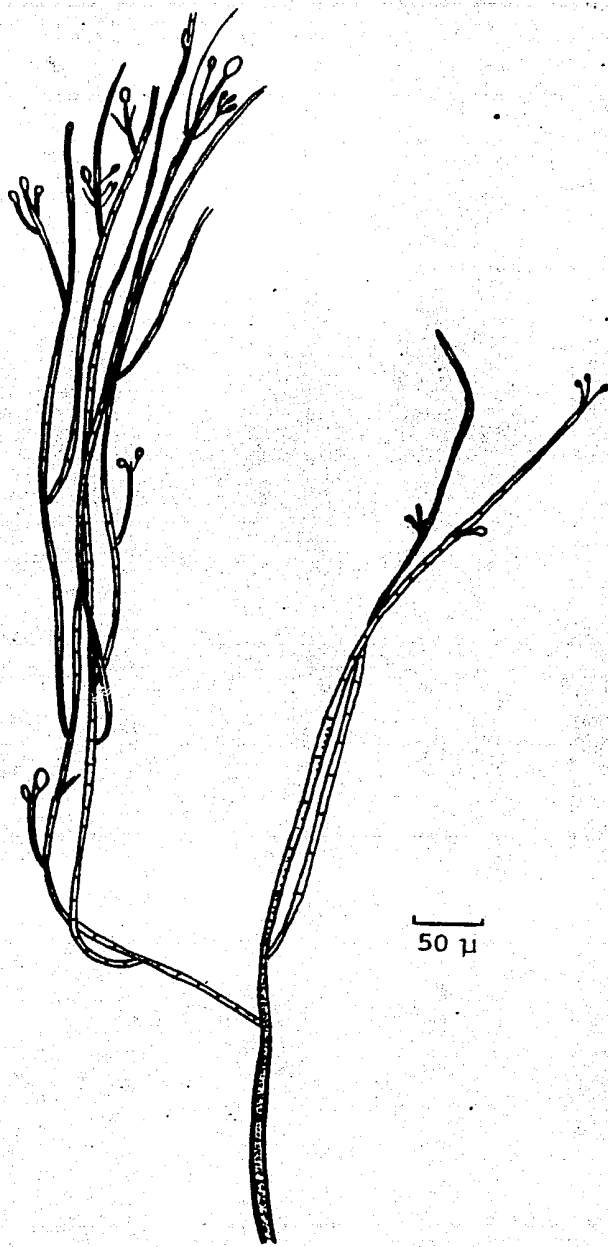


Fig. 1. Talo de la planta.
Fig. 2. Rizoides basales.

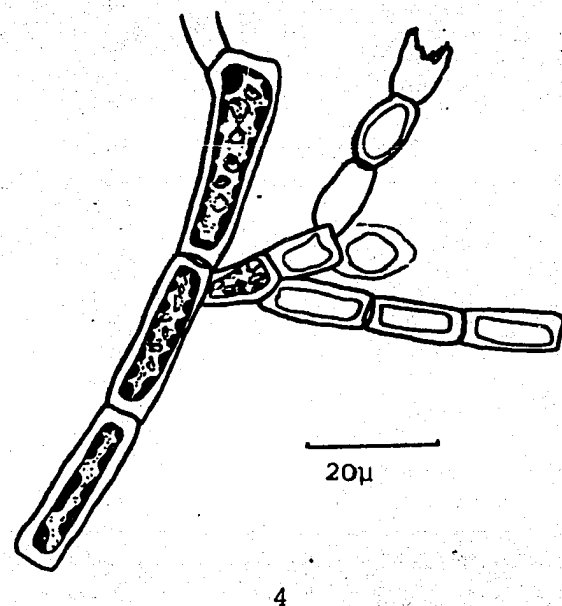
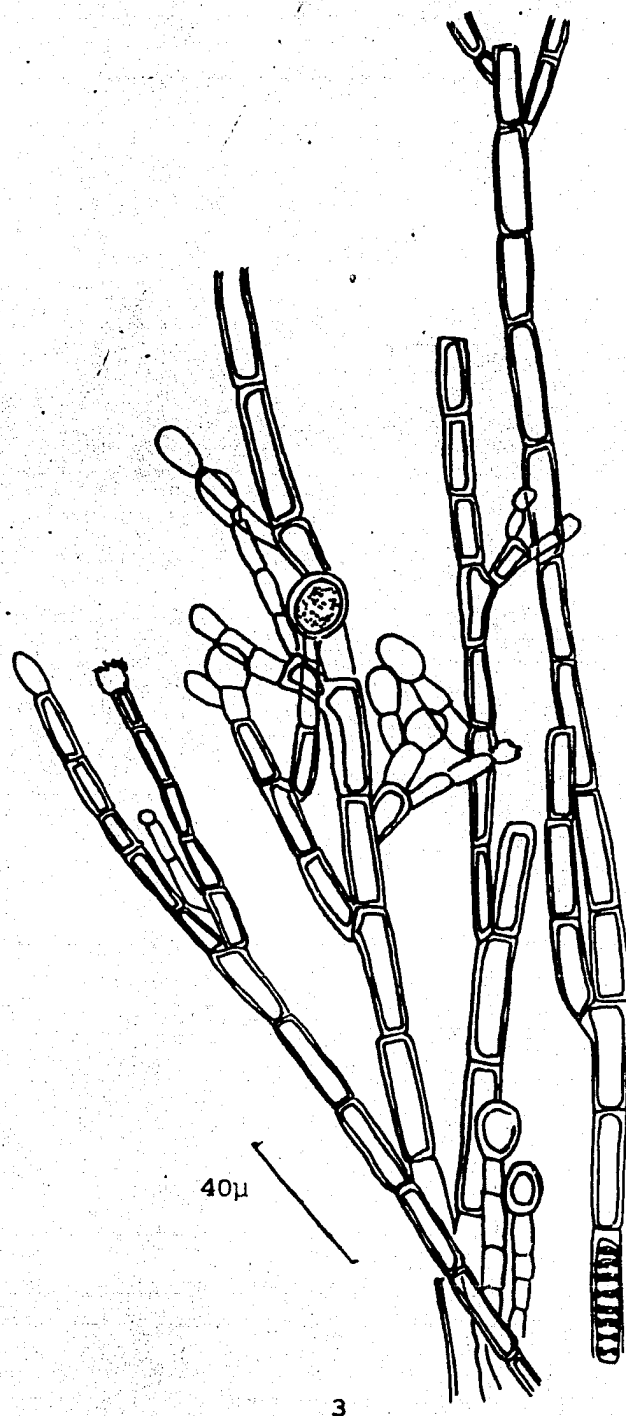


Fig. 3. Fragmento del talo mostrando los esporangios en racimos.
 Fig. 4. Fragmento del talo evidenciando el tipo de cloroplasto.

Audouniella sp. (2)

Talo filamentoso poco ramificado. Ramificación regular, generalmente unilateral, ramas muy largas y más delgadas que el eje principal. Filamentos color verde oscuro de 16μ de diámetro en la parte basal, de $10.3-14.5\mu$ de diámetro en las ramificaciones, y $22-44\mu$ de largo, largo/ancho: $1.7-3.0$ (3.8μ). Monosporangios escasos, en racimos, casi esféricos, de $17-18\mu$ de diámetro. Se fija al sustrato mediante ramas pluriseriadas, postradas.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la zona de bateo de la cascada A, sobre sustrato calizo. Escasa. Sumamente epifitada por *Chamaesiphon incrustans*

Anotaciones Taxonómicas

Podría ser la misma especie que *Audouniella* sp. (1), ya que las dimensiones de los esporangios son muy similares, sin embargo, caracteres como el diámetro de los filamentos y el color, son bastante diferentes en ambas, razón por la cual, tentativamente se consideraron como especies distintas, hasta no disponer de material bibliográfico para identificar las especies de este género.

Referencias

Herbario: PA 1722, PA 1725

Bibliográficas: Kilin, 1956; Prescott, 1962; Bourrelly, 1970.

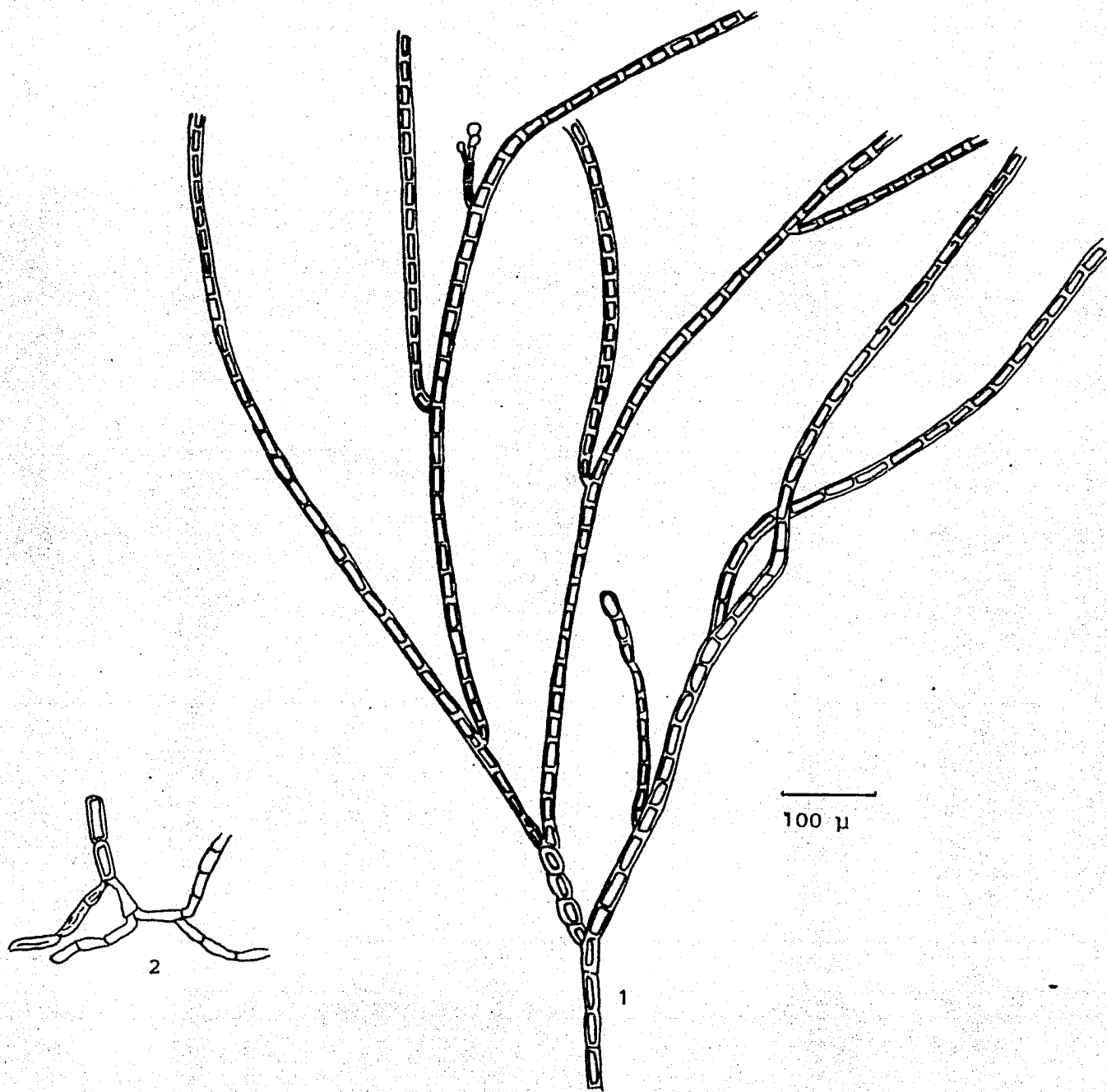


Fig. 1. Fragmento del hábito, mostrando el tipo de ramificación.
Fig. 2. Rizoides basales.

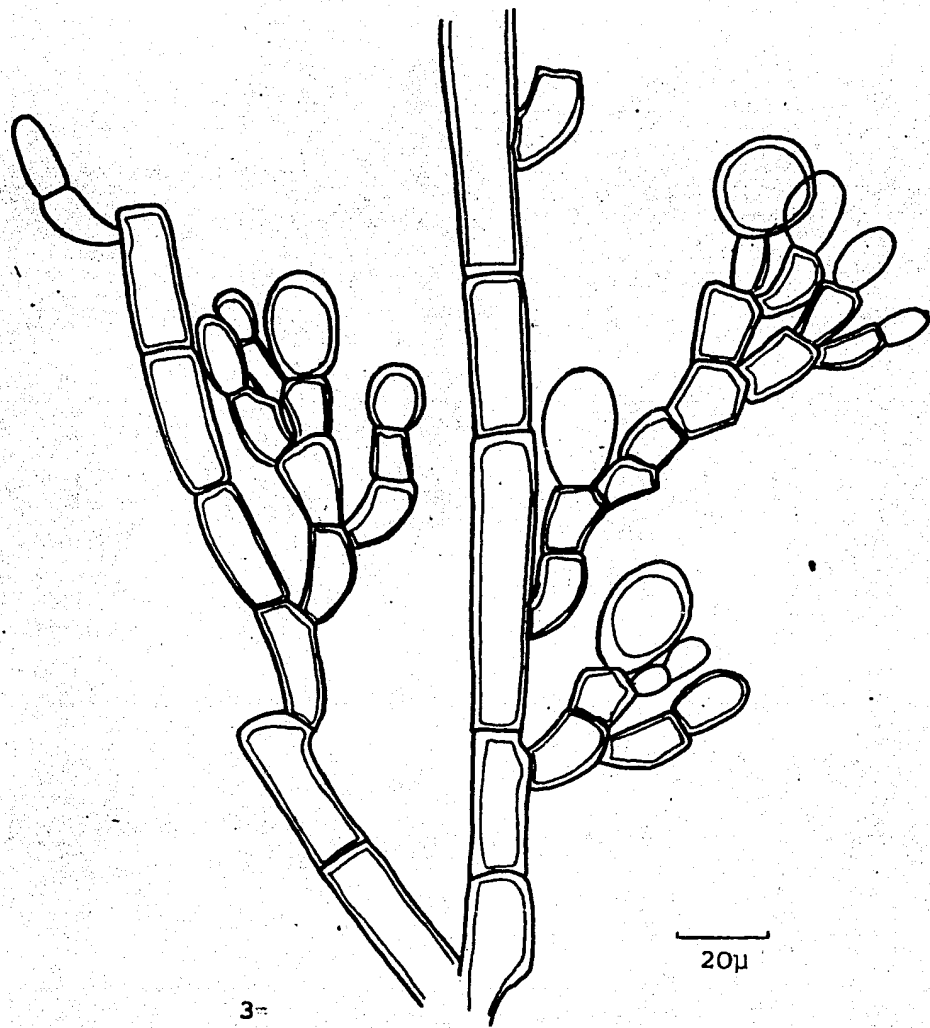


Fig. 3. Fragmento del talo evidenciando los esporangios.

Chamaesiphon incrustans Grunow

Sphaerogonium incrustans (Grunow) Rostaf

Esporangios individuales de forma globosa cuando son jóvenes y de mazo cuando maduran; parte inferior $1.4-2.25\mu$ de diámetro, - parte superior $3-4.2\mu$ de diámetro y $10.5-15\mu$ de largo; rectos o ligeramente arqueados, de color verde seco muy pálido y contenido celular homogéneo. Pseudovagina amplia, constituida de mucílago - sólido. Presentan disco de fijación visible. Formación de 1-2 exosporas (de 3μ de diámetro) en la pared apical del esporangio.

Hábito y Sitio de Colecta

Sumergida. Constituyendo un talo muy difundido solamente sobre *Audouiniella* sp. en la zona de bateo de la cascada A.

Anotaciones Taxonómicas

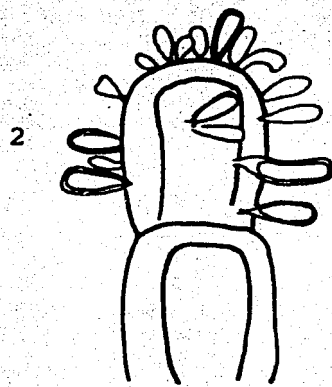
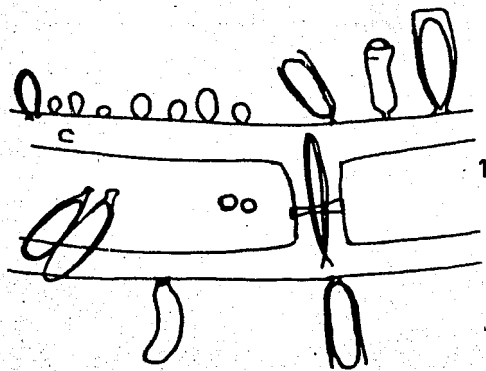
Una diferencia de los ejemplares colectados con las descripciones bibliográficas, es que en ellos se observa claramente el -- disco de fijación sobre el alga que epifitan, es decir no son in-- crustantes.

Son muy escasos los individuos con exosporas, pero se observan numerosos esporangios con la vaina rota, lo que podría indicar que ya ha pasado el período reproductivo intenso.

Referencias

Herbario: PA 1725

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962.



20 μ

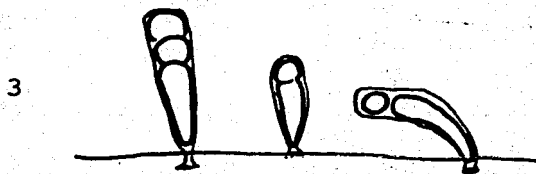


Fig. 1-2. Hábito

Fig. 3. Esporangios con exosporas. Detalle del pie de fijación.

Cladophora Kuetzing

Talo filamentosamente repetidamente ramificado con una diferenciación basal distal, unido al sustrato por medio de un rizoides bien definido, algunas especies se encuentran flotando libremente o enredadas en otras plantas. Ramificación alterna, opuesta, algunas veces di o tricotómica. Ramas más delgadas que el eje principal o por lo menos adelgazadas hacia los ápices. Células cilíndricas o con forma de mazo; paredes celulares gruesas y estratificadas en la mayoría de las especies, aunque también puede ser delgada y firme. Cloroplasto parietal reticulado o algunas veces fragmentado, dando la apariencia de numerosos discos; pirenoides presentes, células multinucleadas. Reproducción asexual por medio de isogametos que se producen en células apicales o subapicales no especializadas.

En la bibliografía se menciona que las especies de este género por lo general se desarrollan en aguas duras o semiduras.

Referencias bibliográficas

Tiffany, 1952; Prescott, 1962; Hoek, 1963; Bourrelly, 1972.

Cladophora glomerata (L.) Kuetzing

Es un alga filamentosa de hasta 10 centímetros de largo, de color verde limón o amarillento, muy ramificada sobre todo en la parte apical, dándole una apariencia plumosa. Generalmente se mantiene un eje principal a lo largo de todo el talo, pero algunas ramas pueden desarrollarse tanto como éste. El crecimiento es principalmente apical, acropetálico; la inserción es lateral en el polo apical de la célula o completamente apical cuando surgen juntas más de una rama; el ángulo de la ramificación es estrecho sobre todo en la parte apical. La mayoría de las células son de forma cilíndrica y algunas (sobre todo las células que producen ramificaciones) presentan forma de mazo. Las células apicales se atenúan ligeramente en su polo superior terminando en punta redondeada. Células del eje principal de 90-140 μ de diámetro (110-120 μ en promedio) y 350-850 μ de largo, relación largo/ancho: 3.5-9.5 ; células apicales de 30-60 μ de diámetro y (90) 140-250 μ de largo, relación largo/ancho: 3-7 (9) .La pared celular es muy gruesa y estratificada de hasta 20 μ de grosor en la parte basal del talo. Presentan un rizoide tipo coralino. Es común observar en esta especie yemas o abultamientos a lo largo del talo, y sobre todo en la parte basal, las cuales muchas veces cambian la dirección de las ramas o del filamento.

Hábito y Sitio de Colecta

Se localiza sumergida en la zona de deslizamiento del agua de las cascadas B y C y en la zona de bateo de la cascada A; como filamentos largos fuertemente adheridos a la roca caliza. También se encuentra subaérea en la concavidad de la cascada A, muy humedecida por la salpicadura (cerca de la caída de agua).

Sumamente epifitada por diatomeas (*Cymbella* sp., *Gomphonema* sp., *Cocconeis* sp.). El alga está deteriorada, sobre todo cuando está plagada de *Cocconeis* sp.

Anotaciones Taxonómicas

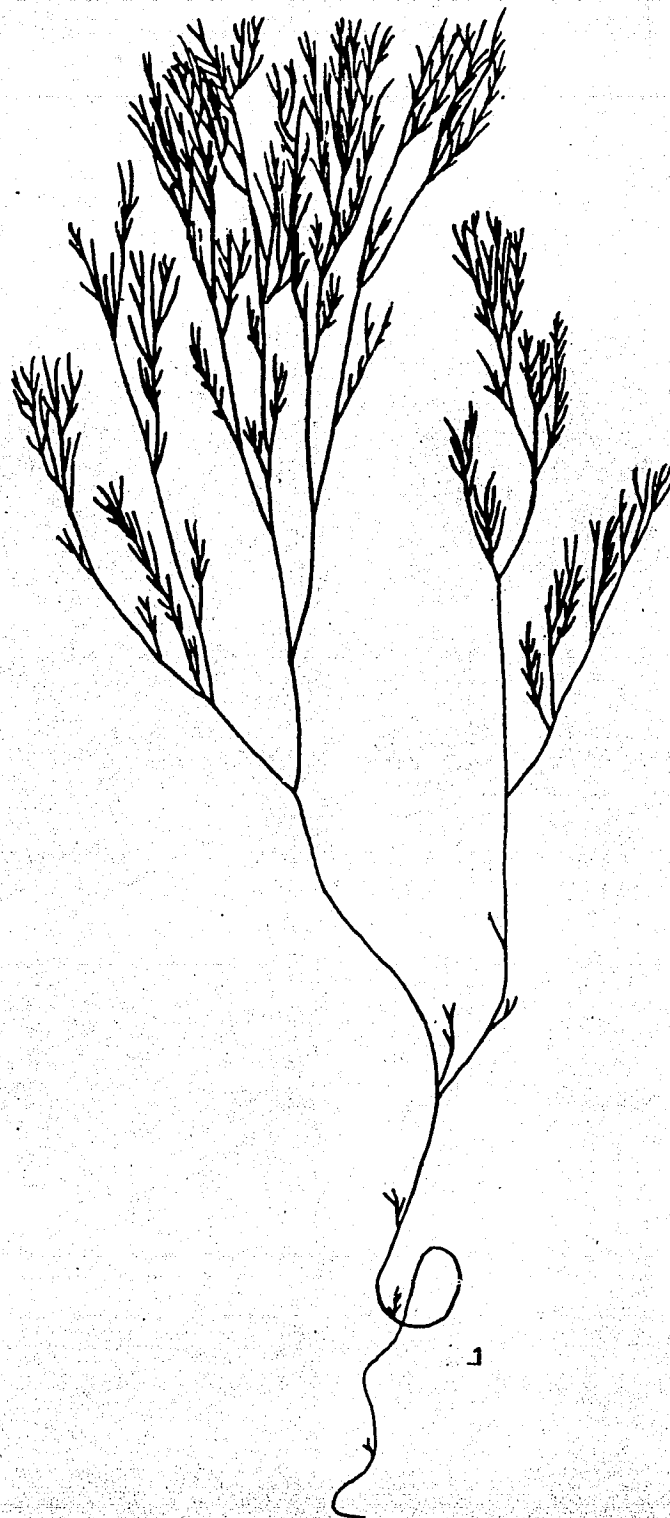
No se menciona en la bibliografía nada respecto a las yemas o abultamiento que se presentan en el talo.

Los ejemplares subaéreos son de color más amarillento y sus rizoides no se fijan al sustrato sino que están adosados a otros individuos.

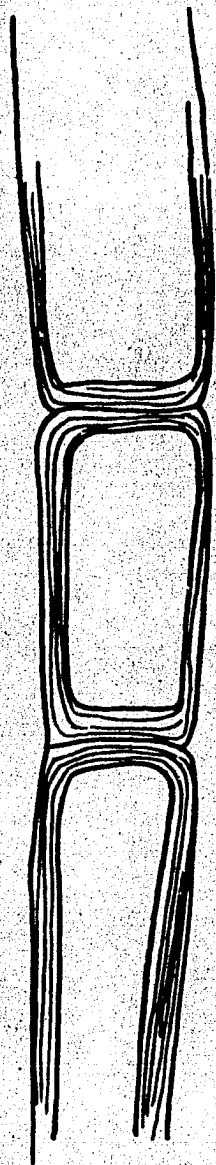
Referencias

Herbario: PA 1718, PA 1720, PA 1724, PA 1736

Bibliográficas: Prescott; 1962; Hoek; 1963; Whitton, 1970.



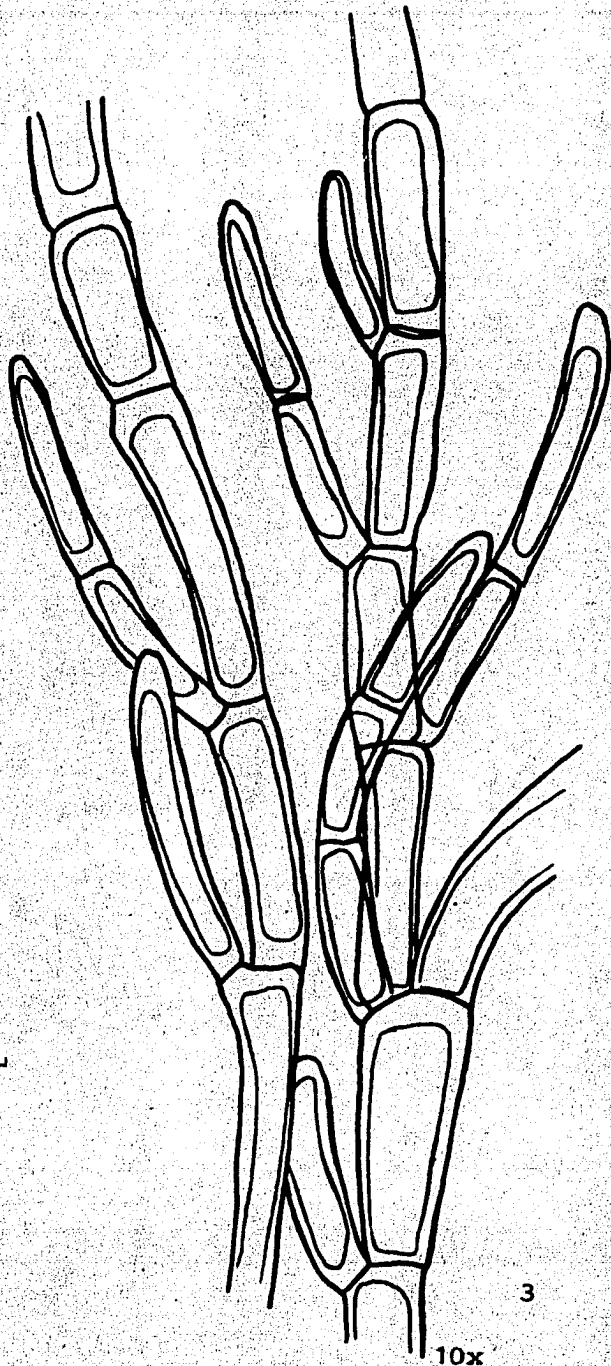
Fig, 1. Talo de la planta.



10x

2

100 μ

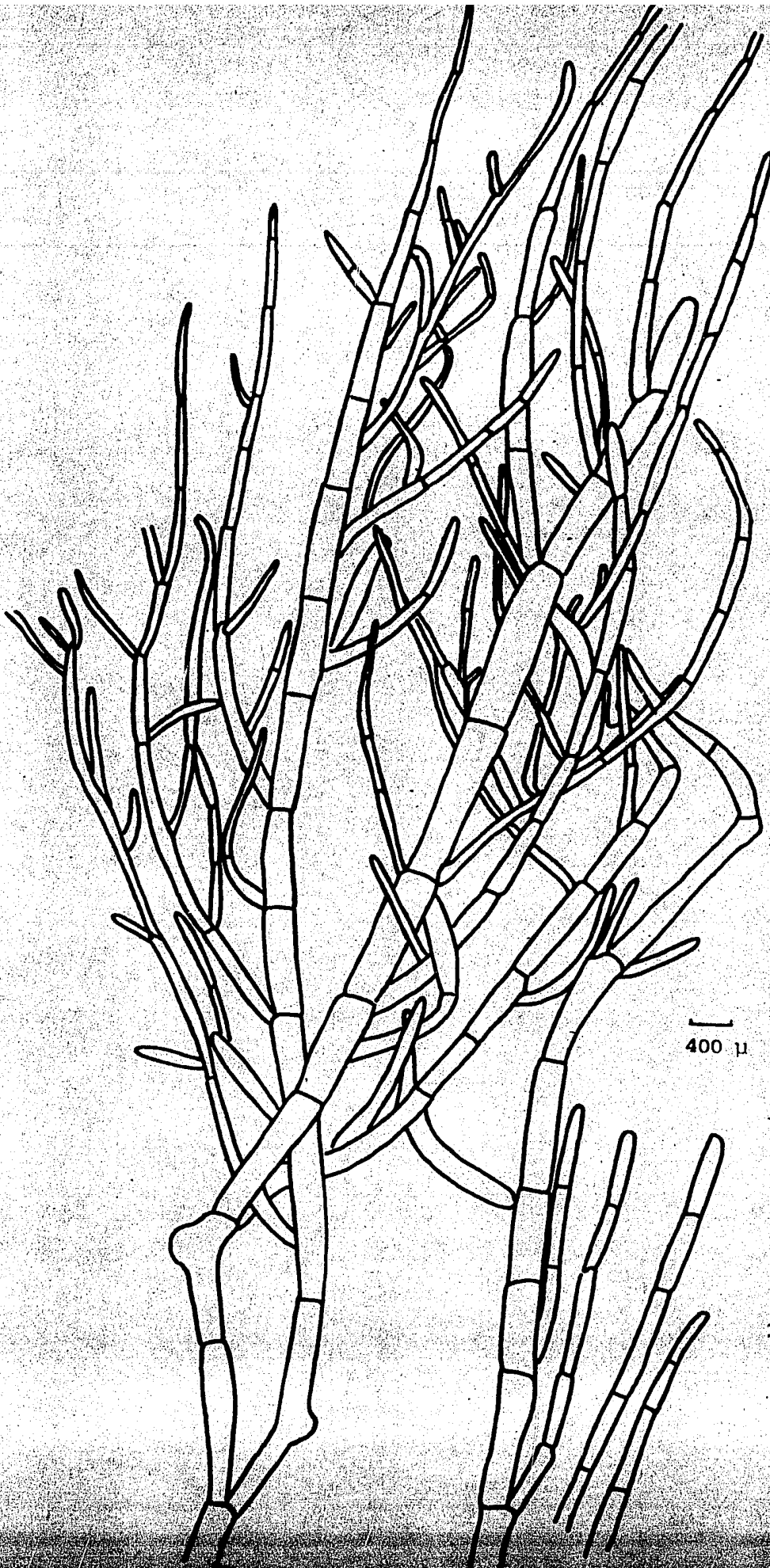


10x

3

Fig. 2. Fragmento del filamento principal mostrando la pared celular gruesa y lamelada.

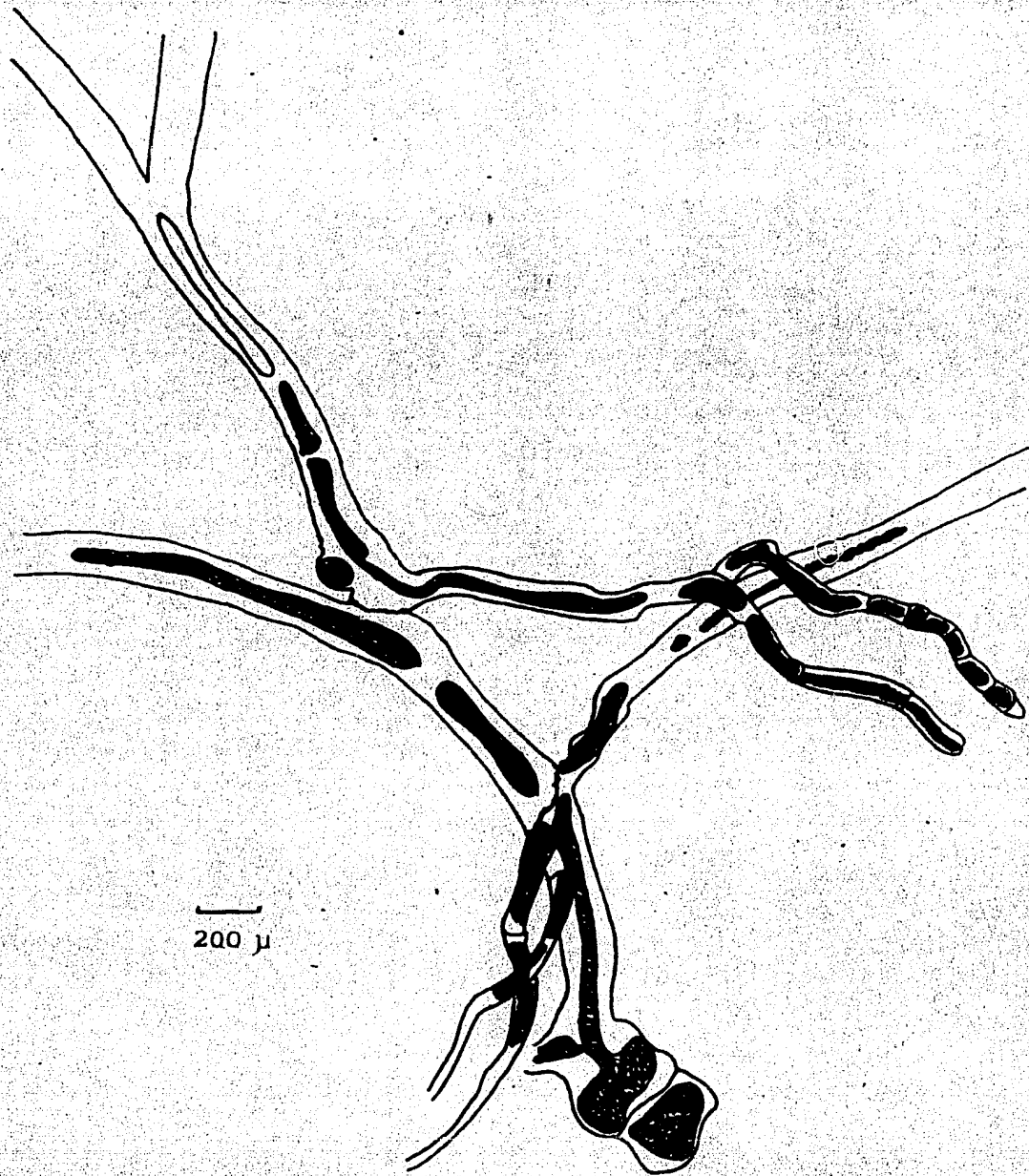
Fig. 3. Fragmento del talo mostrando el ángulo y sitio de inserción de las ramas y la forma de las células apicales.



—
400 μ

4

Fig. 4. Fragmento apical del talo mostrando el típico crecimiento apical.



5

Fig. 5. Fragmento del talo, mostrando distintos filamentos adosados entre si (en la condición subaérea).

Cladophora sp.

Es un alga filamentosa de color amarillento mostaza totalmente calcificada, abundante o escasamente ramificada, siguiendo un patrón de ramificación irregular. Inserción de las ramas lateral, septos transversales casi verticales cuando se forman ramas cortas y totalmente apical cuando surgen más de una célula de la misma rama. Células de forma cilíndrica excepto las apicales que están ensanchadas en el polo superior. Filamento principal de 50-70 (80) μ de diámetro y 375-590 μ de largo, con la relación largo/ancho 7-10.5 ; últimas ramas de 30-60 μ de diámetro y 250-300 (400) μ de largo, con una relación largo/ancho: 5.5-9.5 ; células apicales de 30-50 μ de diámetro y (130) 170-180 μ de largo, con una relación largo/ancho: (4.3-5)6-12 (15) . Pared celular gruesa y estratificada. No se fija por rizoides basales, sino se observan filamentos postrados.

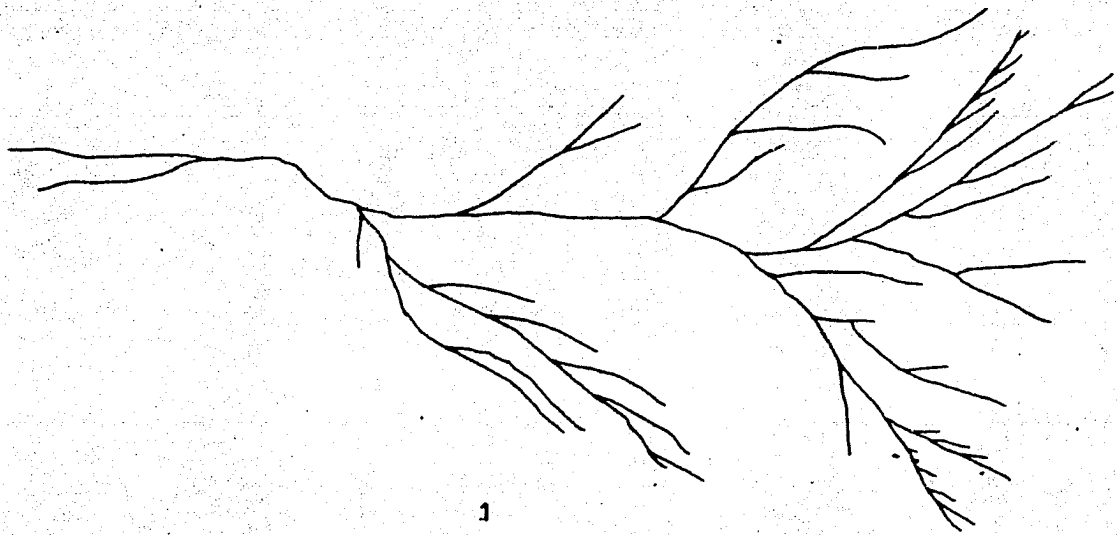
Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra subaérea, formando tapetes muy endurecidos cortos, amarillentos, firmemente adheridos a la roca caliza tanto en el piso como en el techo de la concavidad de la cascada A. Muy epifitada por diatomeas y *Dermocarpa* sp.

Referencias

Herbario: PA 1721, PA 1723

Bibliográficas: Prescott, 1962; Hoek, 1963.



1

Fig. 1. Talo de la planta, evidenciando su condición postrada.

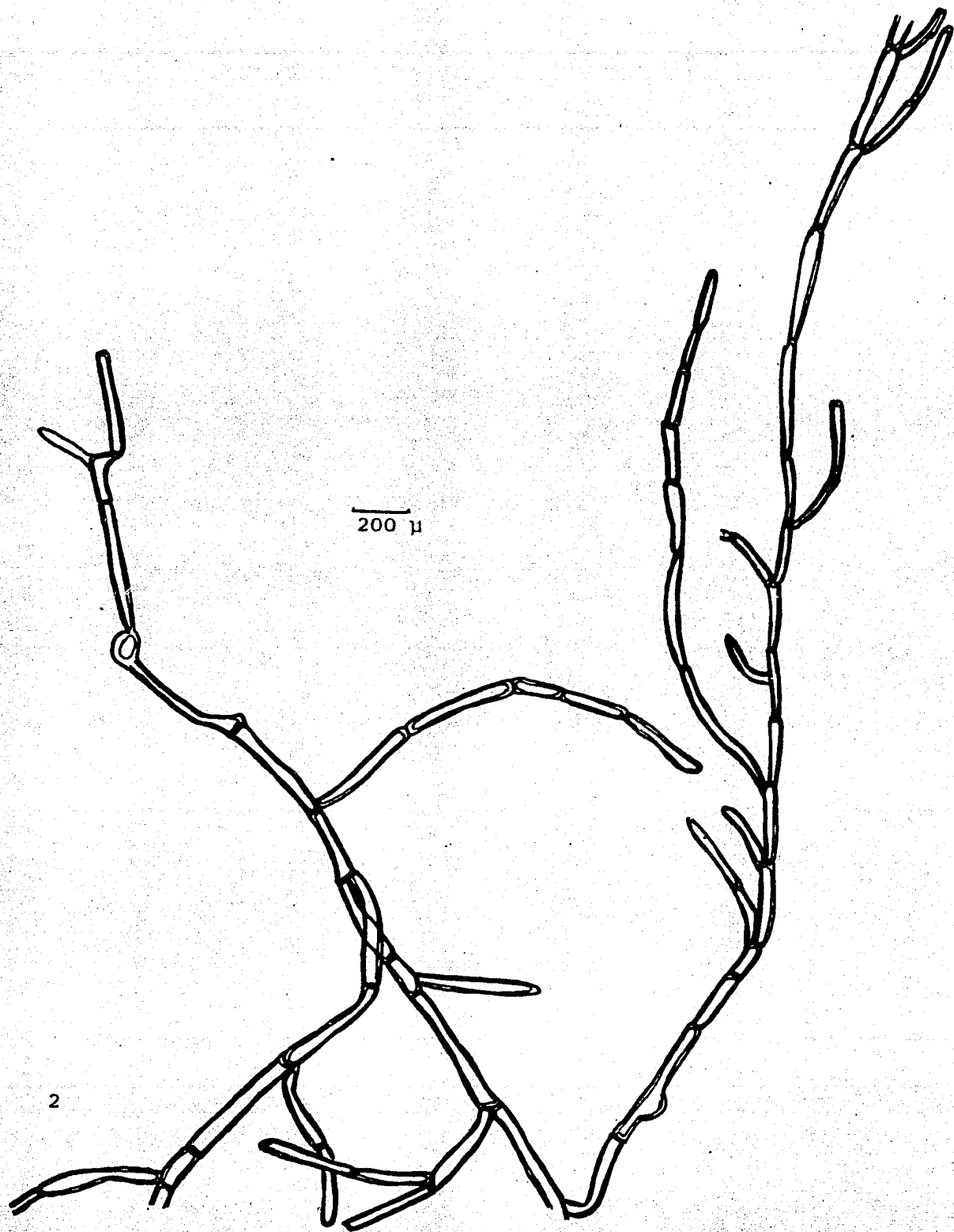


Fig. 2. Fragmento del talo.

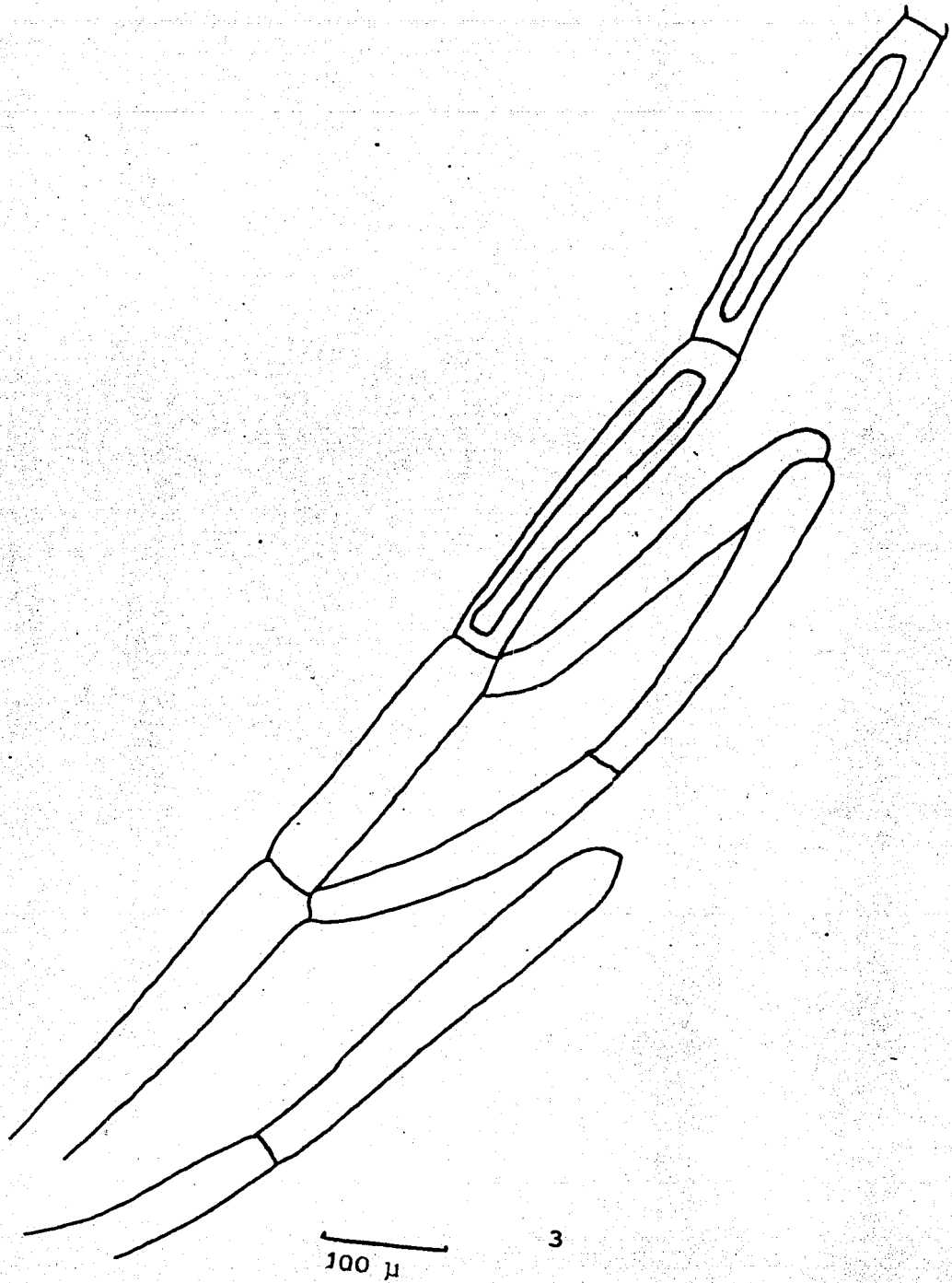


Fig. 3. Fragmento del talo evidenciando la forma de mazo de las células apicales.

Cymbella sp.

Células muy gruesas medianamente o muy elongadas, de 33-50 μ - de ancho (vista valvar) y 130-200 (230) μ de largo. Valvas asimétricas; con la parte central cóncava. Rafe bien desarrollado interrumpido en la parte central, en la cual se encuentra una puntuación desplazada ligeramente hacia la orilla. Presenta estrías claramente distinguibles, distribuidas no apretadas, 6 estrías en 10 μ ; -- las cuales están formadas por puntos discretos, grandes.

Se fija mediante un pedicelo mucilaginoso muy desarrollado y ramificado, el cual en el ápice porta células solitarias o en conjuntos de 4 células (del mismo tamaño o 2 células considerablemente más largas), rodeadas por un mucílago incoloro.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra tanto epífita de *Cladophora* sp., y *Cladophora* -- *glomerata* , como adherida al sustrato formando películas lodosas - en la zona de bateo y de salpicadura de la cascada A.

Referencias

Herbario: PA 1721, PA 1724, PA 1725

Bibliográficas: Bourrelly, 1968; Whitford, 1975.

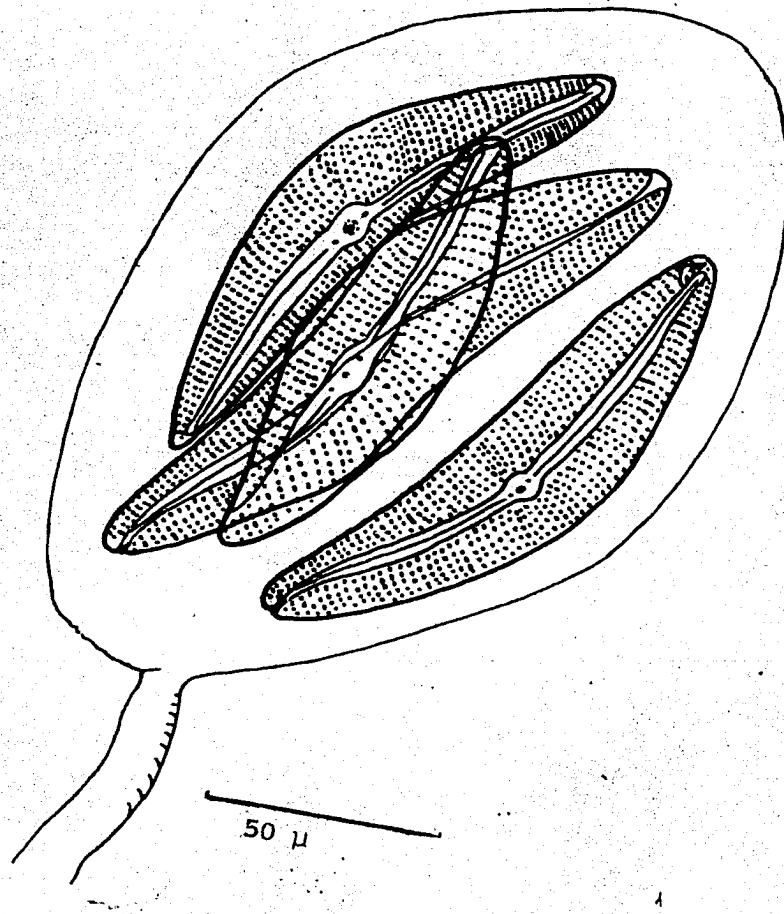
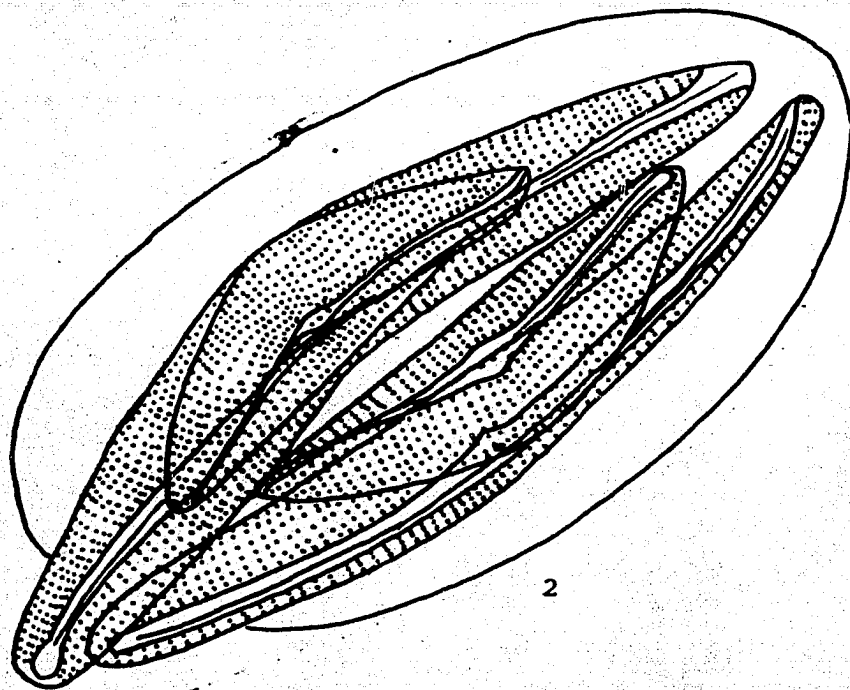
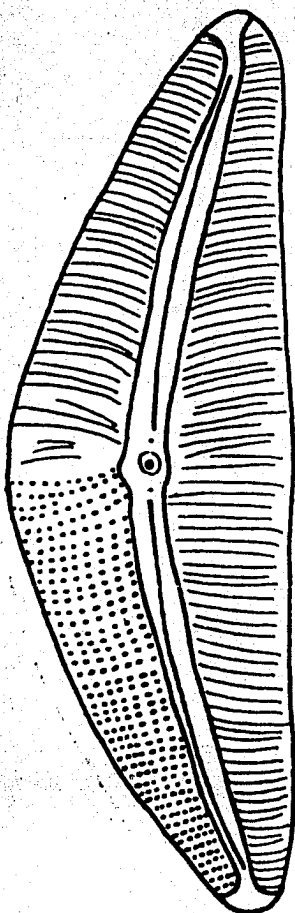


Fig. 1. Talo evidenciando los conjuntos de 4 células del mismo tamaño embebidas en un mucílago. Fragmento del pedicelo mucilaginoso.



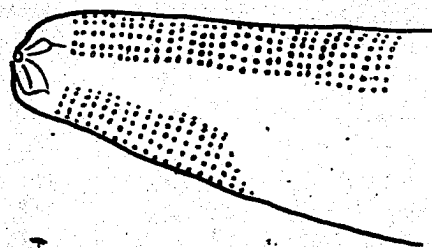
50 μ

2



50 μ

3



50 μ

4

Fig. 2. Talo evidenciando los conjuntos de 4 células (2 largas y 2 cortas)

Fig. 3. Vista valvar

Fig. 4. Vista conectiva

Dermocarpa sp.

Células epífitas de distintos tamaños, redondeadas o ligeramente alargadas, 3-7 μ de diámetro y 3.5-10 μ de largo; de color azul claro y contenido celular granuloso. Rodeadas por una vaina firme, incolora, no estratificada. División tanto por bipartición como por formación de endosporas; esporangios globosos de 9.5-14.5 μ de diámetro, conteniendo aproximadamente 12 endosporas angulares de 1.5-2.5 μ de diámetro, las cuales se liberan por gelatinización de la pared celular.

Hábito y Sitio de Colecta

Forman una capa totalmente calcificada sobre *Cladophora* sp. - bajo el efecto de salpicadura; en la cascada A.

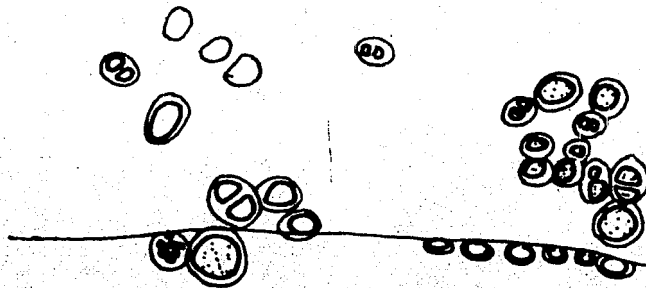
Anotaciones Taxonómicas

El ejemplar colectado concuerda en algunos caracteres con *Dermocarpa versicolor* (Borzi), sin embargo el diámetro del esporangio en dicha especie es mayor (16 μ) y la forma de liberar las endosporas no concuerda (se cae la punta de la vaina como si fuera tapadera).

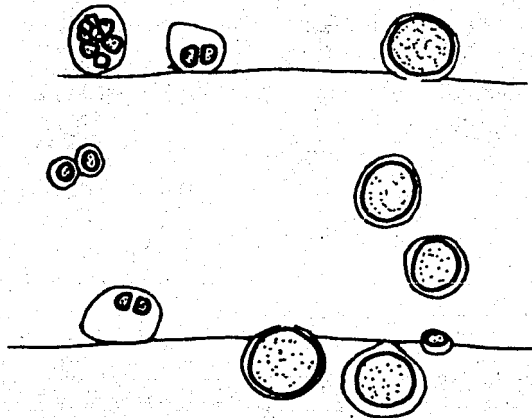
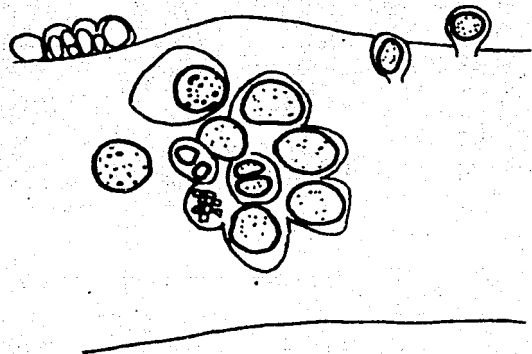
Referencias

Herbario: PA 1721

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Bourrelly, 1970; Humm y Wicks, 1980.



20 μ



Dichothrix orsineana (Kuetzing) Bornet & Flahault

Filamentos de 10-13 μ de diámetro, de color azul intenso formando almohadillas, en las que están dispuestos radialmente. Presenta pseudoramificaciones a nivel del heterocisto dando la apariencia de que el talo se separa en gajos. Vaina homogénea, firme, incolora o ligeramente amarillenta, la cual puede contener varios -- tricomas. El tricoma se va adelgazando poco a poco hasta constituir un pelo articulado; cerca del heterocisto las células son bulbosas, ensanchadas con las paredes transversales muy constreñidas, posteriormente van siendo más cuadradas. Medidas del tricoma 6-9.5 μ de diámetro y 3.5-5(7.0) μ de largo, largo/ancho: 0.65-1 . Heterocisto basal esférico, de 7.2-8.5 μ de diámetro.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra formando almohadillas sobre el lodo, de consistencia ligeramente rasposa; bajo efecto de salpicadura moderada en la cascada B.

Referencias

Herbario: PA 1740

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962;
Bourrelly, 1970.

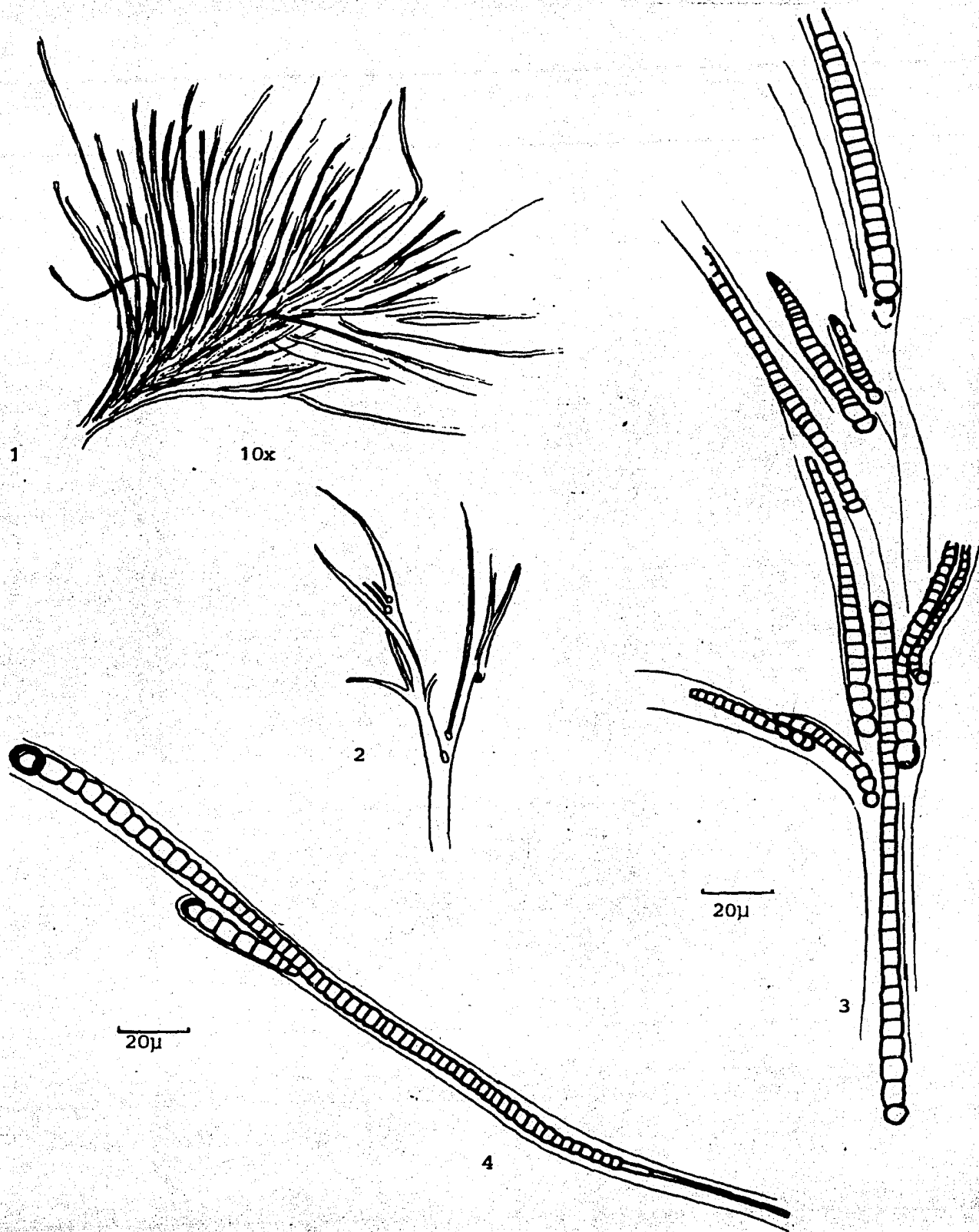


Fig.1. Hábito de la planta

Fig.2. Hábito evidenciando la pseudoramificación

Fig.3. Filamento evidenciando varios tricomas embebidos en una vaina común.

Fig.4. Tricoma evidenciando el heterocisto basal y la parte final constituyendo un pelo articulado.

Erythrotrichia sp.

Talo filamentososo de 10-30 μ de diámetro, de color azul verdoso a rojo púrpura, uniseriado o parcialmente pluriceriado (hasta 4 células). Paredes mucilaginosas, densas, amplias, con apariencia homogénea en las partes uniseriadas y estratificada en las maduras. Generalmente el talo completo no se ramifica, pero algunas veces se observa con ramificación dicotómica. Células de forma variada, lenticulares, rectangulares o subsféricas de (3.5-6) 7-13 (16) μ de diámetro y 3.7-7 (9) μ de largo; largo/ancho: 0.25-2 ; las cuales poseen un cloroplasto estrellado con un pirenoide central. Las monosporas se forman por división oblicua. Cuando es epífita, se fija mediante el ensanchamiento de la célula basal.

Hábito y Sitio de Colecta

Se localiza en las 3 cascadas, en zonas donde al agua fluye con rapidez (zona de rápidos y deslizamiento del agua en la cascada B, y en la zona de bateo de la cascada A) o también en zonas de golpeo, entremezclada con algas que calcifican (cascada B y C).

Anotaciones Taxonómicas

Es importante mencionar que en la literatura consultada no se ha reportado ninguna especie de agua dulce perteneciente a este género; sin embargo el alga posee características que definen y deli

mitan a este género, como son: la ramificación del talo, la formación de monosporas por divisiones oblicuas y la carencia de rizoides basales.

Referencias

Herbario: PA 1718, PA 1724 (abundantemente), PA 1725, PA 1737,
PA 1743, PA 1746.

Bibliográficas: Kylin, 1956; Joly, 1967; Burrelly, 1970.

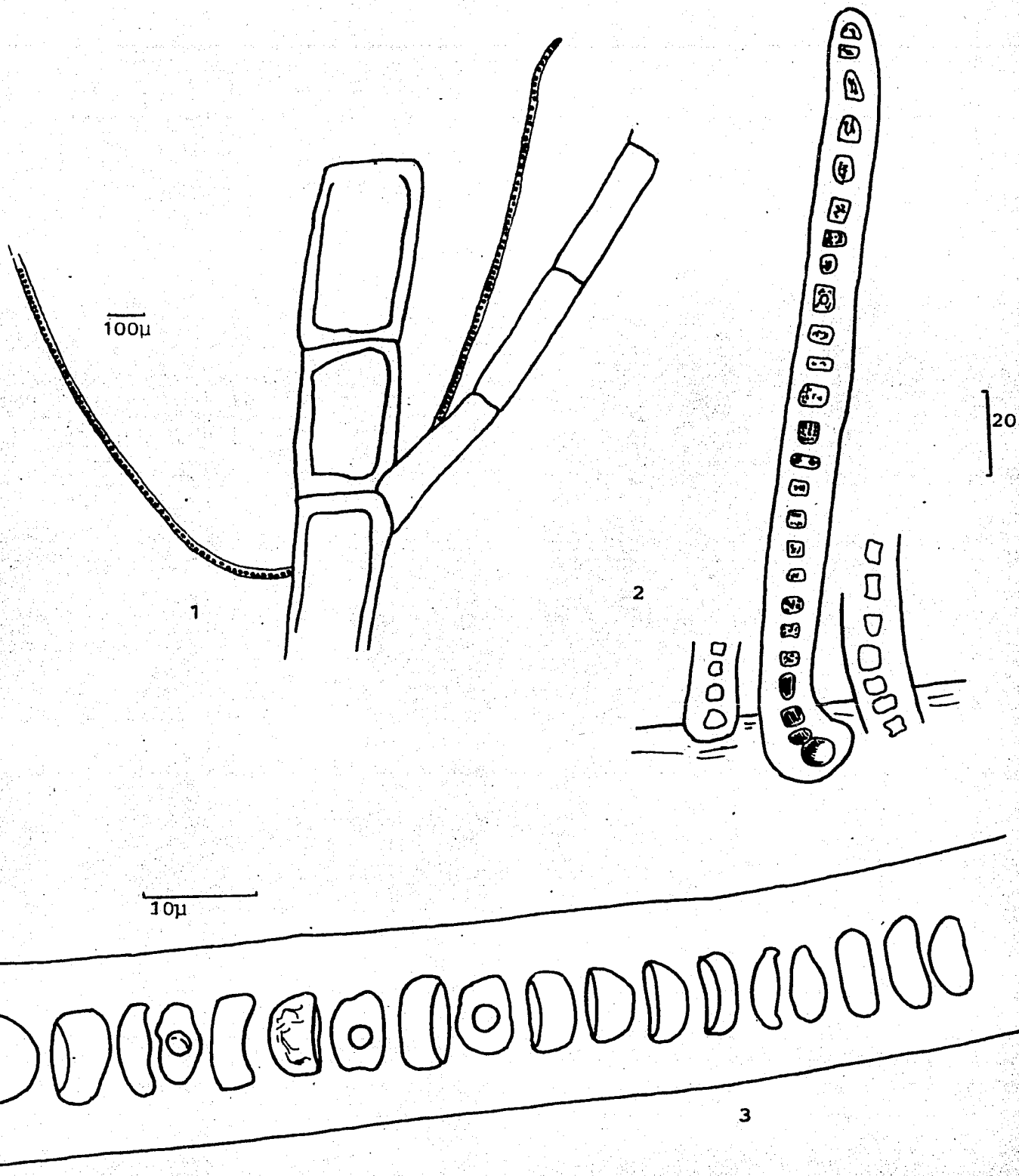
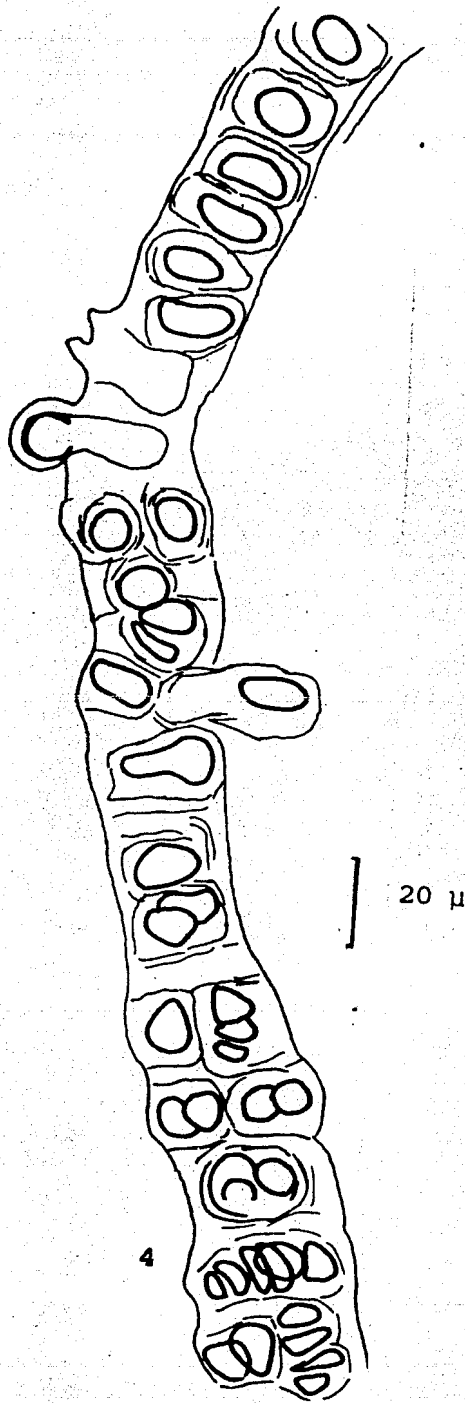


Fig. 1. Hábito filamentoso

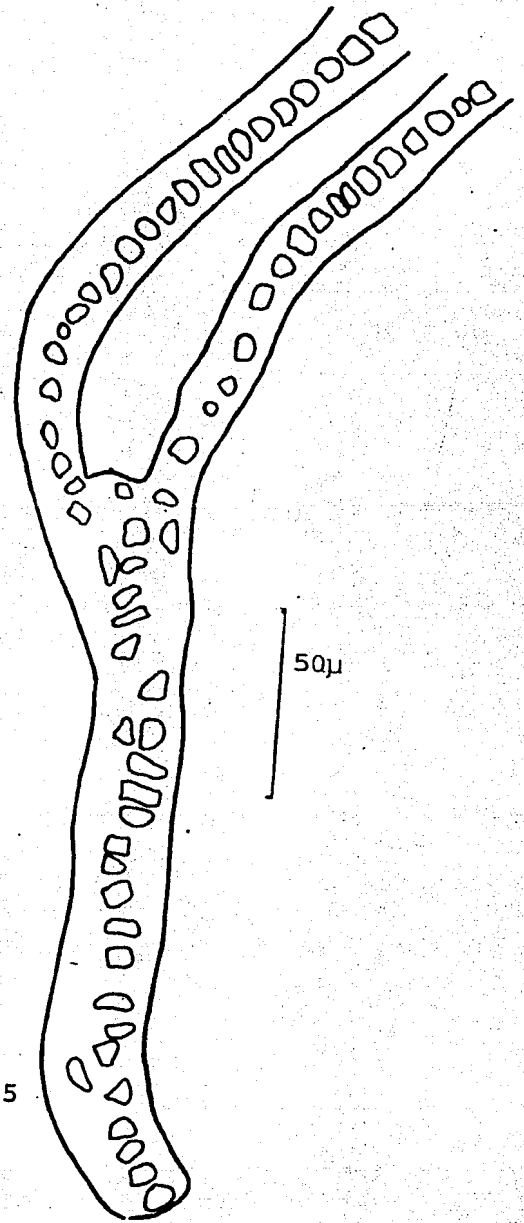
Fig. 2. Célula basal ensanchada

Fig. 3. Fragmento del talo evidenciando la forma de las células



4

20 μ



5

50 μ

Fig. 4. Talo pluriseriado, evidenciando la liberación de monosporas
 Fig. 5. Talo ramificado

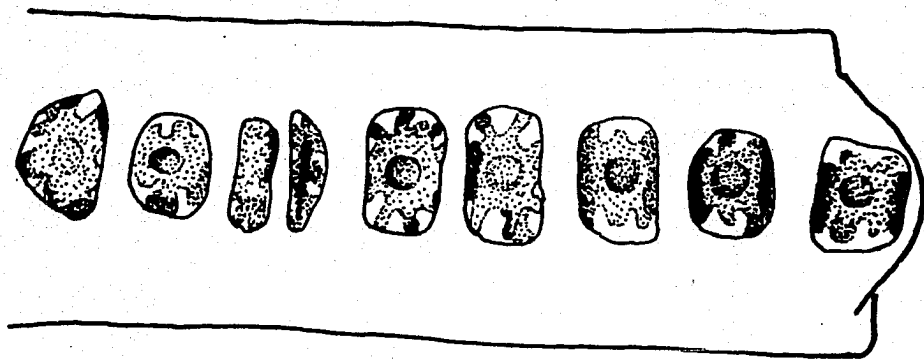
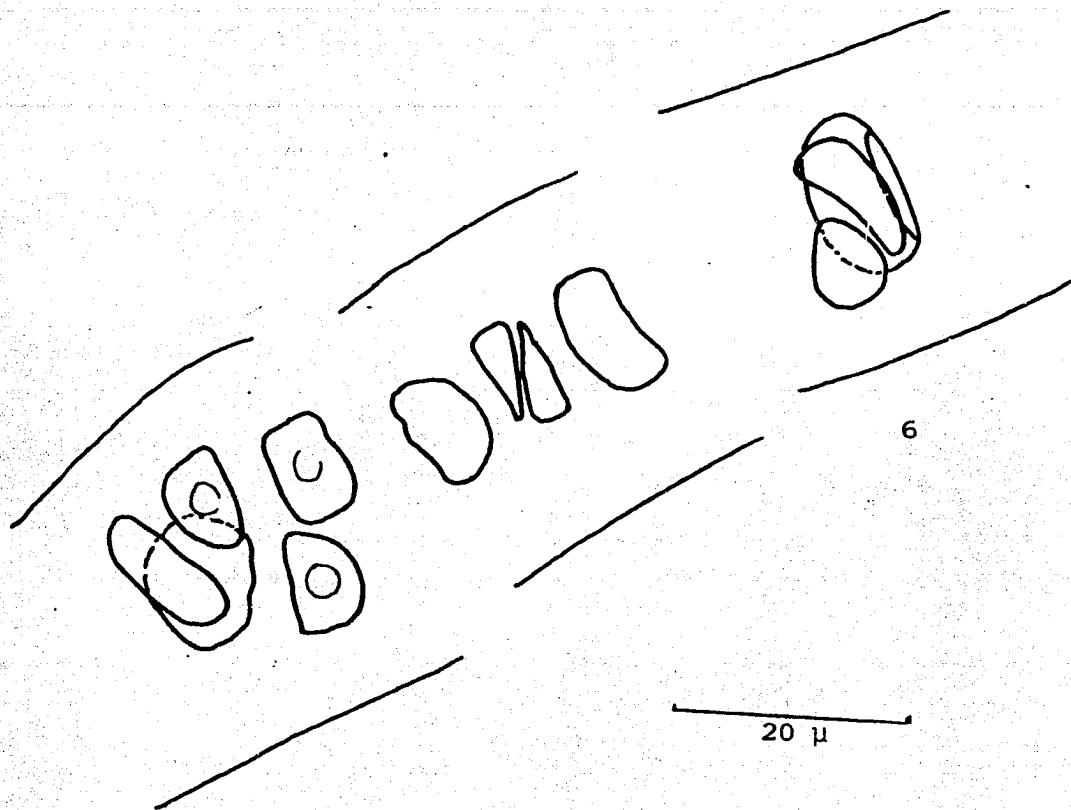


Fig. 6. Fragmento del talo evidenciando la formación de monosporas por septos oblicuos.
Fig. 7. Detalle del cloroplasto estrellado.

Gloeotheca sp.

Colonias de 16 a 25 μ de diámetro, conteniendo de 1 a 4 células redondeadas, ligeramente elipsoidales, hasta 1.6 el largo/ancho. Vaina incolora, estratificada y amplia. Células de color verde amarillento y contenido granuloso, ligeramente elipsoidales, 2.7-4.2 μ de diámetro y 2.7-6 μ de largo, largo/ancho: 1-1.6.

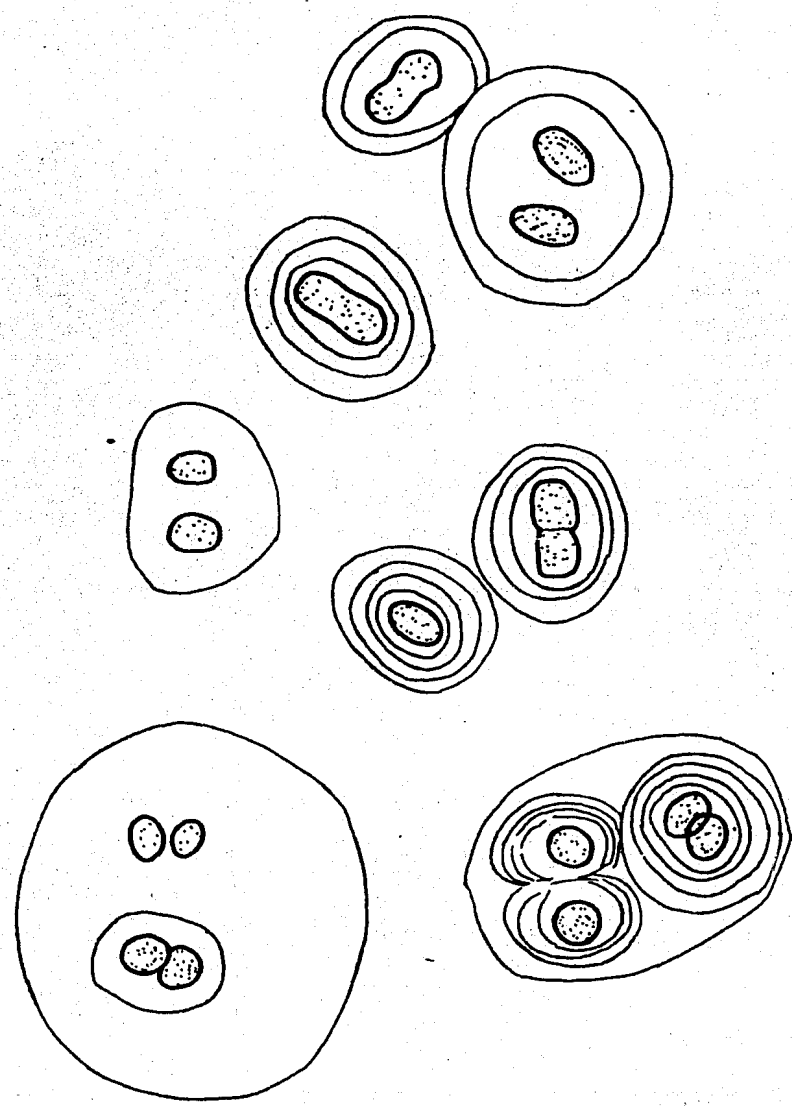
Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra entremezclada con una miscelánea de cianofitas, formando un colchón mucilaginoso, grueso, de color amarillento. Subaérea, sobre la pared vertical de la cascada Dinamo, en una zona muy seca, humedecida por salpicadura muy ligera.

Referencias

Herbario: PA 1735

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962;
Bourelly, 1970.



20 μ

Lyngbya C. Agardh

Filamentos solitarios libres o fijos, también reunidos en masa formando películas extendidas o mechones erguidos. Vaina firme, de grosor variable, algunas veces estratificada. Tricomas rectos o irregularmente contorneados, a veces helicoidales, raramente pseudoramificados. Los septos transversales algunas veces están constreñidos, célula apical obtusa o ligeramente adelgazada, pocas veces caliptrada.

Referencias bibliográficas

Tilden, 1910; Geitler, 1932; Tiffany, 1952; Prescott, 1962; Starmach, 1966; Bourrelly, 1970.

Lyngbya sp. (1)

Filamentos solitarios, erectos, rectos o tortuosos de 12.5 -- 15 μ de diámetro; vaina incolora firme densa, a veces hinchada y -- con aspecto gelatinoso. Tricomas de color azul intenso, constituidos por células discoidales de 11-13.5 μ de diámetro y 1.6 -2.5 μ de largo, largo/ancho: 0.12-0.3 ; paredes transversales no constreñidas. Final del tricoma no adelgazado; célula apical discoidal redondeada. Contenido celular muy granuloso, sobre todo cerca de los septos transversales.

Hábito y Sitio de Colecta

Forma filamentos muy cortos, erectos, adheridos a la roca caliza, en la zona de golpeo de la cascada B. La vaina está muy epifitada por diatomeas dándole una coloración amarillenta.

Referencias

Herbario: PA 1737

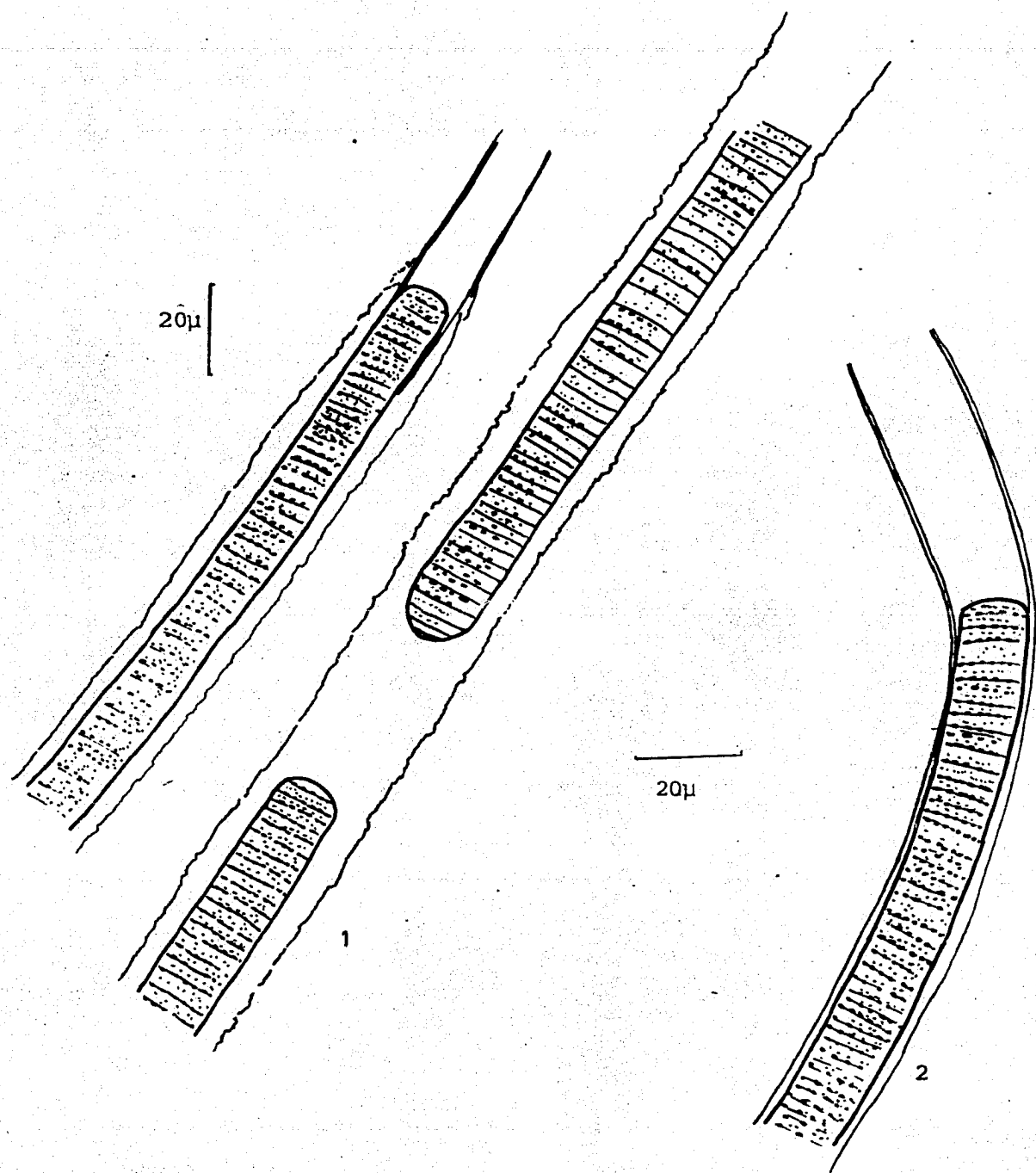


Fig. 1. Filamentos con vaina gelatinizada.
Fig. 2. Filamento con vaina firme.

Lyngbya sp. (2)

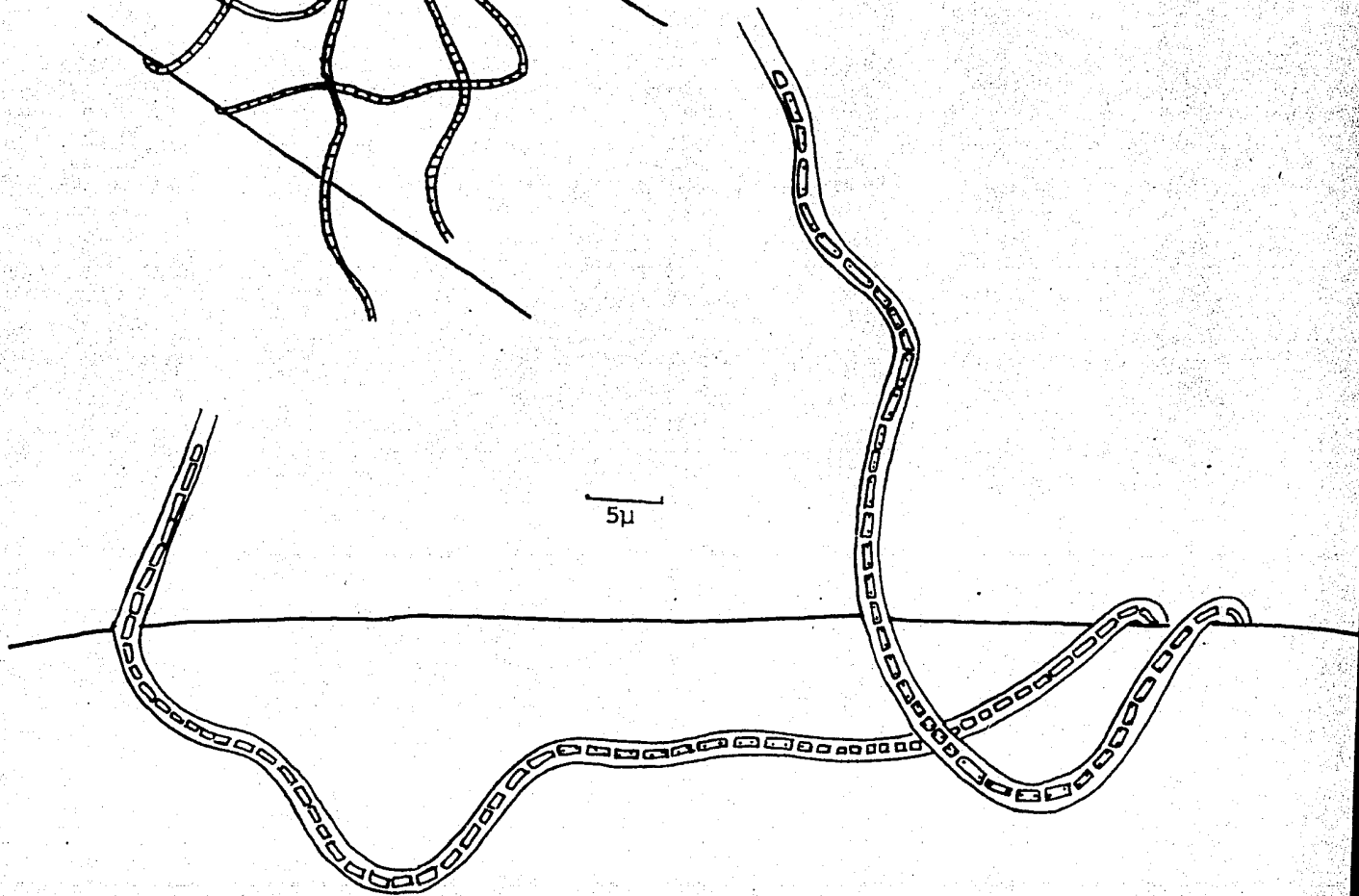
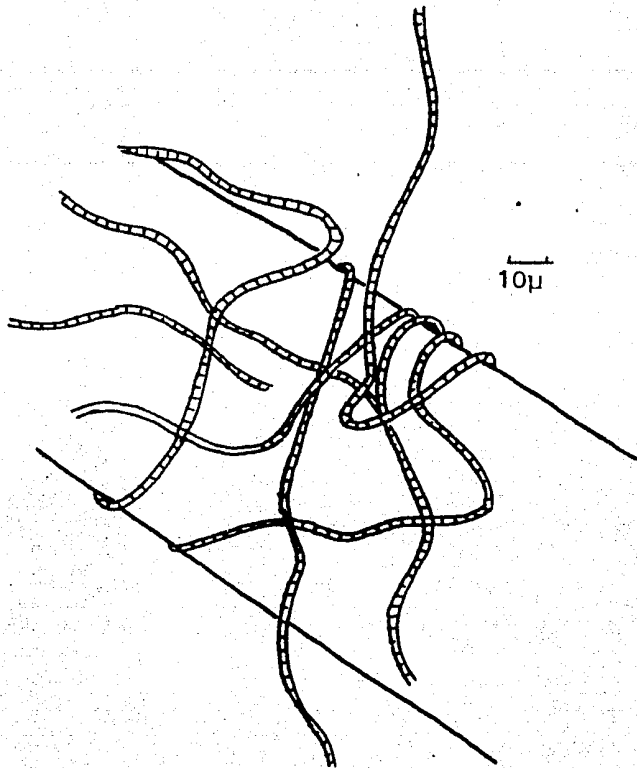
Epífita. Filamentos largos y delgados, de 1.8-2 μ de diámetro; postrados sobre el alga que epifitan. Vaina firme e incolora. Tricomomas de color verde claro constituidos por células cuadradas o -- rectangulares de 1.1-1.4 μ de diámetro y 1.2-3 μ de largo; septos -- transversales claramente distinguibles, no constreñidos. Final del tricoma no adelgazado, célula apical ligeramente cónica. Contenido celular homogéneo, con uno o dos gránulos oscuros cerca de los --- septos transversales.

Hábito y Sitio de Colecta

Subaérea en la concavidad de la cascada A, sobre *Cladophora* sp. sumamente calcificada.

Referencias

Herbario: PA 1721



Lyngbya sp. (3)

Filamentos largos, flexibles, de 8.5-9.5 μ de diámetro; vaina incolora, muy firme algunas veces, poco consistente en otras, no pegajosa. Tricomas de color verde pálido, constituidos por células cortas muy discoidales en la parte apical, de 6.5-7.4 μ de diámetro y 2-3.3(4) μ de largo, largo/ancho: 0.3-0.55 ; paredes transversales muy constreñidas; septos transversales no granulados. Final del tricoma recto, apenas adelgazado; célula apical redondeada, globosa. Contenido celular granuloso.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra formando tapetes de filamentos cortos, que calcifican, en la zona de golpeo de la cascada B.

Referencias

Herbario: PA 1737

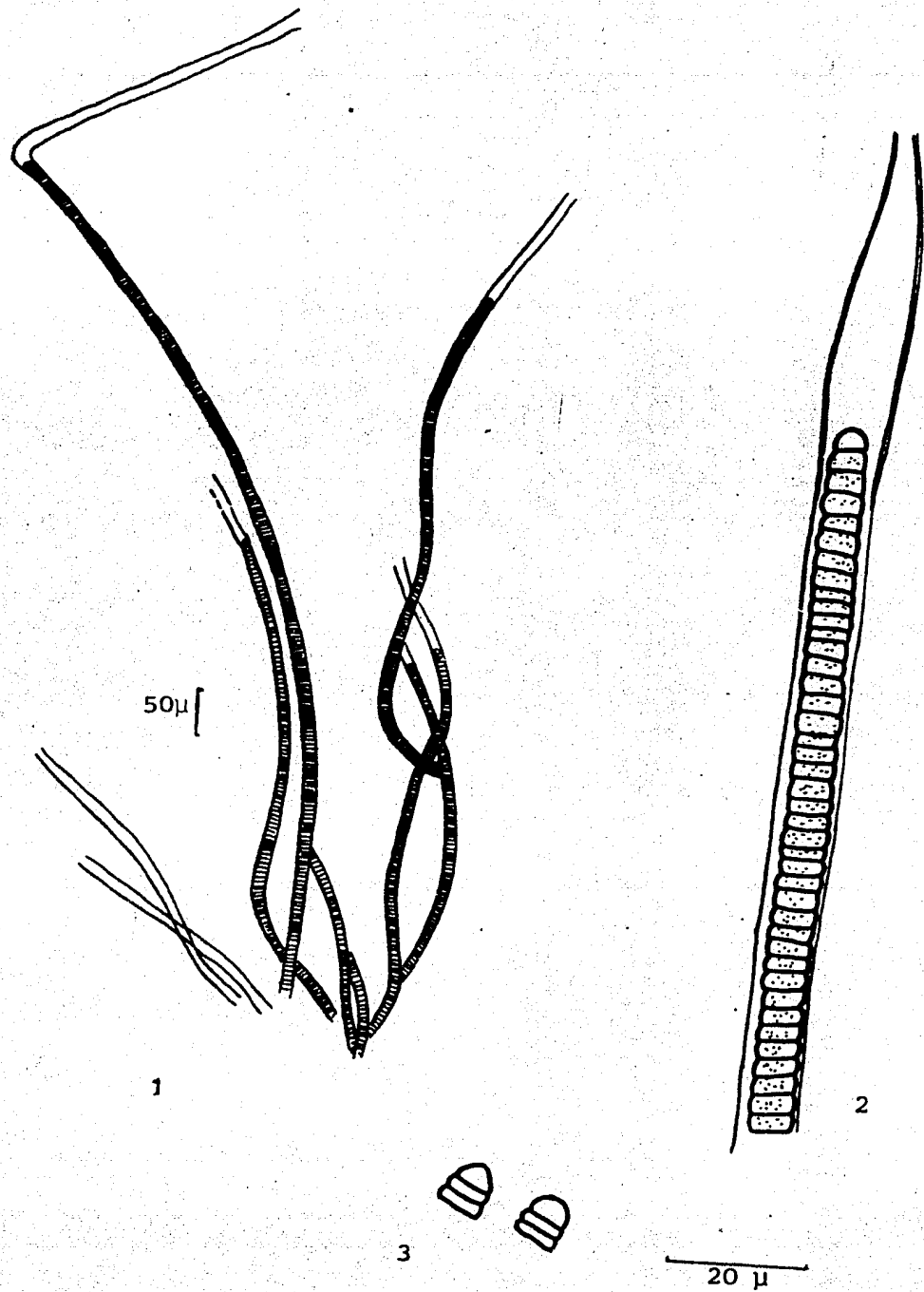


Fig. 1. Vista general de la planta
Fig. 2. Detalle del tricoma y de la vaina
Fig. 3. Células apicales.

Microcoleus Desmazieres

Talo cilíndrico fusiforme, constituido por manojos de tricomas aglutinados apretadamente, rodeados por una vaina común amplia, más o menos firme, a veces difluente, generalmente homogénea. Los ápices de los tricomas se salen de la vaina en ambos lados del talo. Los tricomas presentan una diferenciación basal-distal, adelgazados en la parte distal, célula apical cónica o capitada; las células son cuadradas o cilíndricas.

Se menciona que las especies de este género se desarrollan principalmente en suelo húmedo y algunas veces en una mezcla gelatinosa de varias cianofitas.

Referencias bibliográficas

Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962; Bourrelly, 1970.

Microcoleus sp. (1)

Talo de color azul intenso, formado por varios tricomas (10-15) reunidos en forma apretada dentro de una vaina común; vaina -- amplia (25 μ de diámetro), amarillenta de aspecto gelatinoso y con estrías transversales, la cual termina a una misma altura o a ve-- ces ligeramente rasgada; no se observan vainas individuales. Trico-- mas de color azul intenso, constituidos por células cuadradas o li-- geramente alargadas, 4-4.5 μ de diámetro y 3.5-5.6 (7) μ de largo, - largo/ancho: 0.8-1.5 ; paredes transversales no constreñidas. Fi-- nal del tricoma adelgazado; célula apical alargada, cónica, sin -- caliptra. Contenido celular muy granuloso.

Sobre la vaina se observa depositación de carbonato.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra formando mechones de filamentos suaves adheridos a la pared vertical de la cascada B, en una zona permanentemente - humedecida por la salpicadura lateral, enredada en *Phormidium* sp. (2).

Referencias

Herbario: PA 1742

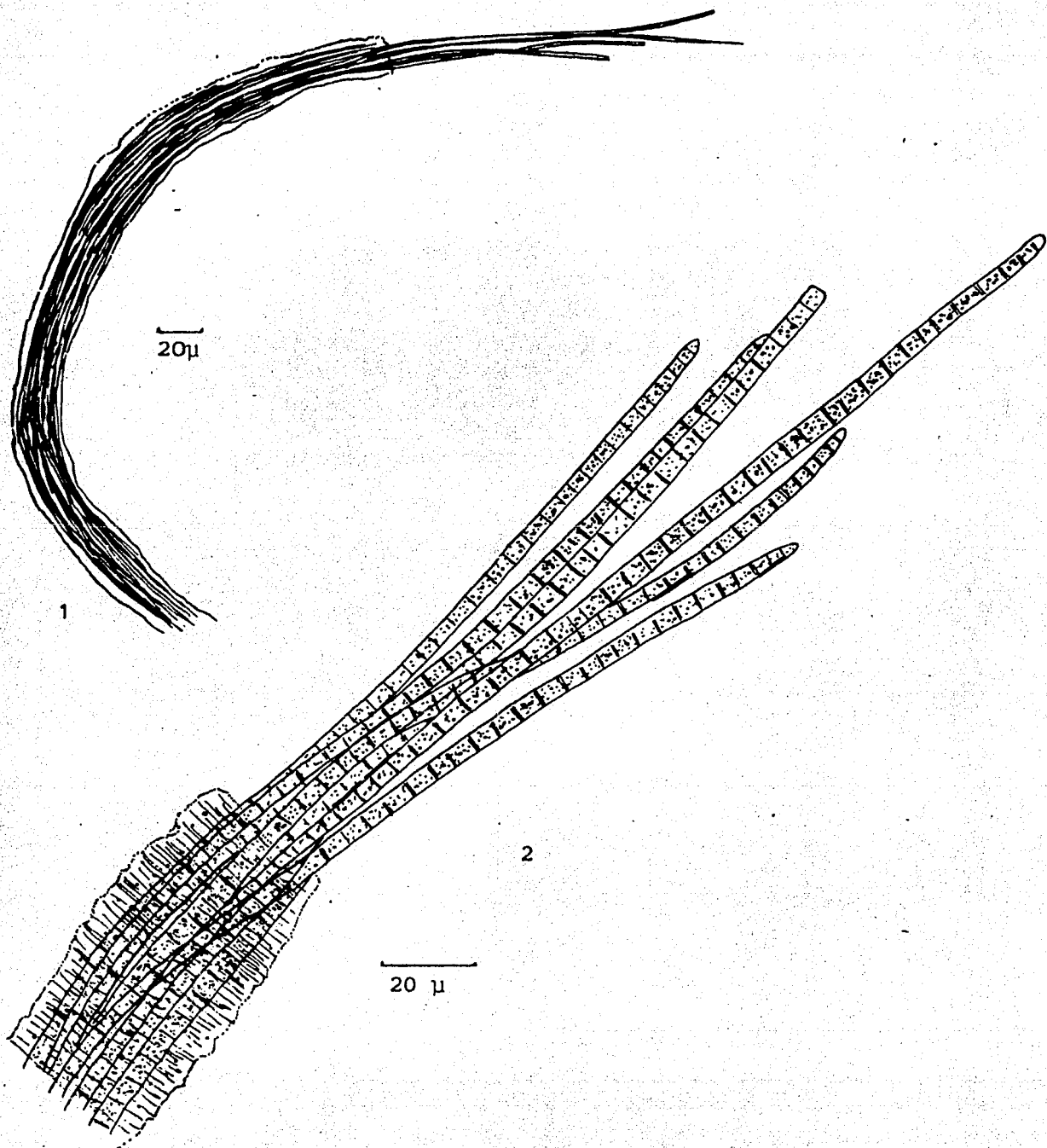


Fig. 1. Hábito de la planta

Fig. 2. Detalle de los tricomas y de la vaina común

Microcoleus sp. (2)

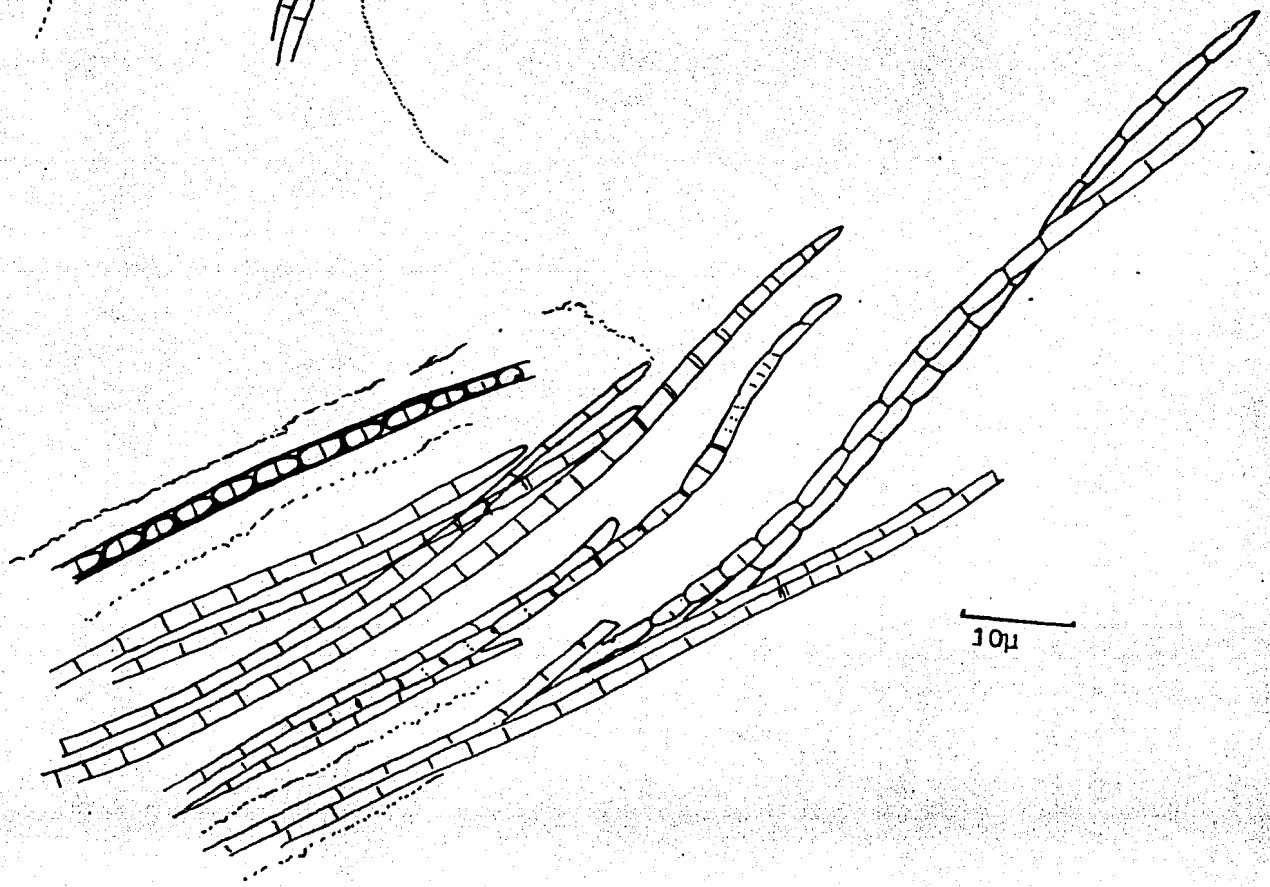
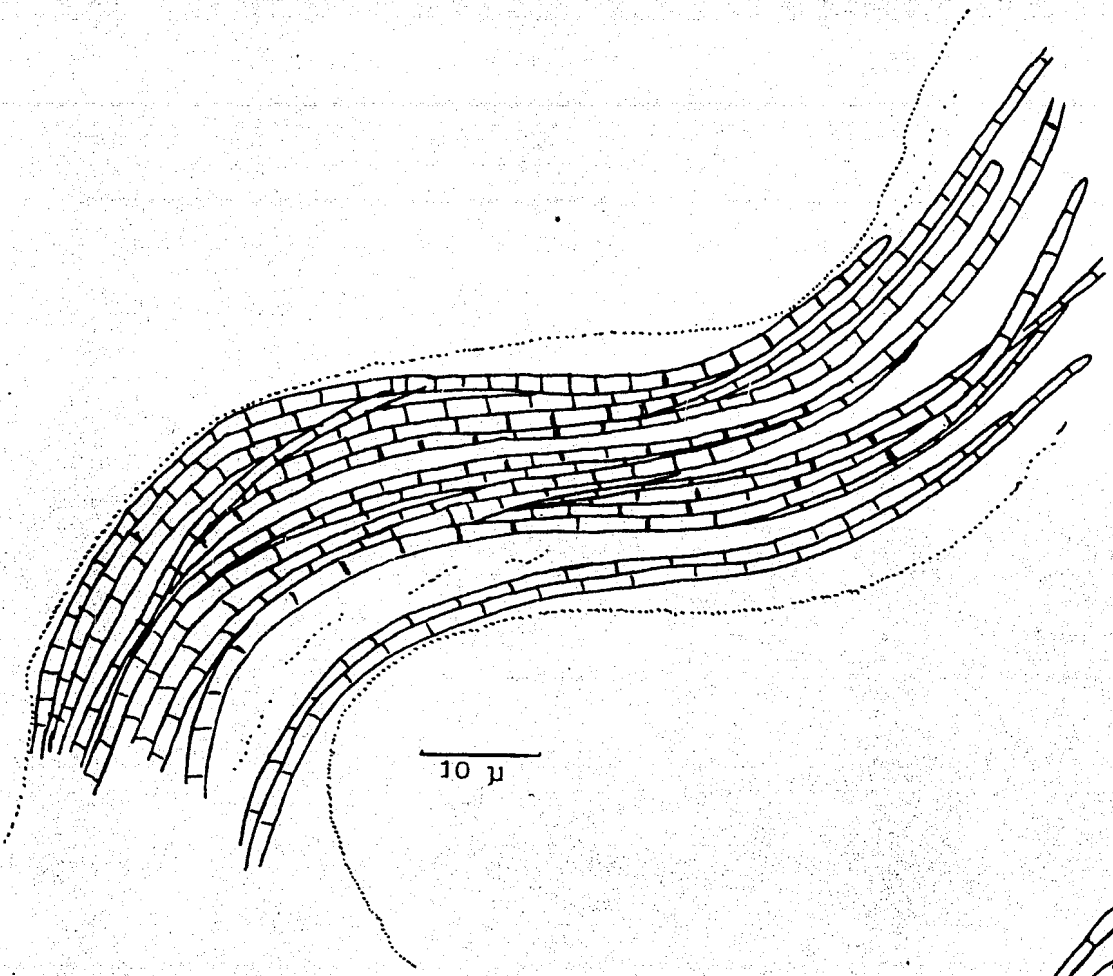
Talo flexuoso formado por varios tricomas (aproximadamente -- 20) largos, de color azul fuerte, yaciendo paralelamente, los cuales están reunidos en una vaina incolora, difluente de aspecto gelatinoso, de 5μ de diámetro; no se observan vainas individuales. Las células del tricoma son alargadas o casi cuadradas, $1.8-2\mu$ de diámetro y (1.5) $2-4.5\mu$ de largo, largo/ancho: $0.8-2.3$; septos -- transversales ligeramente constreñidos. Final del tricoma adelgazado; la célula apical es larga, cónica, sin caliptra. Las células poseen de 1 a 2 gránulos grandes en la parte central.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la zona de golpeo de la cascada B, entremezclada con una miscelánea de cianofitas, formando una costra calcificada de color azul claro, fácilmente desprendible de la caliza.

Referencias

Herbario: PA 1737



Microcoleus sp. (3)

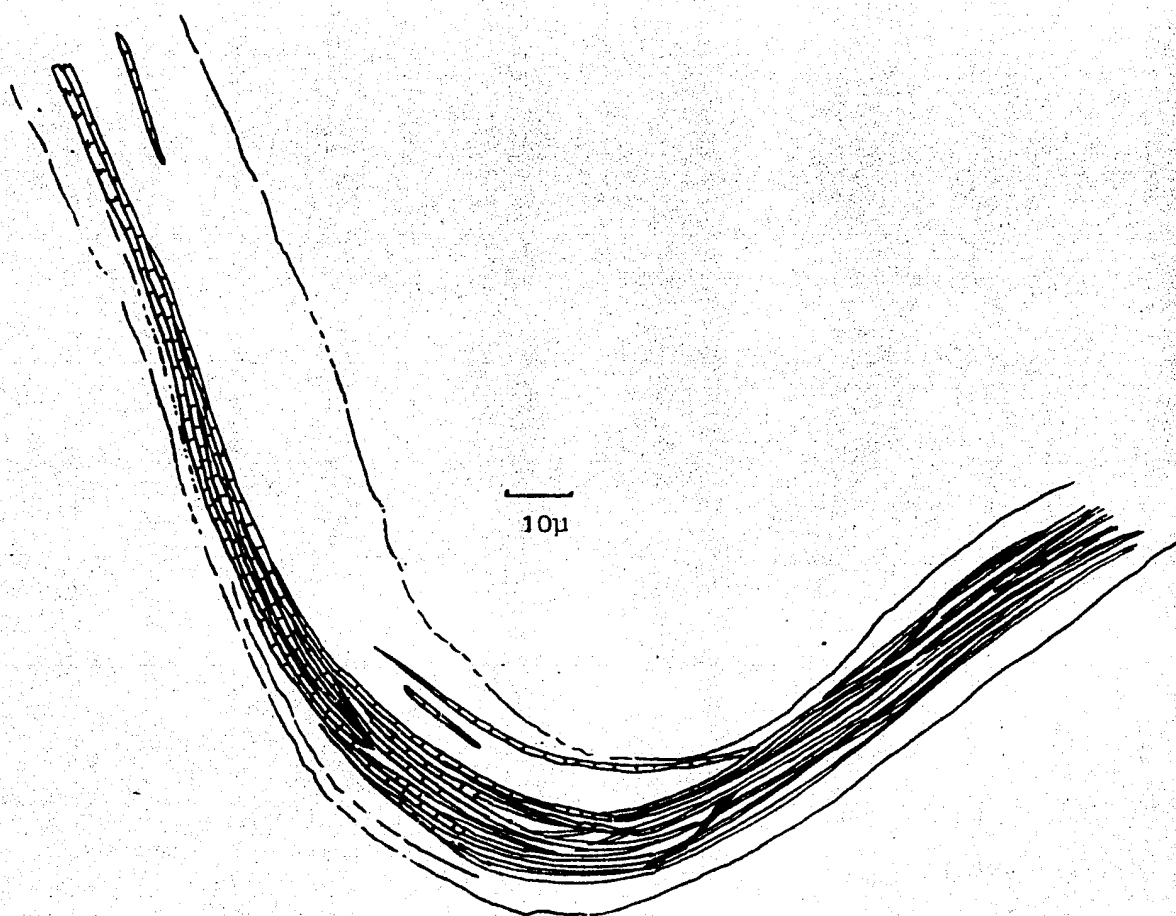
Talo constituido por varios tricomas sumamente delgados, reunidos en una vaina común, amplia (de 10μ de diámetro), incolora, de aspecto gelatinoso; no se observan vainas individuales. Tricomas de color azul claro constituidos por células alargadas, $1-1.4\mu$ de diámetro y $3-3.6\mu$ de largo, largo/ancho: 2.2-3 ; septos transversales no constreñidos. Final del tricoma adelgazado; célula apical cónica, sin caliptra. Las células poseen un gránulo grande, refringente cerca de los septos transversos.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la zona de golpeo de la cascada B, entremezclada con una miscelánea de cianofitas que forman una costra calcificada de color azul claro, fácilmente desprendible del sustrato. Escasa.

Referencias

Herbario: PA 1737



Nostoc sphaericum Vaucher

Talo globoso, esférico, de color verde pardo hasta azul intenso; en las colonias más grandes la corteza es de color ocre. Colonias macroscópicas de hasta 70 milímetros de diámetro, solitarias o reunidas en racimos. Mucílago muy firme, en el cual se encuentran abundantes tricomas largos y flexuosos con una vaina difluente, -- apenas apreciable. Células de forma muy variable; casi esféricas, 3.5-5.5 μ de diámetro; o elipsoidales, de 4.5-5 μ de diámetro y --- 5-6 (7) μ de largo; las cuales tienen sus paredes transversales --- achatadas, semejando un barril. Heterocistos esféricos de 6 μ de -- diámetro, o ligeramente ovoides, 5-5.5 μ de diámetro y 6-7.2 μ de -- largo. No se observan acinetos.

Hábito y Sitio de Colecta

Se localiza sobre la pared vertical de la cascada A en la zona de bateo, constituyendo una franja bien definida de aproximadamente 10 centímetros de ancho. Entremezclada con musgos, adherida a la roca caliza. En la bibliografía se menciona que la especie es cosmopolita.

Referencias

Herbario: PA 1719, PA 1736

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962; Starmach, 1966; Bourrelly, 1970.

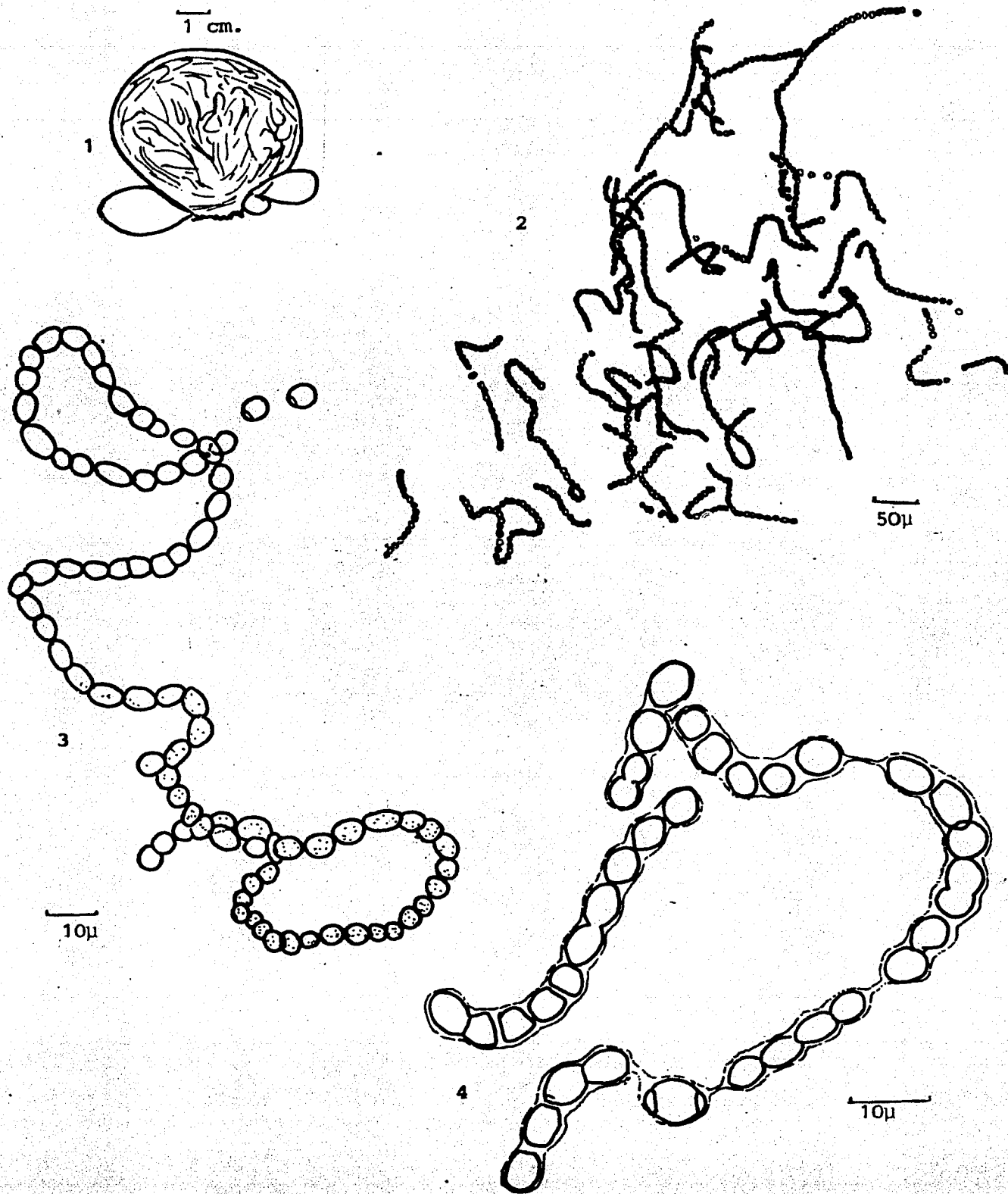


Fig.1. Colonias
 Fig.2. Arreglo de los tricomas
 Fig.3. Detalle de los tricomas
 Fig.4. Detalle de los tricomas evidenciando el heterocisto y la vaina difluente.

Oedogonium Link

Filamentos uniseriados, fijos en la base, no ramificados. La forma de la célula basal varía con la especie; cónica con numerosas proyecciones en la base o hemisférica globosa. La célula terminal del filamento puede ser redondeada, adelgazada hasta constituir un pelo o hinchada, capitada. Las células del filamento son cilíndricas o ensanchadas en la parte superior en donde se evidencian anillos de crecimiento. En algunas especies el margen es ondulado o presentan un contorno hexagonal. La superficie de la membrana presenta en ocasiones poros más o menos salientes dispuestos en líneas helicoidales. Cloroplasto parietal reticulado con varios pirenoides. Los filamentos presentan uno o varios oogonios en la madurez. Los anteridios son células cortas que liberan 1 ó 2 anterozoides. Los filamentos masculinos pueden ser del mismo tamaño que los femeninos, o diminutos creciendo epífitamente sobre los filamentos femeninos. La fertilización se lleva a cabo por la entrada del anterozoide a través de un poro o ranura de la pared del oogonio; oospora rodeada por una pared de 2 ó 3 membranas, ornamentada o no y de forma variada en las distintas especies.

En el género se presentan varios tipos de reproducción, macrántrica monoica o dioica; nanándrica ginandrospora o idioandrospora.

Referencias bibliográficas

Tiffany, 1930; Tiffany, 1952; Prescott, 1962; Gauthier-Lievre, 1963-1964; Mrozinska, 1969; Bourrelly, 1972.

Oedogonium sp. (1)

Filamentos de color amarillento, formados por células cilíndricas ligeramente ensanchadas en el polo apical. Célula basal globosa, ensanchada, formando un disco de fijación. La especie es dioica macrandrosa, siendo el filamento masculino ligeramente más delgado. Células vegetativas femeninas, 16-27 μ de diámetro y 30-65 μ de largo, relación largo/ancho: aproximadamente 2(2.7) μ ; células vegetativas masculinas, 14-20 μ de diámetro y 30-45 μ de largo, relación largo/ancho 1.5-2 (2.8) μ . Los oogonios son subglobosos con la parte central ensanchada, 32-40 (47-50) μ de diámetro y 24-31 (45) μ de largo; en un mismo filamento pueden existir varios oogonios generalmente aislados (raramente 2 ó 3 seriados). El oogonio posee un poro inframedio (aunque a veces varía); oosfera subesférica, 24-28 μ de diámetro, con una pared lisa, llenando casi por completo el oogonio; series de anteridios cuadrados, 11-14 μ de diámetro y 8-11 μ de largo, con un sólo núcleo.

Hábito y Sitio de Colecta

Subaérea. Se encuentra epifitando abundantemente a *Cladophora* sp. y a *Rhizoclonium hieroglyphicum* en zona de salpicadura de la cascada A.

Referencias

Herbario: PA 1718, PA 1721, PA 1723, PA 1727

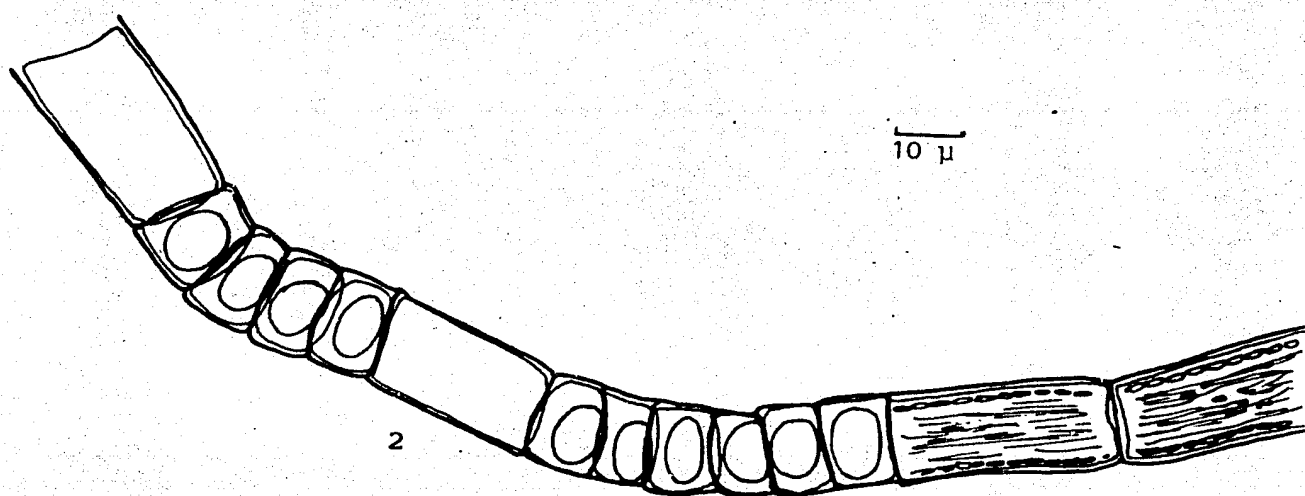
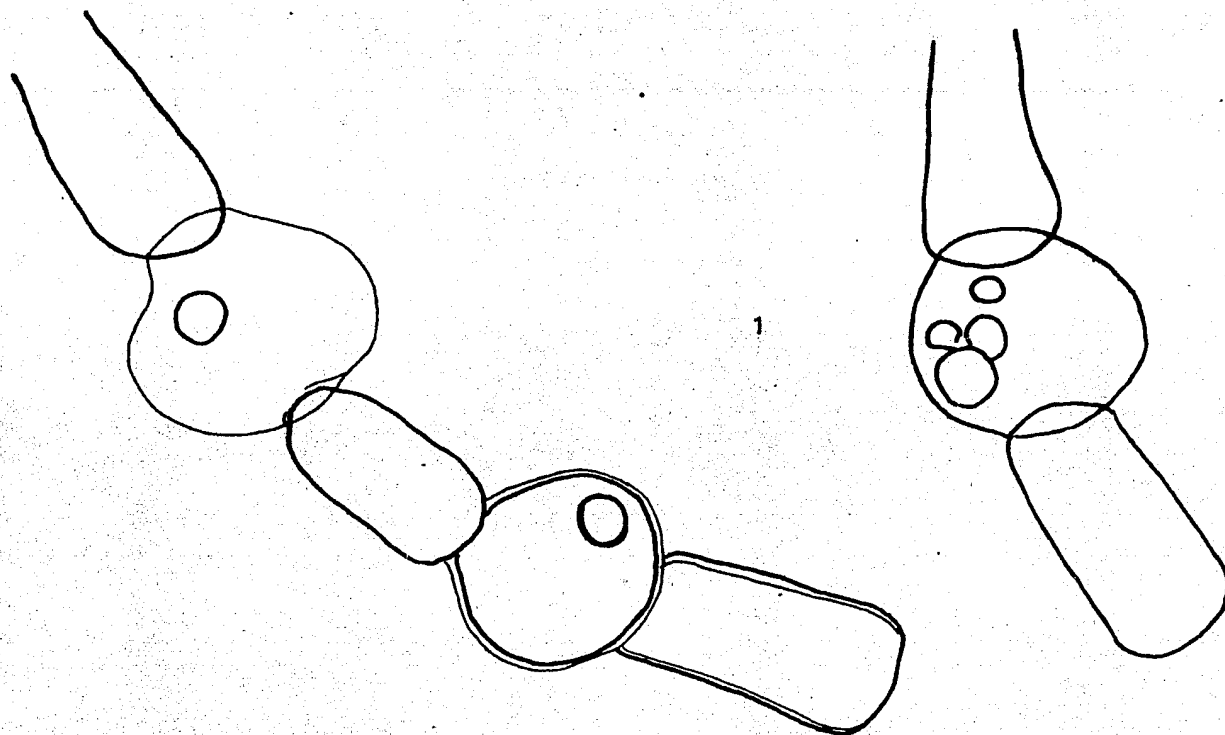


Fig. 1. Filamento femenino con oogonio. Oogonios con poro.
Fig. 2. Filamento macrandrico, evidenciando los anteridios.

Oedogonium sp. (2)

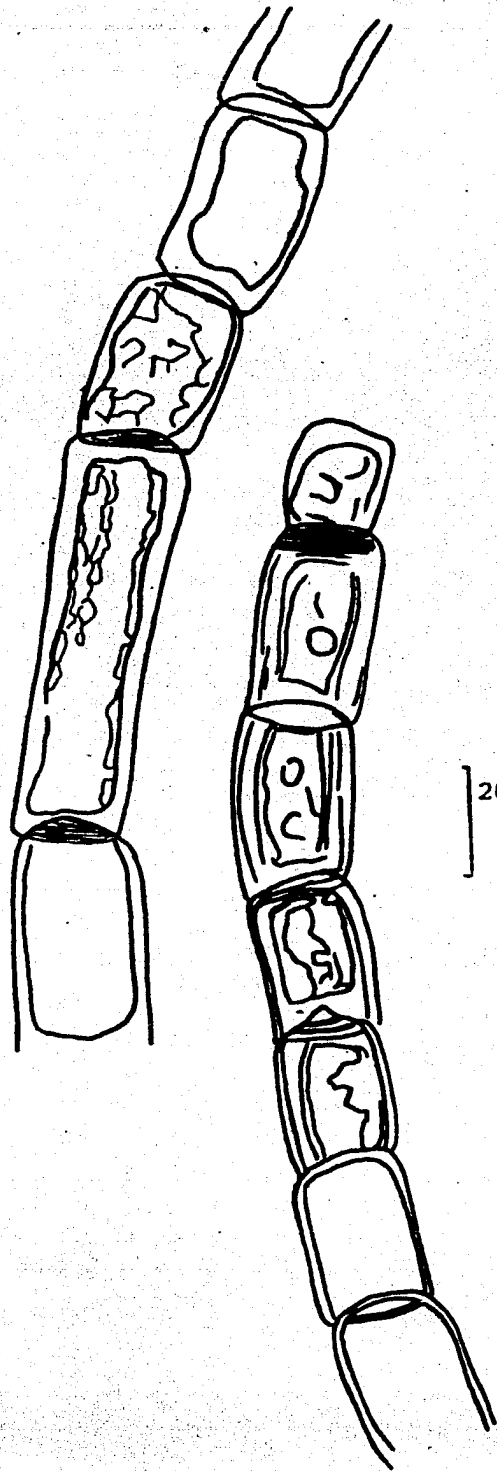
Filamentos color amarillento formados por células cilíndricas ligeramente ensanchadas, 16-20 μ de diámetro y 22-59 μ de largo, -- largo/ancho: 1.3-3 μ . No presenta la célula basal modificada. Filamentos infértiles.

Hábito y Sitio de Colecta

El alga se encuentra abundantemente, formando mechones algodonosos sobre musgo en la pared vertical de la cascada B, bajo el -- efecto de salpicadura ligera, o también como filamentos largos enmarañados con *Rhizoclonium hieroglyphicum* adheridos fuertemente - al sustrato mediante depositación de carbonato, en la zona de deslizamiento de agua en esta misma cascada, en donde está sumamente epifitada por *Cocconeis* sp.

Referencias

Herbario: PA 1736, PA 1738



20µ

Oedogonium sp (3)

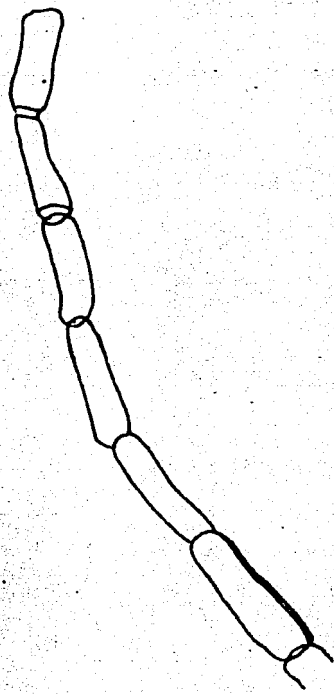
Filamentos epífitos cortos y delgados, constituidos por células con forma de mazo, 5-6.5 μ de diámetro y 24-34 μ de largo; célula basal globosa constituyendo un disco de fijación. Material infértil.

Hábito y Sitio de Colecta

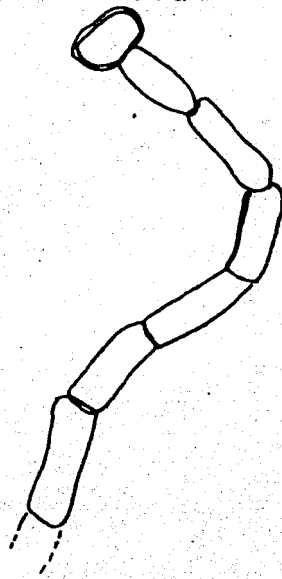
Epífita de *Cladophora* sp., *Rhizoclonium hieroglyphicum* y -- *Oedogonium* sp. (1), en zonas humedecidas por la salpicadura, sobre todo en la concavidad de la cascada A.

Referencias

Herbario: PA 1723, PA 1727, PA 1738.



10μ



Oscillatoria sp.

Tricomas desnudos, muy largos, de color azul claro; constituidos por células casi cuadradas de pared celular muy gruesa, de 6-7 μ de diámetro y 4-6 μ de largo, largo/ancho: 0.6-1 ; paredes transversales ligeramente constreñidas. Final del tricoma no adelgazado; célula apical redondeada, sin caliptra. Contenido celular granuloso.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra entremezclada en el mucílago de *Phormidium* sp. (4), en la parte inferior de la pared vertical de la cascada C, detrás de la cortina de agua.

Referencias

Herbario: PA 1747

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1952; Prescott, 1962; Bourrelly, 1970.

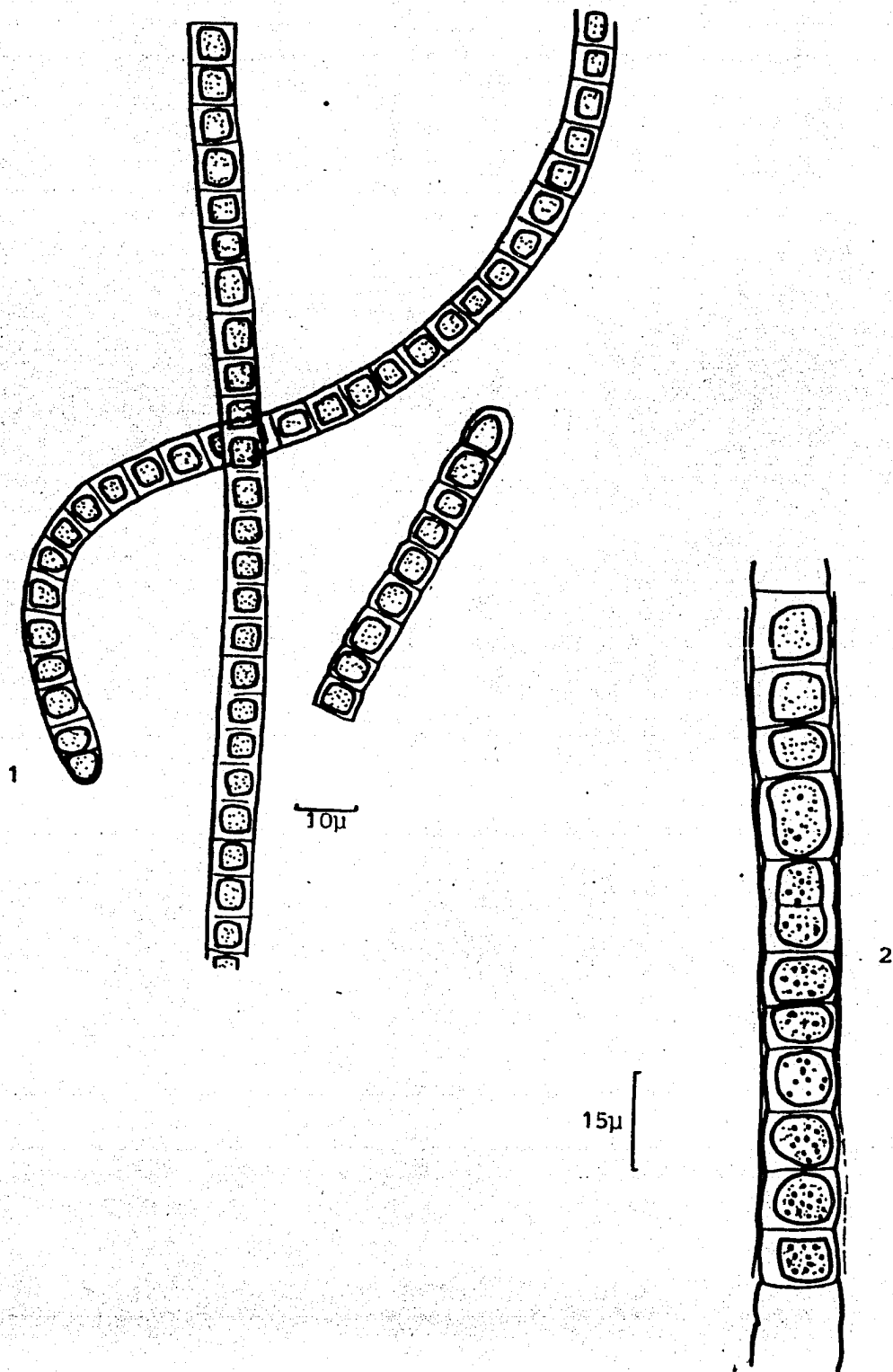


Fig.1. Aspecto de los tricomas
Fig.2. Detalle del tricoma.

Phormidium Kuetzing

Talo constituido por una masa de filamentos simples, no ramificados, aglutinados en una vaina difluente, formando capas mucilaginosas o (en agua corriente) mechones penicelados, alargados en dirección de la corriente, los cuales solamente se adhieren al sustrato en un punto.

Tricomas cilíndricos, ligeramente adelgazados en la parte apical. Célula apical cónica o roma, con o sin caliptra. Vaina individual usualmente indistinguible, difícil de demostrar. Vaina difluente claramente evidente. Células más cortas que anchas o cuadradas, algunas veces con los septos transversales constreñidos.

Referencias Bibliográficas

Tilden, 1910; Geitler, 1932; Tiffany, 1952; Prescott, 1962; Starmach, 1966.

Phormidium sp. (1)

Talo constituido por filamentos largos y flexibles, dispuestos en forma más o menos paralela, los cuales poseen una vaina, poco firme, incolora, de aspecto gelatinoso. Tricomas de color azul verde, formados por células cortas o casi cuadradas, de 4.2 - 5 μ de diámetro y 2.5 - 5 μ de largo, largo/ancho: 0,6-1 ; los septos transversos están ligeramente constreñidos. Final del tricoma no adelgazado; célula apical corta, redondeada, no caliptrada. Contenido celular muy granuloso.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra sumergida, formando almohadillas de consistencia mucilaginosas en hoquedades de la roca, con influencia de salpicadura fuerte, de la cascada B.

Referencias

Herbario: PA 1718, PA 1741

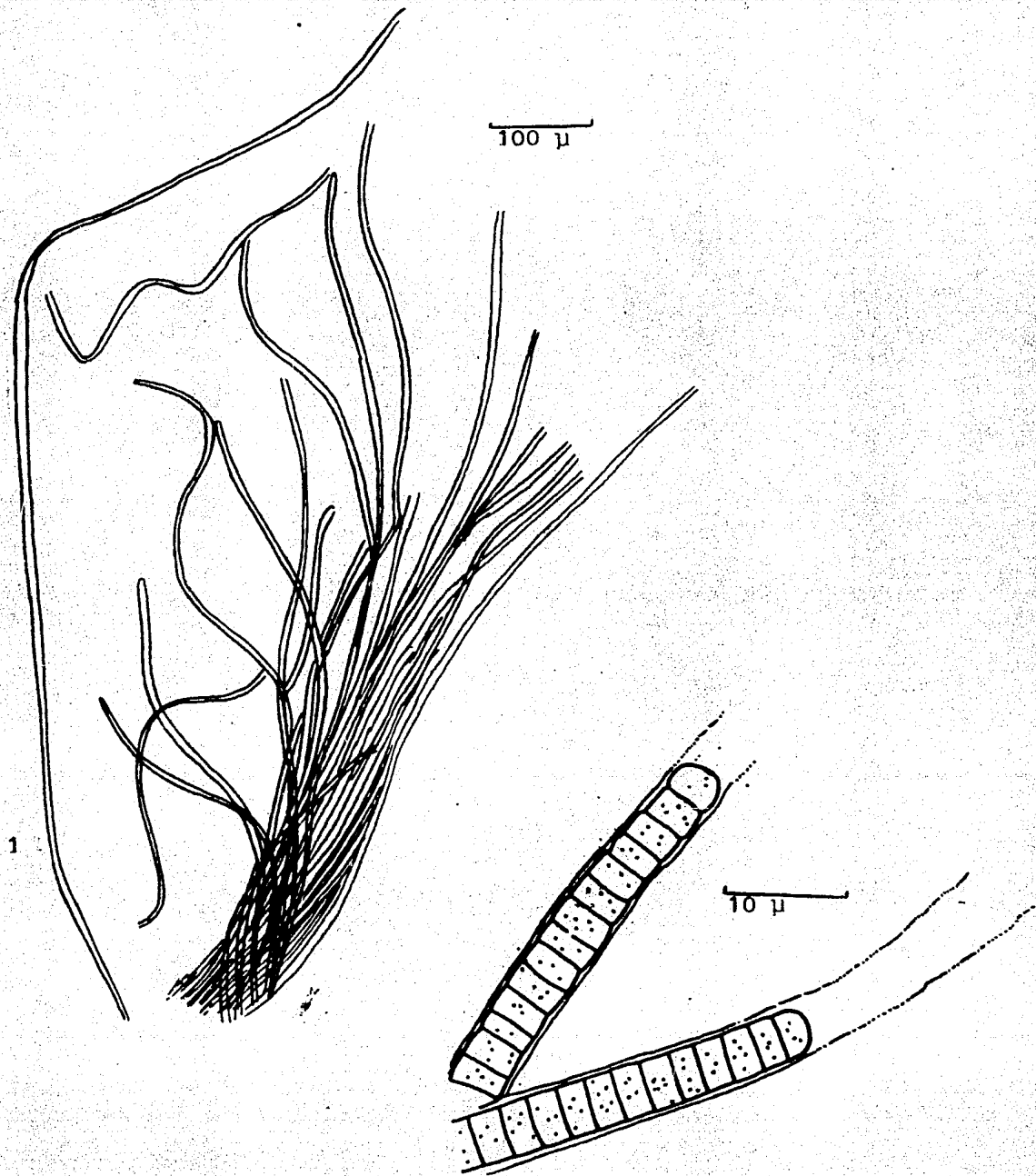


Fig. 1. Hábito de la planta

Fig. 2. Detalle de los filamentos, evidenciando la vaina difluyente y la forma de la célula apical.

Phormidium sp. (2)

Talo constituido por filamentos individuales, largos y flexuosos, de 7-14 μ de diámetro, los cuales poseen una vaina proyectada, muy firme al principio, la cual posteriormente se vuelve difluente, espesa con aspecto gelatinoso. Tricomas verde claro, formados por células discoidales de 5.6-7 μ de diámetro y 2.5-3 (4) μ de largo, largo/ancho: 0.4-0.7 ; septos transversales constreñidos. Final del filamento recto, no adelgazado; célula apical subsférica, a veces ligeramente adelgazada. Contenido celular granuloso. Sobre las vainas gelatinizadas se observa depositación de carbonato de calcio.

Hábito y Sitio de Colecta

Forma un talo mucilaginoso, brillante, de color vino. Adherida a la pared vertical de la cascada B, en una zona permanentemente humedecida por fuerte salpicadura.

Referencias

Herbario: PA 1742

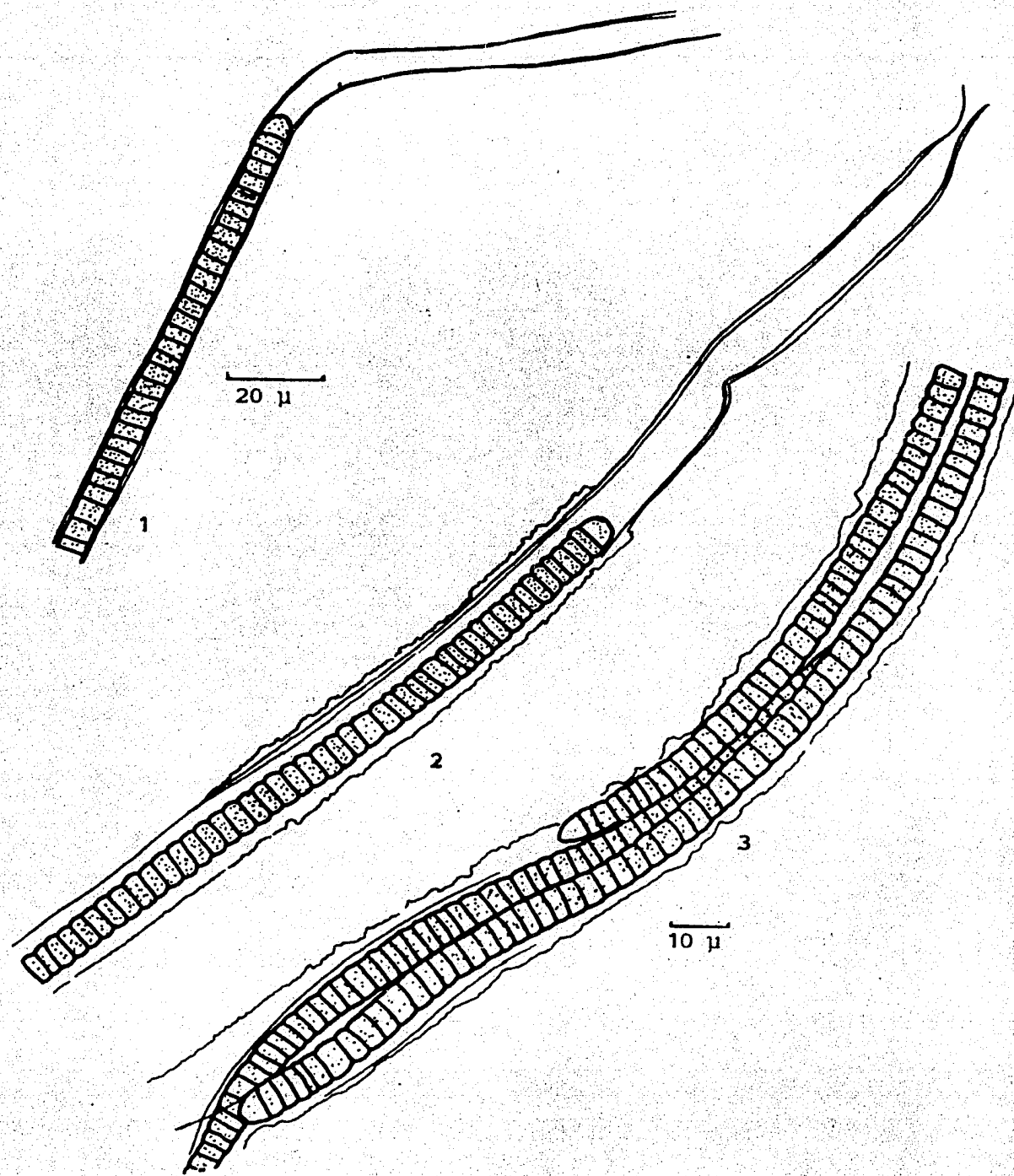


Fig. 1. Detalle del filamento con vaina firme
Fig, 2-3, Detalle de tricomas evidenciando la vaina difluente.

Phormidium sp. (3)

Talo formado por filamentos rastreros, más o menos largos, -- flexuosos y enmarañados de 5.5-6.2 μ de diámetro; poseen una vaina incolora y firme que posteriormente se gelatiniza volviéndose pegajosa. Tricomas de color verde azul claro, constituídos por células cortas, de 3.8-4.2 μ de diámetro y 1.1.- 2.2 μ de largo, largo/ancho 0.25-0.55 ; septos transversos fácilmente distinguibles, granuloso--sos. Final del tricoma recto; célula apical corta y picuda. Contenido celular granuloso.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la zona de golpeo intenso de la cascada C; en tremezclada con una miscelánea de cianofitas que forman una gruesa costra de color verde azulado. Poco calcificada.

Referencias

Herbario: PA 1748

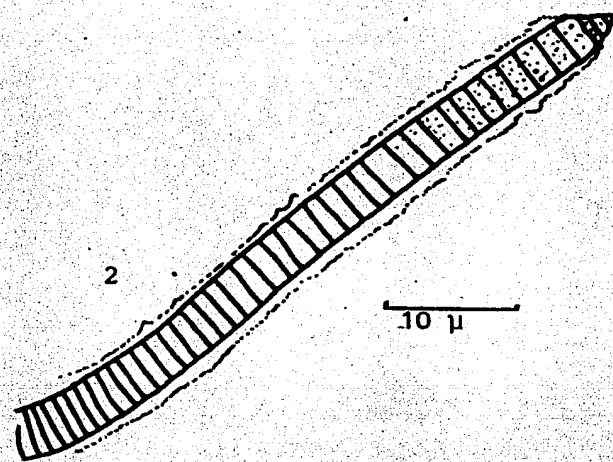
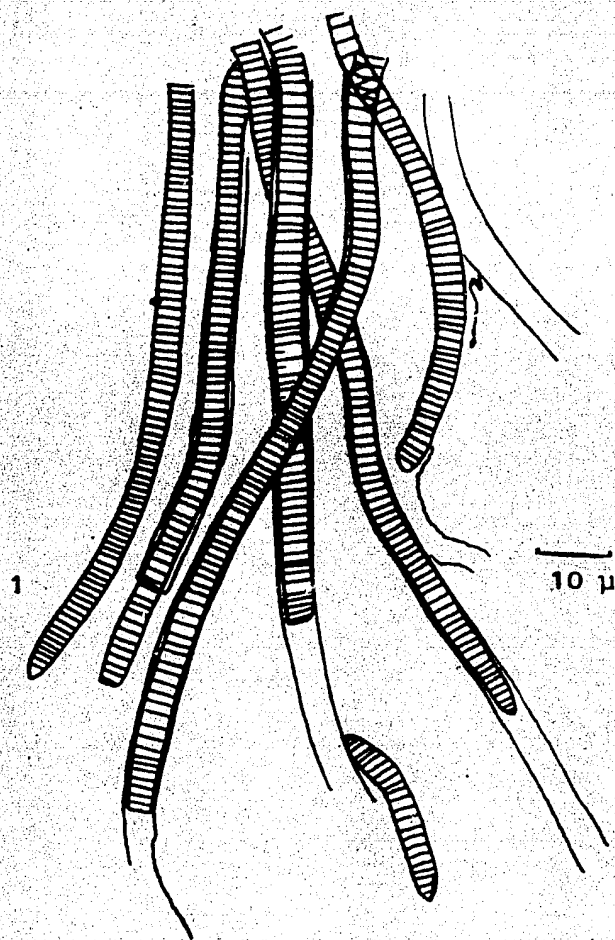


Fig. 1. Hábito de la planta.
Fig. 2. Detalle del tricoma, evidenciando la vaina difluente.

Phormidium sp. (4)

Talo membranoso color verde, formado por filamentos postrados, entremezclados, largos y flexuosos. Vainas difluentes constituyendo un mucílago espeso, incoloro; no se observan vainas individuales. Tricomatas de color verde claro constituidos por células casi cuadradas, de 2.9-3.3 μ de diámetro y 1.8-3.3 μ de largo, largo/ancho 0.7-1 ; paredes transversales no constreñidas; septos no granulados en la parte apical están engrosados. Final del tricoma adelgazado; célula apical redondeada, con calíptra. Contenido celular homogéneo.

Hábito y Sitio de Colecta

Forma una película extendida de consistencia plástica. Se encuentra débilmente adherida sobre sustrato lodoso; en la parte inferior de la pared vertical de la cascada C (cerca de la zona de golpeo).

Referencias

Herbario: PA 1747

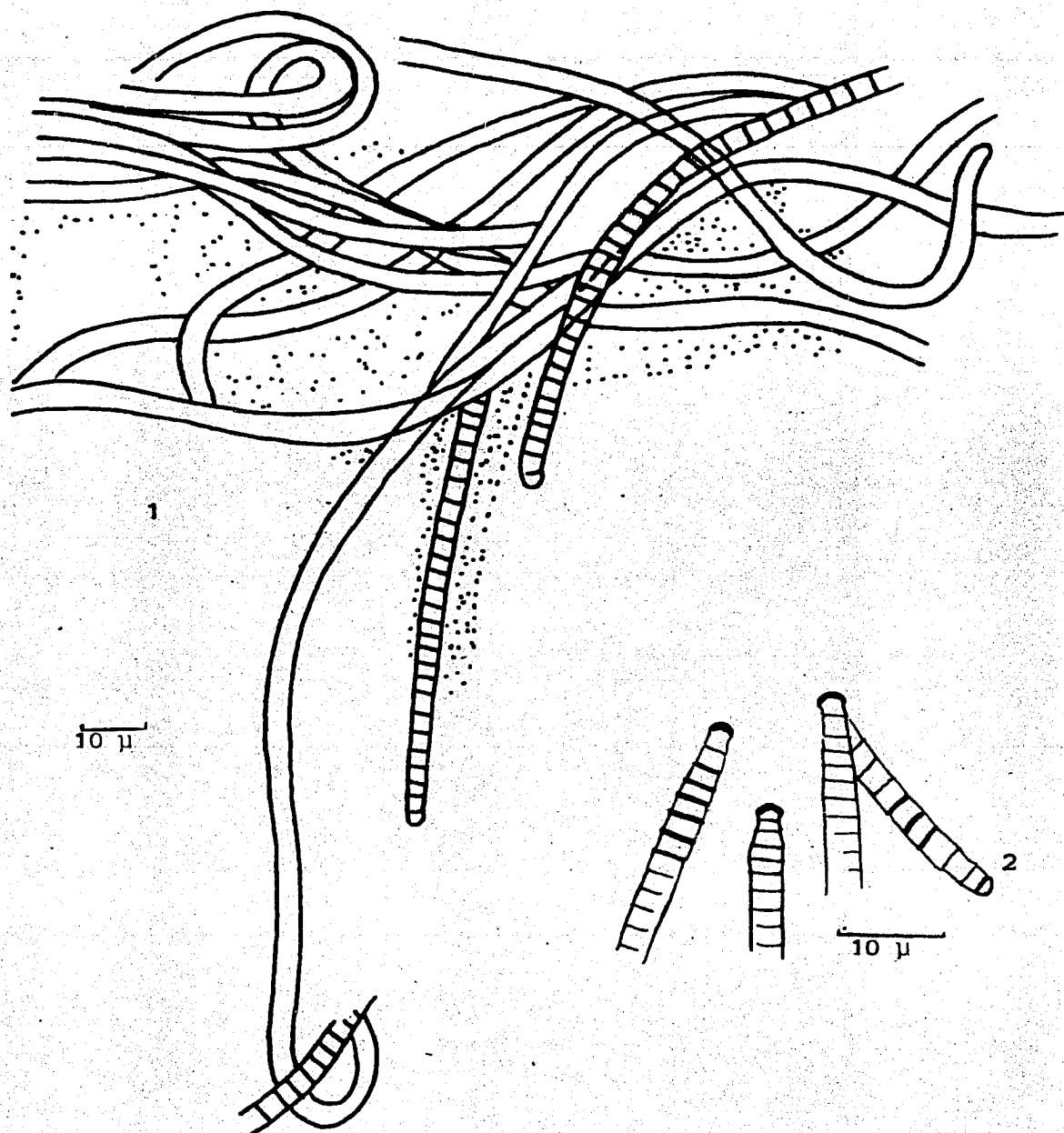


Fig. 1. Hábito de la planta

Fig. 2. Detalle de la parte apical de los tricomas, evidenciando la célula apical caliptrada.

Phormidium sp. (5)

Talo membranoso de color azul intenso formado por filamentos largos, flexibles, yaciendo en forma más o menos paralela postrados sobre el sustrato, embebidos en una matriz gelatinosa. Vainas individuales difluentes, incoloras. Tricomas azules constituidos por células ligeramente más cortas que anchas, de 4 - 8 μ de diámetro y 3-6.5 μ de largo, largo/ancho: 0.5-1 . Final del tricoma ligeramente adelgazado (aproximadamente a partir de la cuarta célula) célula apical larga, cónica, sin caliptra.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra sumergida, formando un mucílago lodoso, sobre la pared vertical de la cascada A, en la zona de bateo.

Referencias

Herbario: PA 1722

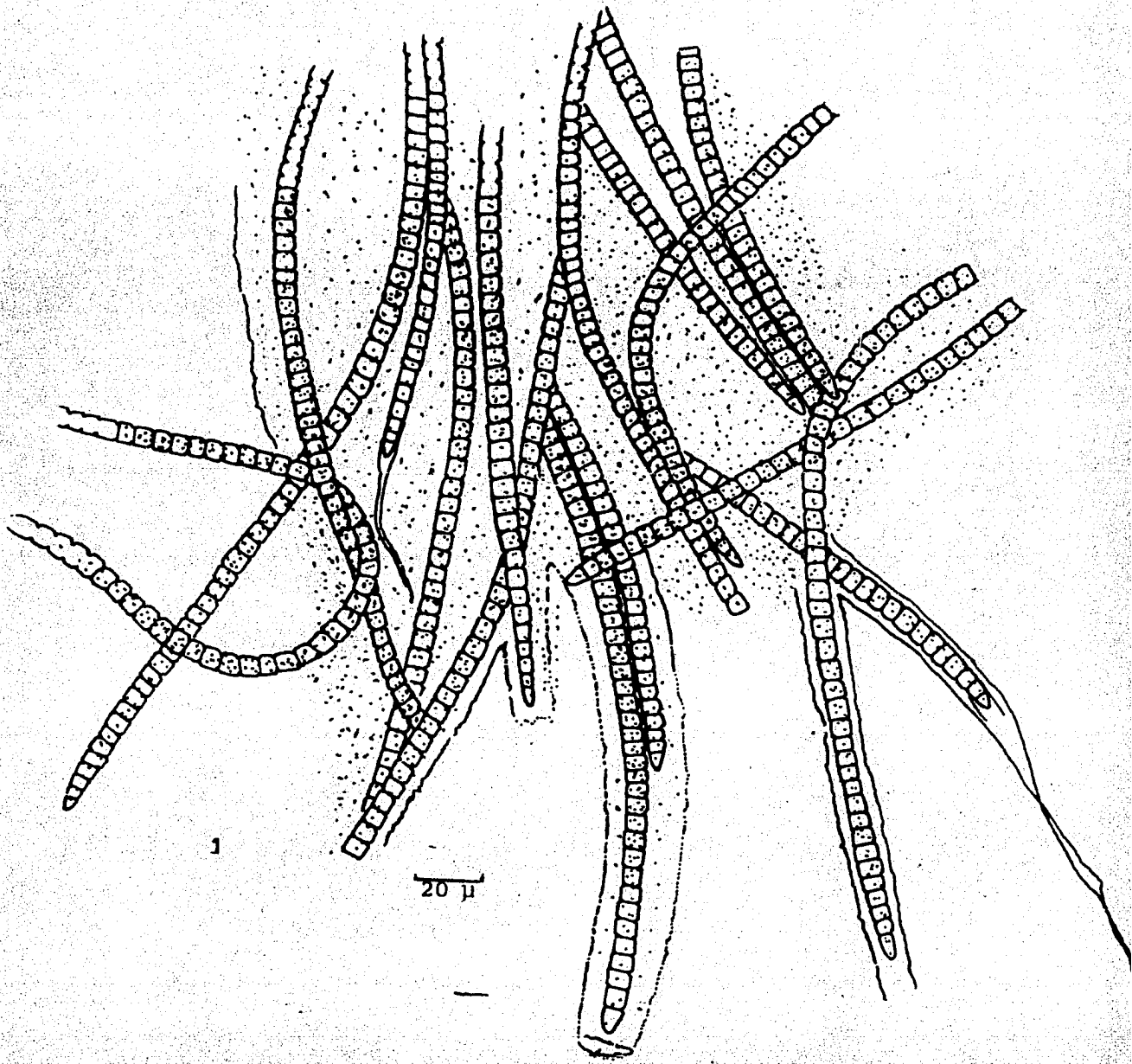


Fig. 1. Hábito de la planta, evidenciando las vainas difluentes.

Phormidium sp. (6)

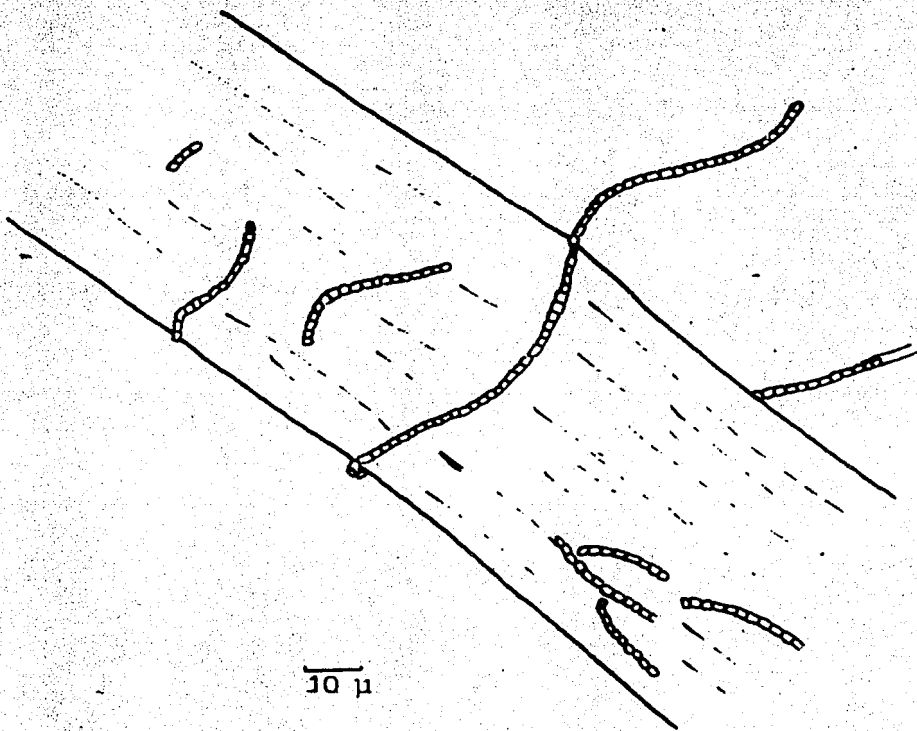
Filamentos epífitos, cortos, 5-20 μ de largo y delgados. Vaina incolora, apenas apreciable. Tricomas azul pálido formados por células con forma de barril, de 1.3-1.6 μ de diámetro y 1-1.7 μ de largo, largo/ancho: aproximadamente 1 ;paredes transversales muy constreñidas. Final del tricoma no adelgazado; célula apical redondeada.

Hábito y Sitio de Colecta

Subaérea, sobre *Cladophora* sp., sumamente calcificada, en la concavidad de la cascada A.

Referencias

Herbario: PA 1721



Phormidium sp. (7)

Talo formado por filamentos largos y flexuosos, laxamente enmarañados. Vaina individual incolora, difluente y gelatinosa. Tricomas formados por células largas, 0.5-0.8 μ de diámetro y 1.4-3.0 μ de largo, largo/ancho: 1.7-3.0 ; paredes transversales no constreñidas. Célula apical redondeada.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la cascada C formando un talo esponjoso poco calcificado, en la zona de golpeo intenso y donde el agua fluye -- rápidamente.

Referencias

Herbario: PA 1745, PA 1748



Phormidium sp. (8)

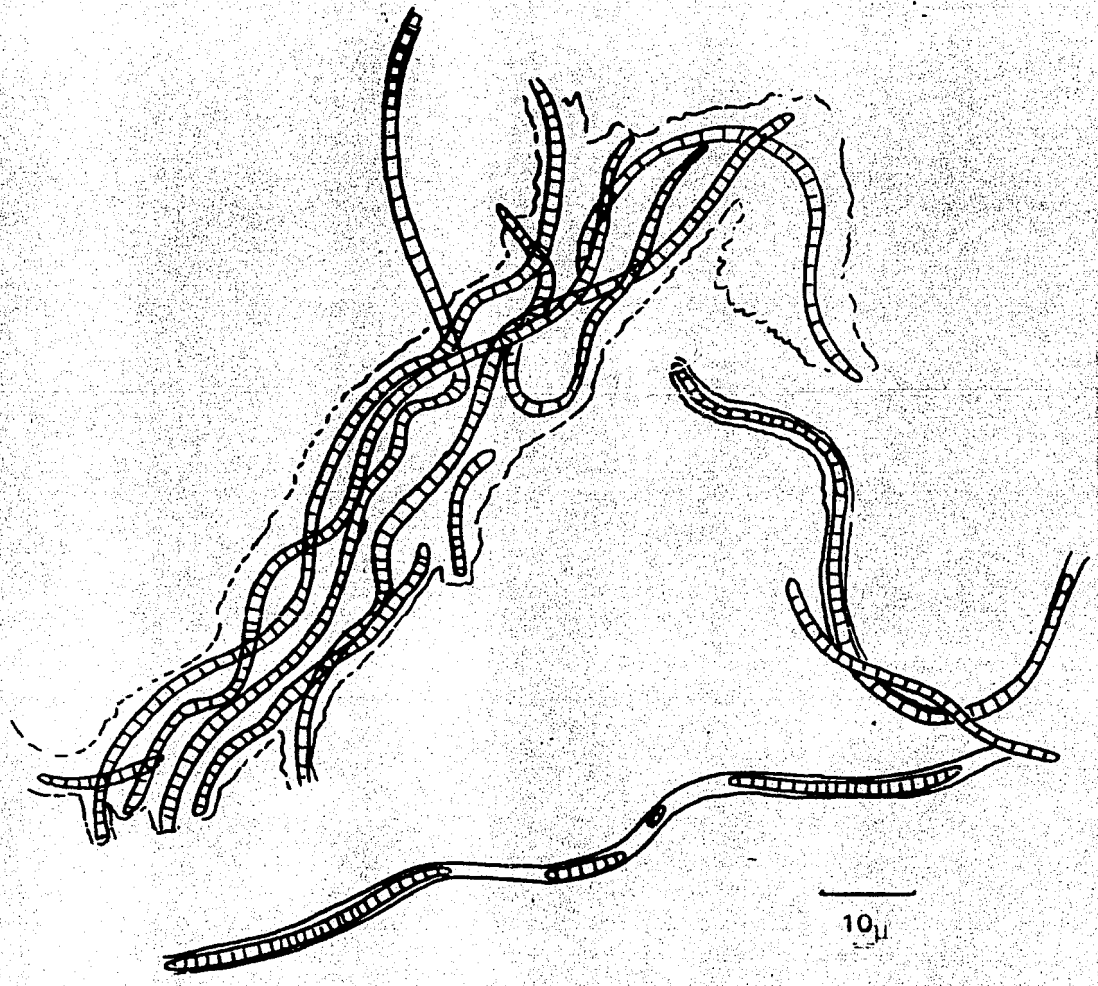
Filamentos cortos por lo general y flexuosos; vaina difluente gelatinizada. Células del tricoma alargadas, 0.9-1.45 μ de diámetro y 2.2 μ de largo, largo/ancho: 1.7 ; paredes transversales no constreñidas. Final del tricoma no adelgazado; célula apical redondeada.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra entremezclada con una miscelánea de cianofitas; epífita sobre las vainas de *Phormidium* sp. (3) en la zona de golpeo intenso de la cascada C.

Referencias

Herbario: PA 1748



Phormidium sp. (9)

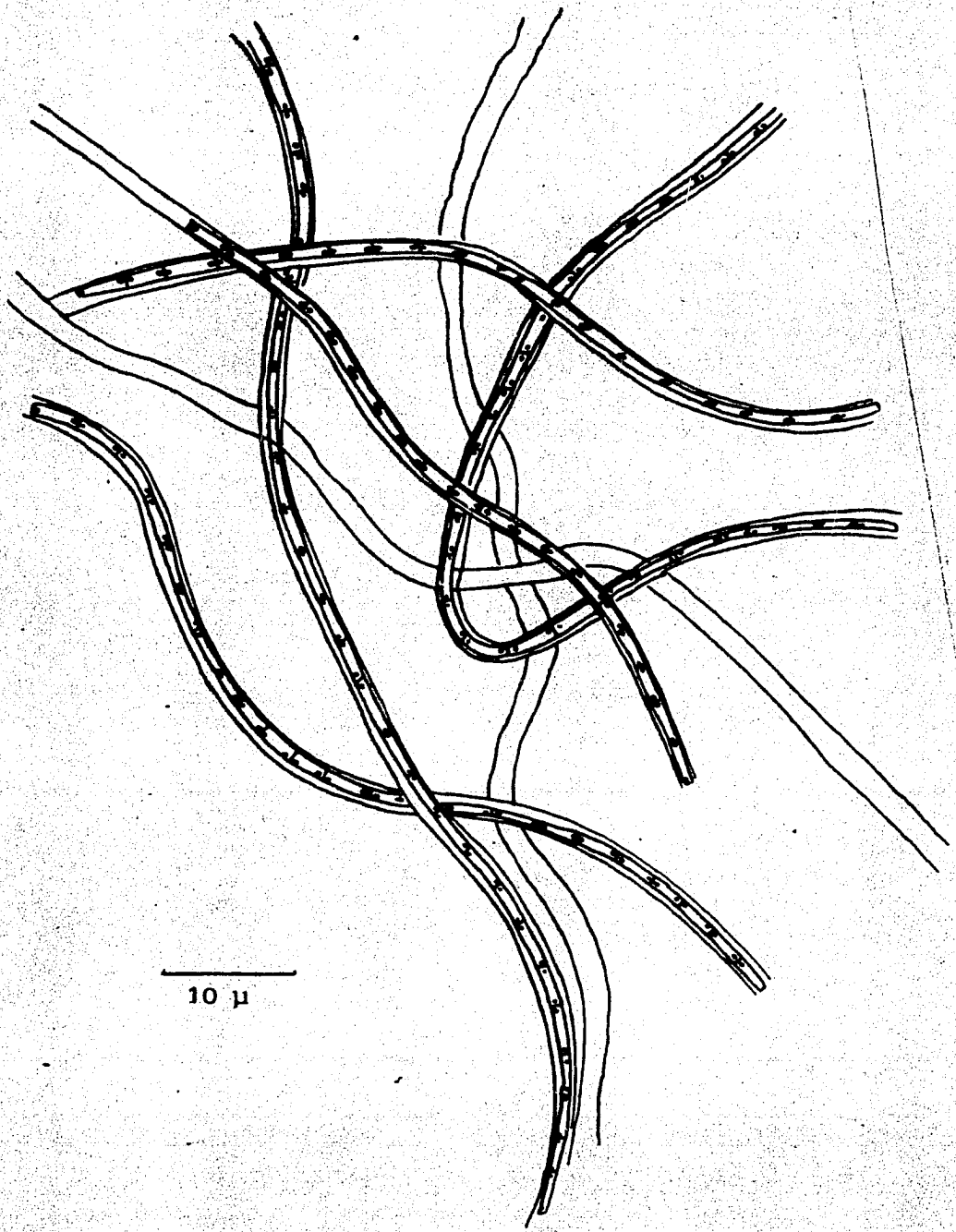
Talo esponjoso en el cual se encuentran numerosos filamentos largos y flexuosos, se entremezclan laxamente, de 1,5-2,2 μ de diámetro; vaina individual, firme e incolora. Tricomas de color verde claro, constituidos por células largas, de 1.1-1.5 μ de diámetro y 2.5-4 μ de largo, largo/ancho:2.1-2.9; paredes transversales constreñidas. Final del tricoma no adelgazado; célula apical redondeada.

Hábito y Sitio de Colecta

Subaérea; forma un talo esponjoso de color amarillento o blanquecino, bajo el efecto de salpicadura muy ligera, en la cascada - A y B.

Referencias

Herbario: PA 1735



10 μ

Phormidium sp. (10)

Talo filamentososo de color azul intenso, constituido tanto por filamentos individuales como por tricomas reunidos en una vaina -- común, gelatinizada e incolora, los cuales se van separando conforme se acercan a la parte apical, hasta constituir filamentos individuales; las vainas individuales apenas son apreciables. Tricomas de color verde, constituidos por células casi cuadradas, 4.5-5.5 μ de diámetro y 3-5.8 μ de largo, largo/ancho 0.6-1.2; paredes transversales ligeramente constreñidas. Final del tricoma recto, ligeramente adelgazado; célula apical cónica.

Hábito y Sitio de Colecta

Forma mechones de filamentos cortos ligeramente calcificados; sobre sustrato calizo, en la zona de golpeo de la cascada B.

Anotaciones Taxonómicas

Esta especie podría ser la misma que *Phormidium* sp. (5), sin embargo, dado que las vainas y en general el hábito son distintos, la hemos considerado aparte.

Referencias

Herbario: PA 1737

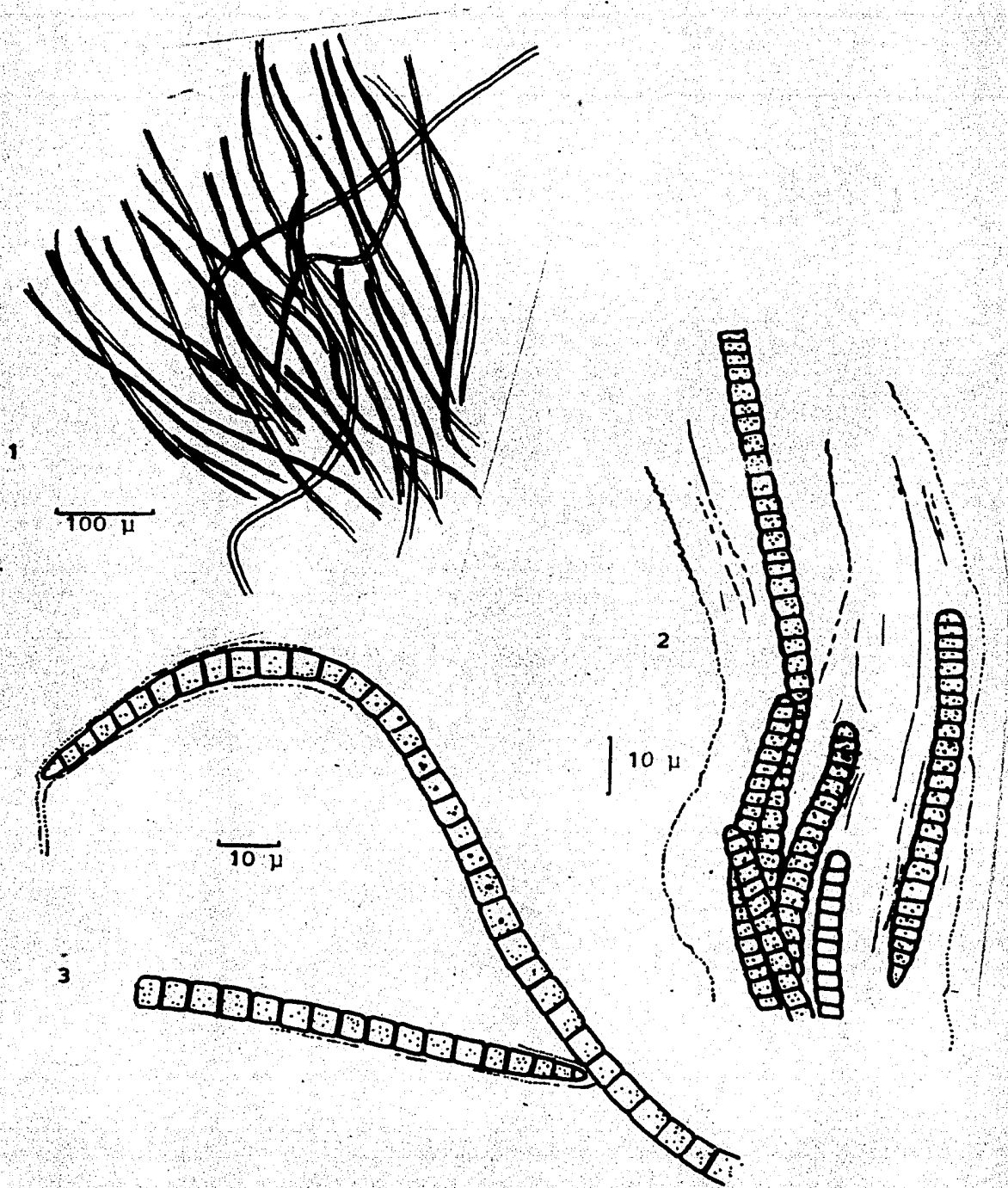


Fig.1. Hábito de la planta.
Fig.2. Vaina difluente
Fig.3. Detalle del tricoma evidenciando vainas individuales

Rhizoclonium hieroglyphicum Kuetzing

Filamentos de color verde pasto o amarillento, formados por - células cilíndricas o ligeramente ensanchadas en la parte media, - de 10-35 μ de diámetro, 50-60 (75) μ de largo, relación largo/ancho: 1.7-5.6. Casi sin ramificaciones, cuando éstas existen son cortas (de una o dos células y raramente hasta cuatro), picudas y de as--pecto rizoidal. Pared celular muy gruesa y estratificada. Cloroplas--to variable, observándose desde los típicamente reticulados hasta los muy compactos.

Hábito y Sitio de Colecta

En el campo tiene distinta apariencia, por un lado forma hi--los colgantes constituidos por filamentos largos entretnejidos y --por otro, marañas de filamentos erectos laxamente agrupados. Subaé--rea o sumergida. Epífita cuando subaérea y adherida fuertemente al sustrato caliza en corriente. Se localiza en zona de salpicadura - de la cascada A (donde es más abundante) y en la zona de desliza--miento del agua en las cascadas B y C.

En la cascada B los filamentos son mas delgados (hasta 18 μ) que en la cascada A, donde el promedio es de 30 μ de diámetro, qui--zás como resultado de la edad de los mismos.

Referencias

Herbario: PA 1721, PA 1736, PA 1738

Bibliográficas: Prescott, 1962; Tyffani, ; Bourrelly,

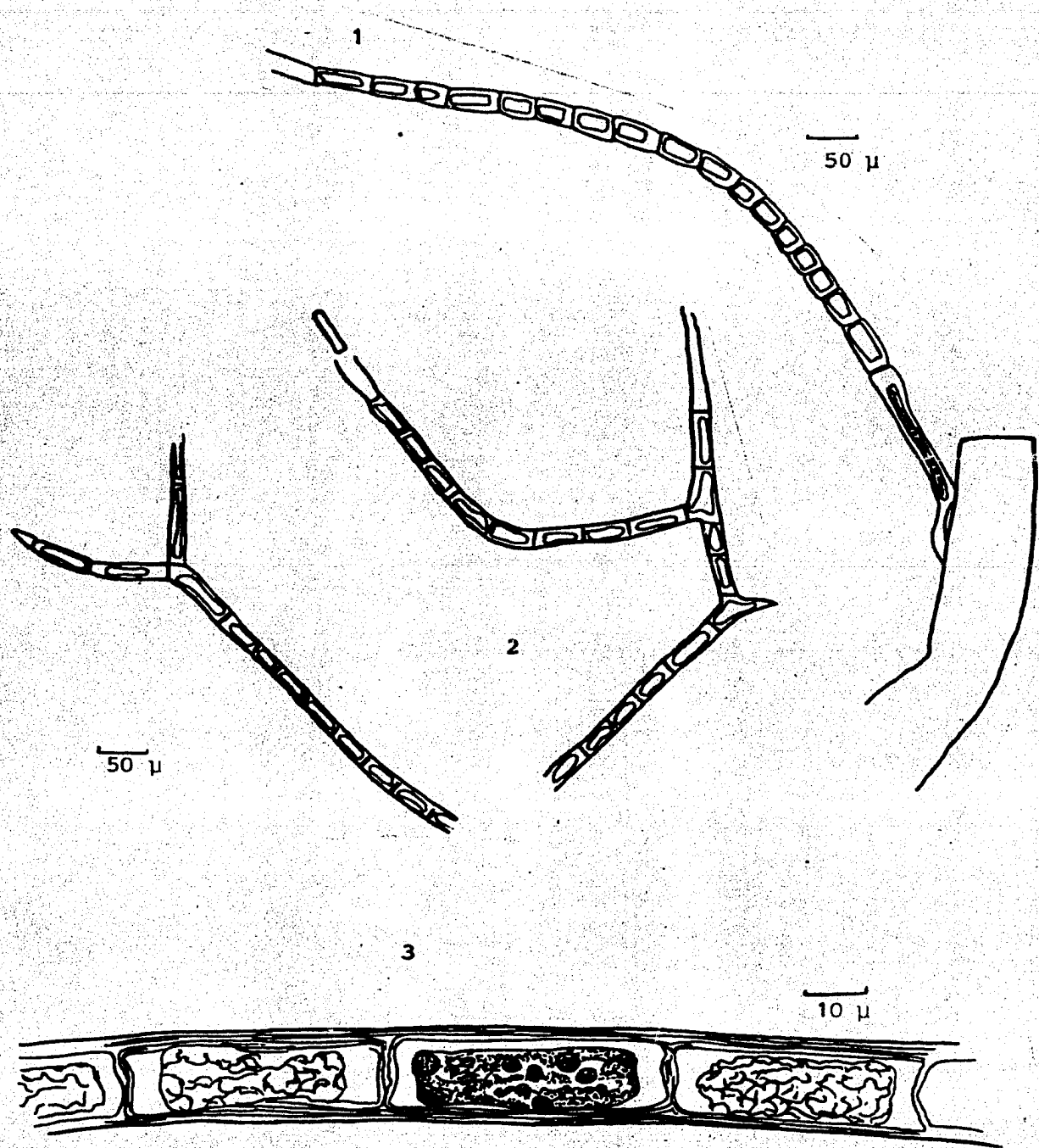


Fig.1. Filamento epífito, mostrando el rizoide.

Fig.2. Ramas del filamento.

Fig.3. Detalle del filamento, evidenciando el cloroplasto y la gruesa pared estratificada.

Scytonema sp.

Filamentos gruesos, rígidos, enmarañados formando mechones -- con aspecto lanudo de color café oscuro, de 16-22 μ de diámetro; -- vaina de color dorado (a veces incolora), gruesa, firme con tenue estratificación paralela. Pseudoramificaciones pareadas entre los heterocistos no muy frecuentes. Tricomas de color azul verde a -- violáceo, constituido por células de forma variada, completamente discoidales en las regiones maduras, y cuadradas a ligeramente alargadas cerca de los heterocystos, de 13-17 μ de diámetro y 4-11 μ de -- largo, largo/ancho: 0.3-0.5 (0.7); paredes celulares constreñidas sólo en la región de células discoidales. Heterocistos solitarios (conectados a las células adyacentes mediante prolongaciones de -- las mismas), rectangulares o cuadrados, 11-17.5 μ de diámetro y -- 10.5-15 (20) μ de largo, largo/ancho: 0.6-0.9(1.8). Final del tricoma no adelgazado; célula apical redondeada.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra formando tapetes aislados de color negro. Subaérea, sin influencia directa de la salpicadura, en el piso de la -- concavidad de la cascada A.

Referencias

Herbario: PA 1727

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962;
Bourrelly, 1970.

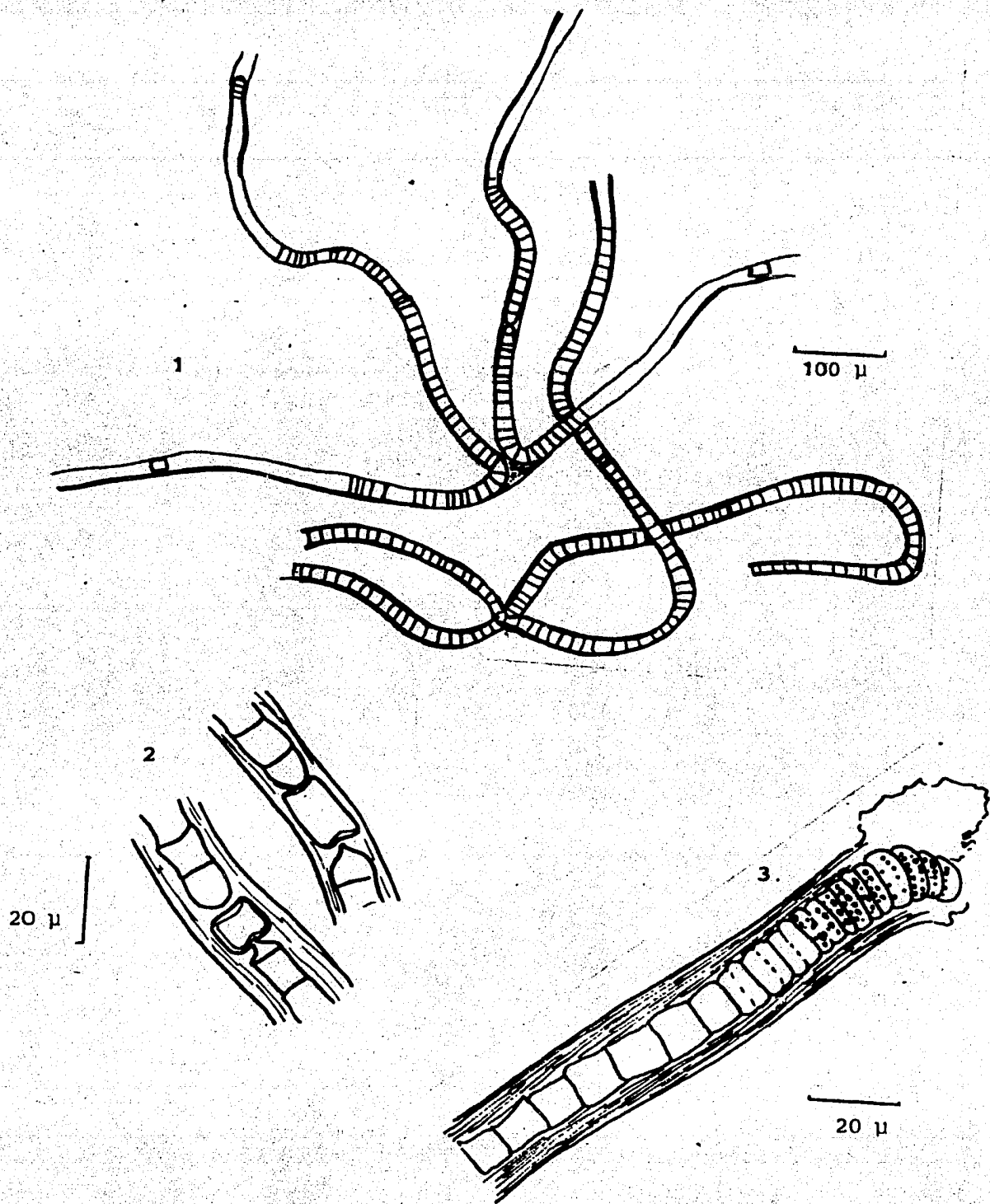


Fig. 1. Hábito de la planta evidenciando la ramificación.
Fig. 2. Detalle del filamento y heterocistos.
Fig. 3. Detalle del tricoma en la parte más madura.

Symploca borealis Rabh

Talo formado por filamentos erectos, largos, de color azul -- intenso a verde. En la parte basal del talo se observan varios tricomas reunidos en una vaina común, la cual se va ramificando, hasta constituir filamentos individuales. Filamentos de $6.5-7.5\mu$ de diámetro; vaina incolora, ligeramente amarillenta en la parte basal, difluente cuando contiene varios tricomas y firme en las partes apicales. Tricomas de color azul, constituidos por células más cortas que anchas, de $4.5(5.6)-6.5\mu$ de diámetro y $2-5\mu$ de largo, -- largo/ancho: $0.5-0.9$; paredes transversales constreñidas. Final -- del tricoma generalmente no adelgazado, a veces solo ligeramente; célula apical redondeada o cónica. Contenido celular muy granuloso.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra sumergida formando mechones erectos de color azul intenso sobre musgo, en la zona de deslizamiento de la cascada A y B. En la bibliografía consultada se reporta sobre este mismo sus-- trato.

Anotaciones Taxonómicas

En los ejemplares colectados el límite inferior del diámetro de los filamentos y de los tricomas es ligeramente menor; diáme--- tro del filamento $7-8(10)\mu$ y diámetro del tricoma $5-6\mu$ (Geitler, 1932).

Referencias

Herbario: PA 1717, PA 1728

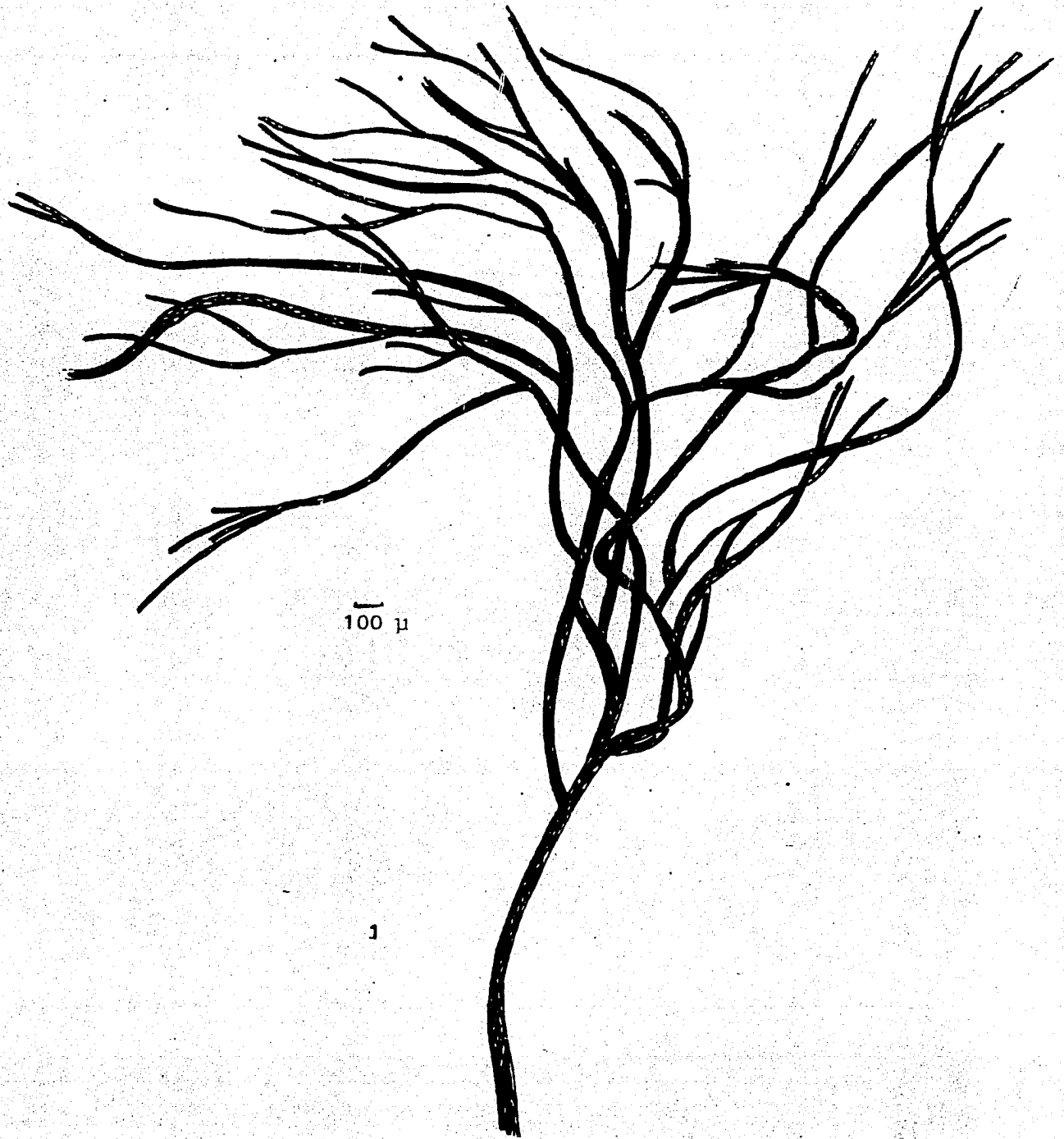


Fig. 1. Hábito erecto.

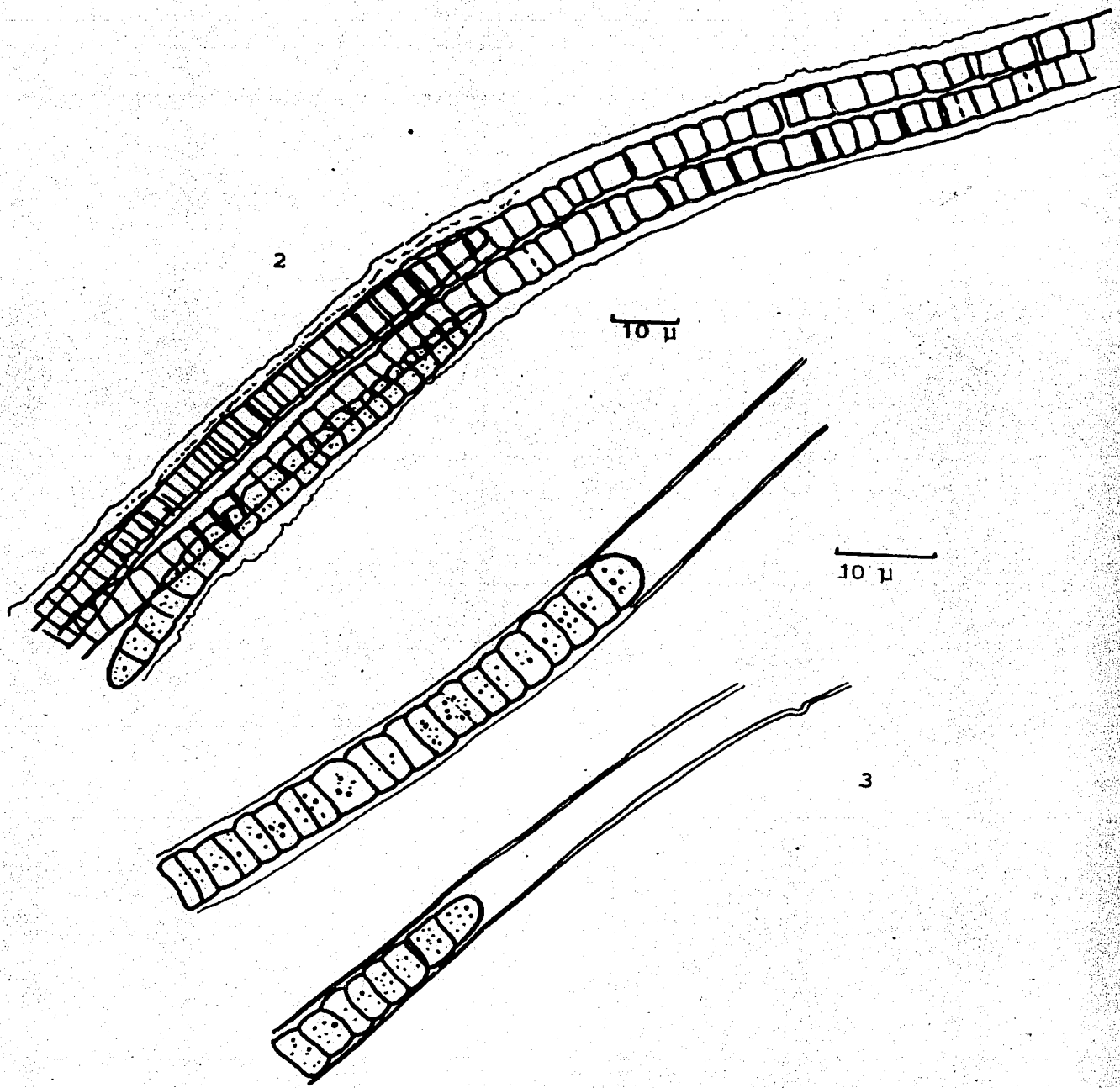


Fig.2. Detalle del talo en la parte basal, aparentando varios tricomas embebidos en una vaina común .

Fig.3. Detalle de los filamentos en la parte apical, evidenciando la vaina firme y las formas de las células apicales.

Tolypothrix distorta Kuetzing

Matas filamentosas, cortas de color azul intenso, formadas -- por filamentos de 12-19 μ de diámetro; vaina delgada, firme, incolora no estratificada. Con repetidas pseudoramificaciones rectas o arqueadas. Tricomas formados por células discoidales, 11-15 μ de -- diámetro y 2-5.8 μ de largo, largo/ancho: 0.3-0.4; paredes transversales constreñidas. Heterocistos basales solitarios, de forma globosa o subglobosa, 8-12 μ de diámetro.

Hábito y Sitio de Colecta

Se encuentra en la zona de deslizamiento de la cascada B, sobre musgos o adheridas fuertemente al sustrato calizo. Formando -- almohadillas calcificadas.

Referencias

Herbario:PA 1708, PA 1736

Bibliográficas: Tilden, 1910; Geitler, 1932; Prescott, 1962;
Bourrelly, 1970.

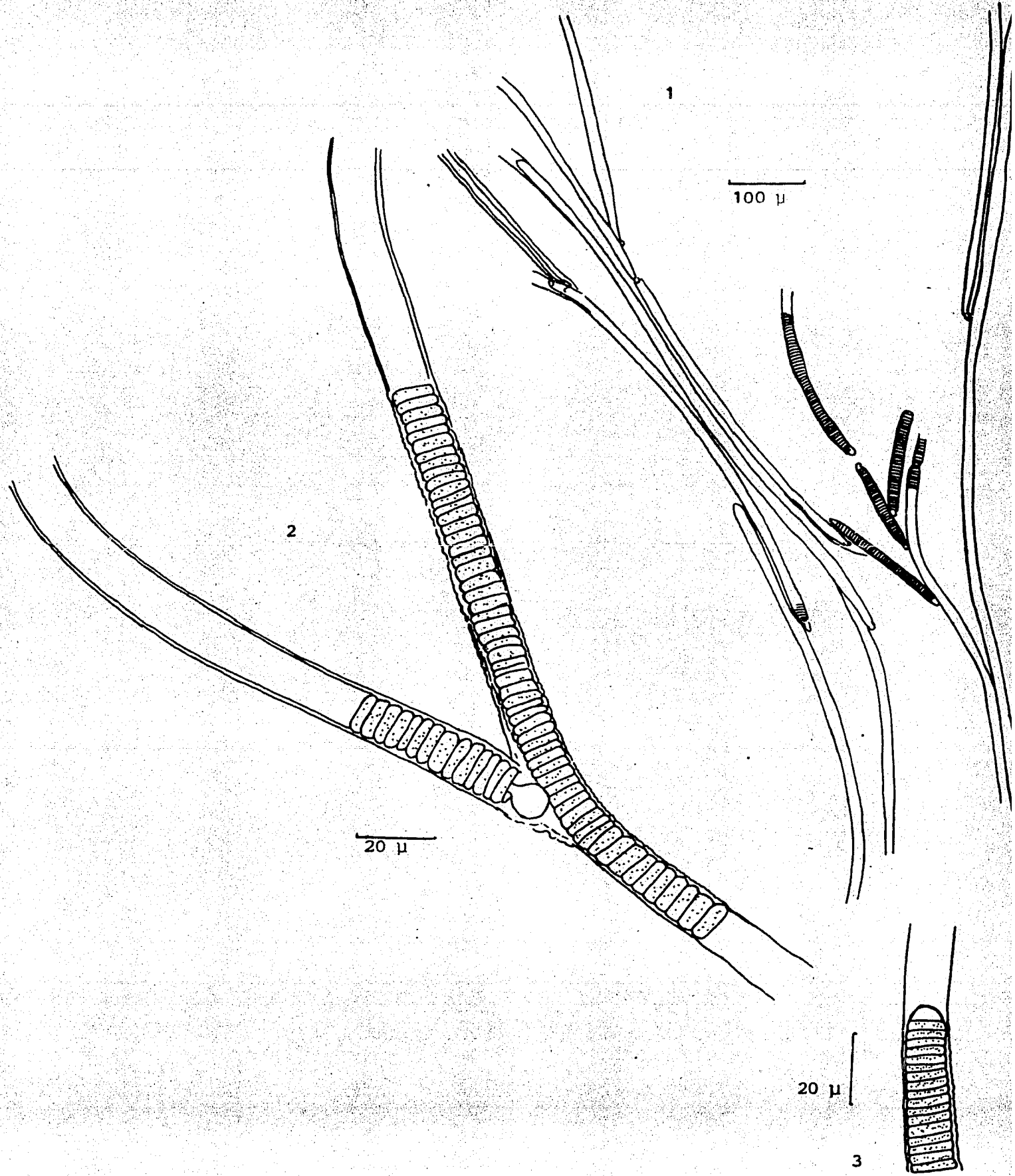


Fig. 1. Hábito mostrando la repetida pseudo estratificación.
Fig. 2. Detalle del tricoma y del heterocisto
Fig. 3. Detalle de la célula apical.

V.3 Tablas y Gráficas.

El cuadro I contiene la información de distribución de las -- especies encontradas en las 3 cascadas, mencionando el microambiente específico en el que se colectaron.

En el cuadro II está resumida la información correspondiente al hábito que muestran las algas estudiadas, en cada uno de los -- distintos microambientes reconocidos de las cascadas colectadas.

CUADRO I. DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES EN LAS TRES CASCADAS (A NIVEL MICROAMBIENTAL)

	CASCADA A						CASCADA B						CASCADA C				CALCIFICADA
	A	C	D	F	G	H	A	B	C	D	E	I	B	B'	E	I	
<i>Audouiniella</i> sp. (1)																X	-
<i>Audouiniella</i> sp. (2)						X											-
<i>Chamaesiphon incrustans</i>						X											-
<i>Cladophora glomerata</i>		X				X		X							X		-
<i>Cladophora</i> sp.		X			X												✓
<i>Cymbella</i> sp.					X		X										-
<i>Dermocarpa</i> sp.					X												✓
<i>Dichothrix orsiniana</i>									X								+/-
<i>Erythrotrichia</i> sp.						X		X	X			X			X		-6 ✓
<i>Gleotheca</i> sp.											X						+/-
<i>Lyngbya</i> sp. (1)									X								-
<i>Lyngbya</i> sp. (2)					X												✓
<i>Lyngbya</i> sp. (3)									X								✓
<i>Microcoleus</i> sp. (1)										X							-
<i>Microcoleus</i> sp. (2)										X							✓
<i>Microcoleus</i> sp. (3)										X							✓
<i>Nostoc sphaericum</i>							X		X								-
<i>Oedogonium</i> sp. (1)			X		X				X								-
<i>Oedogonium</i> sp. (2)									X			X					-
<i>Oedogonium</i> sp. (3)		X	X								X						-
<i>Oscillatoria</i> sp.															X		-
<i>Phormidium</i> sp. (1)										X							-
<i>Phormidium</i> sp. (2)										X							+/-
<i>Phormidium</i> sp. (3)														X			+/-
<i>Phormidium</i> sp. (4)															X		✓
<i>Phormidium</i> sp. (5)						X											-
<i>Phormidium</i> sp. (6)					X												✓
<i>Phormidium</i> sp. (7)														X		X	+/-
<i>Phormidium</i> sp. (8)														X			✓
<i>Phormidium</i> sp. (9)											X						+/-
<i>Phormidium</i> sp. (10)									X								✓
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>					X						X	X					-
<i>Symploca borealis</i>	X								X							X	-
<i>Scytonema</i> sp.			X														-
<i>Tolypothrix distorta</i>									X								-

CLAVE:

A: Zona de deslizamiento del agua (donde ésta
dobla y empieza a caer)
B: Zona de golpeo
B': Zona de golpeo intenso

C: Zona de salpicadura fuerte
D: Zona de salpicadura muy débil
E: Pared vertical detrás de la cortina de agua
F: Zona aérea de algas colgando
G: Zona cubierta de musgo húmedo
H: Zona de bateo del agua
I: Zona de rápidos

CUADRO II. TIPO DE TALO QUE PRESENTAN LAS ALGAS EN LOS DISTINTOS MICROAMBIENTES

	A	B	B'	C	D	E	F	G	H	I	CALCIFICADA
<i>Audouinella</i> sp. (1)										erecto filamen- toso	-
<i>Audouinella</i> sp. (2)									erecto filamen- toso		-
<i>Cladophora glomerata</i>	erecto, filamen- toso flexible			postrado filamen- toso pro flexible		erecto, filamen- toso flexible			erecto filamen- toso flexible		-
<i>Cladophora</i> sp.				erecto filamentos cortos			erecto, tapetes cortos				/
<i>Dichothrix orsiniana</i>				mechones mucilagi- nosos							+/-
<i>Gleotheca</i> sp.					colchón grueso mucilaginoso						+/-
<i>Lyngbya</i> sp. (1)		erecto filamentos cortos									-
<i>Lyngbya</i> sp. (3)		postrados costra									/
<i>Microcoleus</i> sp. (1)				filamentoso extendido							-
<i>Microcoleus</i> sp. (2)		postrados									/
<i>Nostoc Sphaerium</i>	cojinete liso								cojinete liso en racimos		-
<i>Oscillatoria</i> sp.						filamentos postrados					-
<i>Phormidium</i> sp. (1)				colchones mucilaginosos							-
<i>Phormidium</i> sp. (2)				filamentoso extendido							+/-
<i>Phormidium</i> sp. (3)			postrado costra mucilaginoso								+/-
<i>Phormidium</i> sp. (4)						postrado película plástica					/
<i>Phormidium</i> sp. (5)									almohadilla mucilaginoso		-
<i>Phormidium</i> sp. (7)			esponjoso calcificado							esponjoso	+/-
<i>Phormidium</i> sp. (9)					colchón grueso esponjoso						+/-
<i>Phormidium</i> sp. (10)		tapete de filamen- tos cortos									/
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>					erecto filamen- toso	arañas laxas	hilos largos colgantes				/
<i>Synplocca borealis</i>		mechones largos flexibles				arañas asperas					-
<i>Scytonema</i> sp.		abultamientos filamentosos									-
<i>Tolypothrix distorta</i>											-

CLAVE:

A: Zona de deslizamiento del agua (donde ésta dobla y empieza a caer)

B: Zona de golpeo

B': Zona de golpeo intenso

C: Zona de salpicadura fuerte

D: Zona de salpicadura muy débil

E: Pared vertical detrás de la cortina de agua

F: Zona aérea de algas colgando

G: Zona cubierta de musgo húmedo

H: Zona de bateo del agua

I: Zona de rápidos

NOTA: Se han considerado solamente las especies que forman un tipo de talo microscópico.

V.4 Análisis y Discusión de los Datos Obtenidos.

Como puede observarse en el cuadro I, muy pocas especies son comunes a las tres cascadas, lo cual puede explicarse con base en que la mayoría de las especies encontradas se desarrollan solamente en un microambiente determinado, de manera que su ausencia evidencia que no todas las cascadas poseen los mismos microambientes. Así mismo la distribución de las especies en las 3 cascadas estudiadas puede ser una consecuencia metodológica, ya que el mismo microambiente (por ejemplo zona de deslizamiento) no se colectó con la misma intensidad en las distintas cascadas.

Las especies comunes *Cladophora glomerata*, *Erythrotrichia* sp. y *Rhizoclonium hieroglyphicum*, se desarrollan en cualquier sitio donde el agua fluya rápidamente, y al parecer dichas especies no están especializadas a un microambiente determinado, puesto que *R. hieroglyphicum* también crece abundantemente en condición subaérea y en *Erythrotrichia* sp. se han apreciado dos tipos de hábito, uno filamentosos y epífita (cuando está asociada con *Cladophora glomerata*), y el otro postrado entremezclada en comunidades calcificadas. Por tal razón se puede pensar que aunque dichas especies son muy abundantes en las cascadas estudiadas, seguramente no pueden utilizarse para definir y delimitar a este ambiente.

Por otra parte, la población de *Cladophora glomerata* que se encontró creciendo vigorosamente en condición subaérea, podría ampliar la ecología de esta especie, pues no se ha reportado como tal

(Whitton, 1970). No obstante, una explicación de su existencia en tal sitio podría ser que esta alga sea la reminiscencia de un microambiente desaparecido. Puesto que se encontró en la parte superior de la concavidad de la cascada A, cerca de la cortina de agua, se puede pensar que en realidad está sumergida, sometida al fuerte jaloneo del agua precipitada; y que por lo tanto solamente queda en condición subaérea al final de la época de secas, cuando ha disminuido considerablemente el flujo del río y consecuentemente se reduce la cortina de agua.

En las zonas de golpeo B y B' de las cascadas Dinamo y Temporal respectivamente no se encontraron las mismas especies. En la primera de estas zonas se presenta la siguiente asociación:

Phormidium sp. (10) - *Microcoleus* sp. (2), y manchones discretos de *Lyngbya* sp. (1) y *Lyngbya* sp. (3); mientras que en la segunda (B'), se desarrolla una asociación constituida por *Phormidium* sp. (3) - *Phormidium* sp. (7) - *Phormidium* sp. (8). Las diferencias florísticas pueden evidenciar que las especies no poseen un intervalo amplio de resistencia al golpeo.

En el cuadro II, se observa que las algas presentan un tipo de hábito particular en cada uno de los microambientes característicos de las cascadas como son el A, B, B' y H. Además puede pensarse que los microambientes A y H son en realidad uno solo, ya que en ambos se desarrollan aproximadamente las mismas algas, y los hábitos característicos en estas zonas son muy similares. Con respecto a la zona de salpicadura se observa la presencia de una gran diversidad florística y también de tipos de hábitos, lo que parece indicar que este "microambiente" es heterogéneo. Las zonas de gol-

peo B y B' son muy similares en el tipo de hábito de las algas evidenciando que el golpeo del agua si constituye un factor fundamental en este ambiente.

Al parecer *Lyngbya* sp. (1) constituye una excepción del hábito costroso y postrado de la zona de golpeo del agua, ya que crece totalmente erguida. No obstante, también puede manifestar que inclusive en zonas tan extremas como ésta, existen submicroambientes en los que las algas están sometidas a una fuerte turbulencia, más que al golpeo directo, explicación que se refuerza por el hecho de que su vaina está muy epifitada por diatomeas.

La asociación (*Phormidium* spp.) que se desarrolla en la zona de golpeo intenso, no forma una costra completamente calcificada (como podría esperarse), lo cual nos puede sugerir que el abundante mucílago que producen estas algas amortigua el daño mecánico -- causado por el golpeo. Sin embargo, si recordamos que dicha zona se colectó cuando había cesado por completo el flujo de agua, otra posible explicación es que en dicha zona, la cual permanecía muy húmeda, se desarrolló una especie subaérea (podría ser *Phormidium* sp. (3)), la cual enmascara el hábito real de las algas que se desarrollan en este microambiente.

Es importante mencionar que la mayoría de especies y/o asociaciones encontradas en las cascadas estudiadas, pueden ser las características de este ambiente solamente en regiones donde el agua contenga abundante carbonato de calcio (Blum, 1960; en Hynes, 1970). Pues no hay que olvidar que los factores secundarios también influyen en la composición específica de un lugar y tiempo definidos.

VI. COMENTARIOS Y CONSIDERACIONES FINALES

VI.1. Sobre Ambientes y Microambientes.

Al parecer las cascadas, al menos las "pequeñas" si constituyen un ambiente particular, ya que se desarrollan gran cantidad de especies en microambientes originados por la caída de agua, inclusive en el sitio más crítico como es la zona de golpeo, así en este caso la erosión del sustrato no es un factor que inhiba el crecimiento algal totalmente, sino que selecciona el tipo de hábito de las algas.

Con respecto a los microambientes, al parecer algunos que hemos separado como son el A y H conforman uno sólo. Sin embargo lo anterior debe ser verificado ya que también poseen diferencias. La especie *Nostoc sphaericum* se desarrolla abundantemente y forma colonias grandes en la zona de bateo (H), mientras que es escaso y considerablemente de menor tamaño en la zona de deslizamiento del agua (A). De igual manera los microambientes B y B' podrían reunirse si se pretende caracterizar al ambiente mediante el reconocimiento de formas de vida particulares, más que por la composición específica. Los microambientes subaéreos, humedecidos por la salpicadura, tienen que ser nuevamente analizados en el campo y nuevamente sectorizados; tarea que es sumamente importante para decidir cua--

les ambientes subaéreos forman parte del ambiente cascada, y cuales constituyen otro ambiente. Es claro que es muy distinta la condición subaérea de algas que se desarrollan en sitios húmedos o rocios con brizna ligera de aquéllas a las que les cae un chorro intermitente de agua.

Por último es importante mencionar que los resultados muestran que es problemático pretender hacer la caracterización del ambiente con base en las asociaciones algales (a nivel específico), pues aunque se reduzca al máximo la variable de los factores secundarios, las algas presentan intervalos distintos de respuesta a factores fundamentales, y puesto que no existen dos sitios exactamente iguales, las especies algales y las asociaciones serán distintas en cada sitio. Por lo tanto al parecer la caracterización del ambiente debe hacerse mediante el reconocimiento de formas de vida particulares (como sucede en los microambientes B y B'). Esto último, sin embargo, deber ser verificado una vez que se incluyan en el análisis el mayor número posible de especies y que se estudien más cascadas.

VI. 2. Sobre los Problemas Metodológicos.

Un aspecto que es sumamente importante abordar en el estudio por ambientes, el cual sin embargo no es considerado en este trabajo, es la temporalidad del ambiente. Como lo evidencia el problema de *Cladophora glomerata* en condición subaérea y el aspecto mucilaginoso de la asociación que se desarrolla en la zona de golpeo intenso, los microambientes aparecen, desaparecen y se transforman. Inclusive los cambios ambientales pueden ser tan bruscos que todo un ambiente puede llegar a desaparecer. Por lo anterior es necesario intentar resolver la problemática de colecta de las cascadas en época de lluvias (aunque no se colecten las mismas), sobre todo de las zonas "clave" como es la de golpeo.

Por otro lado es conveniente realizar en estas mismas cascadas una colecta más intensiva, inclusive utilizando cuadrantes, ya que en la mayoría de las muestras era mayor el número de especies que no se evidencian en el campo. Asimismo es importante coleccionar más zonas de deslizamiento, bateo, golpeo y salpicadura de diferentes cascadas, para que se tengan más repeticiones de los mismos microambientes y se puedan reconocer las asociaciones características de los mismos.

VI. 3. Sobre los Problemas Taxonómicos.

Es necesario resolver los problemas taxonómicos de manera que sea posible determinar a las especies, pues ésto permitirá evidenciar la variación de las especies a los distintos microambientes y caracterizar el hábito de cada especie en este ambiente particular. Así, es importante iniciar cultivos de dichas algas y considerar -- la utilización de técnicas "sofisticadas" como es el caso de la -- tinción de vainas de cianofitas con cloruro de Zinc iodado. Por -- otro lado hay que recopilar bibliografía para las especies de -- *Audoniella* y *Erithrotrichia*.

VII. EVALUACION DEL TRABAJO Y REPERCUSIONES

Tomando en cuenta que este trabajo constituye la fase inicial del proyecto 'Ficoflora de las Cascadas de la Huasteca', el cual pretende caracterizar a las cascadas como un ambiente particular desde el punto de vista ficológico, los resultados obtenidos son realmente importantes, sobre todo porque se tiene reconocida tanto la problemática metodológica como la taxonómica de este ambiente. Asimismo se ha diseñado una metodología para abordar el estudio de este ambiente particular, y se han señalado las tareas inmediatas que deben realizarse para avanzar rápidamente en el proyecto.

Por último mencionaremos que trabajar la flora ficológica de una región tropical como la Huasteca es particularmente importante, pues ampliará considerablemente el listado de especies algales para México, sobre todo de Rodofitas dulceacuícolas, ya que la mayoría de ellas se desarrollan en aguas cálidas.

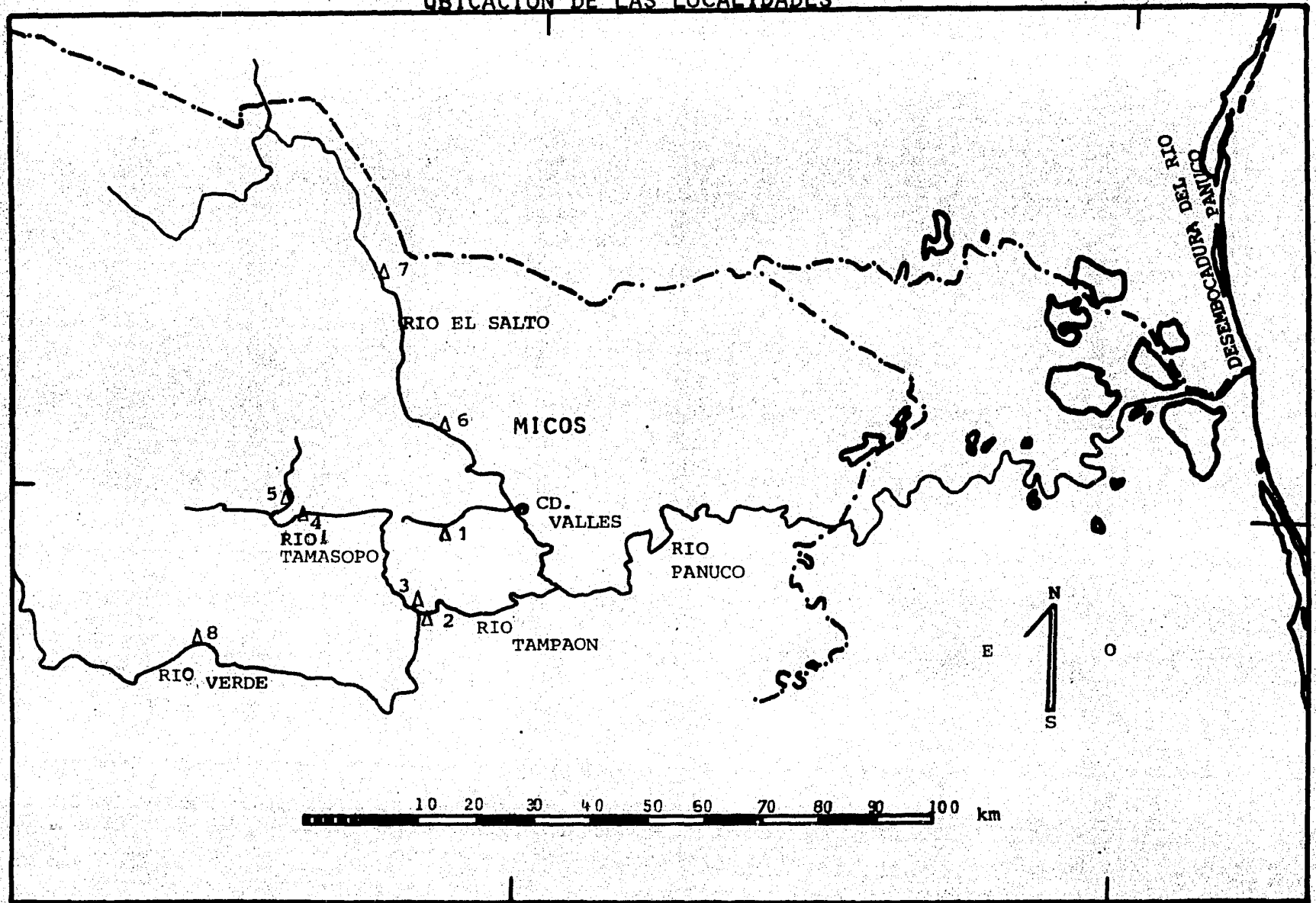
ANEXO I. BREVE DESCRIPCION Y UBICACION DE LAS LOCALIDADES

- 1) Localidad Tanchanchin, S.L.P. - Es una pequeña caída de agua -- de aproximadamente 3 metros de altura, la cual forma parte de un afluente que desemboca posteriormente al río Tampaón. Se localiza a los 21°57' de latitud norte y 99°09' de longitud oeste; a 80 m.s.n.m.
- 2) Localidad río Tampaón, S.L.P.--Son varias caídas de agua de aproximadamente 2 a 2.5 metros de altura, ubicadas en la pared del cauce del río Tampaón (es decir no forman parte de este río, -- sino su agua desemboca a él).Se localiza aproximadamente a los 21° 47' de latitud norte y 99°10' de longitud oeste; a una altura de 80 m.s.n.m. en su parte inferior.
- 4) Localidad Tamasopo, S.L.P. - Son varias caídas de agua de aproximadamente 10 a 15 metros de altura. Forman parte del río Tamasopo, el cual posteriormente desemboca al río Gallinas. Se localiza a los 21°55' de latitud norte y 99°23' de longitud oeste; a una altura aproximada de 160 m.s.n.m.
- 5) Localidad Puente de Dios, S.L.P. - Estas cascadas se encuentran en un río que posteriormente desemboca al río Tamasopo. Se localiza a los 21°55' de latitud norte y 99°24' de longitud oeste; a 400 m.s.n.m. aproximadamente.
- 6) Localidad Micos, S.L.P. - Son varias caídas de agua de distintas alturas (80 centímetros hasta 5 metros), las cuales forman parte del río El Salto, el cual más adelante desemboca al río - Tampaón. Se localizan a los 22°05' de latitud norte y 99°10' de longitud oeste; a una altura de 230 m.s.n.m.

- 7) Localidad El Salto, S.L.P. - Es una localidad donde se encuentra una caída de 106 metros de altura y varias otras considerablemente más pequeñas (3 metros o menos), ubicadas en el cauce del río El Salto. Se localiza a los 23°35' de latitud norte y 99°23' de longitud oeste; a una altura de 320 m.s.n.m.
- 8) Localidad La Llovisnosa, cerca de Rayón, S.L.P. - En esta localidad se encuentra una cascada de 30 metros de altura aproximadamente y varias caídas de agua más pequeñas (distantes de la mayor como 1 kilómetro). Se ubican en el cauce del río Verde a los 21°44' de latitud norte y 99°33' de longitud oeste; a 500 m.s.n.m. Estas cascadas están fuera de los límites considerados para la Huasteca.

En el siguiente mapa se han ubicado las 8 localidades de cascadas.

UBICACION DE LAS LOCALIDADES



BIBLIOGRAFIA

- Bassols, A. 1982. Recursos Naturales de México. Teoría, Conocimientos y Usos. Editorial Nuestro Tiempo. 14a. edición. 361 pp.
- Bassols, A. et al. 1977. Las Huastecas en el Desarrollo Regional de México. Ed. Trillas. 1a. edición. 434 pp.
- Blum, J.L. 1956. The Ecology of River Algae. The Botanical Review, 22 (5): 291-341.
- Bourelly, P. 1968. Les Algues d'eau douce. Initiation a la Systematique. Tome II: Les algues jaunes et brunes Chrysophycées, Pheophycées, Xanthophycées et Diatomées. Editions N. Boubée & Cie. Paris. p.p. 310-355.
- Bourelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation a la Systematique. Tome III: Les algues bleues et rouges. Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Editions N. Boubée & Cie. Paris. p.p. 185-452
- Bourelly, P. 1972. Les algues d'eau douce. Initiation a la Systematique. Tome I: Les algues vertes. Editions N. Boubée & Cie. Paris. 569 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. 246 pp.

- Gauthier-Lievre, L. 1963-1964. Oedogoniacées Africaines.
Verlag Von J. Cramer. Germany. 545 pp.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae; en Rabenhorst's, L.
Kryptogamen-Flora. Akademische Verlagsgesellschaft
m.b.H. Leipzig. 1179 pp.
- Hoek, C.V. 1963. Revision of the European Species of Cladophora.
E.J. Brill Leiden Netherlands. 249 pp.
- Humm, H. y Wicks, S. 1980. Introduction and Guide to the Marine
Blue Green Algae. John Willey and Sons. New York. 193 pp.
- Hynes, H.B. 1970. The Ecology of Running Waters. Capítulo IV.
University of Toronto Press. Canadá. 555 pp.
- Joly, A.B. 1967. Gêneros de Algas Marinhas da Costa Atlantica ---
Latino-Americana, Editora da Universidade de Sao Paulo -
p.p. 219-229.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. C.W.K.
Gleerups Forlag, Lund, Sweden. 673 pp.
- Mills, D. 1972. An Introduction to Freshwater Ecology.
Oliver & Boyd. Edinburgh. 101 pp.
- Mrozinska, T. 1969. Oedogoniales Edogoniowe, en Flora Słodkowodna
Polski tom II. Państwowe Wydawnéctwo Naukowe Kraków. 659pp.
- Odum, E. 1971. Ecologia. Interamericana. p.p. 326-357

- Prescott, G.W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area.
W.M.C. Brown Company Publishers. U.S.A. 977 pp.
- Starmach, K. 1966. Cyanophyta - Sinice Glaucophyta - Glaukofity.
Panstwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa. p.p. 520-544
- Tiffany, L. 1930. The Oedogoniaceae. Publicado por el autor.
Colombus. Ohio. 253 pp.
- Tiffany, L. y Britton, M.E. 1952. The Algae of Illinois. The
University of Chicago Press, Chicago. 401 pp.
- Tilden, J. 1910. Minnesota Algae I. Minneapolis. 328 pp.; pls. 1-20.
- Whitton, B.A. 1970. Biology of Cladophora in Freshwater.
Water Research Pergamon Press, 4:457-476.
- Whitton, B.A. 1975. River Ecology.
Blackwell Scientific Publications. Oxford. 725 pp.