

**Informe final\* del Proyecto G025**  
**Taxonomía e inventario de cianofitas del orden Chroococcales (Cyanophyceae)**

**Responsable:** Dr. Gustavo Montejano Zurita  
**Institución:** Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Departamento de Biología  
Laboratorio de Ficología  
**Dirección:** Apartado Postal 70-620, Coyoacán, México, DF, 04510 , México  
**Correo electrónico:** [gmz@hp-fciencias.unam.mx](mailto:gmz@hp-fciencias.unam.mx)  
**Teléfono/Fax:** Tel: 5622 4837 Fax: 5622 4828  
**Fecha de inicio:** Mayo 31, 1995  
**Fecha de término:** Marzo 14, 1997  
**Principales resultados:** Base de datos, Informe final  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Montejano, G. y M. Gold-Morgan. 1998. Taxonomía e inventario de cianofitas del orden chroococcales (Cyanophyceae). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. G025.** México, D.F.

**Resumen:**

Este trabajo pretende resolver problemas de definición y delimitación dentro del orden Chorococcales y elaboración de un manual de identificación de especies de este orden en 2 cuencas hidrológicas de la región central de México, la cuenca del río Amacuzac y la cuenca baja de río Panúco. Se elaborará una base de datos de acuerdo con el instructivo de la CONABIO.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

## INFORME FINAL DEL PROYECTO TAXONOMIA E INVENTARIO DE CIANOFITAS DEL ORDEN CHROOCOCCALES. (G025)

### **Introducción.**

Actualmente la escuela de pensamiento prevaleciente sobre la biología de las cianofitas es que las cianofitas tienen una amplia plasticidad genética y tienen la antigüedad suficiente para haberse establecido en todos los biotopos disponibles. Taxonómicamente esto se traduce en un número relativamente pequeño de especies, cada una con ecofenos o ecotipos que se manifiestan en las condiciones más diversas; es decir en un concepto muy amplio de cada especie en cuanto a su variación morfológica y a su plasticidad ecológica. La repercusión florística de esta concepción -muy común en países tropicales donde la flora ficológica es prácticamente desconocida- es que con las claves y descripciones de especies europeas, será posible con pocas excepciones, inventariar la flora de cianofitas del resto del mundo.

Nuestra experiencia en el estudio de las algas de la región central de México es que sólo un bajo porcentaje de especies es identificable con los manuales de identificación tradicionales. Esto lo hemos interpretado como una evidencia de la existencia de una flora tropical de cianofitas claramente diferente de la flora templada conocida. Además es indicativo de que las especies no tienen tanta plasticidad adaptativa como se ha supuesto hasta ahora. Por lo anterior consideramos que no es posible elaborar la flora de cianofitas de regiones tropicales, si no se elaboran simultáneamente los criterios taxonómicos para la delimitación y definición de grupos. Por esta razón el presente proyecto se desarrolló con orientación florístico - taxonómica.

Se inició el programa "Flora de cianofitas de la región central de México" en 1992 con el orden Chroococcales por su gran diversidad de especies, bien representada en la ficolflora de esta región. Los primeros géneros trabajados fueron: *Cyanocystis*, *Xenococcus* y *Xenotholos* (Montejano et al 1993, Gold-Morgan et al 1994). En el proyecto "Taxonomía e inventario de cianofitas del orden Chroococcales" hemos incorporado 5 géneros más: *Stichosiphon*, *Chamaesiphon*, *Chamaecalyx*, *Geitleribactron* e *Hydrococcus*.

### **Consideraciones metodológicas previas.**

Dado que nuestro objeto de estudio es microscópico y con niveles de organización poco delimitables, varios de los aspectos metodológicos utilizados para organismos macroscópicos no son aplicables. Por ejemplo, en el momento de la colecta no es posible saber si se están colectando ejemplares de las especies de interés o no. Esto no se sabe hasta la revisión al microscopio cuando se detecta la presencia o no de ejemplares de la especie y su abundancia. Además puesto que el nivel de organización de muchos de estos organismos es cenobial, es decir conjuntos de células que se derivan unas de otras y permanecen unidas formando una masa amorfa, que a menudo se fusiona con otras, no es delimitable el individuo, y por tanto, tampoco es posible contar el número de especímenes.

Este proyecto (G025) se basó en una colección de muestras que ya se había revisado al microscopio óptico y en la cual se había detectado la presencia de representantes del orden Chroococcales. El trabajo de campo realizado para este proyecto se hizo para ampliar el área de estudio, completar colectas en las dos estaciones del año en localidad colectadas una sola vez, y para una toma más precisa de datos de campo y de ubicación geográfica.

## **Área geográfica**

El área de estudio se localiza principalmente en 2 cuencas hidrológicas de la región central de México: la cuenca del Río Amacuzac (cuenca del Río Balsas) y la cuenca baja del Río Pánuco (Cuadro 1). Incluye principalmente los estados de Morelos, México y San Luis Potosí. Queda dentro del área de estudio el área protegida de la Sierra del Abra-Tanchipa. Hay varios tipos de vegetación en el área de estudio: bosque de pino, bosque de encino, selva baja caducifolia, selvas mediana y alta perennifolia.

## **Metodología**

El procedimiento de colecta que empleamos para colectar corresponde al método propuesto por Holmes y Whitton (1981) para el estudio de comunidades algales en ambientes lóticos. En las localidades con ríos grandes se seleccionó una porción de la corriente de aproximadamente 10 metros, se hizo una descripción de los crecimientos visibles (forma de crecimiento), una estimación de la abundancia relativa del crecimiento en el área seleccionada, y la colecta de cada uno de los crecimientos visibles. En arroyos y otros cuerpos lóticos más pequeños se hizo una colecta equivalente. Para cada muestra se tomaron datos de los parámetros medioambientales más importantes, como substrato, temperatura, pH y conductividad. Para medir el pH y temperatura se empleó un analizador electroquímico Marca Jenway. Para medir la conductividad se empleó un conductímetro Yellow Spring Mod. 33. Las muestras se fijaron en formol al 4% y se depositaron en el Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME).

Se llevaron a cabo cuatro salidas al campo, una en el período de secas y una en lluvias, en cada una de las cuencas. Se colectó un total de 36 localidades en las que se colectaron 452 muestras. La lista de localidades y su ubicación geográfica se presentan en el Cuadro 2.

## **Trabajo de laboratorio y gabinete.**

Se revisaron las muestras colectadas durante el desarrollo de este proyecto así como material colectado previamente. Se revisó el material al microscopio, se hicieron descripciones detalladas de los especímenes de Chroococcales, se les identificó o dió el nombre original y se tomaron microfotografías.

Para la ubicación taxonómica del material estudiado, seguimos el esquema de clasificación propuesto por Komárek y Anagnostidis:

Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1986): Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 2 - Chroococcales. - Arch. Hydrobiol./Algol. Stud. 43:157-226.

Se pidió material tipo de algunas especies al herbario del 'New York Botanical Garden' para una parte del trabajo taxonómico.

La información generada fue capturada en la base de datos de la CONABIO (BIOTICA).

## **Resultados**

### **Resultados taxonómicos**

Se identificó un total de 24 taxa infragenéricos pertenecientes a 8 géneros. Se describieron tres especies nuevas para la ciencia y se reportaron 7 especies nuevas para México (ver tabla 3). En el caso de la familia Hydrococcaceae, se establecieron las características para delimitar la familia (Montejano G. et al en preparación) y se separó de la familia Pleurocapsaceae, principalmente por la presencia de nanocitos en esta última y su ausencia en la primera. Los géneros *Hydrococcus*, *Cyanodermatium* y *Placoma* se ubicaron en la familia Hydrococcaceae. Ahora es necesario hacer el estudio detallado de cada uno de los géneros.

### **Resultados florísticos**

Se elaboró un manual para la identificación de las especies del área de estudio, que incluye: descripción, claves a familia, género y especie, microfotografías, información ecológica y distribución en el área de estudio.

### **Publicaciones y presentaciones en congresos :**

GOLD-MORGAN, M., MONTEJANO, G. & KOMÁREK, J. (1996): Freshwater Epiphytic Chamaesiphonaceae from Central Mexico. Arch. Hydrobiol./Algolog. Studies. In press.

MONTEJANO, G. GOLD-MORGAN, M., & KOMÁREK, J. Freshwater Epiphytic Cyanoprokaryotes from Central Mexico. 3 *Stichosiphon*. Enviado para su publicación a *Archiv für Hydrobiol.*

MONTEJANO, G. GOLD-MORGAN, M., & KOMÁREK, J. Freshwater Epiphytic Cyanoprokaryotes from Central Mexico. 4 *Hydrococcus*. En preparación.

GOLD-MORGAN, M., MONTEJANO, G. & KOMÁREK, J. "Freshwater Chamaesiphonaceae from Central México". Ponencia presentada en el 13th Symposium in Cyanophyte Research (IAC) sostenida en Frascati, Italia en agosto de 1995.

### **Estancia académica**

Estancia académica de 8 días en la República Checa en la Universidad de Bohemia del Sur y en la Academia Checa de Ciencias donde se realizaron las siguientes actividades con el Dr J. Komárek, colaborador del proyecto:

- Certificación de especies
- Revisión de material de templado de especies de Chroococcales
- Discusión de especies problema
- Revisión de bibliografía sobre Chroococcales

## Freshwater epiphytic Chamaesiphonaceae from Central Mexico

By MICHELE GOLD-MORGAN, GUSTAVO MONTEJANO

Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F.

and JIŘÍ KOMÁREK

Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

With 5 figures and 3 tables in the text

**Abstract:** In the course of phycofloristic studies of lotic habitats in central Mexico, we have found a rich epiphytic flora of cyanophytes. Members of the chroococcalean families Xenococcaceae, Dermocarpellaceae, Hydrococcaceae, and Chamaesiphonaceae are among the most conspicuous blue-green epiphytes present. Of the six genera of Chamaesiphonaceae (sensu KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1986) four occur in this region: *Chamaecalyx*, *Chamaesiphon*, *Geitleribactron* and *Stichosiphon*, amounting to 16 species to date. In this paper we present the species of the first three genera.

**Key words:** Epiphytic Cyanoprokaryotes, Cyanophytes, Cyanobacteria, Chroococcales, Chamaesiphonaceae, *Chamaecalyx*, *Chamaesiphon*, *Geitleribactron*, central Mexico, taxonomy, lotic habitats, new species, descriptions.

### Introduction

In our phycofloristic studies of the central region of Mexico, we have encountered a rich cyanoprokaryote flora, due in part, to the great diversity of habitats present. In the order Chroococcales we have identified at least 20 genera with epiphytic and/or epilithic species. At present we have concentrated on the diversity within the family Chamaesiphonaceae, of which we have found several species belonging to four of the six principal genera: *Chamaesiphon*, *Chamaecalyx*, *Geitleribactron* and *Stichosiphon*, following the classification of KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986). We present the initial results dealing with the first three genera (the genus *Stichosiphon* will be presented in a separate paper, MONTEJANO et al., in prep.).

The samples for this study were collected during 1983–1995 in the basins of

0342-1120/96/011-••• \$ •••

© 1996 E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, D-70176 Stuttgart

Algological Studies IAC = Arch. Hydrobiol. Suppl.

the rivers Panuco and Balsas, except for one sample which was collected from a fountain in Mexico City.

The Panuco Basin discharges into the Gulf of Mexico and the Balsas into the Pacific Ocean. The study sites from the Panuco system are located in the lower basin, in a region known as the Huasteca, in the State of San Luis Potosí. Geologically this is a homogeneous region with a predominantly calcareous substrate. As a consequence of its geological origin there are numerous springs, caves and waterfalls in the region in which travertine (tufa) is the principal substrate. The climate is humid and warm with abundant rainfall during summer. The water temperature is continuously above 20 °C and, in general, oscillates between 21–27 °C. Altitudes vary between 60 and 500 m. a.s.l. The principal types of vegetation are deciduous tropical forest and evergreen tropical rainforest.

The study sites in the Balsas basin are in the states of Morelos, Mexico and Michoacán. The prevailing type of substrate is volcanic, with some outcroppings of calcareous rocks. In Morelos there are numerous springs and streams. The water temperature is continuously above 20 °C (except in the high mountains areas) and oscillates between 24–30 °C. The altitudes of the sites range from 450–1350 m. a.s.l. The principal type of vegetation is deciduous forest.

## Results and discussion

We have found 6 taxa of *Chamaesiphon* (5 species and one variety), 2 species of *Chamaecalyx* and one undescribed species of *Geitleribactron*.

### **1. *Chamaesiphon* A. BRAUN et GRUNOW 1865**

The number of exocytes and the cell dimensions have been the most important features used for the delimitation of *Chamaesiphon* species. We will discuss of evaluation of those features.

#### **Number of exocytes**

We consider that not only are fully developed exocytes important, but also the initial divisions of future exocytes, which we have called pre-exocytes. These begin with a cross wall in the apical portion of the mother cell. The pre-exocyte changes its size and shape as it becomes an exocyte, ready to be liberated.

The number of exocytes found at a given time is a complex feature that results from the interaction of numerous processes going on within the life cycle. The most important intervening processes, connected with the life cycle of various *Chamaesiphon* – species, are: a) frequency of division, i.e. the time elapsed between two divisions of the mother cell; b) growth/division rate, i.e. the relationship between degree of development of pre-exocytes (how close to the final shape and size they are) and the beginning of the next division of the mother

cell; c) time of retention of exocytes in the sheath before liberation, i.e. the time the exocyte remains on the mother cell after it has developed; and d) number of exocytes liberated simultaneously.

a) Frequency of division. This feature can be evaluated by observing the percentage of exocytes, of pre-exocytes, of mother cells without either, and the percentage of mother cells in a population that have either liberated exocytes (with open sheaths at the apex) or have not (with closed sheaths at the apex). In our material, most populations possessed a high percentage of mother cells without exocytes or pre-exocytes, and varying percentages of mother cells that had liberated exocytes. When there was a high percentage of mother cells with closed sheaths it is probable that the population was quite recent. Conversely, a high percentage of mother cells with open sheaths indicated an older population. When we found few pre-exocytes and few exocytes, we inferred this to mean a low frequency of division of the mother cell, otherwise we should have found at least pre-exocytes.

b) Growth/division rate. Of the three possibilities for this rate, we found two in our material. The first of these, seen for example in *C. conferviculus*, was that the rate of division of the mother cells was greater than the growth rate of the pre-exocytes, therefore there was little time for growth of pre-exocytes before the following round of cell division was initiated. This was evident from the simultaneous presence of many pre-exocytes, each one being only slightly smaller than its predecessor. The second possibility was that the growth rate of the pre-exocytes was greater than the rate of division of the mother cell. An extreme example occurs in *C. amethystinus* var. *africanus*, where the first exocyte develops completely and is liberated before the beginning of the following division. In less extreme cases the first exocyte remains on the mother cell when the following round of division is initiated. For example, in *C. amethystinus* var. *amethystinus* it was common to find one exocyte and one pre-exocyte, but never two exocytes as was found in *C. incrassans*.

c) Time of retention of exocytes in the sheath before liberation. The two possibilities of this process are that each exocyte (or exocytes) is liberated as soon as it completes its development or that it remains on the mother cell for a certain time after development is complete. What happens probably depends on when the sheath gelatinizes, allowing liberation. This is impossible to evaluate in fixed material, but we have inferred that when we find a dense population with only pre-exocytes but no exocytes in the population, that the time of retention is short. An example occurs in *C. amethystinus* var. *africanus*. Conversely, when we find many exocytes in a dense population, we consider this to be because the retention time is longer (as well as high frequency of division), as in *C. amethystinus* var. *amethystinus*.

d) Number of exocytes liberated simultaneously. This feature is only applicable to cases where several exocytes are produced simultaneously. Simulta-

neous liberation results in clumps of mother cells of the same length, previous to the liberation of exocytes (after liberation of exocytes the length of the mother cell varies considerably between cells, unless the process is synchronized in the population).

### Cell dimensions

We think that length and width are useful characters for the taxonomy of *Chamaesiphon*. However, it is necessary to establish criteria for measuring them in order to allow comparisons to be made between the descriptions of different authors. We consider that only adult cells should be measured, the adult cell being either a mother cell (with pre-exocyte or exocyte) or any cell longer than the shortest mother cell. In our material we measured the width of the adult mother cells in the apical part, without the sheath. With respect to the length we measured the mother cells with pre-exocyte or with the exocytes still attached.

### Other potentially useful characters

These include habit (gregarious or solitary), shape, color and flexibility of mother cells, cell content, width, color and consistency of the sheath and shape of exocytes. Although we include such features in our descriptions, they require further evaluation.

Every species has its own combination of values for each of these processes. These values have consequences for the number of exocytes and pre-exocytes observed at any given time and for the structure of the population in general, i.e., length of the mother cells, their density, distribution on the substrate, etc. Which of these values are genetically fixed, and which respond to environmental conditions is as yet unknown.

### Descriptions:

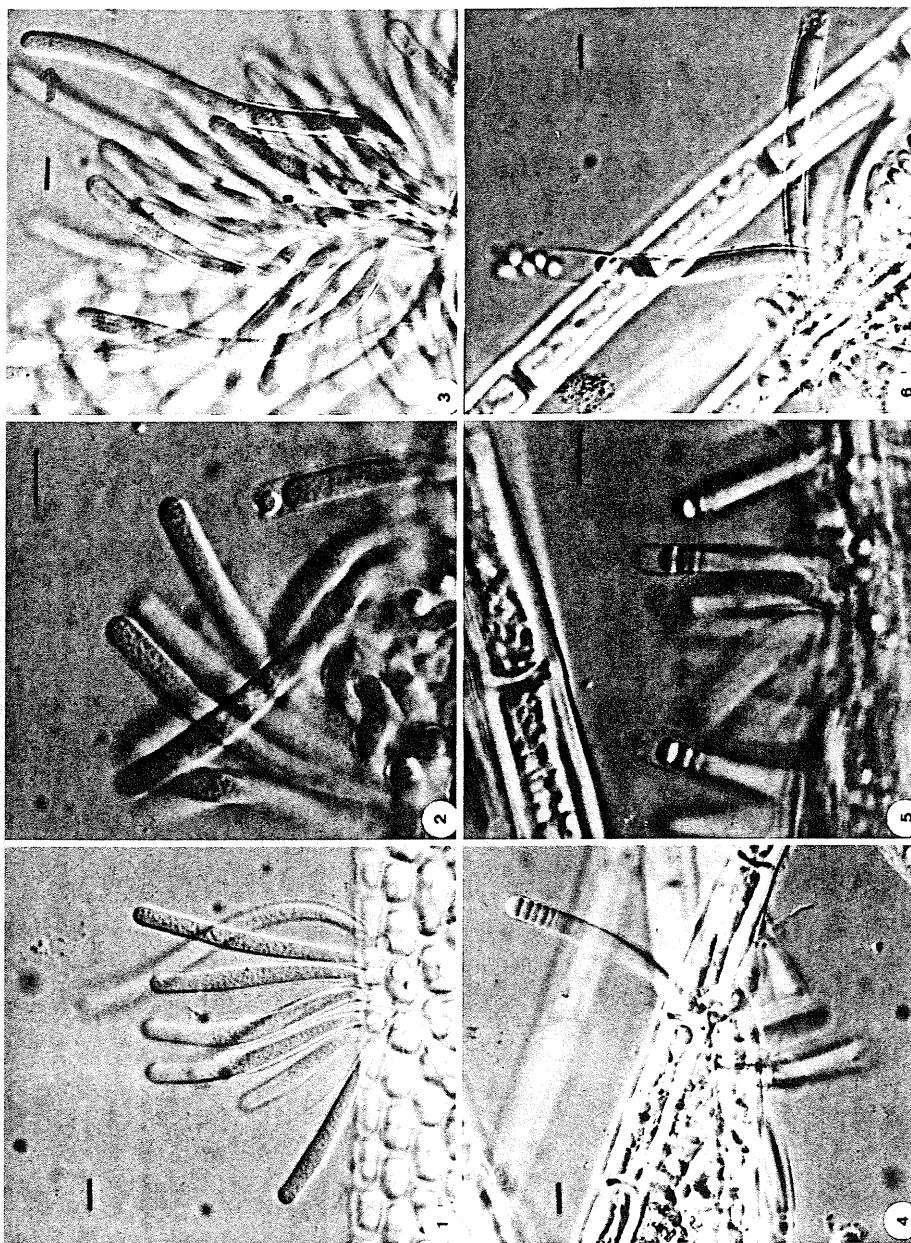
*Chamaesiphon conferviculus* A. BRAUN 1865 ex RABENH. (Fig. 1:1-6).

Cells solitary or growing in clumps, cylindrical to club-shaped, attenuated towards the base, ends widely rounded. Sheaths hyaline, firm, narrow, clearly visible near the basal disc. Cell content blue-green to slightly violet, finely granulated. Mother cells with pre-exocytes or exocytes infrequent in the population; 1-5 pre-exocytes produced almost simultaneously; rarely one exocyte is found at the end of a chain of pre-exocytes; exocytes spherical. Considerable differences in the lengths of the mother cells: 5-6.5 µm in diameter, (28)-34-54-(80) µm in length. Ecology: In calcareous streams, T = 21-27 °C; pH = 7.2-7.5; C = 230-1600 µS.cm<sup>-1</sup>. Epiphytic on filaments of *Audouinella* and on aquatic mosses.

Comments. According to the literature, *C. conferviculus* has a very wide range of lengths, with reports from 4-150 µm (-200) (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1996).

Freshwater epiphytic chamaesiphonaceae

5



13

Fig. 1. 1-6 - *Chamaesiphon confervicola*: 1 - Gregarious habit, 3-4 - Initial stages of exocyste development (pre-exocysts), 5-6 - Stages of exocyste liberation. Arrow = pre-exocysts; [Bar = 10 µm.]

This seems to be due in part, to the fact that young, and even germinating cells, have been measured ( $4\text{ }\mu\text{m}$  is the average diameter of exocytes). As stated above, to be meaningful, such measurements should be made exclusively on adult cells. Nevertheless, in our material, even when measuring only adult cells, we still found wide variability, apparently related to the number of exocytes produced per reproductive event and then liberated simultaneously. In our populations it was difficult to find fully developed exocytes and it was common to find 3–5 (rarely one) pre-exocytoses (Fig. 1:3, 4). We interpret this to mean that the production and liberation of exocytes is a periodic event in which chains of exocytes are produced in a short time. This in turn means that the rate of mother cell division is greater than the rate of pre-exocytose growth and that, once formed, the whole chain is liberated simultaneously (Fig. 1:6), shortly after the exocytes are fully developed. This would account for the differences in length between cells in the population and also for the clump form of growth (Fig. 1:1, 3). When only one exocytose is observed (Fig. 1:2), it seems to be left over from the previous liberation rather than the first of the following spurt of exocytose production.

- 4

*Chamaesiphon incrustans* GRUN. ex RABENH. 1865

(Fig. 2: 15–16)

Cells gregarious or solitary, cylindrical to club-shaped. Sheaths colorless, firm, narrow or wide. Cell content light blue-green. Mother cells with exocytoses frequent in the population, but pre-exocytoses, infrequent: 1–2 exocytoses; exocytoses spherical. Mother cells approximately the same length in the population: 3–5.2  $\mu\text{m}$  in diameter, 14–21  $\mu\text{m}$  long. Ecology: In streaming waters and springs. T = 19–25 °C; pH = 7–8.7. Epiphytic on filaments of *Cladophora*, *Phormidium*, *Scytonema*.

**Comments.** *C. incrustans* is one of the most commonly cited species in the literature, and has been reported for several biotopes. Our material corresponds well with that from KANN (1972), both in dimensions and number of exocytoses. It is probable that the infrequency of pre-exocytoses is due to their rapid development.

*Chamaesiphon amethystinus* (ROSTAF.) LEMM. 1910 var. *amethystinus* (Fig. 2:13–14)

Cells growing in dense colonies in clumps or not, solitary; cylindrical. Sheath hyaline, firm, narrow to wide. Attached by a distinctive circular disk, when seen from above. Cell content pale blue-green, finely granulated. Mother cells with pre-exocytoses or exocytoses frequent in the population: generally one exocytose or pre-exocytose at a time, rarely two pre-exocytoses together, never two fully developed exocytoses at the same time; exocytoses spherical. Mother cells approximately the same length in the population: 2.5–4  $\mu\text{m}$  in diameter, 8–10  $\mu\text{m}$  in length. Ecology: In river pool. T = 27 °C; pH = 7. Epiphytic on filaments of *Blennothrix*.

Freshwater epiphytic chamaesiphonaceae

7

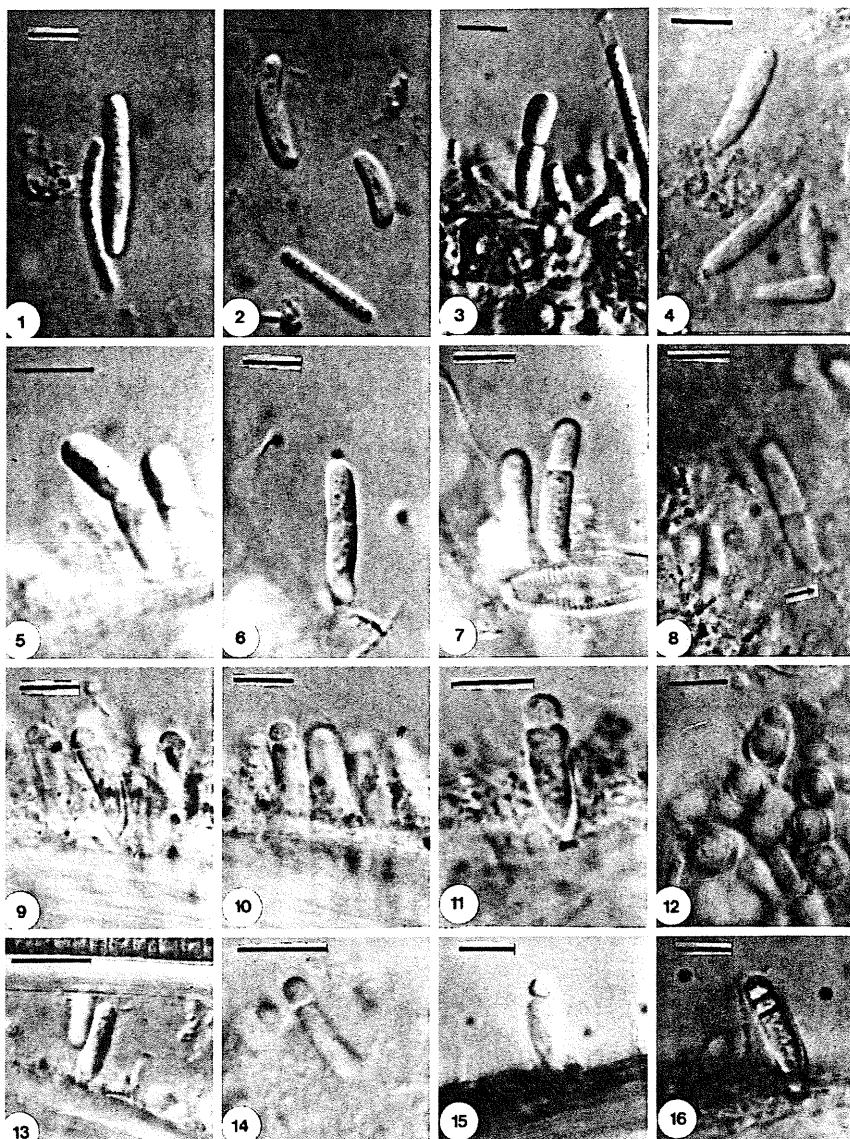


Fig. 2. 1-8 - *Geitleribactron crassum* n.sp.; 8 - arrow = basal sheath; 9-11 - *Chamaesiphon amethystinus* var. *africanus*; 12 - *Ch.* cf. *fallax*; 13-14 - *Ch. amethystinus* var. *amethystinus*; 15-16 - *C. incrustans*. [Bar = 10 µm.]

Comments. In the diagnosis of this variety changing coloration of cells, from blue to slightly pinkish or reddish is described; in our populations we found only blue-green cells. Otherwise our populations correspond well with species reported in the literature, however the identity of populations from cold European biotopes relative to that of tropical biotopes should be confirmed.

Table 1. Species of *Chamaesiphon* found in the central region of Mexico.

	<i>C. confervicolus</i>	<i>C. incrustans</i>	<i>C. amethystinus</i>	<i>C. amethystinus</i> v. <i>africanus</i>	<i>C. minutus</i>	<i>C. cf. fallax</i>
Growth form	Solitary or gregarious	Solitary or gregarious	Solitary or gregarious	Solitary or gregarious	gregarious	gregarious
Shape of mother cells	narrowed club-shaped	club-claviform, cylindrical	cylindrical	claviform, cylindical	spherical, ovoid	spherical ovoid
Diameter of mother cells	5.0–6.5 µm	3.0–5.2 µm	2.5–4.0 µm	4.0–5.0 µm	2.0–3.0 µm	4.5–5.0 µm
Length of mother cells	(28)–34–54–(80) µm	14–45 µm	8–9 µm	10–15 µm	3–4.5 µm	6.0–8.0 µm
Color	blue-green, pinkish	light blue-green	light blue-green	blue-green	light blue-green	pale gray
Sheath	hyaline, firm, narrow	hyaline, firm, narrow or wide	hyaline, firm, narrow	hyaline, firm, narrow	hyaline, very narrow	brownish-yellow, firm, wide
Number of exocytes	1–5	1–2	1	1	1	1
Substrate	<i>Audouinella</i> , mosses	<i>Cladophora</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Scytonema</i> , mosses	<i>Blennothrix</i>	<i>Cladophora</i>	<i>Rhizoclonium</i>	artificial
Habitat	calcareous streams	streaming and spring water	river pool	calcareous streams	river pool	fountain
Physical parameters	T = 21–27 °C C = 230–1600 µS.cm <sup>-1</sup> pH = 7.2–7.5	T = 19–25 °C pH = 7–8.7	T = 27 °C pH = 7	T = 26 °C C = 940 µS.cm <sup>-1</sup> pH = 7.5	T = 28.5 °C pH = 7	T = 21–21 °C pH = 7.5–8

*Chamaesiphon amethystinus* var. *africanus* (SCHMIDLE ) KOM. et ANAGN. 1986  
(Fig. 2:9–11)

Cells gregarious or solitary; when gregarious, they grow densely and almost parallel on the substrate. Shape of cells claviform. Sheaths hyaline, firm, narrow, clearly visible only near the base. Cell content blue-green, finely granulated. Mother cells with pre-exocysts or exocysts infrequent in the populations: only one exocyst produced at a time; exocysts spherical. Mother cells of approximately the same length: 4–5 µm in diameter, 10–15 µm in length. Ecology: In calcareous springs. T = 26 °C; pH = 7.5; C = 940 µS.cm<sup>-1</sup>. Epiphytic on filaments of *Cladophora*.

**Comments.** In the diagnosis of this variety changing coloration of cells, from blue-green to slightly pinkish or reddish is described; in our populations we found only blue-green cells. Both varieties were found in our localities, without clear transitional stages between them (Tab. 1). In var. *africanus* we always found one exocyst, whereas in var. *amethystinus* an exocyst and an initial pre-exocyst

Freshwater epiphytic chamaesiphonaceae

9

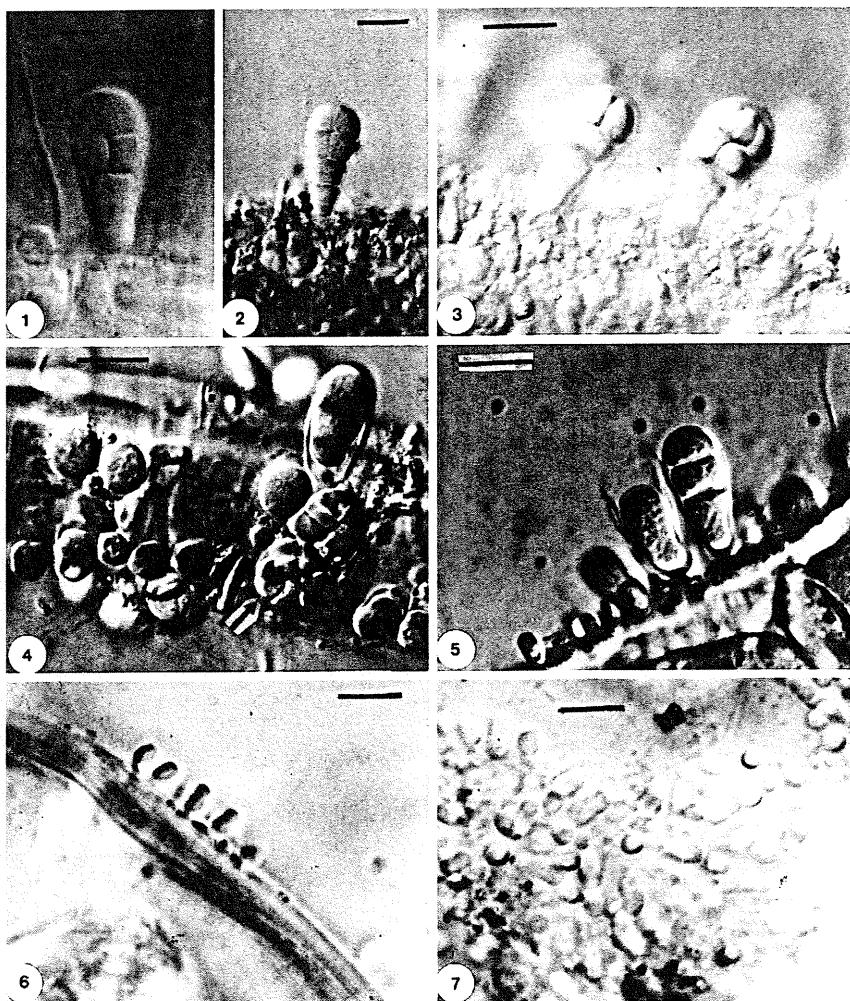


Fig. 3. 1-5 - *Chamaecalyx swirenkoi*. 4 - arrow = top view. 6-7 - *Chamaesiphon minutus*. 6 - lateral view. 7 - top view. [Bar = 10 µm.]

were sometimes found; the ranges of width and length did not overlap. Var. *africanus* is known from tropical regions; our material is very similar to that from Cuba (KOMÁREK 1989) and from Africa (FRÉMY 1930).

*Chamaesiphon minutus* (ROSTAF.) LEMM. 1910

(Fig. 3:6-7)

Cells gregarious, spherical to ovoid. Sheaths hyaline, firm, very narrow. Cell content pale green, homogeneous. Mother cells with pre-exocytosis or exocytosis infrequent in the population: only one exocytosis produced at a time; exocytosis

spherical. Mother cells of approximately the same length: 2–3 µm in diameter, 3–4.5 µm in length. Ecology: In a river pool; T = 28.5 °C; pH = 7. Epiphytic on filaments of *Rhizoclonium*.

**Comments.** This species has been reported from tropical biotopes in Puerto Rico by GARDNER (1927), as *Chamaesiphon portoricensis*. The identity of populations from oligotrophic and cold European biotopes relative to that of populations from tropical biotopes should be confirmed.

*Chamaesiphon cf. fallax* GEITL. 1933

(Fig. 2:12)

Cells growing densely, in a mucilaginous colony forming aggregates on an artificial substrate; ovoid or almost spherical. Sheaths brownish-yellow in the oldest parts of the colony, firm and wide. Cell content pale grey, homogeneous. Mother cells with exocytes frequent in the population: only one exocyte at a time; exocytes spherical. Mother cells 4.5–5 µm in diameter, 6–8 µm in length. Ecology: In a fountain; T = 20–21 °C; pH = 7.5–8.

**Comments.** Our material corresponds well with the description of *C. fallax*, except for the sheath. In Geitler's description and iconotype (GEITLER 1933, GEITLER & RUTTNER 1935), the sheath is diffluent, not clearly distinct, but in our material the sheath is thick, wide and clearly visible, sometimes slightly yellowish-brown. Dimensions are identical. The formation of exocyte in this species occurs by constrictions, not by a cross wall as in the typical *Chamaesiphon*. This feature, together with the characteristic aggregate growth of the species of the *Goldlewskia* section, suggests that a careful comparison of these with the species of the other sections of the genus is necessary.

**2. *Geitleribactron* Kom. 1975**

We found populations of *Geitleribactron* in two localities. We consider those to be different from previously described species of this genus.

*Geitleribactron crassum* spec. nova

(Fig. 2:1–8)

**Diagnosis:** Cellulae cyanoprokaryoticae solitariae, plus minusve cylindrica cum polis rotundatis, basi interdum paulum attenuatae, rectae vel paulum arcuatae, 14.5–22–(30) µm longae, 3.5–6 µm latae. Sessiles, heteropolares, sine vaginis, cum disco mucilaginoso ad substratum adjacent. Divisio cellularum fissione transversali in media parte vel in parte superiori in partes duas.

**Habitatio:** Epiphytice in algis filamentosis (*Cladophora*, *Oedogonium*) in aquis fluentibus. Loco Huautla, Morelos, Guerrero, Mexico. Typus: no. BALE 2438 (FCME).

Cells cylindrical, often with one pole curved (or both poles curved in opposite directions), widely rounded, slightly attenuated towards the base. Sheathless except for a small gelatinous cushion at the base. Cell content pale blue-green, homogeneous or with a few large granules. Only one exocyte, cylindrical to

Table 2. Differential features of *Geitleribactron* species.

	<i>G. subaequale</i> (GEITL.) KOMÁREK	<i>G. periphyticum</i> KOMÁREK	<i>G. crassum</i> n.sp.
Cell diameter	1.4–1.6–(1.8) µm	1.5–2.4 µm	3.5–6.0 µm
Cell length	4.0–6.0–(19.5) µm	to 25–(30) µm	14.5–22–(30) µm
Sheath	lacking	lacking	lacking
Number of exocytes	single	single	single
Shape of basal tip	rounded	rounded	rounded
Substrate	<i>Cladophora</i> , <i>Oedogonium</i> , <i>Phragmites</i>	aquatic plants	<i>Cladophora</i> , <i>Oedogonium</i>
Habitat	oligotrophic lakes	oligotrophic lakes and streams	streams

dome-shaped. The cell wall for the formation of the exocyte occurs from half-way to a third of the way from the apex of the mother cell. The length of the cells is quite variable within populations, due to unsynchronized liberation of the exocyte. Diameter of cells, 3.5–6 µm, length of cells with exocyte 14.5–22–(30) µm. Ecology: In streams; T = 25 °C; pH = 8.5. Epiphytic on *Cladophora* and *Oedogonium*; El Crustel, Guerrero and Huautla, Morelos, Mexico. Leg. Michele Gold-Morgan.

Comments. *Geitleribactron crassum* is much longer and wider than *G. subaequale* and wider than *G. periphyticum* (Tab. 2), though similar in length.

### 3. *Chamaecalyx* KOMM. et ANAG. 1986

We found two species of *Chamaecalyx*, one corresponding with the description of *C. swirenkoi* and which was widely distributed in the central region of Mexico, and another species, restricted to one locality, which was quite distinctive and did not coincide with any species reported.

*Chamaecalyx swirenkoi* (ŠIRŠOV) KOM. et ANAG. 1986 (Fig. 3:1–5)

Cells club-shaped, at apex widely rounded, blue-green. Sheaths firm and wide, clearly visible. Exocyte production by successive binary fissions in the upper part of the mother cell, beginning with two divisions perpendicular to the vertical axis of the cell (Fig. 3:5); the first division occurs in the middle of the mother cell and the second in the apical part. The next divisions are parallel to the main axis of the mother cell, forming 8–(16) exocytes. Diameter of mother cells at the apex (widest cell diameter) just before division, 10 µm; length, up to 22 µm. Sheath (at the apex) 9–11 µm in diameter, and 25–30 µm long. Exocytes 3–5 µm in diameter.

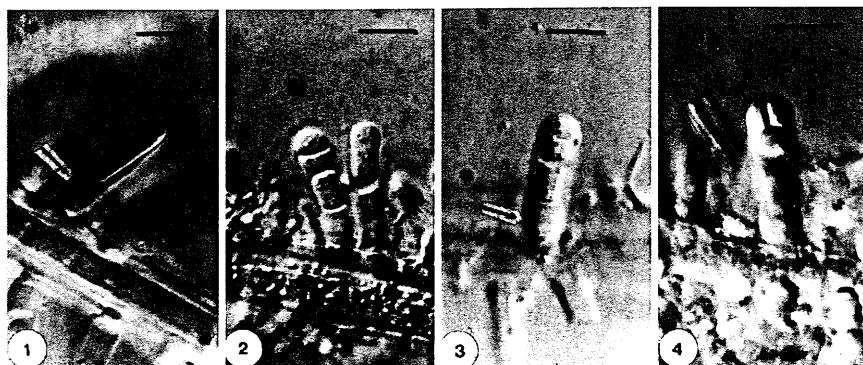


Fig. 4. 1-4 - *Chamaecalyx calyculus* n.sp., different stages of development, 1, 3 - arrows = basal thickening. [Bar = 10  $\mu\text{m}$ .]

**Ecology:** In springs and streams.  $T = 17-27^\circ\text{C}$ ;  $\text{pH} = 7-8.5$ ;  $C = 800-1200 \mu\text{S.cm}^{-1}$ . Epiphytic on *Audouinella*, *Cladophora*, *Basicladia*, *Blennothrix* and aquatic mosses.

**Comments:** The life cycle observed in our material is very similar to that reported by GEITLER (1932), HÄLLFORS & MUNSTERHJELM (1982) and HINDÁK (1983).

*Chamaecalyx calyculus* spec. nova

(Fig. 4:1-4; Fig. 5:B)

**Diagnosis:** Cellulae cyanoprokaryoticae solitariae vel aggregatae, ad substratum sessiles, claviformes, heteropolares, apice late rotundatae, basi paulum attenuatae, 15-16  $\mu\text{m}$  longae, ad apice 4-5  $\mu\text{m}$  latae, cum vagina tenui, firma, hyalina, ad substratum stipito curto attenuato et disco basali adhaerentes. Divisio cellularum fissione primae transversali in media parte; postea in partibus terminalibus fissionis successivis in axi perpendiculari in nanocytas sphaeroideas dividuntur; nanocytae per ruptura terminali vaginæ liberantur. Exocytæ 3-5  $\mu\text{m}$  in diametro.

**Habitatio:** Epiphytice in algis filamentosis (*Audouinella*), aquis fluentibus calcareis, loco La Media Luna dicto, San Luis Potosi, Mexico. Typus: no. PA 3490 (FCME).

Cells club shaped, apex widely rounded before the first division, blue green. Sheath firm, wide, clearly visible, mainly at the base, where it forms a distinctive thickening (Fig. 4; 1-4, arrow). Exocyte development starts with a perpendicular division at approximately the middle of the cell; a second division occurs in the apex, in the same plane of division. The divided apical segments are distinctly rounded (in comparison with the basal part, and also with similar exocytes in *C. swirenkoi*). Both apical daughter cells divide parallelly to the mother cell forming up to 8 exocytes. The thickened basal part the sheath is particularly visible in the dividing cells. Diameter of cells 4-5  $\mu\text{m}$ , length 15-16  $\mu\text{m}$ ; maximum diameter of the pseudovagina (apex), 7  $\mu\text{m}$ ; length of the pseudovagina, up to 20  $\mu\text{m}$ . Diameter of exocytes, 3-4  $\mu\text{m}$ . Ecology: In a calcareous spring, 12 m deep.  $T = 30^\circ\text{C}$ ;  $\text{pH}$

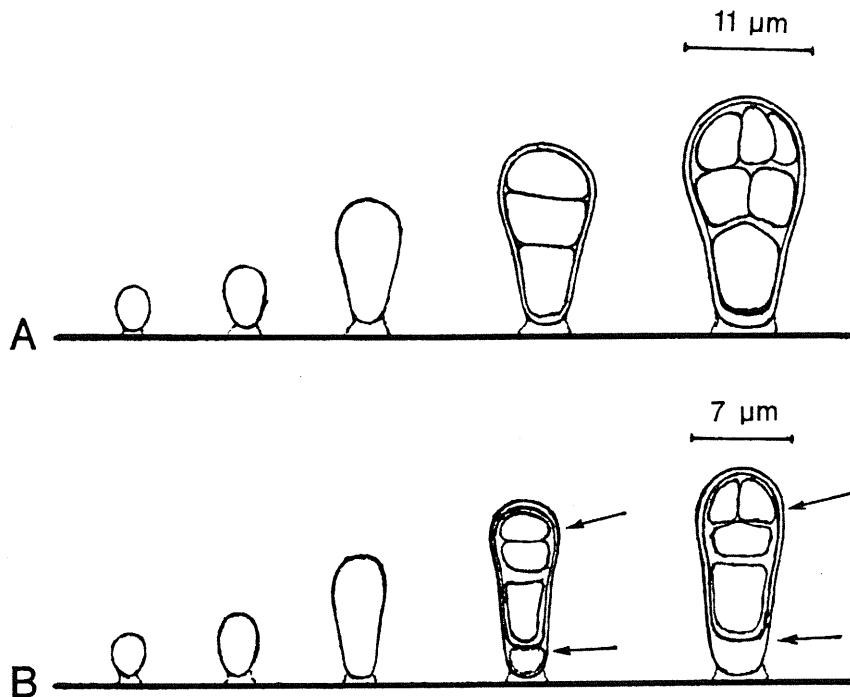


Fig. 5. Comparative diagram of *Chamaecalyx swirenkoi* and *Ch. calyculatus* n. sp.: A. *Ch. swirenkoi*. B. *Ch. calyculatus* n. sp. Arrows = basal thickening and exocyte arrangement.

Table 3. Differential features of *Chamaecalyx swirenkoi* and *C. calyculatus* n. sp.

	<i>Chamaecalyx swirenkoi</i>	<i>Chamaecalyx calyculatus</i> n. sp.
Length of mother cells	to 30.5 μm	to 20 μm
Diameter of mother cells	to 11 μm	to 7 μm
Shape of basal cells	club shaped	club shaped, cylindrical
Color	blue-green	blue-green
Basal sheath	firm, wide	firm, wide, with thick base
Number of exocytes	8-(16)	8
Diameter of exocytes	3-4 μm	3-4 μm
Substrate	<i>Audouinella</i> , <i>Cladophora</i> , <i>Basicladia</i> , <i>Blennothrix</i> and aquatic mosses.	<i>Audouinella</i>
Habitat	calcareous streams, springs	calcareous spring, 12 m deep
Physical parameters	T = 17-27 °C, pH = 7.0-8.5 C = 800-1600 μS cm <sup>-1</sup>	T = 30 °C, pH = 7.2 C = 1800 μS cm <sup>-1</sup>

= 7.2; C = 1800  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Epiphytic on *Audouinella*. Loc. Media Luna S.L.P.  
Mexico, leg. Carlos Candelaria. 1993.

**Comments.** In its general morphology it resembles *C. swirenkoi* more than any other. However, it is shorter than the former species, and not as wide (Tab. 3). The arrangement of exocytes is different in both (as a result of a modification of the process of exocyte differentiation), and most noticeable is the thickening of the basal portion of the sheath, which we have never observed in typical *C. swirenkoi*, or found reported in the literature.

### Acknowledgements

We thank an anonymous reviewer for the style corrections made to the manuscript. This paper is part of a project financed by CONABIO (no. G025).

### References

- FRÉMY, P. (1930): Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française. - Arch. Bot., Caen, 3, Mém. 2, 508 pp.
- GARDNER, N. L. (1927): New Myxophyceae from Porto Rico. - Mem. N. Y. Bot. Gard. 7: 1-44.
- GEITLER, L. (1930-1932): Cyanophyceae. - Rabenhorst's Krypt. - fl. 14: 1-1196. Leipzig.
- (1933): Diagnosen neuer Blaualgen von den Sunda-Inseln. - Arch. Hydrobiol./Suppl. 12, Tropische Binnengew. 4: 622-634.
- (1970): Beiträge zur epiphytischen Algenflora des Neusiedler-Sees. - Österr. Bot. Z. 118: 17-29.
- GEITLER, L. & RUTTNER, F. (1935): Die Cyanophyceen der Deutschen limnologischen Sunda-Expedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie. - Arch. Hydrobiol./Suppl. 14, Tropische Binnengew. 6: 308-369, 371-483.
- HÄLLFORS, G. & MUNSTERHJELM, R. (1982): Some epiphytic Chamaesiphonales from fresh and brackish waters in southern Finland. - Ann. bot. fenn. 19: 147-176.
- HINDÁK, F. (1983): Morphological variability and taxonomy of some coccoid blue-green algae (Cyanophyta). - Schweiz. Z. Hydrol. 45 (1): 311-320.
- KANN, E. (1972): Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae) 1. Systematik. - Arch. Hydrobiol./Suppl., Algolog. Studies 7: 117-171.
- KOMÁREK, J. (1975): *Geitleribactron* - eine neue, *Chamaesiphon*-ähnliche Blaualgengattung. - Plant. Syst. Evol. 123: 263-281.
- (1989): Studies on Cyanophytes of Cuba (7-9). - Folia Geobot. Phytotax. 24: 171-206.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1986): Modern approach to the classification system of Cyanophytes 2 - Chroococcales. - Arch. Hydrobiol./Suppl., Algolog. Studies 43: 157-226.
- (1996): Cyanoprokaryotes I. Chroococcales. - In: ETTL, H. et al. (Ed.): Süsswasserflora von Mitteleuropa 19/1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena. (In press.)
- KOMÁREK, J. & LUDVÍK, J. (1982): Cell structure and reproduction process in the blue green alga *Chamaesiphon*. - Plant. Syst. Evol. 139: 267-277.
- MONTEJANO, G.; GOLD-MORGAN, M. & KOMÁREK, J. (in prep.): Freshwater Epiphytic Cyanoprokaryotes from Central Mexico - 3. *Stichosiphon*.

The authors' addresses:

Prof. MICHELE GOLD-MORGAN,

Prof. GUSTAVO MONTEJANO,

Laboratorio de Ficología,

Facultad de Ciencias, UNAM,

A.P. 70-620, Coyoacán 04510, México D.F.

Assoc. Prof. Dr. Jiří KOMÁREK,

Faculty of Biological Sciences,

University of South Bohemia,

Branišovská 35,

CZ-37005, České Budějovice, Czech Republic.

MANUAL DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES  
DE CHROOCOCCALES DE  
LA REGIÓN CENTRAL DE MÉXICO

## MANUAL DE IDENTIFICACION DE ESPECIES DE CHROOCOCCALES DE LA REGION

## CENTRAL DE MEXICO

## CLAVE A FAMILIAS Y GENERAS

la. Sin célula basal diferenciada	2
Ib Con célula basal diferenciada	3 (Chamaesiphonaceae)
Con fisión múltiple en al menos una fase del ciclo de vida	
Sin fisión múltiple	<i>Hydrococcus</i> (Hydrococcaceae)
2a. Exclusivamente con fisión múltiple casi simultanea.	<i>Cyanocyrtis</i> (Dermocarpellaceae)
2b Con fisión binaria y fisión múltiple sucesiva	6 (Xenococcaccae)
3a. Célula basal con vaina	4
3b. Célula basal sin vaina	<i>Geitleribactron</i>
4a. Con división en un solo plano	5
4b. Con división en 3 planos	<i>Chainaecalyx</i>
5a Con fisión binaria sólo en el extremo apical de la célula basal	<i>Charnaesiphon</i>
5b. Con fisión binaria tanto en la célula basal como en los exocitos	<i>Stichosiphon</i>
6a. Con fisión binaria exclusivamente perpendicular al sustrato	<i>Xenococcus</i>
6b Con fisión binaria perpendicular y paralela al sustrato	<i>Xenotholos</i>

*Cyanocystis mexicana* Montejano *et al.* 1993

Células sésiles, solitarias o en grupos, heteropolares, piriformes o en forma de mazo con el ápice ampliamente redondeado en el ápice, estrechandose hacia la base ; contenido celular azul - verde claro, finamente granulado. Vaina gruesa, incolora, claramente visible. Reproducción sólo por nanocitos,. Células hasta 45 (50 ) X - 32 ( 40) [tm . Nanocitos 2.5 - 3.5 (4.5) tm de diámetro.

Ecología : Epífita de algas filamentosas ( ("ompsopogon, Rhizocloniztm, (:hladophora) y musgos acuáticos. En corrientes calcáreas.

Clave a especies de *Xenococcus*

- la. Con vaina no lamelada 2
- lb. Con vaina lamelada X, *lamellosus*
- 2a.. Células poligonales o irregulares en vista superior, esféricas o hemisféricas en vista lateral  
X. *bicudo*
- 2b. Células esféricas en vista superior, piriformes en vista lateral..... X, *willei*

*Xenococcus hicudoi* Montejano *et al.* 1993

Células hemisféricas o ligeramente aplanadas en vista superior, circular o irregular en vista lateral agregadas o solitarias, en ocasiones cubriendo el substrato en una capa mas o menos continua. Contenido celular azul - verde claro homogéneo o finamente granulado. Vaina delgada, hialina sólo claramente visible durante la formación de nanocitos. División celular por fisión binaria, ocasionalmente por nanocitos. Células 4.5 - 12.5 $\mu$ m de diámetro ; nanocitos 3 - 3.5  $\mu$ m de diámetro. Ecología : Epifita sobre *Cladophora*. En ríos y arroyos. T = 24 - 27 ° C. PH = 7.5 - 8,5. Distribución: Puente de Dios, San Luis Potosí, Rio Itzamatitlán, Morelos..

*Xeenococcus hicudoi* forma Montejano *et al.* 1993

Es similar a *X bicudo* en la estructura de las colonias jóvenes y viejas, contenido celular, tipo de vaina etc. Pero hay algunas diferencias: aunque la forma de las células es similar, i.e. la misma proporción de células redondeadas y poligonales, también hay algunas células muy alargadas, parecidas a las reportadas para *X chaetomorphae* (Geitler 1932, p. 21-22). Pero la diferencia más notable está en la formación de nanocitos: mientras que en *X bicudo* prevalece la fisión binaria y la fisión múltiple simultánea es ocasional, en esta forma la combinación de fisión binaria y múltiple es mucho más frecuente que cualquiera de estas dos fisiones separadas. Dimensiones: Células

vegetativas con vaina 6.5-10.5 $\mu$ m, sin vaina 5.5-6.5x5.0-6.5 $\mu$ m. Ecología: Epifita sobre *Rhizoclonium* en arroyo de aguas duras (322 ppm) y corriente rápida, 5-10 cms de profundidad, T=26; pH=8.4 Distribución: Río Astillero, Morelos

*Xenococcus lamellosus* Gold-Morgan *et al.* 1994

Células solitarias o en agrupaciones laxas de pocas células; forma celular predominantemente redondeada; contenido celular homogéneo, violeta; vaina celular distintivamente lamelada, amplia y más o menos firme. Fisión binaria no muy frecuente; las células recuperan su tamaño original antes de la siguiente división. El único patrón de formación de nanocitos fue "tipo *gilkeyae*" y fue muy frecuente. A menudo 2 ó 4 células a menudo permanecen en la vaina después de la liberación de nanocitos e inician allí su crecimiento. También se encontró células madre de los nanocitos completamente divididas, Dimensiones: Células vegetativas con vaina 8,0-10 $\mu$ m, sin vaina 7.5-8.5 $\mu$ m; células madre con vaina 8.0-15.5 $\mu$ m; nanocitos 3.0-4.5 $\mu$ m de diámetro. Ecología: Epífta sobre *Hydrocoleum* en arroyo de manantial, T=30°C, pH=7 Distribución: Las Huertas, Morelos.

*Xenococcus willei* Gardner 1927

Células sésiles, heteropolas, solitarias o en grupos, irregularmente redondeadas cuando jóvenes, posteriormente esféricas, hemisféricas o piriformes. Contenido celular verde-azul homogéneo, a veces con gránulos grandes solitarios de color café oscuro. Vaina firme, hialina. División celular por fisión binaria y ocasionalmente por fisión múltiple. Células hasta 20  $\mu$ m de diámetro. Nanocitos 2.5 - 3.5  $\mu$ m de diámetro. Ecología. Epifita sobre *Cladophora* y *Blennothrix*. En agua corriente. T= 24 - 27 ° C, pH=7 - 8; Distribución: Puente de Dios, Nacimiento del Salto, San Luis Potosí, La Fundición, Morelos.

Clave a especie de *Xenotholos*

- la. Células vegetativas más o menos del mismo tamaño que las células madre de los nanocitos
- lb. Células vegetativas notablemente más pequeñas que las células madre de los

nanocitos. X  
cf *kernerii*

2a. Células madre sin granulación del protoplasto previo a la formación de nanocitos  
3

2b. Células madre con granulación de protoplasto previo a la formación de nanocitos  
*X. arrlplus*

3a con fisión múltiple frecuente  
*X.huastecanus*

3b. Fisión múltiple infrecuente, células de color azul  
*X. caeruleus*

*Xenotholos amplius* Gold-Morgan et al, 1994

Células en agrupaciones laxas rodeadas de una vaina amplia y difluente en colonias jóvenes, las colonias viejas son multiestratificadas; las células están separadas unas de otras en colonias jóvenes, pero están densamente agrupadas en colonia viejas. Contenido celular verde claro-oscuro, homogéneo a granuloso, Es frecuente la fisión binaria ya sea paralela o perpendicular al sustrato, pero el proceso de formación de nanocitos predominante es la división después de granulación del protoplasto. En pocas ocasiones se ha visto fisión múltiple casi simultánea. No se ha observado la liberación clara de nanocitos; es relativamente común encontrar células con nanocitos (formados después de granulación del protoplasto) con una protuberancia papilar y con un nanocito aparentemente a punto de ser liberado, pero los nanocitos no se han encontrado afuera en las inmediaciones de estas células. Las células solitarias son comunes y muchas de éstas son las que se granulan y después producen nanocitos. Generalmente son esféricas pero a menudo presentan una papila durante el proceso de granulación. Siempre están rodeadas por una vaina difluente amplia. Dimensiones:

Células vegetativas con vaina angosta 45-14-5 (22.0)  $\mu\text{m}$  de diámetro, células madre de los nanocitos formadas después de granulación del protoplasto con vaina 7.0-24.5  $\mu\text{m}$ , sin vaina 6.0-24.5  $\mu\text{m}$ ; nanocitos dentro de la célula madre 1.8-1.9~tm, células madre originadas por fisión múltiple con vaina 25-34  $\mu\text{m}$  de diámetro . Ecología: Epífita sobre *Clcalophora* y *Blennothrix* en pozas aisladas de río, 3 cms de profundidad; río con poca corriente lenta; T=24.5-27.5 °C, pH=7 Distribución: Río del Orejón, Michoacán.

*Xenotholos caeruleus* Gold-Morgan et al. 1994

Colonia multiestratificada con hileras de células arregladas más o menos radialmente, con aspecto pseudoparenquimatoso, rodeada por una vaina angosta. Células azules, redondeadas, contenido celular homogéneo. Son comunes las hileras verticales de 2-5 células. La formación de nanocitos generalmente es por fisión binaria repetida, pero también se observaron algunas células madre de los nanocitos con fisión múltiple casi simultánea. Dimensiones: Células vegetativas con vaina 7.511.5 $\mu$ m (esféricas), 9.0-9.5-x7.0-8.0 $\mu$ m (piriformes), sin vaina 7.0-10.51im (esféricas), 8.5-9Ox7.O-7.5 $\mu$ m (piriformes u ovales). Ecología: Epifita sobre *Blennothrix* y *Cladophora* Distribución: arroyo Quila Mula, Morelos, Morelos.

*Xenotholos huastecanus* Gold-Morgan et al. 1994

Especie tipo del género *Xenotholos*

Talo en forma de domo, multiestratificado, rodeado por una vaina común firme. Células verdeazules a violeta claro, de tamaño muy variable. Forma celular muy variable también y relacionada con el tamaño celular, siendo angulares las células pequeñas y esféricas o subesféricas las grandes. Células madre de los nanocitos esféricas o piriformes. Formación de nanocitos por fisión múltiple casi simultánea. Dimensiones: Células vegetativas con vaina hasta 16.0 $\mu$ m, sin vaina hasta 14.0 $\mu$ m de diámetro; células madre 11-17 $\mu$ m de diámetro; nanocitos 1.5-2.5 $\mu$ m de diámetro. Ecología: Epífta sobre *Rhizoclonium* en arroyos con alto contenido de carbonatos, T=25 °C, pH=7; El Nacimiento, río Coy, San Luis Potosí.

*Xenotholos cf. kernerii* (Hansg.) Gold-Morgan et al. 1994

Colonias discoidales, pseudoparenquimatosas, compuestas de 2-3 capas de células, rodeadas por una vaina común, hialina y firme, Crecimiento centrípeto del talo, por lo menos en las etapas juveniles, formando hileras de células; células predominantemente poligonales con ángulos agudos, verde-azules. Las células madre de los nanocitos esféricas se desarrollan en los márgenes de la colonia. La formación de nanocitos ocurre por fisión binaria repetida o por división "tipo

gilkeyae". El material mexicano es similar al *Xenotholos* (descrito originalmente como *Xenococcus kernerii* Hansg.), en varios caracteres. Pero, aunque la descripción original fue extensa, no hay mención del tamaño de las células madre ni de la formación de nanocitos, que en nuestro material son muy característicos y participan en un ciclo de vida muy distintivo. Dimensiones: Células vegetativas sin vaina (1.5)2.0-4.0(5.5)  $\mu\text{m}$  de diámetro; células madre 11-18 $\mu\text{m}$ ; nanocitos 1.5-3.0 $\mu\text{m}$  de diámetro. Ecología: Epífito sobre *Rasicaldia* En arroyos con bajo contenido de carbonatos. T=21 °C, pH=7, C=270 Z/cm; Distribución: Xilitla, San Luis Potosí.

#### Clave a especies de *Chamaesiphon*

la. Células cilíndricas , claviformes o en forma de mazo	3
lb. Células esféricas u ovoides	2
2a. Largo de las células más de 4,5, vaina amplia, amarillenta	<i>C. cf. fallax</i>
2b. Largo de las células menos de 4.5, vaina muy angosta, hialina	<i>C. minutus</i>
3a. Células con más de 3 preexocitos o exocitos, más de 25 de largo	<i>C. confervicolus</i>
3b. Células con 1-2 preexocitos o exocitos a la vez , menos de 25 de largo	4
4a. Células cilíndrica o en forma de mazo	5 4b. Células claviformes, con crecimiento paralelo entre sí (cuando no solitarias)
	<i>C'. aniethvstinus var. nfricanus</i>
5a. Células con 1-2 exocitos a la vez, más de 14 de largo	<i>C. incrustans</i>
5b. Células con 1 preexocito o exocito a la vez, hasta 10 de largo	<i>C. aruethvstinus var. amethystinus</i>

#### *C. chamaesiphon amethystinus* (Rostaf.) Lemm. 1910 var. *anreihyslinus*

Células cilíndricas, creciendo solitarias o en colonias densas. Vaina hialina, firme, amplia o estrecha. Fijas al substrato por un disco circular distintivo en vista superior ; Contenido celular azul verde pálido, finamente granulado. Células madre con preexocitos o exocitos frecuentes en la población : generalmente un exocito o preexocito o exocito a la vez, raramente dos preexocitos juntos, nunca dos exocitos completamente desarrollados al mismo tiempo , exocitos esféricos. Células madre aproximadamente de la misma longitud en la población : 2.5 - 4 ~ $\mu\text{m}$  en diámetro, 8

- 10  $\mu\text{m}$  de longitud. Ecología : En una poza de río.  $T = 27^\circ\text{C}$  ;  $\text{pH} = 7$ . Epifita sobre *Blennothrix*. Distribución: Rio del Orejón, Michoacán.

*Chamaesiphon amethystinus* var. *africanus* (Schmidle) Kom. et Anagn. 1986

Células gregarias o solitarias ; cuando gregarias, crecen densamente y casi paralelas en el sustrato. Forma de las células claviforme . Vaina hialina, firme estrecha, solo visible claramente solo cerca de la base. Contenido celular azul verde, finamente granulado. Células madre con exocitos o preexocitos infrecuentes en la población : solo un exocito producido a la vez ; exocitos esféricos. Células madre de aproximadamente la misma longitud . 4 - 5 pm en diámetro, 10 -15  $\mu\text{m}$  de largo.Ecología: En manantiales y arroyos calcáreos.  $T = 26^\circ\text{C}$  ;  $\text{pH} = 7.5^\circ\text{C}$ ,  $Z = 940 \mu\text{s/cm}$ . Epífita sobre filamentos de *Cladophora*. Distribución: Micos, San Luis Potosí.

*Chamaesiphon c.f. fallax* Geitl. 1933

Células creciendo densamente y formando agregados en una colonia mucilaginosa ; ovoide o casi esférica. Vaina firme y amplia, de color café amarillento en las partes mas viejas de la colonia. Contenido celular gris homogéneo. Células madre co exocitos frecuentes en la población : sólo un exocito a la vez, exocitos esféricos. Células madre de 4,5 - 5.0 pm de diámetro, 6 - 8  $\mu\text{m}$  de longitud. Ecología : En una fuente sobre sustrato artificial.  $T=20 - 21^\circ\text{C}$ ;  $\text{pH}=7$ . Distribución: Chapultepec

*Chamaesiphon corferuiculus* A. Brown 1865 ex Rabenh.

Células solitarias o creciendo agregadas, de forma cilíndrica hasta en forma de mazo, atenuadas hacia la base ; ápice ampliamente redondeado. Vaina hialina, firme, estrecha, claramente visible desde la base. Contenido celular desde azul verde hasta ligeramente violeta, finamente granulado. Células madre con preexocitos o exocitos infrecuentes en la población ; De 1-5 prexocitos son producidos simultáneamente. Raramente un exocito es encontrado al final de una hilera de preexocitos ; exocitos esféricos. Presenta una variación considerable en la longitud de la célula

madre: diámetro de 5 - 6.5 $\mu\text{m}$  ; largo (28) - 34 - 54 -(80 $\mu\text{m}$ ). Ecología : En arroyos y ríos calcáreos, T = 21 - 27 °C ; pH = 7,2 - 7.5; C = 300 - 1600 5/cm. Epifito sobre *Auudozuinella* y musgos acuáticos. Distribución: Huichihuayan y rio Coy, San Luis Potosí.

*Chamaeriphon increstans* Grun. ex Rabenh. 1865

Células gregarias o solitarias, desde cilíndricas hasta en forma de mazo. Vainas incoloras, firme, amplia o estrecha. Contenido celular verde-azul. Células madres frecuentemente con 1 - 2 exocitos esféricos. Preexocitos infrecuentes. Células madre de aproximadamente la misma longitud en la población : 3 - 5.2  $\mu\text{m}$  en diámetro, 14 - 21 $\mu\text{m}$  de largo. Ecología : En manantiales ríos y arroyos. T = 19 - 25 °C ; pH = 7 - 8.7. Epífito de *Cladophora*, *Phornnidihirrm* y *Scytonema*. Distribución: Huautla, Morelos.

*Chamaesiphon mimaus* (Rostaf.) Lemm. 1910

Células gregarias, desde esféricas hasta ovoides. Vaina hialina, firme, muy estrecha. Contenido *celular verde pálido* homogéneo. Células madre con preexocitos o exocitos infrecuentes en la población : sólo un exocito formado a la vez ; exocitos esféricos. Células madre aproximadamente de la misma longitud en la población : 2 - 3  $\mu\text{m}$  en diámetro, 3 - 4.5  $\mu\text{m}$  de largo. Ecología : En una poza de río. T = 28.5 °C, pH = 7. Epífito de *Rhizoclonium*. Distribución: Rio Chalma, edo. México.

*Geitlerihachon crarssum* Gold-Morgan et al. 1994.

Células cilíndricas, a menudo con un polo curvado (o ambos polos curvados en direcciones opuestas), ampliamente redondeadas, ligeramente atenuado hacia la base. Células sin vaina excepto por un pequeño colchón mucilaginoso en la base. Contenido celular azul - verde claro homogéneo o con algunos gránulos grandes. Sólo un exocito, de forma cilíndrica, hasta en forma de domo. La pared celular para la formación del exocito se forma de la mitad hasta un tercio del ápice de la célula madre. La longitud de la célula es completamente variable dentro de la población, debido a la

liberación no sincronizada del exocito. Diámetro de las células, 3.5 - 6.0 pm, largo de las células con exocito 14.5 - 22- (30)  $\mu\text{m}$ . Ecología : En arroyos.  $T=25$  °C, pH=8.5. Epifita sobre *Cladophora* y *Oedogonium*. Distribución: Huautla, Morelos.

*Chamaecalyx Chamaecalyx* (Sirsov) Kom, et Anag. 1986

Células en forma de mazo, con el ápice ampliamente redondeado, de color azul - verde. Vainas firmes y amplias, claramente visibles. Producción de exocitos por fisiones binarias sucesivas en la parte superior de la célula madre, comenzando con dos divisiones perpendiculares al eje vertical de la célula madre y la segunda en la parte apical. Las siguientes divisiones son paralelas al eje principal de la célula, formando 8 - (16) exocitos. Diámetro de las celulas en el ápice (diámetro máximo) antes de la división, 10 $\mu\text{m}$ ; largo, hasta 22 $\mu\text{m}$ . Vaina (en el ápice) 9-11 $\mu\text{m}$  en diámetro, y 25-30 $\mu\text{m}$  de largo. Exocitos 3-5 $\mu\text{m}$  in diámetro. Ecología: En manantiales y arroyos.  $T=17-27$ T. pH=7-8.5 C= 800-1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Epifitas sobre *Audouinella*, *Cladophorcr*, *Basicladia*, *Bkenflothrix* y musgos acuáticos. Distribución: Las Huertas, Las Estacas, Parácuaro, Rio del Orejón, Los Amates, Morelos; Puente de Dios, Nacimiento del Salto, rio Coy, rio Choy, Sal Luis Potosí.

*Chamaecalyx calyculatus* Gold-Morgan et al. 1994

Células en forma de mazo con el ápice ampliamente redondeado antes de la primera división, azul - verde. Vaina firme, amplia claramente visible en la base donde forma un engrosamiento distintivo. La formación de exocitos comienza con una división perpendicular aproximadamente a la mitad de la célula ; una segunda división se lleva a cabo entre el ápice y la división previa, en el mismo plano de división. Las dos células hijas resultantes se dividen en un plano de división paralelo al eje de la célula, formando hasta 8 exocitos. . Diámetro de las células 4-5 $\mu\text{m}$ , largo 15-16 $\mu\text{m}$ ; diámetro máximo de la vaina (ápice), 7 $\mu\text{m}$ ; largo de la vaina 20 $\mu\text{m}$ . Diámetro de exocitos, 3-4 $\mu\text{m}$ . Ecología : En un manantial calcáreo , 12 m de profundidad..  $T= 30$  °C, pH= 7.2 C=1800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Epífita sobre *Audouinella*. Distribución: Media Luna S.L.P. Mexico.

Clave para las especies de *Stichosiphon*

la. Exocitos recién divididos del mismo largo en cualquier parte del pseudofilamento	
	2
lb. Exocitos apicales recién divididos más cortos cuanto más cerca del ápice del pscudofilamento	
	. <i>S. cf.</i>
2a. Con diámetro de pseudofilamento constante a todo lo largo	<i>hirrurlavensis</i> 4
2b. Diámetro del pseudofilamento se amplia hacia el ápice	3
3a. Diámetro del pscudofilamento se amplia sólo en el exocito terminal	<i>S.</i>
3b. Diámetro se amplía hacia el ápice desde el primer exocito intercalar	<i>filarrmentosus</i>
4a. Ancho de exocitos más de 2.5μm	<i>S. sansibaricus</i>
4b Ancho de exocitos hasta 2.51μm	5
5a. Pseudofilamento con exocitos espaciados entre si, vaina casi invisible	<i>S- cf.</i>
5b. Pseudofilamento con exocitos unidos entre sí, vaina ancha y firme	<i>gardneri S.</i> <i>exiguus S,</i> <i>regularas</i>

1. *Stichosiphon exiguus spec. nova*

Pseudofilamentos alineados, flexuosos, cortos, hasta de 4 células; diámetro de los exocitos constante a lo largo del pseudofilamento, forma de crecimiento solitaria. Célula basal y exocitos intercalares oblanceolados, con espacio considerable entre exocitos; exocitos terminales a menudo esféricos. Contenido celular homogéneo, violeta. Vaina hialina, difluente, apenas visible. Disco basa] no evidente. Dimensiones: largo del pseudofilamento hasta 20 μm; célula basal 5.0-8.0x3.0-4.0 ^ exocitos intercalares y terminales 5.0-8.0 μmx3.5-4.5 μm; diámetro de los exocitos al liberarse: no se encontraron. Ecología: Epífita sobre *Audruinella* y *Homoeothrix* de en manantial calcáreo; T=30 °C, pH=7.2, C=1 800 ZS/cm, profundidad 12 mts. Distribución: Media Luna, San Luis Potosí,

*Stichosiphon regularis* GEITLER 1932

Pseudofilamentos no alineados, rígidos, cortos, hasta de 7 células; diámetro de los exocitos se incrementa ligeramente hacia el ápice, forma de crecimiento en grupos. Célula basal ampliamente obovada; exocitos intercalares y terminales muy ampliamente ovados a ampliamente ovados comprimidos, sin espacio

Vaina hialina, firme y amplia. Disco basa] conspicuo. Dimensiones: largo del pseudofilamento 7.5 -15.5 - (35)  $\mu\text{m}$ ; célula basa] : 4.5-9 x 4.5 -5  $\mu\text{m}$ ; exocitos intercalares en división: 6.5-11 x 4-5  $\mu\text{m}$ ; exocitos terminal 8.0-9.0 x 4.5-6.0  $\mu\text{m}$ ; exocytes en liberación: no se encontraron. - Ecología: Epífita sobre *Scytonema coactile*, *Plecionema tomasiniam Rhizocloniuur*, *Cladophora and Terpsinoe rnuisica*. En manantiales arroyos. T= 27.5 - 30  $^{\circ}\text{C}$ ; pH= 7; depth 0-60cms. - Distribución: Las Huertas, Morelos, Rio del Orejón Michoacán.

*Stichasiphon sansibaricus* (Hieronymus) Drouet et Daily 1952

Pseudofilamentos alineados, rígidos cuando cortos, flexuosos cuando largos, hasta de 35 células; diámetro de los exocitos se incrementa gradualmente hacia el ápice, hasta 45% del ancho inicial, y generalmente comienza a ensancharse desde el segundo exocito, forma de crecimiento talas solitarios o en grupos laxos o densos. Célula basal de obovada hasta forma de embudo con una larga prolongación hacia el sustrato; exocitos intercalares oblongos antes de la división celular y cuadrados a ampliamente ovados a ampliamente ovados comprimidos después de ella; puede o no haber espacio entre exocitos; exocitos terminales oblongos antes de la división y subesféricos a esféricos después. Contenido celular finamente granulado o con varios gránulos en el protoplasto, . verde-azul o violeta claro. Vaina hialina, firme y amplia, a veces lamelada. Disco basa] conspicuo. Dimensions: Largo del pseudofilament o: hasta 380  $\mu\text{m}$ ; célula basal : 5.5-8 x 3.5-5.5 pum; exocitos intercalares en división : 5-8 x 4-8 ~tm; exocitos terminales: 5.5-10 x 4.5 -7.5  $\mu\text{m}$  . - Ecología: Epífita sobre *Rhizoclonium*, *Cladophora* y *Oedogoni ium*. En manantiales y arroyos; T = 22 - 35  $^{\circ}\text{C}$ ; pH = 7 - 8.5; C = 900 - 1800  $\mu\text{S}$ ; profundidad 0 - 50 cm. - Distribución : Rio Salado, Huautla y Las Huertas, Morelos; Parácuaro, y Rio del Orejón Michoacán; Micos, Choy y Media Luna, San Luis Potosi.

*Stichosiphon filanierrtosus* (Ghose) Geitler 1932 (fig. 5: 1 - 3, fig. 6)

Pseudofilamentos flexuosos, largos, hasta de 17 células; diámetro de los exocitos constante a lo largo del pseudofilamento, excepto en el exocito terminal que es ligeramente más ancho; forma de crecimiento en grupos laxos. Célula basa] oblanceolada; exocitos intercalares oblongos, hasta casi más del doble de largo que de ancho. comprimidos, con espacio entre exocitos.. Contenido celular

homogeneo, finamente granulado, en algunas poblaciones con 2-3 grandes gránulos por exocito, verdeazul, Vaina hialina, difluente y moderamente amplia. Disco basa] conspicuo. Dimensiones: largo del pseudofilamento hasta 60  $\mu\text{m}$ ; célula basa] : 8-12.5 x 3.5-5.5  $\mu\text{m}$ ; exocitos intercalares en división: 5.5 12.5 x 3.5-5.5  $\mu\text{m}$ ; exocitos terminales : 6.5-13.7 x 4-6  $\mu\text{m}$ , diámetro de gránulos: 1.5 - 2 pm. - Ecología: Epifita sobre *Rhizoclojnum*, *Cladophora* y *Pilhophora*, en aguas corrientes; T = 25 - 27.5 °C; pH = 7; C = 1000  $\mu\text{S}$ ; profundidad 40 - 60cms. - Distribución : Rio del Orejón Michoacán Rio Choy, San Luis Potosí,

*Stichosiphon cf gardneri* Komárek 1989 (fig, 5: 4 - 7)

Pseudofilamentos alineados, ampliamente curvados o con dobleces en ángulos agudos, hasta de 40 células; diámetro de los exocitos constante a lo largo del pseudofilamento, forma de crecimiento solitaria o en grupos laxos. Célula basa] y exocitos cilíndricos o angostamente oblongos, con espacio constante entre exocitos.. Contenido celular homogeneo, verde-azul claro. Vaina hialina, firme y muy angosta. Célula basal y disco difíciles de observar. Dimensiones: exocitos intercalares en división 4.59.0 x 1.5-2.5  $\mu\text{m}$ ; exocytes en liberation: no se encontraron. - Ecología: Epífita sobre *Cladophora*, en arroyos ; T = 27 °C; pH = 7; profundidad 2 - 20cms. - Distribución: Rio del Orejón, Michoacán

*Stichosiphon cf hirnayensis* Jao et Zhu 1974

Pseudofilamentos laxamente alineados, flexuosos, de 30-80 células, pero a veces hasta 280; puede haber angostamiento del diámetro de los exocitos en la región apical, y siempre hay acortamiento de la longitud de los exocitos terminales, forma de crecimiento solitaria o en grupos laxos. Célula basal obovada; exocitos intercalares oblongos antes de la división celular, cuadrados después; exocitos terminales subesféricos a esféricos, a veces permanecen en la vaina gelatinizada, formando una masa amorfa en el ápice del pseudofilamento antes de la liberación. Ocasionalmente el pseudofilamento puede tener partes biseriadas con células poligonales. También ocasionalmente se puede presentar falsa ramificación (1-2 falsas ramas por pseudofilamento); con poco espacio entre exocitos.. Contenido celular homogeneo, verde-azul claro. Vaina hialina, firme y angosta excepto cerca del ápice donde se gelatiniza, Célula basa] y disco difíciles de observar. Dimensiones: Célula basal : 2.5 x 4.0  $\mu\text{m}$ ; exocitos intercalares en división: 2.5-4 x 1.5-3.0  $\mu\text{m}$ ; exocitos terminales: 2.0 - 2.5 x 2,0 - 2.5 p.m;

diámetro de exocitos liberados: 1.5 - 3  $\mu\text{m}$ . - Ecology: Epifita sobre *Cladophora*, en arroyos; T = 32 °C., pH = 7,5; profundidad 20 cms. - Distribución: Huautla, Morelos.

*Hydrococcus rivularis* Kützing 1833

Talos pseudoparenquimatoso o blastoparenquimatoso mas o menos circular; inicialmente creciendo radialmente y de una sola capa de células extendida sobre el sustrato. En las colonias adultas se desarrollan pseudofilamentos erectos. Los pseudofilamentos situados paralelamente, rodeados por una vaina hialina, delgada y confluente. Células poligonales o irregulares 2-4  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ecología: Epifita sobre musgos acuáticos filamentos de *Cladophora*. En arroyos. T = 27 °C; pH = 7.5 - 8,0 , Distribución: Nacimiento del Río Huichihuayan, San Luis Potosí.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOURRFLLY, P. (1970): Les algues d'eau douce 111. - 512pp., Boubée & Cie., Paris.
- BRANCO, L.H.Z., SILVA, S.M.F. & SANT'ANNA, C.L. (1994): *Slichosiphon mangle sp. nova*, a new cyanophyte from mangrove environments. Arch. Hydrobiol.JAlgolog. Studies 72: 1-7.
- DLSIKACHARY, T. V, (1959): Cyanophyta. I.C.A.R. Monographs on Algae, 686 pp., New Delhi,
- FRÉMY, P. (1930): Les Myxophycées de l'Afrique équatoriale française, - Arch. Bot. [Caín], 3, Mém. 2, 508 pp.
- GARDNER, N. L. (1927): New Myxophyceae from Porto Rico. Mem. N.Y. Bot. Gard. 7: 1-44,
- GFITLFR, L. & RLTITNER, F. (1935)136: Die Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie. Arch. Hydrobiol./Suppl. 14, Tropische Binnengew. 6:308.369, 371-483.
- GEITLER, L, (1932): Cyanophyceae.- Rabenh.'s Krypt.-Fl. 14, 1 196pp., Leipzig.
- GEITLER, L. (1933): Diagnosen neuer Blaualgen von den Sunda-Inseln.-Arch. Hydrobiol./Suppl. 12, Tropische Binnengew. 4:622-634.
- GEITLER, L. (1942): Schizophyta (Klasse Schizophyceae). In: Engler & Prantl, Nat. Pflanzenfam. **1b**: 232 pp
- GFITLER, L. (1970). Beiträge zur epiphytischen Algenflora des Neusiedler Sees.- *Dsterr. Bot. Z.* 118:17-29
- GIIOSE, S.L. (1923): A Systematic and Ecological Account of a Collection of Blue-green Algae from Labore and Simia.- Linn. Soc. Jour. Bot. **46**: 333-347.
- GOLD-MOROAN, M., MONTEJANO, G. & KOMÁREK, J. (1994): Freshwater Epiphytic Cyanoprokaryotes from Central Mexico. 2. Heterogeneity of the genus *Xenooccus*. Arch. Protistenk. 144: 383 - 405.
- GOLD-MORGAN, M., MONIFEJANO, G. & KOMÁREK, J. (1996): Freshwater Epiphytic Chamaesiphonaceae from Central Mexico. Arch. Hydrobiol. JAlgolog. Studies. In press.
- GONZALVES, E. A. & KAMAT, N.D. (1958): The Myxophyceae of the Karnatak 1. Jour, Univ, Bombay. 27 (3): 22-35.
- HÄLLFORS, G. & MUNSTERHJELM, R. (1982): Some epiphytic Chamaesiphonales from fresh and brackish waters in southern Finland.- Ann. bot. fenn. **19**: 147-176.

HINDÁK , F. (1983): Morphological variability and taxonomy of some coccoid blue-green algaee (Cyanophyta). Schweiz. Z. Hydrobiol. 45(1): 31 1-320.

KANN, E. (1972): Zur Systematik und Gkologie der *Gattung Chaniaesiphon* (Cyanophyceae) 1. Systematik. - Arch. Hydrobiol./Algol. Studies 7:117-171.

KOMÁREI, J. & ANACiNOSTmIS, K. (1986): Modere approach to the classification system of cyanophytes 2- Chroococcales. Arch. Hydrobiol.JAlgolog. Studies 43:157-226.

KOMÁRFK, J. & ANAGNOS1IU1S, K. (1996): Cyanoprokaryotes I. Chroococcales. In: Ettl H. et. al. ed., Süßwasserflora van Mitteleuropa 19/1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena. In press.

KoMÁREI , J. & LUDVIK,, J. (1982): Cell structure and reproduction process in the blue green alga Chamaesiphon.- Plant. Syst. Evo]. 139:267-277,

KOMÁREK, J. J. (1975): *Geilleribactron* - Cine neue, *C:hamaesiphon-* hnliche Blaualgengattung. Plant. Syst. Evol. 123:263-281.

KCOMÁ.REK, J. (1989): Studies on Cyanophytes of Cuba (7-9). Folia Geobot. Phytotax. 24:171 206.

KOMÁREIC J., HINDÁK, F. & LUDVÍK, J. (1985): The cell structure of two Chamaesiphonaceae, *Cyanophanon münnus* and *Stichosiphon sansiharicus*. Arch. Hydrobiol. /Algolog. Studies 38/39: 73- 90.

RAO, C.B. (1935): A new species of *Slichosiphon* (*Stichosiphon iiiclica* sp. nova). Proc. Indian Acad. Sci. B., 2(6): 535-538.

SKUJA, H. (1949): Zur Süßwasseralgen-Flora Burmas. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal., Ser. 4, **14(5): 1 - 188**, Uppsala.

SMrm, G.M. (1950): Freshwater Algae of the United States of America. McGraw-Hill, 719 pp., New York,

WHELDEN, R.M. (1941): Some observations on freshwater algae of Florida. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 57: 261-274.

*Fig. 1*

1-2 *Chamaesiphon conferviculus*,  
3 *Cyanocystis mexicana*.  
4 - 6 *Chamaecalyx calyculatus* 7 -  
8 *Chamaecalyx swirenkoi* 9 - 10  
*Geitleribactron crassus*  
11 *Chamaesiphon amethystinus mear. amethystinus* 12  
*Chamaesiphon cff fallax* 13, *Chamaesiphon amethystinus*  
*par. africanus* 14 -15 *Chamaesiphon incrustans* 16  
*Chamaesiphon minutus*

*Fig. 2*

1 - 3 *Xenococcus willei*  
4 *Xenococcus bicudoi*  
5 - 6 *Xenotholos huastecanus* 7 -  
8 *Xenococcus lamellosus* 9 - 11  
*Xenotholos amplus*  
12 - 14 *Xenotholos cff kernerri* 15-  
17 *Xenotholos caeruleus*

*Fig. 3.*

1 - 3 *Stichosiphon sansibaricus* 4 -  
6 *Stichosiphon exiguus* 7  
*Stichosiphon filamentosos*  
8 - 9 *Stichosiphon himalayensis* 10-  
12 *Stichosiphon regularis*

*Fig. 4*

*Stichosiphon cf. gardneri*

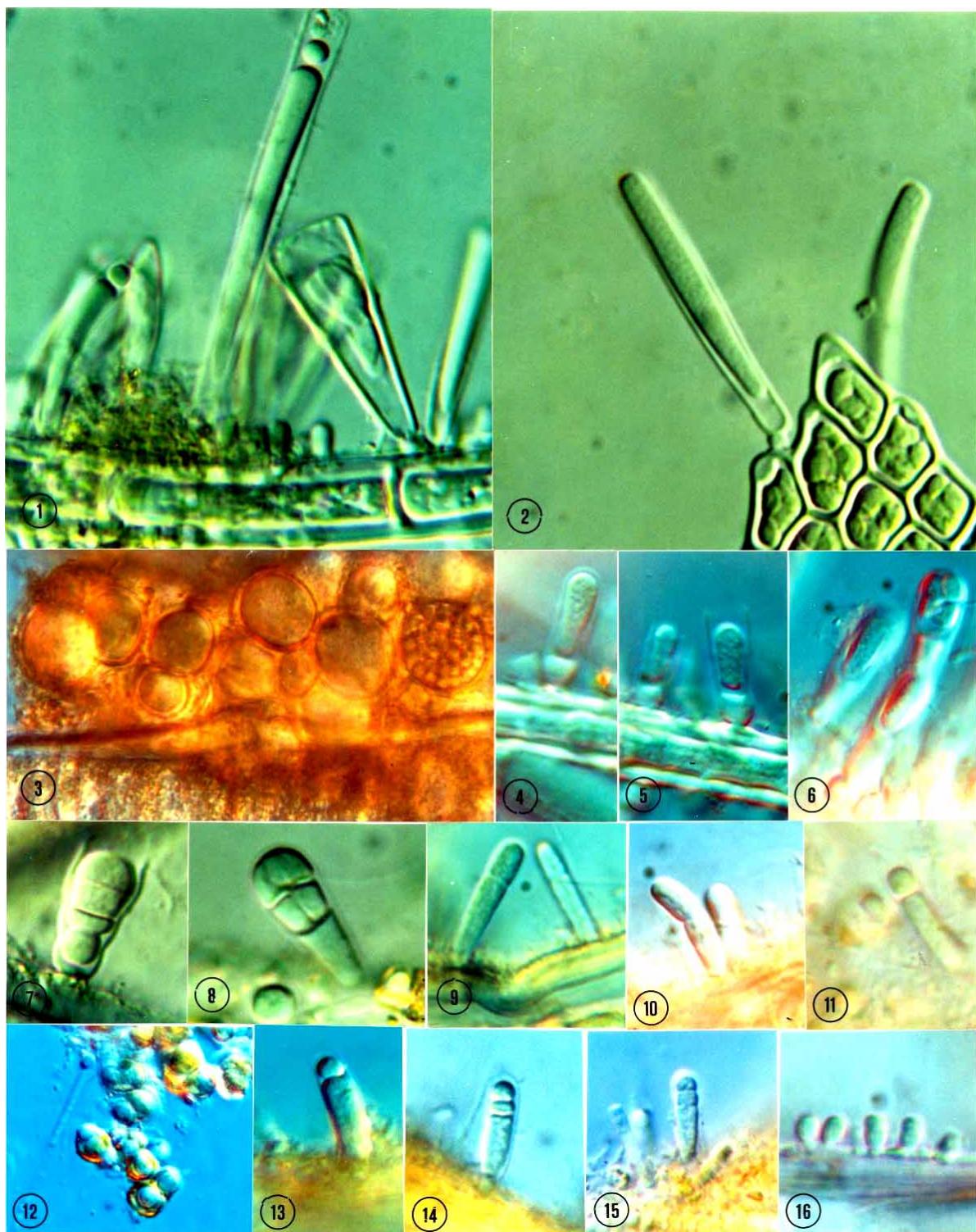




Fig 2

Lamine 2

