

Las algas rojas (Rhodophyta) de agua dulce en la región central de México. Taxonomía y distribución.

Javier Carmona Jiménez¹

¹ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Departamento de Ecología y Recursos Naturales. Circuito exterior s/n. Ciudad Universitaria, Coyoacán, C.P. 04510, México, D.F. Tel: 52 (55) 56 22 48 37. Fax: (52) 5622-4828. E-mail: jcj@fciencias.unam.mx



INTRODUCCIÓN

as algas rojas de agua dulce (Clase Rhodophyceae= rodofitas) son un conjunto variable, heterogéneo y complejo de aproximadamente 200 especies que ha sido dividida tradicionalmente en dos subclases: Bangiophyceae y Florideophyceae (Kumano 2002). La primera comprende formas de crecimiento y mecanismos de reproducción sencillos; mientras que los niveles más complejos y los ciclos de vida con tetrasporofito y carposporofito están incluidos en la segunda subclase (Sheath 1984). La caracterización morfológica de sus especies en general ha sido bien documentada y la evidencia molecular basada en el estudio de la subunidad larga RUBISCO (*rbcL*), de la subunidad ribosomal corta del rDNA (SSU), la subunidad 18 del rRNA y el espacio interno transcrito del rDNA (ITS) ha confirmado en la mayoría de los grupos una afinidad filogénetica basada en la taxonomía fenética (Vis y Entwisle 2000, Müller *et al.* 2002, Entwisle *et al.* 2009).

Las especies de este grupo son un elemento común en ríos de regiones boreales, templadas y tropicales (Jao 1941, Israelson 1942, Starmach 1977, Entwisle y Kraft 1984, Sheath y Cole 1992, Necchi *et al.* 1999, Carmona *et al.* 2004). Su contribución a las listas florísticas en el mundo generalmente es baja, sin embargo, pueden ser importantes productores primarios y formar el panorama algal de la localidad (Sheath y Hambrook 1990). Recientemente se ha confirmado que las rodófitas de agua dulce tuvieron una múltiple y muy antigua invasión de ambientes marinos al continente (Harper y Saunders 1998, Sherwood y Sheath 1999, 2002, Chiasson *et al.* 2003). El resultado de ésta colonización promovió procesos de especiación y la consecuente



aparición de nuevas y particulares formas biológicas (incluidas en los ordenes Batrachospermales y Thoreales). En la actualidad se pueden reconocer estrategias reproductivas particulares relacionadas con el reto a ocupar ambientes lóticos, tales como el desarrollo de la meiosis somática y un ciclo de vida heteromórfico que desarrolla un esporofito (fase "Chantransia") tolerante a los cambios físicos y químicos del agua (Sheath y Hambrook 1990, Necchi y Carmona 2002, Carmona *et al.* 2006).

Los trabajos sobre algas rojas de agua dulce en México son abundantes y con énfasis en la caracterización taxonómica. Los primeros estudios aparecen hace más de 150 años, cuando Kützing (1857) y Tort (1858) describen para la región central y sureste de México a Paralemanea mexicana (= Lemanea mexicana), L. torulosa y L. fluviatilis. Transcurren más de 70 años para que aparezca el siguiente trabajo en el cual se describe a Batrachospermum moniliforme var. moniliforme, B. moniliforme var. pulchirrincum y B. vagum en la región central de México (Sámano-Bishop y Sokoloff 1931). Sánchez-Rodríguez y Huerta (1969) y Sánchez-Rodríguez (1974) reportan Paralemanea mexicana (= L. feldmannii) y tres nuevos registros en el país: Asterocytis ornata, Compsopogon coeruleus y Audouinella violacea. En las últimas décadas diferentes investigadores han estudiado la taxonomía, ciclo de vida y biología molecular de rodofitas mexicanas para integrarlo al conocimiento de algas en regiones con las que comparte límites geográficos: Compsopogon (Vis et al. 1992), Audouinella (Necchi et al. 1993a, 1993b, Carmona y Necchi 2001a), Batrachospermum (Sheath et al. 1992, 1994, Carmona y Vilaclara 2007), Sirodotia (Necchi et al. 1993c, Vis y Sheath 1999, Carmona et al. 2006, Carmona y Vilaclara 2007), Paralemanea (Carmona y Necchi 2002, Necchi y Carmona 2002), Thorea (Carmona y Necchi 2001b) e Hildenbrandia (Sheath et al. 1993b, Carmona et al. 2002).

Con base en los registros previos y considerando las modificaciones en su esquema de clasificación el presente trabajo tiene como objetivo analizar y homogenizar los caracteres empleados para definir a los taxa y su relación con la distribución en la región.

MATERIALES Y METODOS

La distribución de las poblaciones de rodofitas ha sido investigada en tres cuencas de la región central de México (21-22° LN, 98-100° LO): Pánuco (área 94,556 km²), Balsas (área 240,937 km²) y Papaloapan (área 46,517 km²) (Fig. 1, Tabla 1). Cada cuenca se origina de un sistema de montañas y valles que drenan su corriente hacia la planicie costera (Tamayo 1981). Los ambientes lóticos en esta región son espacialmente muy heterogéneos debido a la variación en la topografía (altitud 30-2900 m), clima y origen geológico que produce una gran variedad de ambientes (SRH 1971, García 1973, 2004, INEGI 1986, 1987, 1992, SPP 1981a, 1981b, Ferrusquía-Villafranca 1998).

Las poblaciones de algas rojas se recolectaron durante el periodo 1981-2009. Cada localidad consistió de segmentos de 10 a 15 m de largo en ríos de distinto orden





(1° a 5° orden). Se recolectaron fragmentos de roca con crecimientos visibles de algas con ayuda de un visor subacuático de 20 cm de diámetro. Cada muestra fue preservada en formalina al 4 % y depositada en el herbario FCME (Holmgren *et al.* 1990). Los especimenes fueron identificados al nivel de especie, de acuerdo a la propuesta taxonómica más reciente (Garbary y Gabrielson 1990, Müller *et al.* 2002), particularmente sobre trabajos mexicanos (Carmona y Necchi 2001a, 2001b, 2002, Necchi y Carmona 2002, Carmona *et al.* 2002, Carmona *et al.* 2009). Las variables ambientales fueron registradas en cada sitio de colecta de acuerdo al procedimiento descrito en Valadez *et al.* (1996), Novelo (1998), Montejano *et al.* (2000) y Carmona *et al.* (2004).

Figura 1. Ubicación de las cuencas de estudio en la región central de México, con indicación de los sitios con poblaciones de algas rojas de agua dulce. El número de sitio corresponde a la numeración de la Tabla 1.

La información de cada especie se resume en una diagnosis que se ordenó de la siguiente manera: categoría taxonómica, sinonimia, referencia de ilustración, descripción, caracteres diagnósticos, información ecológica, distribución en la región central de México (RCM) y el material examinado. Cada diagnosis se basó exclusivamente en la revisión de poblaciones de la región central de México. La información ecológica presenta los siguientes parámetros: temperatura (T), pH, conductividad específica a 25 °C (C), velocidad de corriente (VC), intensidad luminosa (IL) y profundidad (P). La distribución hace referencia a los reportes en la literatura.

RESULTADOS

Las algas rojas se presentaron en 59 sitios. Fueron más comunes en la cuenca del Pánuco con 32 sitios, seguido de la cuenca del Balsas con 20 y la cuenca del Papaloapan con 7 sitios (Tabla 2). Se describieron un total de 180 poblaciones que pertenecen a una clase, 6 órdenes y 15 taxa.

	Clave para los géneros	
1a.	Talo de hábito costroso (pseudoparenquimatoso)	IV. Hildenbrandia
1b.	Talo de hábito no costroso	2
2a	Talo cenobial filamentoso	3
2b.	Talo filamentoso	4
3a.	Una o dos células por filamento cenobial	I. Chroothece
3b.	Numerosas células y por filamento cenobial	II. Chroodactylon
4a.	Filamentos uniseriados no corticados	V. Audouinella
4b.	Filamentos uniseriados o multiseriados corticados	5
5a.	Talo de organización uniaxial	6
5b.	Talo de organización multiaxial	X. Thorea
6a.	Talo con filamentos verticilados en los nodos	7
6b.	Talo sin verticilos	9
7a.	Rama carpogonial torcida	VI. Kumanoa
7b.	Rama carpogonial recta	8
8a.	Carposporofito globoso, carpogonio simétrico	VII. Batrachospermum
8b.	Carposporofito difuso, carpogonio asimétrico	VIII. Sirodotia
9a.	Eje sólido sin espacio entre células axiales y células	
	de la corteza	III. Compsopogon
9b.	Eje hueco, con espacio entre células axiales	
	y células de la corteza	IX. Paralemanea

MONOGRAFÍAS FICOLÓGICAS VOL. 4, 2009



Tabla 2. Distribución de las algas rojas de agua dulce en la región central de México. BP - Bajo Pánuco, AP - Alto Pánuco, BB - Bajo Balsas, AB - Alto Balsas, BPa- Bajo Papaloapan, APa - Alto Papaloapan. El número representa la cantidad de localidades donde ha sido registrada la especie.

Taxa			Sub	ocuenca		
10,00	BP	AP	BB	AB	BPa	APa
Bangiophyceae						
Porphyridiales						
Chroothece rupestris Hansgirg	1			1		
Chroodactylon ornatum (Thwaites) Hansgir	3					
Compsopogonales						
Compsopogon coeruleus (C. Agardh) Montagne	12			10		4
Florideophyceae						
Hildenbrandiales						
Hildenbrandia angolensis W. et G.S.West	15			1	1	
Acrochaetiales						
<i>Audouinella eugenea</i> (Skuja) Jao	8					
A. huastecana Carmona et Necchi	1					
A. meiospora (Skuja) Garbary	1					
Batrachospermales						
Batrachospermum gelatinosum (Linnaeus) De Candolle		1		2		
B. helmintosum (Bory) Sheath, Vis et Cole				2		
<i>Kumanoa globospora</i> (Israelson) Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood	9					
Sirodotia huillensis (W. et W.S.West) Skuja *	2					
S. suecica Kylin *				1		1
Paralemanea annulata (Kützing) Vis et Sheath						1
P. mexicana (Kützing) Vis et Sheath*		1		4		
Thoreales						
Thorea hispida (Thore) Desvaux *	17		1			
Total de especies (15)	10	2	1	7	1	3
Total de localidades con algas rojas (59)	31	1	2	18	1	6
Total de localidades visitadas (433)	5	1	24	40	14	2

* Se incluye la fase "Chantransia".



Diagnosis de los taxa

I. Chroothece Hansgirg in Wittrock & Nordstedt, 1884.

Chroothece rupestris Hansgirg, Öterr. Bot. Z., 3, 4:313.

Figs 2-7

Colonia mucilaginosa de 2 cm de altura, de consistencia firme y sin forma definida, al principio de color verde y más tarde naranja ó parda, generalmente pedunculada. El filamento cenobial se compone de una ó dos células. Las células son de 8 a 20 µm de ancho por 10 a 20 µm de largo, cada una rodeada por una cubierta gelatinosa, estratificada, hialina y gruesa de 3 a 7 µm de ancho, con un plastidio axial y de forma estrellada. Por lo general, la célula apical se divide por mitosis y libera una de las células resultantes. No hay evidencia de reproducción sexual.

Caracteres diagnósticos. Filamentos cenobiales compuestos por una o dos células en el ápice del filamento.

Información ecológica. Se desarrolla en pared vertical con rocas húmedas ó corriente débil, principalmente en zonas poco iluminadas y agua alcalina. T: 23 a 29 °C, pH: 7.0 a 8.3, C: 700 a 1,320 μ S cm⁻¹, VC: 0 a 10 cm s⁻¹, IL: 23 a 85 μ mol fotón m⁻² s⁻¹, P: 0 a 5 cm.

Distribución en la RCM. Primer registro.

MATERIAL EXAMINADO:

Morelos: Tlaquiltenango, Los Manantiales, 11.11.2007, *J. Carmona* BALE s.n. (FCME), 15.x.2008, *J. Carmona* BALE s.n. (FCME). Hidalgo: Ixmiquilpan, Tolantongo, 03.06.2003, *G. Montejano* PA4143 (FCME), 24.10.2009, *I. Becerra* PA27-T (FCME).





^{Fig. 2-7: Figs 2-7 Chroothece rupestris. Fig. 2. Hábito (FCME PA27-T). Fig. 3. Cenobio filamentoso con 1 a 2 células (FCME PA27-T). Fig. 4. Detalle del extremo del filamento (FCME PA4143). Fig. 5. Plastidio en forma estrellada (FCME PA4143). Fig. 6. Liberación de células en el extremo del filamento (FCME PA4143). Fig. 7. División celular de células vegetativas (FCME PA4143). Escala de las barras: 1cm para la Fig. 1. 10 µm para las Figs 2-7.}



II. Chroodactylon Hansgirg, 1885.

Chroodactylon ornatum (C. Agardh) Basson, 1979.

Basiónimos: *Hormospora ramosa* Thwaites in Harvey, 1848; *Conferva ornata* C. Agardh, 1824.

Sinónimos: Chroodactylon ramosum (Thwaites) Hansgirg, 1885; Asterocytis ramosa (Thwaites) Gobi ex F. Schmitz in Engler & Prantl, 1896; A. ornata (C. Agardh) Hamel, 1924; A. smargadina/smargdina Friedrich, 1909; Goniotrichum ramosum (Thwaites) Hauck, 1885; Callonema smaragdinum Reinsch, 1875; Goniothrichum caerulescens Zanardini, 1872.

Figs 8-11

Talo cenobial filamentoso de 20 µm a 25 mm de largo, que forma densas masas de filamentos enmarañados de color azul verdoso a rosado. Células con un plastidio estrellado y un pirenoide central; células de forma lenticular, rectangular o cuadrada, de 4 a 22 µm de largo; división celular paralela o perpendicular al eje del filamento (hileras de hasta cuatro células por filamento). Filamentos uniseriados o multiseriados de 10 a 114 µm de diámetro, con o sin ramas, cuando las presenta con disposición irregular (hasta cuatro ramas surgen en el mismo nivel del filamento). Los filamentos con ramas abundantes son dos veces más anchos que los filamentos con escasas ramas. La pared celular es firme y amplia; de apariencia homogénea en filamentos uniseriados y estratificada con superficie estriada en filamentos multiseriados. Fijas al sustrato por una célula basal que presenta una vaina independiente del resto de las células vegetativas. La región apical del filamento redondeada o interrumpida dejando un mucrón. Monosporas apicales o intercalares al filamento.

Caracteres diagnósticos. Cenobio con tendencia filamentosa, uniseriado o multiseriado, con ramificación falsa muy abundante.

Información ecológica. Crece en ríos y cascadas sobre un sustrato calcáreo u otras algas; en remansos y rápidos. T: 23 a 29°C, pH: 7.0 a 8.3, C: 700 a 1,320 μ S cm⁻¹, VC: 35 a 85 cm s⁻¹; IL: 23 a 85 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 0 a 50 cm.

Distribución en la RCM. Estado de México (Sánchez-Rodríguez 1974), San Luis Potosí (Carmona 1997, Montejano *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2004).

MATERIAL EXAMINADO.

San Luis Potosí: Ciudad Maíz, Nacimiento el Salto, 02.05.1991, *J. Carmona* (FCME PA3270), 18.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3332), El Meco, 27.03.1987, *G. Montejano* (FCME PA2656), 30.05.1987, *G. Montejano* (FCME PA2783), 13.v.1989, *J. Carmona* (FCME PA3096), 17.01.2002, *J. Carmona* (FCME PA4013), Ciudad Valles, Micos, 17.02.1983, *M. Meave* (FCME PA1716), 09.09.1989, *J. Carmona* (FCME PA3163).





Fig. 8-12: *Chroodactylon ornatum.* **Fig. 8.** Hábito (FCME 3332). **Fig. 9.** Filamento uniseriado y multiseriado con ramas falsas (FCME 3332). **Fig. 10.** Célula basal (FCME 3163). **Fig. 11.** Células con plastidio estrellado y un pirenoide central (FCME 3163). **Fig. 12.** Liberación de monospora (flecha) (FCME 3270). Escala de las barras: 1 cm para la Fig. 8. 10 μm para las Figs 9-12.



III. Compsopogon Montagne in Bory et Durieaux, 1846.

Compsopogon coeruleus (C. Agardh) Montagne, *Flore d'Algerie* 1:154, 1846

Basiónimos: Conferva coerulea Balbis in C. Agardh, Systema Algarum: 122, 1824. Sinónimos: Compsopogon aeruginosus (J. Agardh) Kützing, Species Algarum: 433, 1849; C. chalybeus Kützing, Species Algarum: 433, 1857; C. corinaldii (Meneghini) Kützing, Tab. Phycol. 7: 35, 1857; C. corticrassus Chihara et Nakamura, J. Jap. Bot. 55:136, 1980; C. hookeri Montagne, Flore d'Algéria 1: 157, 1846; C. lusitanicus Reis, Bol. Soc. Brot. 51:91, 1977; C. oishii Okamura, Icones of Japanese Algae 3: 128, 1915.

Figs 13-18

Talo filamentoso uniseriado y corticado de color verde olivo, solitario o formando densas masas de filamentos, 0.7 a 20 cm de altura, 42 µm a 3 mm de diámetro. Con o sin ramas; cuando las presenta con disposición irregular; hasta 26 ramas en 30 mm. En ocasiones las ramas más largas que el eje principal, 29 a 61 µm de diámetro en ramas uniseriadas, ángulo de las ramas de 1er orden 45 a 90°. Con una a dos capas de células en la corteza, largo célular de 8 a 38 µm, con o sin espinas. Cada célula con numerosos plastidios discoidales. Con monosporas en la superficie del eje principal, de 12 a 21 µm de largo. Disco basal o rizoides confinados en la base, donde se originan 1 a 11 filamentos apicales.

Caracteres diagnósticos. Filamentos uniseriados y superficie corticada, eventualmente con espinas y diámetro del talo de hasta 3 mm.

Información ecológica. Crece en ríos calcáreos, manantiales y arroyos; en zona de rápidos o remansos; sobre rocas u otras algas. T: 14 a 30°C, pH: 6.0 a 8.6, C: 500 a 4,000 μS cm⁻¹, VC: 10 a 85 cm s⁻¹, IL: 22 a 398 μmol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 1 cm a 1 m. Distribución en la RCM. Colima (Sánchez-Rodríguez 1974), Hidalgo (Sánchez-Rodríguez 1974, Carmona *et al.* 2004), Estado de México (Vis *et al.* 1992). Morelos (Valadez *et al.* 1996, Carmona *et al.* 2004), Puebla (Novelo 1998, Carmona *et al.* 2004), San Luis Potosí (Montejano *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2004, Montejano *et al.* 2004), Tamaulipas (Tavera-Alonso 1991, Zamora y Carmona 2005).

MATERIAL EXAMINADO:

San Luis Potosí: Ciudad del Maíz, nacimiento El Salto, 07.09.1990, *J. Carmona* y *G. Montejano* (FCME PA3241), 02.05.1991, *J. Carmona* (FCME PA3270); Ciudad Valles, Micos, 17.03.1983, *M. Meave* (FCME PA1705), 30.05.1994, *J. Carmona* (FCME PA3521). Morelos: Tetecala, Cuautitla, 28.05.1983, *M. Gold* (FCME BALE246), Tlaquiltenango, Xicatlacotla, 09.02.1991, *F. Valadez* (FCME BALE1952), 05.05.1981, *M. Gold* y *F. Valadez* (FCME BALE2069), Las Huertas, 26.05.1984, *M. Gold* (FCME BALE1676), 21.04.1985, *M.*



Gold (FCME BALE1781), Yautepec, Itzamatitlán, 01.10.1983, *M. Gold* (FCME BALE823), 28.01.1996, *M. Gold* y *G. Montejano* (FCME BALE3042), 10.02.1996, *M. Gold* y *J. Carmona* (FCME BALE3051); Tlaltizapán, Temilpa Viejo, 28.02.1984, *M. Gold* (FCME BALE1008), Jojutla, La Fundición, 28.02.1984, *M. Gold* (FCME BALE1111), 01.01.1984, *M. Gold* (FCME BALE1419), Ayala, El Colibrí, 26.05.1984, *M. Gold* (FCME BALE1638), Nuevo Olintepec, 26.05.1984, *M. Gold* (FCME BALE1632), Huitzililla, 26.05.1983, *M. Gold* (FCME BALE966), 27.05.1984, *M. Gold* (FCME BALE1640).



Fig. 13-18: *Compsopogon coeruleus.* **Fig. 13.** Hábito (FCME BALE3051). Fig. 14. Filamentos uniseriados con ramas verdaderas (FCME PA3241). 15. Disco basal (FCME PA3241). Fig. 16. Filamento uniseriado con células corticales (FCME BALE1952). Fig. 17. Monosporas (flechas) (FCME PA3270). Fig. 18. Filamento con espinas (FCME PA3270). Escala de las barras: 1 cm para la Fig. 13. 100 µm para la Fig. 14. 10 µm las Figs 15-18.



IV. Hildenbrandia Nardo, 1834

Hildenbrandia angolensis Welwitsch. ex W. West et G.S. West, J. Bot. 35: 3, 1897.

Figs 19-23

Talo costroso, de crecimiento hemisférico o irregular, de color guinda. Altura del talo 25 a 156 µm; 4 a 14 células por filamento. El talo está compuesto de filamentos de una capa de grosor en las orillas de la costra y filamentos pluriestromáticos escasamente ramificados en el centro. Células alargadas en la capa monostromática, redondas en su parte basal y apical, cuadradas o subcuadradas en la capa pluriestromática: Cada célula con numerosos plastidios discoidales. En capa pluristromática: largo celular 3 a 12 µm, diámetro celular de 2 a 7 µm. Propágalos vegetativos, 13 a 80 µm de largo, 27 a 103 µm de diámetro.

Caracteres diagnósticos. Diámetro celular promedio de 4 µm y filamentos de la capa pluristromática escasamente ramificados.

Información ecológica. Se desarrolla en manantiales y ríos sombreados por la vegetación de ribera ó dentro de cavernas; sobre rocas en zonas de rápidos y aguas alcalinas. T: 22 a 30°C, pH: 6.5 a 8.3, C: 700 a 1,520 μ S cm⁻¹, VC: 35 a 130 cm s⁻¹, IL: 2 a 38 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 10 a 200 cm. Distribución en la RCM. San Luís Potosí (Sheath *et al.* 1993a, Carmona y Montejano 1993, Montejano *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2002, Carmona *et al.* 2004, Montejano *et al.* 2004), Tamaulipas (Carmona *et al.* 2002, Carmona *et al.* 2004, Zamora y Carmona 2005), Veracruz (Carmona *et al.* 2002, Carmona *et al.* 2004), Morelos (Carmona *et al.* 2002, Carmona *et al.* 2004).

MATERIAL EXAMINADO:

Tamaulipas: Ciudad Mante, Poza Azul, 27.05.1993, *J. Carmona* (FCME PA3442). San Luis Potosí: Ciudad del Maíz, nacimiento El Salto, 15.03.1984, *G. Montejano* (FCME PA2173), 25.03.1987, *G. Montejano* (FCME PA2601), Ciudad Valles, Micos, 17.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3320), Puente de Dios II, 09.05.1985, *G. Montejano* (FCME PA2547), Choy, 13.04.1988, *G. Montejano* (FCME PA2922), 09.09.1989, *J. Carmona* (FCME PA3168), 01.05.1991, *J. Carmona* (FCME PA3259), Coy, 24.03.1987, *G. Montejano* (FCME PA2585); Tamasopo, Puente de Dios, 08.11.198, *G. Montejano* (FCME PA2868), 07.11.1990, *J. Carmona* (FCME PA3230), río Tamasopo, 27.05.1987, *G. Montejano* (FCME PA2741), Aquismón, Santa Anita, 07.05.1985, *G. Montejano* (FCME PA2460), 26.03.1987, *G. Montejano* (FCME PA2623), Tanchachín, 07.09.1981, *G. Montejano* (FCME PA780), 03.04.1982, *G. Montejano* (FCME PA1010), La Garita, 06.07.1995, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3624), Tambaque, 20.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3576), 25.11.1995, *J. Carmona* (FCME PA3620). Veracruz: Catemaco, Poza Reina, 12.03.1993, *J. Carmona* (FCME PAP s.n.). Morelos: Tlaltizapán, Las Estacas, 27.01.1996, *G. Montejano* (FCME BALE3023).





Figs 19-23. *Hildenbrandia angolensis*. Fig. 19. Hábito (flecha) (FCME PA3357). Fig. 20. Filamentos uniseriados en vista lateral del crecimiento (FCME PA2585). Fig. 21. Ramificación (FCME PA2585). Fig. 22. Vista del crecimiento en vista superficial con propágalos vegetativos (FCME PA2868). Fig. 23. Propágulo vegetativo (FCME PA2868). Escala de las barras: 10 cm para la Fig. 19; 100 µm para las Figs 20, 22, 23; 10 µm para la Fig. 21.



V. Audouinella Bory, 1823.

Clave para las especies de Audouinella

1a.	Talo microscópico (≤ 400 µm largo, ≤ 15 células de larg con un sistema basal postrado compuesto de filamentos enrollados	o) Audouinella meiospora
1b.	Talo macroscópico (≥1 mm de largo, ≥ 50 células de largo) con un sistema basal compuesto de una masa de células postradas de forma irregular	2
2a.	Sistema erecto diferenciado en la parte distal y proxim parte proximal con células cilíndricas, sin ramificar o ra ramificado, células de la parte distal cuadradas y profu ramificadas que forman densos fascículos	nal del talo, aramente usamente A. huastecana
2b.	Sistema erecto sin diferenciar en parte proximal o dist compuesto exclusivamente de células cilíndricas.	al, A. eugenea

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

Basiónimo: Chantransia eugenea Skuja, Beih. Bot. Cbl. 52: 177, 1934.

Figs 24-29

Talo macroscópico de color rojizo, hasta 10 mm de altura y más de 50 células en el filamento. Sistema basal de forma irregular compuesto de filamentos agregados, sistema erecto no diferenciado en parte proximal y distal, con células vegetativas cilíndricas, de 11 a 60 µm de largo y 7 a 16 µm de diámetro, ángulos de la ramificación menor a 25 °. Plastidio reticulado que cubre la mayor parte del volumen celular. Monosporangios arreglados en fascículos, ovoides a subesféricos, de 12 a 18 µm de largo y 7 a 18 µm de diámetro. Espermatangios 2 a 3 por rama, elípticos a ovoides, hialinos, 8 a 12 µm de largo, 6 a 12 µm de diámetro. Propágulos vegetativos compuestos de 1 a 3 células, piriformes o de forma irregular de 22 a 48 µm de largo y 16 a 38 µm de diámetro. Carpogonio, carposporangio y tetrasporangio no observados.

Caracteres diagnósticos. Color guinda a rojo, presencia de espermatangios y promedio de diámetro de monosporangios superior a 12 μ m.

Información ecológica. Crece en manantiales, ríos y arroyos calcáreos; en zonas de deslizamiento del agua, generalmente sobre un sustrato firme. T: 21 a 29 °C, pH: 7 a 8.3, C: 250 a 1,860 µS cm⁻¹, VC: 35 a 80 cm s⁻¹, IL: sombreado y P: 5 cm a 1.20 m. Distribución en la RCM: Estado de México (Necchi *et al.* 1993a). San Luis Potosí (Carmona



y Necchi 2001a, Carmona *et al.* 2004), Tamaulipas (Carmona y Necchi 2001a, Carmona *et al.* 2004, Zamora y Carmona 2005).

MATERIAL EXAMINADO:

Tamaulipas: Ciudad Mante, nacimiento El Mante, 27.05.1993, *J. Carmona* (FCME PA3435). San Luis Potosí: Ciudad del Maíz, nacimiento El Salto, 15.02.1984, *G. Montejano* (FCME PA2203), 13.05.1989, *G. Montejano* y *J. Carmona* (FCME PA3105), 02.05.1991, *J. Carmona*, (FCME PA3265, PA3268), 28.05.1993, *J. Carmona* (FCME PA3457), Tamasopo, Puente de Dios, 17.01.1984, *G. Montejano* (FCME PA1799); Tamazunchale, Tancuilín, 05.11.1990, *J. Carmona* y *G. Montejano* (FCME PA3215), Río Verde, La Media Luna, 23.05.1993, *C. Candelaria* (FCME PA3490).

Audouinella huastecana Carmona et Necchi, *Eur. J. Phycol.* 36:221, 2001.

Figs 30-33

Talo macroscópico de color rojizo, hasta 7 mm de altura y más de 50 células en el filamento. Sistema basal de forma irregular compuesto de filamentos agregados, sistema erecto diferenciado en parte proximal y distal. Células vegetativas cilíndricas en la parte proximal de 16 a 36 µm de largo y 10 a 16 µm de diámetro, raramente ramificada. Filamento distal con células en forma de barril de 6 a 20 µm de largo y 6 a 12 µm de diámetro, con densas y abundantes ramas. Ramas alternas u opuestas, en ocasiones en ángulo recto al eje. Plastidio reticulado que cubre la mayor parte del volumen celular; monosporangios elípticos u ovoides de 12 a 22 µm de largo y 10 a 14 µm de diámetro, terminales o distales en el filamento. Gametangio, carposporangio y tetrasporangio no observados.

Caracteres diagnósticos. Color guinda a rojo, filamento con parte proximal y distal bien diferenciadas.

Información ecológica. Crece en un manantial; sobre rocas y en zona de rápidos y agua alcalina. T: 25 a 27 °C, pH: 7.0 a 7.6, C: 900 a 1,128 μ S cm⁻¹, VC: 130 cm s⁻¹, IL: 8 a 26 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 50 cm.

Distribución en la RCM. San Luis Potosí (Carmona y Necchi 2001a, Carmona *et al.* 2004).

MATERIAL EXAMINADO:

San Luis Potosí: Ciudad Valles, Choy, 09.09.1989, *J. Carmona* y *G. Montejano* (FCME PA3261), 01.05.1991, *J. Carmona* (FCME PA3261), 07.07.1995, *J. Carmona* (FCME PA3584).



Audouinella meiospora (Skuja) Garbary, Bibl. Phycol., 77: 112, 1987

Basiónimo: Balbiania meiospora Skuja, Acta Hort. Bot. Univ. Latv., 14: 10, 1944.

Figs 24-36

Talo microscópico de color rojizo de 400 µm de largo y menos de 15 células en el filamento. Sistema basal postrado compuesto de filamentos enrollados en la superficie de otras algas filamentosas y células cilíndricas de 5 a 18 µm de largo y 4 a 10 µm de diámetro. Sistema erecto compuesto de filamentos con células en forma de barril o cilíndricas de 8 a 18 µm de largo y 6 a12 µm de diámetro. Ángulo de las ramas menor a 25 °. Plastidio reticulado ocupando la mayor parte del volumen celular. Monosporangios ovoides a esféricos de 8 a 13 µm de largo y 7 a 11 µm de diámetro. Gametangio, carposporangio y tetrasporangio no observados.

Caracteres diagnósticos. Talo microsópico que forma filamentos enrollados sobre otras algas.

Información ecológica. Crece en un manantial calcáreo, sobre filamentos de *Blennothrix ganeshii* Watanabe et Komárek, en la zona de rápidos. T: 23 a 24 °C, pH: 7.0 a 8.0, C: 700 a 1,448 µS cm⁻¹, VC: 35 cm s⁻¹, IL: sombreado y P: 5 a 30 cm.

Distribución en la RCM. San Luis Potosí (Carmona y Necchi 2001a, Carmona *et al.* 2004).

MATERIAL EXAMINADO:

San Luis Potosí: Aquismón, Tampaque, 25.xi.1995 G. Montejano (FCME PA3622).





Figs 24-36. Especies de *Audouinella*. Figs. 24-29. *A. eugenea*. Fig. 24. Hábito (FCME PA2203). Fig. 25. Filamento con monosporangio (FCME PA3215). Fig. 26. Espermatangios (FCME PA2693). Figs 27 a 28. Detalle de propágalos vegetativos (FCME PA2693). Fig. 29. Propágalo compuesto de dos células (FCME PA2693). Figs 30-33. *A. huastecana*. Fig. 30. Vista general mostrando abundantes ramas en la parte distal (flecha) (FCME PA3584). Fig. 31. Detalle de la región distal (FCME PA3261). Fig. 32. Filamento con monosporangio (flecha) (FCME PA3261). Fig. 33. Mosnosporangio (FCME PA3261). Fig. 34-36. *A. meiospora*. Fig. 34. Filamentos en estado juvenil creciendo sobre un filamento de *Blennothrix ganeshii* (FCME PA3622). Fig. 35. Filamentos epifitos con monosporangios que sobresalen (flecha) (FCME PA3622). Fig. 36. Filamento erecto con monosporangios (flecha) (FCME PA3622). Escala de las barras: 1 cm para la Fig. 24; 10 µm para las Figs 25-36.



VI. *Kumanoa* Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood, 2009.

Kumanoa globospora (Israelson) Entwisle, Vis, Chiasson, Necchi et Sherwood, *J. Phycol.* 45:709, 2009.

Sinónimos: *Batrachospermum* sección Contorta Skuja, *Hedwigia* 71: 81, 1931. Emend M. L. Vis et Entwisle, *J. Phycol.* 36: 1181, 2000; *Batrachospermum* (L.) DC. em. Entwisle, M. L. Vis, W. B. Chiasson, Necchi *et al.* R. Sherwood, 2009; *B. globosporum* Israelson, *Symb. Bot. Upsal.* 6: 44, 1942; *B. cipoense* Kumano et Necchi, *Jap. J. Phycol.* 33: 183, 1985; *B. joly* Necchi, *Rev. Bras. Biol.* 46: 520, 1986.

Figs 37-42

Talos monoicos de color azul obscuro de 1.5 a 9 cm de altura, densamente ramificados. Verticilos de 133 a 789 µm de diámetro, rectangulares, trapezoides a ovoides; de 4 a 12 fascículos primários que se originan de cada célula axial, ramificados dicotomicamente. Cada célula con numerosos plastidios discoidales. Rama carpogonial curva o torcida, carpogonio 4 a 10 µm de diámetro y 10 a 40 µm de largo; tricógino cilíndrico o clavado sin pedicelo. Espermatangios hialinos, esféricos en el ápice de los verticilos, de 3 a 8 µm de diámetro. Uno a dos carposporofitos sésiles sobre los filamentos axiales; de 3 a 10 células en el filamento con carposporas, 108 a 390 µm de diámetro y 60 a 232 µm de largo. Carposporas de 8 a 17 µm de diámetro. No se observó la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Rama carpogonial torcida y 2 carposporofitos sésiles por verticilo en los filamentos axiales.

Información ecológica. Se desarrolla en ríos ó pozas; sobre cantos rodados o rocas emergentes de origen calcáreo. T: 22 a 30°C, pH: 7.0 a 8.3, C: 242 a 1,990 μ S cm⁻¹, VC: 10 a 60 cm s⁻¹, IL: 8 a 125 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 20 a 100 cm.

Distribución en la RCM. San Luis Potosí (Sheath *et al.* 1992, 1994; Montejano *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2004, Montejano *et al.* 2004), Tamaulipas (Zamora y Carmona 2005).

MATERIAL EXAMINADO.

San Luis Potosí: Ciudad del Maíz, nacimiento El Salto, 15.03.1984, *G. Montejano* (FCME PA2196), 06.12.1987, *G. Montejano* (FCME PA2820), El Salto, 12.03.1984, *G. Montejano* (FCME PA2093), El Meco, 23.09.1995, *J. Carmona* (FCME PA3611), Ciudad Valles, Micos, 04.03.1996, *J. Carmona* (FCME PA3648), Aquismón, Tanchachín, 15.02.1983, *G. Montejano* (FCME PA1607), 16.03.1984, *G. Montejano* (FCME PA2231), Tamasopo, río Gallinas, 19.02.1992, *J. Carmona* y *G. Montejano* (FCME PA3340), Lagunillas, La llovisnosa, 20.02.1983, *G. Montejano* (FCME PA1827), 19.03.1984, *G. Montejano* (FCME PA 2311).





Figs 37-42. *Kumanoa globospora.* Fig. 37. Hábito (FCME PA2196). Fig. 38. Espermatangios en el ápice de filamentos verticilados (FCME PA3611). Fig. 39. Rama carpogonial torcida (FCME PA3611). Fig. 40. Carpogonio con tricógino cilíndrico sin pedicelo (FCME PA3611). Fig. 41. Carposporofito elíptico sobre filamento axial (flecha) (FCME PA3340). Fig. 42. Carposporofito con carposporas (flecha) (FCME PA2196). Escala de las barras: 1 cm para la Fig. 37; 10 µm para las Figs 38-40, 42; 100 µm para la Fig. 41.



VII. Batrachospermum Roth, 1797

Clave para las especies de Batrachospermum

- 1a.Región basal del talo con células axiales y ramas del mismo color, el tricógino
sin pedicelo y 5 a 18 carposporofitos por verticilo**B. gelatinosum**
- 1b. Región basal del talo con células axiales de color café,

 presentan un tricógino pedicelado y 1 a 4 carposporofitos

 por verticilo

 B. helminthosum

Batrachospermum gelatinosum (Linnaeus) De Candolle, *J. Phys. Chim. Hist. Nat.* 54: 440, 1802.

Basiónimo: Conferva gelatinosa Linnaeus, Species Plantarum: 1166, 1753. Sinónimos: Batrachospermum arcuatoideum Reis, Bol Soc. Brot. 47: 139, 1973; B. corbula var. alcoense Reis, 70, 1953; B. decaisneanum Sirodot, 214, 1884. B. densum Sirodot, 228, 1884; B. godronianum Sirodot, 235, 1884; B. hybridum Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. Paris 12: 222, 1823; B. japonicum Mori Jap. J. Phycol. 20: 470, 1975; B. ludibundum var. caerulescens Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. Paris 12: 323, 1808; B. ludibundum var. pulcherrimum Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. Paris 12: 323, 1808; B. ludibundum var. stagnale Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. Paris 12: 325, 1808; B. moniliforme var. chlorosum Sirodot 211, 1884; B. moniliforme var. helminthoideum Sirodot 212, 1884; B. moniliforme var. isoeticola Skuja, Acta Horti. Bot. Univ. Latviensis 3: 205, 1928; B. moniliforme f. lipsiensis Rabenhorst, 405, 1868; B. moniliforme var. obtrullatum Kumano et Watanabe, Bull. Nat. Sci. Mus. 9: 91, 1983; B. moniliforme var. pisanum Arcangeli, Nuovo Giorn. Bot. Ital. 16: 156, 1882; B. moniliforme var. rubescens Sirodot, 212, 1884; B. moniliforme var. scopula Sirodot, 213, 1884; B. moniliforme var. typicum Sirodot, 211, 1884. B. polycarpum Mori, Jap. J. Phycol. 20: 474, 1975; B. pygmaeum Sirodot, 230, 1884; B. radians Sirodot, 218, 1884; B. reginense Sirodot, 219, 1884.

Figs 43-48

Talos monoicos de color negro, con abundante mucílago extracelular de 1 a 6 cm de altura, verticilos esféricos o con forma de barril, distante o confluente, en ocasiones comprimidos de 560 a 1350 µm de diámetro. En cada internodo se originan de 8 a 18 fascículos primarios. Cada célula con numerosos plastidios discoidales. En las células distales de los fascículos primarios nacen 2 a 3 espermatangios hialinos, elípticos a esféricos de 2 a 8 µm de diámetro. El carpogonio nace en ramas indiferenciadas compuestas de 3 a 10 células. Carpogonio de 5 a 9 µm de diametro y 11 a 35 µm de largo, con tricógino cilíndrico de 5 a 8 µm de diámetro. Carposporofito esférico, pedicelado de 50 a 165 µm de diámetro; con 5 a 18 carposporofitos por verticilo que



se observan a distinta distancia del eje. Filamento gonimoblástico con 2 a 4 células cilíndricas, carposporangio esférico u ovoide y 7 a 12 µm de diámetro. No se observó la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Carposporofito esférico y pedicelado a distintos niveles del verticilo.

Información ecológica. Crece en ríos de montaña; en zonas de remanso, sobre cantos rodados y agua ligeramente ácida. T: 9 a 17.5°C, pH: 6.0 a 7.5, C: 77 a 250 μ S cm⁻¹, VC: 10 a 35 cm s⁻¹, IL: 62 a 102 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 3cm.

Distribución en la RCM. Estado de México (Sánchez- Rodríguez 1974, Carmona *et al.* 2004, Carmona y Vilaclara 2007, Bojorge *et al.* 2010).

MATERIAL EXAMINADO.

Estado de México: Ecatepec, San Luis Ayucán, 05.01.1989, *G. Montejano* (FCME PA4L), Valle de Bravo, Amanalco, 06.02.2006, *Y. Beltrán* (FCME VB64), 18.12.2006, *J. Carmona* (FCME VB100), 15.02.2002, *J. Carmona* (FCME VB116), 08.05.2008, *J. Carmona* (FCME VB185).



Figs 43-48. *Batrachospermum gelatinosum*. Fig. 43. Hábito (FCME VB64). Fig. 44. Espermatangios en región distal del verticilo (FCME VB100). Fig. 45. Carpogonio con tricógino en forma cilíndrica y pedicelado (FCME VB100). Fig. 46. Carpogonio fecundado (FCME VB185). Fig. 47. Carposporofito elíptico sobre filamento axial (FCME VB185). Fig. 48. Carposporofito con carposporas (FCME VB100). Escala de las barras: 1 cm para la Fig. 43; 10 µm para las Figs 44-48.



Batrachospermum helminthosum Bory. Ann. Mus. Hist. Nat. 12: 316, 1808.

Sinónimos: *Batrachospermum graibussoniense* Sirodot 1884: 278; *B. bruziense* Sirodot 1884: 281; *B. testale*, Sirodot, 1884: 284; *B. virgatum* Sirodot 1884: 286; *B. sirodotii* Skuja ex Flint, *Amer. J. Bot* 38 1950: 775.

Figs 49-55

Talos monoicos de color verde obscuro en los verticilos y café en células axiales, de 1.5 a 5 cm de altura. Verticilos esféricos y confluentes en forma de barril, 670 a 1,080 µm de diámetro con 7 a 15 fascículos primarios. Cada célula con numerosos plastidios discoidales. Espermatangios esféricos, 3 a 6 µm de diámetro, 1 a 2 nacen en células distales de los fascículos primarios. El carpogonio se origina en ramas compuestas de 1 a 5 células desde células periaxiales; carpogonio 7.5 a 10 µm de diametro, 36 a 62 µm de largo, con tricógino cilíndrico y pedicelado, 7.5 a 11 µm de diámetro. Carposporofito pedicelado y elíptico, 160 a 380 µm de diametro; con 1 a 4 carposporofitos por verticilo a distinta distancia del eje. Filamento gonimoblástico con 1 a 8 células cilíndricas; carposporangio ovoide, 7 a 13 µm de diámetro, 13 a 16 µm de largo. No se observó la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos: Las células axiales de la región basal del talo de color café; con tricógino pedicelado.

Información ecológica: Se desarrolla en ríos de montaña, sobre un sustrato firme y agua neutra. T: 11 a 13°C, pH: 7.0 a 7.6, C: 63 a 116 μ S cm⁻¹, VC: 6.4 a 37 cm s⁻¹, IL: 29 a 202 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 5-10 cm.

Distribución en la RCM. Estado de México (Sheath *et al.* 1994; Carmona y Vilaclara 2007).

MATERIAL EXAMINADO:

Estado de México: Valle de Bravo, río González, 09.06.2005, *J. Carmona* (FCME VB13), Avándaro, El Borbollón, 06.02.2006, *M. Bojorge* (FCME VB74).





Figs 49-55. *Batrachospermum helminthosum*. Fig. 49. Hábito (FCME VB13). Fig. 50. Región basal del talo con células axiales de distinto color (flecha) (FCME VB13). Fig. 51. Espermatangios la zona región distal de los filamentos verticilados (FCME VB13). Fig. 52. Carpogonio con tricógino de forma cilíndrica y pedicelado. Fig. 53. Carpogonio fecundado (FCME VB74). Fig. 54. Carposporofito elíptico sobre filamento axial (FCME VB74). Fig. 55. Carposporofito con carposporas (FCME VB13). Escala de las barras: 1 cm para la Figs 49, 50; 10 µm para las Figs 51-55.



VIII. Sirodotia Kylin, 1912

Clave para las especies de Sirodotia

1a. Talo monoico, rama carpogonial menor a 31 µm de largo**1. S. suecica**

1b.	Talo dioico, ca	rpogonio mayor a 60	um de largo	2. S. huillensis
the second se				

Sirodotia suecica Kylin, *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal., Ser. 4*, 3: 38, 1912.

Basiónimo: *Batrachospermum vagum* (Roth) C. Agardh var. *flagelliforme* Sirodot *f. tenuissima* Collins, *Phyc. Bor. Amer.* 990, 1895.

Sinónimos: Sirodotia tennuisima (Collins) Skuja ex Flint, Amer. J. Bot. 35: 431, 1948; S. fennica Skuja, Arch. Protistenk. 74: 297, 1931; Sirodotia acuminata Skuja ex Flint Amer. J. Bot. 37: 755, 1950.

Figs 56-65

Talos monoicos de 2 a 8 cm de largo y color verde obscuro; ramificación abundante e irregular y extremos curvos. Verticilos pequeños de 200 a 410 µm de diámetro, obovoides o truncado-piramidal, separados o confluentes, con pelos terminales. Cada célula con abundantes plastidios discoidales. Espermatangios hialinos, esféricos, y abundantes en células distales de fascículos primarios y secundarios de 3 - 8 µm de diámetro. El carpogonio nace en ramas cortas compuestas de 2 a 5 células en forma de barril. Carpogonio con una protuberancia hemisférica en un lado de la porción basal, de 7 a 11 µm de diámetro, con tricógino elipsoidal, cilíndrico y pedicelado de 20 a 31 µm de largo. Carposporofito con forma indefinida, filamento gonimoblástico nace del lado opuesto a la protuberancia basal del carpogonio y se desarrolla sobre los filamentos corticales. Carposporangio obovoide de 7 a 10 µm de diámetro y 8 a 15 µm de largo. Fase "Chantransia" microscópica, de 1mm de altura y de color café; con filamentos erectos densamente ramificados, ramas abiertas > 40°, células cilíndricas de 12 a 25 µm de largo y 6 a 12 µm diámetro.

Caracteres diagnósticos. Talos monoicos, carpogonio con un abultamiento lateral en la base.

Información ecológica. Crece en un arroyo somero sobre cantos rodados y agua ligeramente ácida. T: 18.5 a 17.5 °C, pH: 6.0 a 7.5, C: 147 a 250 μ S cm⁻¹, VC: 35 a 85 cm s⁻¹, IL: 62 a 102 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 10 cm.

Distribución en la RCM. Estado de México (Sánchez-Rodríguez 1974, Carmona y Vilaclara 2007, Bojorge *et al.* 2010), Hidalgo (Sánchez-Rodríguez 1974), Morelos (Sámano-Bishop y Sokoloff 1931); Oaxaca (Carmona *et al.* 2004).



MATERIAL EXAMINADO:

Oaxaca: Teotitlán del Camino, 01.05.1982, *R. Tavera* (FCME PAP335). Estado de Mexico: Valle de Bravo, Amanalco, 30.09.2005, *M. Bojorge* (FCME VB26), 06.02.2006, *J. Carmona* (FCME VB63), 15.02.2007, *J. Carmona* (FCME VB116), 28.11.2007, *J. Carmona* (FCME VB139), 06.02.2008, *J. Carmona* (FCME VB172).



Figs 56-65. *Sirodotia suecica*. Fig. 56. Hábito (FCME VB26). Fig. 57. Ramas con extremos curvos (flecha) (FCME VB26). Fig. 58. Espermatangios en la zona distal de los filamentos verticilados (FCME VB26). Fig. 59. Espermatangios sobre filamentos axiales (FCME VB26). Fig. 60. Carpogonio asimétrico con tricógino cilíndrico y pedicelado (FCME VB63). Fig. 61. Carpogonio fecundado (FCME VB63). Fig. 62. Carpogonio fecundado e inicio del filamento gonimoblástico (flecha) (FCME VB63). Fig. 63. Carposporofito con carposporas (FCME VB139). Fig. 64. Fase "Chantransia" (FCME VB139). Fig. 65. Fase "Chantransia" con el inicio del gametofito (FCME VB139). Escala de las barras: 1 cm para la Figs 56, 57; 10 µm para las Figs 58-65.



Sirodotia huillensis (Welwitsch ex W. et G.S. West) Skuja, *Arch. Protistenk.* 74: 304, 1931.

Basiónimo: *Batrachospermum huillense* Welwitsch ex W. et G.S. West, *J. Bot.* 35: 3, 1897. Sinónimos: *Sirodotia ateleia* Skuja, *Arch. Hydrobiol., Suppl.* 15: 617, 1938; *S. cirrhosa* Skuja in Balakrishnan et Chaugule, 242, 1980.

Figs 66-76

Talos dioicos de 1 a 5 cm de largo, mucilaginosos y densamente ramificados; plantas femeninas de color verde claro y masculinas de azul obscuro. Verticilos esféricos o truncado-piramidal de 99 a 544 µm de diámetro, claramente separados; en las partes más jóvenes, truncado-piramidal, en la parte media cilíndricos y confluentes en la región basal. Cada célula con abundantes plastidios discoidales. Espermatangios hialinos, esféricos y abundantes en células distales de fascículos primarios de 2 a 8 µm de diámetro. La rama carpogonial se origina sobre 1 ó 3 células periaxiales a lo largo de los fascículos primarios. El carpogonio en forma de campana casi simétrico de 20 a 60 µm de largo y 6 a 10 µm de diámetro. El tricógino cilíndrico o lanceolado, frecuentemente con una protuberancia cerca del ápice. El filamento gonimoblástico se desarrolla en la protuberancia basal del carpogonio y se desarrolla sobre los filamentos corticales. Carposporofito esférico de 2 a 3 carposporas por rama, carposporas de 6 a 12 µm de largo y 3 a 6 µm de diámetro. Fase "Chantransia" en forma de tufos de 4 mm de largo, con filamentos erectos densamente ramificados, ramas abiertas > 40°, células cilíndricas de 24 a 53 µm de largo y 8 a 13 µm diámetro. Se presentan abundantes estructuras en forma de domo de 2 mm de largo, color verde brillante, compuesto de filamentos poco ramificados, ramas cerradas con ángulo menor a 40°. Células cilíndricas de 7 a 19 µm de largo y 6 a 19 µm de diámetro. Gametofitos juveniles se desarrollan directamente de los domos.

Caracteres diagnósticos. Talo dióico, rama carpogonial con 1 a 3 carpogonios que alcanzan los 60 µm de largo.

Información ecológica. Crece en ríos calcáreos, muy cercanos a manantiales; sobre rocas y zonas con alta velocidad de corriente. T: 23 a 26°C, pH: 6.8 a 8.0, C: 700 a 1,448 μ S cm⁻¹, VC: 35 a 85 cm s⁻¹, IL: 33-121 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 40 a 80 cm.

Distribución en la RCM. San Luis Potosí (Carmona *et al.* 2004, Carmona *et al.* 2006).

MATERIAL EXAMINADO.

San Luis Potosí: Aquismón, Santa Anita, 02.05.1985, *G. Montejano* PA2462 (FCME), 30.05.1994, *J. Carmona* PA3518 (FCME), Tambaque, 20.02.1992, *G. Montejano* y *J. Carmona* PA3356 (FCME).





Figs 66-76. *Sirodotia huillensis.* Fig. 66. Hábito (FCME PA2462). Fig. 67. Mucílago del gametofito (FCME PA3356). Fig. 68. Espermatangios en región distal de los filamentos verticilados (FCME PA3356). Fig. 69. Carpogonio inmaduro en una rama con cuatro células (flecha) (FCME PA3356). Fig. 70. Carpogonio asimétrico con tricógino cilíndrico y pedicelado (FCME PA3356). Fig. 71. Vista general de tres carpogonios (flecha) (FCME PA3356). Fig. 72. Carpogonio fecundado (FCME PA3518). Fig. 73. Carposporas en filamentos axiales (FCME PA3518). Fig. 74. Filamentos de la Fase "Chantransia" (FCME PA3356). Fig. 75. Hábito de los domos (flecha) (FCME PA3356). Fig. 76. Fase "Chantransia" con el inicio del gametofito (flecha) (FCME PA3356). Escala de las barras: 1 cm para la Figs 66, 75, 76; 100 µm para la Fig. 67; 10 µm para las Figs 68-74.



IX. Paralemanea Bory, 1808.



Paralemanea annulata (Kützing) Vis et Sheath, Phycologia 31: 177, 1992.

Basiónimo: *Lemanea annulata* Kützing, *Phycol. Germ.*, 261, 1845. Sinónimos: *Lemanea australis* Atkinson, *Ann. Bot.* 4: 218, 1890; *Lemanea grandis* (Wolle) Atkinson, *Bot. Gaz.* 14: 292, 1889.

Figs 77-84

Talo bambusiforme, cartilaginoso, de color violáceo de 0.5 a 4 cm de altura. Sin ramas o ramas poco frecuentes (menos del 5% de plantas ramificadas), cuando las presenta son de primer orden. Células axiales rodeadas por abundantes filamentos rizoidales. Células de los rayos forman dos capas: las proximales que no están en contacto con la corteza interna, y las distales en forma de letra "Y" conectadas a la corteza. Células de la corteza con abundantes plastidios discoidales. Diámetro nodal de 175 a 588 µm y diámetro internodal de 136 a 544 µm, proporción diámetro nodal/ internodal de 0.2 a 0.5. Soros espermatangiales dispuestos en anillo o parches, de 105 a 175 µm de diámetro. La proporción del diámetro espermatangial: diámetro nodal de 0.2 a 0.5. La rama carpogonial compuesta de células ovoides o globulares, abundantemente ramificada en la región basal, en nodos e internodos penetran la corteza del talo hasta la superficie. Carposporofito sésil en el interior de la corteza. Carposporas de forma oval, rectangulares o irregulares, en cadenas hasta con 6 células, de 14 a 28 µm de diámetro y 29 a 54 µm de largo. No se observó la fase "Chantransia".

Caracteres diagnósticos. Talos pequeños (4 cm de altura) sin ramas o raramente ramificados (5% de plantas con ramas).

Información ecológica. Crece sobre rocas de una pared vertical, en la zona de escurrimiento y en agua ligeramente ácida. T: 18 °C, pH: 5.5, VC: 10 a 35 cm s⁻¹, IL: sombreado y P: 10 cm.

Distribución en la RCM. Oaxaca (Carmona et al. 2004).

MATERIAL EXAMINADO.

Oaxaca: Zacatepec, carretera Totontepec-Zacatepec (km 790), 01.05.1983, *R. Tavera* (FCME PAP758).





Figs 77-84. *Paralemanea annulata*. Fig. 77. Hábito (FCME PAP758). Fig. 78. Células axiales rodeadas por abundantes filamentos rizoidales (flecha) (FCME PAP758). Fig. 79. Soro espermatangial nodal en forma de parches (flecha) (FCME PAP758). Fig. 80. Corte transversal de soro espermatangial con espermatangios (flecha) (FCME PAP758). Figs 81-82. Corte transversal de la corteza externa mostrando ramas carpogoniales y tricógino en diferente estado de desarrollo (flechas) (FCME PAP758). Fig. 83. Corte transversal mostrando la corteza externa y el carposporofito (flecha) (FCME PAP758). Fig. 84. Carposporas (FCME PAP758). Escala de las barras: 1 cm para la Figs 77; 100 µm para las Figs 78-79, 83; 10 µm para las Figs 80-82, 84.



Paralemanea mexicana (Kützing) Vis et Sheath, *Phycologia* 31(2): 177, 1992

Basiónimo: *Lemanea mexicana* Kützing, *Tab. Phycol. Abbildungen der Tange* 7: 34, 1857. Sinónimo: *Lemanea feldmannii* Sánchez-Rodríguez et Huerta, *Ciencia (México)* 27: 27, 1969.

Figs 85-92

Talo bambusiforme, cartilaginoso de color violáceo o negro, de 1.5 a 9 cm de altura. Con abundantes ramas verticiladas (menos del 40% de plantas con ramas) de primer y segundo orden. Células axiales rodeadas por abundantes filamentos rizoidales. Células de los rayos forman dos capas: las proximales que no están en contacto con la corteza interna, y las distales en forma de letra "Y" conectadas a la corteza. Células de la corteza con abundantes plastidios discoidales. Diámetro nodal de 199 a 2,280 µm, diámetro internodal de 158 a 738 µm, en proporción de 1 a 2.5. Soros espermatangiales dispuestos en anillo o parches, diámetro de 65 a 202 µm. Proporción diámetro espermatangial: diámetro nodal de 0.1 a 0.4. El tricógino atraviesa la corteza del talo hasta el exterior y el carposporofito se desarrolla sésil en el interior del talo. Carposporas ovales, en cadenas de hasta 12 células de 12 a 25 µm de diámetro y 18 a 39 µm de largo. La fase "Chantransia" microscópica y filamentosa crece próxima a la base del talo, con abundantes monosporas piriformes, de 14 a 18 um de diámetro. El sitio de meiosis está situado una o dos células encima de ramas unilaterales del filamento. Las células de eliminación se pueden observar durante el desarrollo del gametofito juvenil.

Caracteres diagnósticos. Talos grandes de hasta 9 cm de altura, con frecuentes ramas verticiladas.

Información ecológica. Crece en ríos de alta montaña; sobre rocas emergentes en la zona de rápidos y agua ligeramente ácida a neutra. T: 9 a 17.5°C, pH: 6.0 a 7.5, C: 63 a 250 μ S cm⁻¹, VC: 35 a 60 cm s⁻¹, IL: 30 a 102 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 10 a 60 cm.

Distribución en la RCM. Estado de México (Sánchez-Rodríguez y Huerta 1969, Sánchez 1974, Vis y Sheath 1992, Carmona *et al.* 2004, Carmona y Vilaclara 2007, Bojorge *et al.* 2010).

MATERIAL EXAMINADO.

Estado de México: Ecatepec, San Luis Ayucán, 05.01.1989, *G. Montejano* (FCME PA2L), Coatepec de las Harinas, arroyo Meyuca, 08.09.90. *M. Gold* (FCME BALE1942), Valle de Bravo, Amanalco, 30.09.2005, *J. Carmona* (FCME VB26), 06.02.2006, *J. Carmona* (FCME VB65), nacimiento González, 30.09.2005, *J. Carmona* (FCME VB44), Los Arcos, 20.11.2008, *J. Carmona* (FCME VB206) Avándaro, Ibizar-Carrizal, 18.11.2006, *J. Carmona*, (FCME VB108).

JAVIER CARMONA JIMÉNEZ





Figs 85-92. *Paralemanea mexicana*. Fig. 85. Hábito (FCME VB26). Fig. 86. Ramificación verticilada (FCME VB26). Fig. 87. Células axiales rodeadas por abundantes filamentos rizoidales (flecha) (FCME VB65). Fig. 88. Soro espermatangial nodal en forma de anillo (flecha) (FCME VB44). Fig. 89. Corte transversal de soro espermatangial (flecha) (FCME VB44). Fig. 90. Corte transversal mostrando la corteza externa y el carposporofito (flecha) (FCME BALE1942). Fig. 91. Carposporas (FCME VB26). Fig. 92. Fase Chantransia con el inicio del gametofito (flecha) (FCME BALE1942). Escala de las barras: 1 cm para Fig. 85; 500 µm para Fig. 86; 100 µm para Figs 87, 88, 90; 10 µm para Figs 89, 91, 92.



X. Thorea Bory, 1808

Thorea hispida (Thore) Desvaux, *emed.* Sheath, Vis y Cole, *Eur. J. Phycol* 28: 238, 1993.

Basiónimo: Conferva hispida Thore, 398, 1799.

Sinónimos: *Conferva flexuosa* Bory de St. Vincent, 336, 1804; *Thorea ramosissima* Bory de St. Vincent, 128, 1808; *T. andina* Lagerheim et Möbius *Ver. Deutsch. Bot. Ger.* 9: 338, 1892; *T. lehmannii* Hornemann *Floridae danicae*, 9: 1594, 1818.

Figs 93-101

Talos dioicos compuestos por filamentos multiaxiales densamente o escasamente ramificados de 0.8 a 80 cm de altura y 138 a 1,929 µm de diámetro, ramas secundarias de 0 a 22 por 30 mm de largo; región medular de 112 a 625 µm de diámetro, con numerosos filamentos asimiladores cilíndricos con ramas de distribución variable. Células con abundantes plastidios discoidales. Espermatangios 2 por rama, elípticos a obovoides de 6 a 140 µm de largo y 3 a 10 µm de diámetro. Carpogonio cónico de 3 a 7 µm de diámetro; las ramas carpogoniales nacen lateralmente en filamentos vegetativos cortos, sésil sobre 1 a 2 células en forma de barril; tricóginos filiformes de 14 a 280 µm de largo. Carposporangio en fascículos de 8 células, de 8 a 18 µm de largo y 7 a 12 µm de diámetro. Posibles bisporangios en ramas aisladas, de 12 a 24 µm de largo y 8 a 18 µm de diámetro. Monosporangios de 1 a 3 dispuestos en ramas indiferenciadas de los filamentos asimiladores, de 10 a 25 µm de largo y 7 a 18 µm de diámetro. Se registraron dos tipos morfológicos en la fase "Chantransia", el primero tufos de color pardo con ramas erectas densamente ramificadas, células cilíndricas y abundantes monosporangios. El segundo, filamentos enmarañados con densas ramas a lo largo del filamento, en las que se producen gametofitos juveniles.

Caracteres diagnósticos. Talos multiaxiales con abundantes ramas secundarias.

Hábitat. Crece en ríos y manantiales calcáreos, sobre rocas, troncos y el caparazón de moluscos. T: 21 a 30 °C, pH: 6.8 a 8.3, C: 228 a 1,860 μ S cm⁻¹, VC: 10 a 103 cm s⁻¹, IL: 15 a 350 μ mol fotón m⁻² s⁻¹ y P: 2 a 50 cm.

Distribución en la RCM. Michoacán (Carmona y Necchi 2001b, Carmona *et al.* 2004), San Luis Potosí (Sheath *et al.* 1993b, Carmona y Montejano, 1993, Montejano *et al.* 2000, Carmona *et al.* 2001b, Carmona *et al.* 2004, Montejano *et al.* 2004), Ta-maulipas (Zamora y Carmona 2005).

MATERIAL EXAMINADO:

San Luis Potosí: Ciudad del Maíz, nacimiento El Salto, 02.05.1991, *J. Carmona* (FCME PA3268), 18.02.1992, *J. Carmona* (FCME PA3332), 28.05.1993, *J. Carmona* (FCME PA3455), 03.03.1996, *J. Carmona* (FCME PA3630), Ciudad Valles, Micos, 17.03.1983,



M. Meave y G. Montejano (FCME PA1705), 28.03.1987, G. Montejano (FCME PA2697), 04.03.1996, J. Carmona (FCME PA3648), Choy, 25.11.1995, J. Carmona (FCME PA3626), Coy, 24.03.1987, G. Montejano (FCME PA2586), 01.05.1991, G. Montejano (FCME PA3252), Tamasopo, Puente de Dios, 09.05.1985, G. Montejano (FCME PA2559), 04.05.1991, J. Carmona (FCME PA3287), río Tamasopo, 27.05.1987, G. Montejano (FCME PA2740), 19.02.1992, J. Carmona (FCME PA3346), cascada Tamasopo, 17.03.1984, G. Montejano (FCME PA2284), manantial Agua Buena, 08.05.1984, G. Montejano (FCME PA2499), río Gallinas, 17.02.1984, G. Montejano (FCME PA2261), 19.02.1992, G. Montejano (FCME PA3337), Aquismón, Santa Anita, 26.03.1987, G. Montejano (FCME PA2626), 20.02.1992, J. Carmona (FCME PA3325), Tanchachín, 30.05.1994, J. Carmona (FCME PA3515), 17.02.1992, J. Carmona (FCME PA3328), La Garita, 12.05.1992, G. Montejano (FCME PA3364), Tambaque, 20.02.1992, G. Montejano (FCME PA3364), Tambaque, 20.02.1992, G. Montejano (FCME PA3364), Tambaque, 20.02.1992, J. Carmona (FCME PA3374).



Figs 93-101. *Thorea hispida*. Fig. 93. Hábito (FCME PA3268). Fig. 94. Filamento multiaxial y filamentos asimiladores (flecha) (FCME PA1705). Fig. 95. Corte transversal del filamento multiaxial y filamentos asimiladores (flecha) (FCME PA3268). Fig. 96. Monosporangio en filamentos asimiladores (flecha) (FCME PA3268). Fig. 97. Espermatangios en fascículos (flecha) (FCME 3648). Fig. 98. Rama carpogonial (flecha) (FCME 3252). Fig. 99. Carposporofito mostrando carposporangios en fascículos (FCME 2559). Fig. 100. Detalle de un posible bisporangio (FCME PA3374). Fig. 101. Fase "Chantransia" con el inicio del gametofito (FCME PA3374). Escala de las barras: 1 cm para Fig. 93; 100 µm para Figs 94, 95, 101; 10 µm para Figs 96-100.



DISCUSIÓN

Los caracteres taxonómicos y la actualización nomenclatural de las rodofitas de agua dulce en el centro del país han permitido establecer los elementos diagnósticos que las identifican con un alto grado de confiabilidad. La contribución de los trabajos taxonómicos realizados en el país ha sido relevante para reconocer los cambios supragenéricos y las modificaciones a nivel específico. En la presente obra se presenta un nuevo registro para la región, *Chroothece rupestris*, y un nuevo género que fue el resultado de una combinación nomenclatural, *Kumanoa globospora* (Entwisle *et al.* 2009). Como se puede apreciar en los resultados, la incorporación de nuevos registros a listado es poco frecuente. Sin embargo, la presencia de especies endémicas (*Audouinella huastecana y Paralemanea mexicana*) y la estricta distribución tropical a subtropical de algunas especies (*Chroothece rupestres, Compsopogon coeruleus, Hildenbrandia angolensis y Sirodotia huillensis*) plantea la idea que es una región con características ambientales particulares.

En términos de las características ambientales y su distribución se pueden distinguir dos grandes grupos. El primer grupo, compuesto por ríos con elevada altitud (> 1700 m), agua fría o templada (12 a 18° C), ligeramente ácida (pH 5.5 a 6.5) y conductividad específica <250 μ S cm⁻¹) está integrado por *Batrachospermum gelatinosum, B. helminthosum, Paralemanea annulata, P. mexicana* y *S. suecica*, presentes en las subcuencas AP, AB y APa. Todas las especies del grupo de agua templada han sido descritas previamente bajo condiciones similares (altitud > 1700 m, aguas frías y baja conductividad específica) en regiones templadas de Norte América (Atkinson 1890, Vis y Sheath 1992, Necchi *et al.* 1993c) y Europa (Israelson 1942), o en localidades alpinas de regiones tropicales (Necchi y Zucchi 1995, Carmona y Necchi 2002). La distribución de *B. gelatinosum, B. helminthosum, S. suecica* y *P. annulata* se extiende al Ecuador (21° N) (Vis *et al.* 1996), lo cual sugiere que puede ocupar ríos de montaña de centro y Sudamérica, tal como sucede con *P. annulata* en Brasil (Necchi y Zucchi 1995).

El segundo grupo, se caracteriza por ríos con baja altitud (< 1700 m), aguas cálidas (> 21 °C), neutrales a ligeramente alcalinas (pH 7.0 a 8.6) y conductividad específica >260 µS cm⁻¹), incluye a *C. rupestris, Chroodactylon ornatum, C. coeruleus, H. angolensis, A. eugenea, A. huastecana, A. meiospora, K. globospora, S. huillensis* y *Thorea hispida*, presentes en las subcuencas BP, BB y BPa. Las especies *C. coeruleus, H. angolensis* y *T. hispida* están distribuídas en todos los continentes (Sheath y Hambrook 1990, Sheath *et al.* 1993a, Carmona y Necchi 2001b, Kumano 2002), mientras que *A. eugenea, A. meiospora* y *S. huillensis* están restringidas en América, Asia y África (Necchi *et al.* 1993c, Carmona y Necchi 2001a). *Kumanoa globospora* se presenta en regiones templadas a tropicales en Norte América (Sheath *et al.* 1992) y áreas templadas a boreales en Europa (Israelson 1942). De la misma forma, la distribución de *C. ornatum* incluye zonas templadas y subtropicales de Norte América y Australia (Sheath y Morrison 1982, Entwistle y Kraft 1984, Vis y Sheath 1993). En contraste con



su amplia distribución en el mundo, ambas especies se encuentran exclusivamente en aguas cálidas con moderada a alta alcalinidad.

Una de las diferencias más notables en la composición específica de las cuencas estudiadas puede atribuirse al escaso número de especies del orden *Batrachospermales*, el cual representa 40% del total de especies de algas rojas de agua dulce (Sheath 1984); esto puede indicar una marcada preferencia del genero por regiones templadas o boreales del mundo. La mitad de las especies descritas en el presente estudio fueron encontradas en aguas altamente mineralizadas en una región calcárea amplia y homogénea. El resto de los sitios presentaron un sustrato andesíticobasáltico o calcáreo, clima templado o semidesértico que provoca cambios drásticos en el nivel del río o la ausencia de ríos permanentes en cada subcuenca.

El conjunto de las especies descritas en este trabajo para regiones tropicales (64 %) fue similar a otras regiones como Java y Sumatra (4 especies, Skuja 1938), China (4 especies, Jao 1941), sureste de Australia (4 especies, Entwisle y Kraft 1984) y Brasil (5 especies, Necchi *et al.* 1999). La flora de algas rojas en regiones tropicales a subtropicales (<14 especies) fue contrastante con floras de regiones templadas como Europa y Norteamérica cada una con más de 50 especies (Israelson 1942, Sheath y Cole 1992, Kwandras *et al.* 2002).

RESUMEN

La taxonomía y distribución de las Rhodophya de agua dulce fue investigada en 433 ríos de las tres cuencas de la región central de México, durante el periodo 1981-2009. Las algas rojas se encontraron con una baja frecuencia (14 %) en comparación con estudios de otras regiones del mundo (18-65 %). Se registraron 15 especies, de las cuales Compsopogon coeruleus (24 localidades) e Hildenbrandia angolensis (17 localidades) presentaron la mayor distribución. Se reconocieron dos grupos de especies claramente diferenciados por sus características ambientales. El primer grupo incluyó a Batrachospermum gelatinosum, B. helminthosum, Paralemanea annulata, P. mexicana y Sirodotia suecica, el cual se caracterizó por habitar en clima templado, elevada altitud, agua templada a fría, ligeramente ácida y poco mineralizada. El segundo grupo incluyó a Chroothece rupestris, Chroodactylon ornatum, Compsopogon coeruleus, Hildenbrandia angolensis, Audouinella eugenea, A. huastecana, A. meiospora, Kumanoa globospora, Sirodotia huillensis y Thorea hispida, el cual se encontró en clima subtropical ó tropical, baja altitud, aguas cálidas, neutras a ligeramente alcalinas y alta mineralización. La mitad de las especies registradas en el presente estudio fueron exclusivas de regiones con sustrato calcáreo (60 %). El resto de las localidades presentó un sustrato andesítico-basáltico ó calcáreo con clima templado a semidesértico, que provoca un cambio estacional drástico en el nivel del caudal, lo cual puede estar relacionado con el menor número de ríos permanentes en las subcuencas. La porción alta de las tres subcuencas fueron las que registraron la mayor afinidad de especies y corresponden



a regiones de alta montaña del centro del país. La composición específica de algas rojas en la region central de México presentó una gran similitud con otras regiones tropicales y templadas del mundo.

ABSTRACT

The taxonomy and distribution of species of Rhodophyta was investigated in 433 stream seqments, sampled from 1981-2009 in three river basins from central Mexico. Red algae occurred in 14 % of the stream segments sampled, a low frequency compared to major surveys in other parts of the world (18-65 %). Fifteen species of freshwater red algae were found, of which the most widespread were Compsopogon coeruleus (24 sites) and Hildenbrandia angolensis (17 sites). Two groups of species were clearly distinguished on the basis of environmental characteristics. The first group, which included Batrachospermum gelatinosum, Paralemanea annulata, P. mexicana and Sirodotia suecica, is found in temperate climates, high altitudes, cold or temperate waters, slightly acidic and of low mineralized water. The second group, including Chroothece rupestris, Chroodactylon ornatum, Compsopogon coeruleus, Hildenbrandia angolensis, Audouinella eugenea, A. huastecana, A. meiospora, Kumanoa globospora, Sirodotia huillensis and Thorea hispida, is of subtropical to tropical climates, low altitudes and warm waters that are neutral to slightly alkaline and of high specific conductivity. Half of the species found in this study were exclusively of calcareous sites from within a highly homogeneous limestone region (56 % Ca.). The rest of the sites with Rhodophyta were found in sub-basins with andesitic-basaltic or calcareous substrates, and in temperate to semidesertic climates that provoke dramatic changes in the water level of the river or even the complete absence of permanent rivers. The sub-basins that were most similar and had the least diversity corresponded to high mountain regions of Central Mexico. The overall species composition for streams and rivers of Central Mexico revealed high similarities with other tropical and temperate regions in the world.

REFERENCIAS

ATKINSON, G.F. 1890. Monograph of the Lemaneaceae of the United Status. Annals of Botany 4: 177-229. BOJORGE, M., J. CARMONA, M. CARTAJENA Y Y. BELTRÁN. 2010. Temporal and spatial distribution of macroalgal communities of mountain streams in Valle de Bravo Basin, central México. Hydrobiologia 641: 159-169.

CARMONA, J. 1997. Estudio florístico (taxonómico-ecológico-biogeográfico) de las rodófitas de agua dulce en la región Central de México. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 201 p.



- CARMONA, J. Y G. MONTEJANO. 1993. Caracterización algal en manantiales de la Huasteca Potosina, México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 53: 21-41.
- CARMONA, J. Y O. JR. NECCHI. 2001a. A new species and expanded distributions of freshwater Audouinella (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) from Central Mexico and southeastern Brazil. European Journal of Phycology 36: 217-226.
- CARMONA, J. Y O. JR. NECCHI. 2001b. Systematics and distribution of freshwater *Thorea* (Batrachospermaceae, Rhodophyta) from Central Mexico and southeastern Brazil. Phycological Research 49 (3): 231-239.
- CARMONA, J. Y O. JR. NECCHI. 2002. Taxonomy and distribution of *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in Central Mexico. Cryptogamie Algologie 23 (1): 39-49.
- CARMONA, J., G. MONTEJANO Y J. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ. 2002. Taxonomía y distribución de *Hildenbrandia* Nardo, 1834 (Hildenbrandiales, Rhodophyta) de agua dulce en la región central de México. Hidrobiológica 12 (1): 7-14.
- CARMONA, J., G. MONTEJANO Y E. CANTORAL. 2004. The distribution of Rhodophyta in streams of central Mexico. Archives für Hydrobiology Supplements/ Algological Studies 114: 39-52.
- CARMONA, J., G. MONTEJANO Y O. JR. NECCHI. 2006. Ecology and morphological characterization of gametophyte and 'Chantransia' stages of *Sirodotia huillensis* (Batrachospermales, Rhodophyta) from a stream in central Mexico. Phycological Research 54: 113-120.
- CARMONA, J. Y G. VILACLARA. 2007. Survey and distribution of Batrachospermaceae (Rhodophyta) in high altitude tropical streams from central Mexico. Cryptogamie Algologie 28: 271-282.
- CARMONA, J., M. BOJORGE, Y. BELTRÁN Y R. RAMÍREZ, R. 2009. Phenology of *Sirodotia suecica* (Batrachospermaceae, Rhodophyta) in a high-altitude stream in central Mexico. Phycological Research 57: 118-126.
- CHIASSON, W.B., N. J. MARCHESKY Y M. L. Vis. 2003. Phylogeography of a freshwater red alga, *Batracho-spermum helminthosum*, in North America. Phycologia 42: 654-660.
- ENTWISLE, T.J. Y G. T. KRAFT. 1984. Survey of freshwater red algae (Rhodophyta) of Southeastern Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 35: 213-259.
- ENTWISLE, T.J., M. L.VIS, W. B. CHIASSON, O. JR. NECCHI Y A. SHERWOOD. 2009. Systematics of the Batrachospermales (Rhodophyta) - A synthesis. Journal of Phycology 45: 704-715.
- FERRUSQUÍA-VILLAFRANCA, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (eds): Diversidad biológica de México: orígenes y distribución, p. 3-108, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- GARBARY, D.J. Y P. W. GABRIELSON. 1990. Taxonomy and evolution. En: Cole, K.M. y Sheath, R.G. (eds): Biology of the red algae, p. 477-498, Cambridge University Press, Cambridge.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 256 p.
- GARCÍA, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 90 p.
- HARPER, J. T Y G. W. SAUNDERS. 1998. A molecular systematic investigation of the Acrochaetiales (Florideophyceae, Rhodophyta) an related taxa based on nuclear small subunit ribosomal DNA sequence data. European Journal of Phycology 33: 221-229.



- HOLMGREN, P.K., N. H. HOLMGREN, Y L. C. BARNETT. 1990. Index Herbariorum. Part.I. The herbaria of the World. 8a.edic. New York Botanical Garden, New York. 693 p.
- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1986. Síntesis geográfica nomenclatural y anexo cartográfico del Estado de Querétaro. Secretaría de Programación y Presupuesto, México. 143 p.
- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1987. Síntesis geográfica nomenclatural y anexo cartográfico del Estado de Puebla. Secretaría de Programación y Presupuesto, México. 56 p.
- INEGI. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA. 1992. Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo. Secretaría de Programación y Presupuesto, México. 134 p.
- ISRAELSON, G. 1942. The freshwater Floridae of Sweden. Studies on their taxomomy, ecology and distribution. Symbolae Botanicae Upsalienses 6 (1): 1-135.
- JAO, C. 1941. Studies on the freshwater algae of China VII. A preliminary account of the Chinese Freshwater Rhodophyceae. Sinensia 12 (1-6): 245-290.
- KWANDRAS, J., P. ELORANTA Y R. BENGTSSON. 2002. Sötvattensrödalger i Sverige- en översikt och ett nyfynd. Svensk Botanisk Tidskrift 96 (6): 274-280.
- KUMANO, S. 2002. Freshwater red algae of the world. Biopress Limited, Bristol, England. 375 p.
- Kützing, F. T. 1857. Tabulae Phycologicae oder Abbildungen der Tange. Privately published Vol. 7, Nordhausen. 40 p.
- MONTEJANO, G., J. CARMONA Y E. CANTORAL. 2000. Algal communities from calcareous springs and streams from central Mexico. En: Munawar, M. (eds): Aquatic Ecosystems of Mexican Environmental and Toxicologial Assessment, p. 135-149, SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- MONTEJANO-ZURITA, G., E. CANTORAL Y J. CARMONA. 2004. Algas de ambientes lóticos en la cuenca baja del río Pánuco. En: Luna, I., J. Morrone y D. Espinosa. (eds): Biodiversidad de la Sierra Madre Oriental, p. 111-126, Las Prensas de Ciencias, México.
- MÜLLER, K.M., A. SHERWOOD, C. M. PUESCHEL, R. R. GUTELL Y R. G. SHEATH. 2002. A proposal for a new red algal order, the Thoreales. Journal of Phycology 38: 807-820.
- NECCHI, O. JR., R. G. SHEATH Y K. COLE. 1993a. Systematics of the freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America.1. The reddish species. Archives für Hydrobiology Supplements/ Algological Studies 70: 11-28.
- NECCHI, O. JR., R. G. SHEATH Y K. M. COLE. 1993b. Systematics of the freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 2. The bluish species. Archives für Hydrobiology Supplements/ Algological Studies 71: 13-21.
- NECCHI, O. JR., R. G. SHEATH Y K. M. COLE. 1993c. Distribution and systematics of the freshwater genus *Sirodotia* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North América. Journal of Phycology 29: 236-243.
- NECCHI, O.JR. Y M. R. ZUCCHI. 1995. Record of *Paralemanea* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in South America. Archives für Hydrobiology Supplements/ Algological Studies 78: 33-38.
- NECCHI, O.JR., C.C.Z. BRANCO Y L.H.Z BRANCO. 1999. Distribution of Rhodophyta in streams from São Paulo State, southeastern Brazil. Archives für Hydrobiology 147: 73-89.
- NECCHI, O. JR. Y J. CARMONA. 2002. Somatic meiosis and development of the gametophyte in Batrachospermales sensu lato. Phycologia 41: 340-347.



- NOVELO, M.E. 1998. Floras ficológicas del valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 599 p.
- SÁMANO-BISHOP, A. Y D. SOKOLOFF. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. Monografías del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México 2: 39-49.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M. E. Y L. HUERTA. 1969. Una nueva especie de *Lemanea* (Rhodoph., Florid.) para la flora dulceacuícola mexicana. Ciencia (México) 27 (1): 27-30.
- SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, M. E. 1974. Rodofíceas dulceacuícolas de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México 33: 31-37.
- SHEATH, R.G. 1984. The biology of freshwater red algae. Progress Phycological Research Vol. 3. 157 pp., Round / Chapman LTD.
- SHEATH, R.G. Y K. M. COLE. 1992. Biogeography of stream macroalgae in North America. Journal of Phycology 28: 448-460.
- SHEATH, R.G. Y J. A. HAMBROOK. 1990. Freshwater ecology. En: Cole M.K. y R. G. Sheath (eds): Biology of the red algae, p. 423-453, Cambridge University Press, Cambridge.
- SHEATH, R.G. & M. O. MORRISON. 1982. Epiphytes on *Cladophora glomerata* in the Great Lakes and St. Lawrence Seaway with particular reference to the red alga *Chroodactylon ramosum* (=*Asterocytis smaragdina*). Journal of Phycology 18: 385-391.
- SHEATH, R. G., M. L. VIS Y K. M. COLE. 1992. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 1. Section Contorta. Journal of Phycology 28: 237-246.
- SHEATH, R. G., D. KACSMARCZYK Y K. M. COLE. 1993a. Distribution and systematics of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hilndenbrandiales) in North America. European Journal of Phycology 28: 115-121.
- SHEATH, R. G., M. L. VIS Y K. M. COLE. 1993b. Distribution and systematics of the freshwater red algal family Thoreaceae in North America. European Journal of Phycology 28: 231-241.
- SHEATH, R. G., M. L. VIS Y K. M. COLE. 1994. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 4. Section Virescentia. Journal of Phycology 30: 108-117.
- SHERWOOD, A. Y R. G. SHEATH. 1999. Biogeography and systematic of *Hildenbrandia* (Rhodophyta, Hildenbrandiales) in North America: inferences from morphometrics and rbcL ans 18S rRNA gene sequence analyses. European Journal of Phycology 34: 523-532.
- SHERWOOD, A. Y R. G. SHEATH. 2002. European freshwater *Hildenbrandia* (Hildenbrandiales, Rhodophyta) has not been derived from multiple invasions from marine habitats. Phycologia 41: 87-95.
- SKUJA, H. 1938. Die Süsswasserrhodophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Archives für Hydrobiology 15: 603-637.
- SPP. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1981a. Síntesis geográfica del Estado de Morelos. México. 110 p.
- SPP. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1981b. Síntesis geográfica del Estado de México. México. 174 p.
- SRH. SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1971. Cuenca del río Pánuco. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, Dirección de Hidrología. México. 13 p.
- STARMACH, K. 1977. Flora Słodkowodna Polski. T.4. Phaeophyceae-Rhodophyceae. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 445 p.



TAMAYO, J. L. 1981. Geografía moderna de México. 9a. Ed. Trillas, México. 400 p.

- TAVERA-ALONSO, G. F. 1991. Contribución al estudio de las algas de la Laguna del Chairel, Tampico, Tamaulipas, México. Biotam 3 (1): 27-46.
- TORT, J. M. 1858. Memoria sobre la naturaleza de las aguas de Tehuacán y sus producciones vegetales de sus inmediaciones. Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística 6: 33-41.
- VALADEZ, C. F., J. CARMONA Y E. CANTORAL. 1996. Algas de ambientes lóticos del estado de Morelos, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica 67 (2): 227-282.
- VIS, M. L. Y R. G. SHEATH. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemaneaceae in North America. Phycologia 31 (2): 164-179.
- VIS, M. L., R. G. SHEATH Y K. M. COLE. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Compsopogonaceae in North America. Phycologia 31 (6): 564-575.
- VIS, M.L. Y R. G. SHEATH. 1993. Distribution and systematics of *Chroodactylon* and *Kyliniella* (Porphyridiales, Rhodophyta) from North America streams. Japanesse Journal of Phycology 41: 237-241.
- VIS, M.L., R. G. SHEATH Y K. M. COLE. 1996. Distribution and systematics of *Batrachospermum* (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. 8a. Section *Batrachospermum: Batrachospermum* gelatinosum. European Journal of Phycology 31: 31-40.
- VIS, M. L. Y R. G. SHEATH. 1999. A molecular investigation of the systematic relationships of *Sirodotia* species (Batrachospermales, Rhodophyta) in North America. Phycologia 38 (4): 261-266.
- VIS, M. L. Y T. J. ENTWISLE. 2000. Insights into the phylogeny of the Batrachospermales (Rhodophyta) from *rbcL* sequence data from Asutralian taxa. Journal of Phycology 36: 1175-1182.
- ZAMORA, T. C. Y J. CARMONA. 2005. Las algas rojas dulceacuícolas. En: Sánchez-Ramos, G., P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (eds): Historia Natural de la Reserva de la Biosfera. El Cielo, Tamaulipas, México, p. 194-203, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

ulce en la región central de México.	
la presencia de algas rojas de agua du	 * = datos no registrados.
la 1. Características físicas y químicas de las localidades con	nero de la localidad corresponde a la numeración de la Fig.
lde	úm

Tabla 1. Características físic. número de la localidad corr	as y química responde a l	s de las localidades c a numeración de la F	on la presencia ig. 1. * = datos	a de algas rojas s no registrados	de agua d 5.	ulce en la región c	entral de México. El
Subcuenca/Localidad	Altitud [msnm]	Geología ¹	Clima ²	Temperatura [°C]	Hd	Conductividad específica a 25 °C [µS cm ⁻¹]	Таха ^з
Bajo Pánuco							
1- Nacimiento río Sabinas	150	Calcáreo	(A)C(w,)(w)	22	7.7	242-370	Ae, Kg, Cc, Th, Ha
2- Río Sabinas	105	"		22	7.0	228-242	Ha, Th
3- Poza Azul	150	"		23	7.5	700	Ha
4- Las Playitas	30	п	"	24-26	6.9-7.5	420-671	Th
5- Nacimiento río Frío	100	П	"	21	7.4	270-290	Ae, Cc, Th
6- Río Frío	50	п	"	26	6.8	368	Th
7- Nacimiento del Mante	100	"	"	27	6.8-7.0	737-1367	Ae
8- Nacimiento El Salto	500	П	(A)C(m)(w)	23-27	7.0-8.0	800-1320	Kg, Cc, Co, Ha, Th
9- Minas Viejas	320	"	"	25-22	7.0-7.5	*	Kg
10- El Salto	400	"	"	23-29	7.2-8.0	700-1130	Kg
11- El Meco	300	"	"	23-27	7.0-8.0	700-1220	Kg, Cc, Co
12- Micos	120	П	"	23-29	7.0-8.3	600-1070	Ae, Kg, Cc, Co, Ha, Th
13- Santa Anita	160	"		23-26	6.8-7.5	750-1237	Ae, Cc, Ha, Sh, Th
14- Tanchachín	06	П	"	25-30	7.0-8.0	1076-1120	Kg, Ha, Th
15- Puente de Dios	450	П	"	23-26	7.0-7.8	900-1860	Ae, Cc, Ha, Th
16- Río Tamasopo	400	п	п	23-27	7.3-7.6	1115	Ha, Th
17- Agua Buena	335	п	"	25-26	7.0	930	Th
18- Gallinas	225	п	"	22-28	7.4-8.0	600-1086	Kg, Th
19- Media Luna	1000	п	Bshw	29-29	7.5-8.0	1802	Ae
20- Llovisnosa	1300	П	"	28	8.0	1990	Kg
21- Tamul	200	П	(A)C(m)(w)	*	*	*	č
22- Puente de Dios II	100	П	"	27	7.2	006	Ae, Ha
23- Nacimiento del Choy	100	п	Aw	25-27	7.0-7.6	900-1128	Ah, Ha, Th
24- Tambaque	150	п	(M)(m)(M)	23-24	7.0-8.0	700-1448	Am, Cc, Ha, Sh, Th
25- La Garita	60	п	"	23-27	7.0-8.0	700-1500	Ha, Th
26- Nacimiento del Coy	60	"	Aw	23-25	7.0-7.5	800-1657	Cc, Ha, Th
27- Huichihuayan	100	Calcáreo-lutita	(M)(m)(M)	20-21	6.5-7.8	220-300	На
28- Tancuilín	100	п	п	23-25	7.5-8.0	270-455	Ae
29- Río Malila	130	п	(A)C(fm)	14-17	6.0-7.2	160-192	Ŭ
30- Río Vinasco	250	п		24-26	7.6-8.0	400	ŭ
31- Tolantongo	400	n	Bshw	28-29	7.5-7.8	900-1200	Ľ
Alto Pánuco							
32- San Luis Ayucán	2664	Andesita-basalto	C(w ₂)(w)	9-12	6.0-6.7	77-86	Pm, Bge



_
~
-
×C)
-
0
-
-π
_
_
_
<u> </u>
+
-
<u> </u>
-
C)
<u> </u>
()
\sim
_
_
(U)
_
0
-
_
-

Subcuenca/Localidad	Altitud [msnm]	Geología ¹	Clima ²	Temperatura [°C]	Hd	Conductividad específica a 25 °C [µS cm ⁻¹]	Taxa ³
Bajo Balsas							
33- La Villita		Calcáreo-arenisca	Aw	27	8.4	500	പ
34- San Francisco	*	н		28	7.0	*	Th
Alto Balsas							
35- Zempoala	2900	Andesita-basalto	C(E)(m)(vv)	12	6.0	*	Bge
36- Arroyo Meyuca	1900	Schist	C(w ₂)(w)	12	6.0	*	Pm
37- Cuautitla	940	"	Aw ₀ (w)	25	6.0	*	ы
38- Xicatlacotla	850	п	=	30	7.0	*	ы
39- Itzamatitlán	1250	п	=	23-30	6.0-7.0	400	ы
40- Temilpa Viejo	950	"	=	24	7.0	*	ы
41- La Fundición	1350	п	=	27	7.0	*	ы
42- Las Huertas	800	Calcáreo	=	28	7.5	1200	ы
43- Los Manantiales	800	п	=	28-30	7.0-7.5	1100-1400	Cr, Cc
44- El Colibrí	1200	Esquistos	=	24	7.0	*	ы
45- Nuevo Olintepec	1140	п	=	29	7.0	*	ы
46- Huitzililla	1210	п	"	25-26	7.0	*	С
47- Las Estacas	1121	Calcáreo	п	24	7.0	1200	Ha
48- Nacimiento González	2020	Andesita-basalto	$C(w_2)(w)$	11-13	7.6	63-83	Bh
49- Amanalco	1890	п		15-17	6.7-7.8	147-250	Sc, Pm, Bge
50- Borbollón	2220	"	=	12	7.4	116	Bh
51- Carrizal	2000	"	-	11	7.2	62	Pm
52- Molinos	1880	п	"	13	7.2	70	Pm
Bajo Papaloapan							
53- Poza Reina	100	Calcáreo	Aw	24	7.0	1250	На
Alto Papaloapan							
54- Teotitlán Totontepec	2050	Esquistos	C(w ₂)(w)	18	5.5	*	Pa
55- Teotitlán del Camino	1725	"		16	6.0	*	Ss
56- San Antonio Texcala	1650	Calcáreo-arenisca	Bshw	21-29	6.0-8.6	*	ы
57- Tehuacán- San Lorenzo	1640	п	"	25	7.5	*	С
58- ExHacienda Garci Crespo	1640	п		21-26	6.5-7.0	*	ы
59- Francisco I. Madero	1600	"	"	18	7.0	*	с

¹: Ferrusquía-Villafranca (1993).

semi-húmedo, invierno seco < 18 %. (A)C(m)(w)= Tropical semi-húmedo, invierno seco 5-10.2 %. (A)C(w, (w)= Tropical semi-húmedo, invierno seco < 5 %. C(w₂)(w)= Templado, invierno ²: SRH (1971), GARCIA (1973), INEGI (1986, 1987, 1992), SPP (1981a, 1981b). Aw= Tropical húmedo, invierno seco 5-10.2 %. Aw₀ (w)= Tropical húmedo, invierno seco < 5 %. (A)C(fm)= Tropical seco < 5 %. Bshw= Semi-árido, invierno seco < 5 %.

³: Cr= Chroothece rupestris, Co= Chroodactylon ornatum, Cc= Compsopogon coeruleus. Ha= Hildenbrandia angolensis. Ae= Audouinella eugenea. Ah= A. huastecana. Am= A. meiospora. Bge= B. gelatinosum, Bh= B. helminthosum, Kg= Kumanoa globospora, Sh= Sirodotia huillensis. Ss= S. suecica, Pa= Paralemanea annulata, Pm= P. mexicana, Th= Thorea hispida.



Tabla 2. Distribución de las algas rojas de agua dulce en la región central de México. BP - Bajo Pánuco, AP - Alto Pánuco, BB - Bajo Balsas, AB - Alto Balsas, BPa- Bajo Papaloapan, APa - Alto Papaloapan. El número representa la cantidad de localidades donde ha sido registrada la especie.

Таха			Subc	uenca		
	BP	АР	BB	AB	BPa	APa
Bangiophyceae						
Porphyridiales						
Chroothece rupestris Hansgirg	1			1		
Chroodactylon ornatum (Thwaites) Hansgir	3					
Compsopogonales						
Compsopogon coeruleus (C. Agardh) Montagne	12			10		4
Florideophyceae						
Hildenbrandiales						
Hildenbrandia angolensis W. et G.S.West	15			1	1	
Acrochaetiales						
Audouinella eugenea (Skuja) Jao	8					
A. huastecana Carmona et Necchi	1					
A. meiospora (Skuja) Garbary	1					
Batrachospermales						
Batrachospermum gelatinosum (Linnaeus) De Candolle		1		2		
B. helmintosum (Bory) Sheath, Vis et Cole				2		
Kumanoa globospora (Israelson) Entwisle, Vis, Chiasson,	9					
Necchi et Sherwood						
Sirodotia huillensis (W. et W.S.West) Skuja *	2					
S. suecica Kylin *				1		1
Paralemanea annulata (Kützing) Vis et Sheath						1
P. mexicana (Kützing) Vis et Sheath*		1		4		
Thoreales						
Thorea hispida (Thore) Desvaux *	17		1			
Total de especies (15)	10	2	1	7	1	3
Total de localidades con algas rojas (59)	31	1	2	18	1	6
Total de localidades visitadas (433)	5	51	24	40	14	42

* Se incluye la fase "Chantransia".