

PRECISIONES SOBRE LA MORFOLOGÍA Y ULTRAESTRUCTURA DEL TALO DE *CHAETOPHORA ELEGANS* (CHAETOPHORALES, CHLOROPHYTA)

KARINA M. MICHETTI^{1,2}, PATRICIA I. LEONARDI^{1,3} & EDUARDO J. CÁCERES^{1,4}

¹ Laboratorio de Ficología y Micología, Dpto. de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina. E-mail: michetti@criba.edu.ar

ABSTRACT: Michetti, K. M., Leonardi, P. I. & Cáceres, E. J. 2003. On the morphology and ultrastructure of *Chaetophora elegans* thallus (Chaetophorales, Chlorophyta). *Darwiniana* 41(1-4): 37-41.

Observations on the thallus of *Chaetophora elegans* are presented. Both the prostrate and the erect systems are described at optical level, being the present the first accurate electron microscopical study made in the genus on the vegetative ultrastructure. Moreover, the distribution of this species is extended in Argentina.

Key words: *Chaetophora*, *Chaetophora elegans*, Morphology, Light microscopy, Ultrastructure.

RESUMEN: Michetti, K. M., Leonardi, P. I. & Cáceres, E. J. 2003. Precisiones sobre la morfología y ultraestructura del talo de *Chaetophora elegans* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Darwiniana* 41(1-4): 37-41.

Se describe el talo de *Chaetophora elegans* precisando la morfología de los sistemas postrado y erguido, se realiza el primer estudio detallado de la ultraestructura vegetativa en el género y se amplía la distribución de la especie en la República Argentina.

Palabras clave: *Chaetophora*, *Chaetophora elegans*, Microscopia óptica, Morfología, Ultraestructura.

INTRODUCCIÓN

Chaetophora Schrank es un género constituido por algas de agua dulce, epifíticas o epilíticas, que presentan talos formados por dos sistemas de filamentos ramificados (ambos incluidos en una matriz gelatinosa) uno postrado, reducido y otro erecto, multiaxial, que surge del primero (Hazen, 1902; Christensen, 1994; Graham & Wilcox, 2000). Hazen (1902) consideró que el género está integrado por 4 especies, mientras que Printz (1964) reconoció 7 especies. John (1984) estimó que el número de especies sería 12 aunque consideró que el género debe ser nuevamente investigado. En Argentina el género está representado por 2 especies, *C. elegans* (Roth) C. Agardh y *C. pisiformis* (Roth) C. Agardh (Tell, 1985). El conocimiento de *Chaetophora elegans* para Argentina es escaso; la especie fue

citada por primera vez para la Patagonia (Borge, 1901), aunque sin dar precisiones sobre la ubicación del hallazgo y sin aportar una descripción ni ilustraciones. Posteriormente Tell (1975) describió e ilustró solo las porciones apicales del sistema erecto de ejemplares de la especie provenientes de Tierra del Fuego.

La delimitación de las especies en este género se ha realizado hasta ahora sobre la base de la morfología del sistema erguido del talo (Hazen, 1902; Printz, 1964; Bourrelly 1966). Aunque en *Stigeoclonium* Kütz., género perteneciente al orden Chaetophorales, se ha demostrado fehacientemente que los caracteres del sistema erguido no son confiables para realizar delimitaciones taxonómicas (Cox & Bold, 1966; Harding & Whitton, 1976; McLean & Benson-Evans, 1977; Whitton & Harding, 1978; Francke, 1982; Francke & Rhebergen, 1982). Por el contrario, los caracteres del sistema postrado y

² Becaria CONICET

³ Miembro de la Carrera del Investigador, CONICET

⁴ Miembro de la Carrera del Investigador, CIC

otros, como el tipo de germinación de las zoósporas han resultado de mayor valor taxonómico (Cox & Bold, 1966; Francke & Simons, 1984; Simons et al., 1986). Por tal motivo, en esta contribución se dan precisiones sobre la morfología de ambos sistemas del talo de *Chaetophora elegans* que en el futuro permitan determinaciones más confiables de la especie y de otras especies del género. Con el mismo objetivo ya se ha estudiado el proceso de germinación de las zoósporas de *C. elegans* (Michetti et al., 2003). Stewart & Mattox (1975) han realizado observaciones sobre la ultraestructura del género y solo hay una breve descripción e ilustración de una parte de un cloroplasto con su pirenoide realizadas en *Chaetophora incrassata* (Huds.) Hazen que aparecen en un estudio más general de varios géneros de Ulothrichales, Ulvales y Chaetophorales (Stewart et al., 1973).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material estudiado provino de una población de *Chaetophora elegans* del Lago Hess, Parque Nacional Nahuel Huapi, Provincia de Río Negro, Argentina (41° 21' 29" S, 72° 45' 49" W). A partir del material coleccionado se realizaron aislamientos utilizando pipetas capilares bajo un microscopio invertido Nikon Eclipse TE300. Con los aislamientos se establecieron cultivos unialgales que se mantuvieron en Medio Basal de Bold (Stein, 1973) a 4 ° C con un fotoperíodo 12/12 hs luz / oscuridad. Se realizaron observaciones de talos tanto en su hábitat natural como en cultivo. Para la determinación específica se siguieron los criterios de Hazen (1902) y Printz (1964). Las observaciones se realizaron con un microscopio Carl Zeiss Axiolab con contraste de fases. Para microscopía electrónica de transmisión, los talos fueron fijados en glutaraldehído al 2 % en medio de cultivo, postfijados en OsO₄ al 1 %, en medio de cultivo, deshidratados en series crecientes de acetonas y embebidos e incluidos en resina Spurr (Spurr, 1969). Las secciones delgadas se realizaron con un ultramicrotomo Reichert-Jung Ultracut con cuchilla de diamante y se contrastaron con acetato de uranilo y citrato de plomo. Las observaciones se realizaron con un microscopio electrónico JEOL 100 CX-II en el Centro Regional de Investigaciones Básicas y Aplicadas de Bahía Blanca (CRIBABB).

RESULTADOS

Los talos de *Chaetophora elegans* son esféricos (Fig. 1A), heterótricos (Fig. 1B), menores de 1 cm de altura y están incluidos en una matriz gelatinosa delicada. El sistema erguido está constituido por filamentos de disposición radial que se ramifican unas pocas veces en forma dicotómica (Fig. 1C, flecha) o alterna (Fig. 1D). No hay diferenciación entre las células de los ejes y de las ramificaciones, por lo tanto no se reconocen ejes principales. Los filamentos son menos ramificados en la región central que en la periferia (Fig. 1A). Las células de los filamentos erguidos son cilíndricas de 5 µm de diámetro y aproximadamente 2-5 veces más largas que anchas. Los extremos de los filamentos erguidos pueden adelgazarse y terminar en pelos hialinos uni o pluricelulares de 2,5 µm de diámetro y largo variable (Fig. 1B, flechas). El sistema prostrado es reducido y está constituido por filamentos escasamente ramificados (Fig. 1B). En este sistema se reconocen rizoides (Fig. 1B, punta de flecha). Las células son doliiformes de 7,5 µm de ancho y aproximadamente 2 veces más largas que anchas (Fig. 1B). El cloroplasto de las células de ambos sistemas tiene forma de banda parietal, con 1-2 pirenoides (Fig. 1C). El cloroplasto puede ocupar toda la célula o quedar restringido a la zona central, como ocurre en las células de mayor tamaño (Fig. 1B, C).

A nivel ultraestructural en las células vegetativas en interfase de *C. elegans* se observa un núcleo central con un nucléolo homogéneo electrónicamente denso (Fig. 1E). Adyacentes a la carioteca se presentan dos centriolos de disposición ortogonal (Fig. 1F). Los dictiosomas son perinucleares, conspicuos y se ubican en concavidades de la carioteca, con su cara cis en estrecha asociación con ella (Fig. 1E). Las mitocondrias son elípticas o circulares en sección transversal y poseen crestas tubulares (Fig. 1G). Retículo endoplasmático rugoso se presenta en conexión con la carioteca y próximo a la membrana cloroplástica y a las paredes celulares transversales (Fig. 1F, G). Vacuolas con distintas inclusiones como lomasomas y glóbulos osmiofílicos se disponen en los extremos celulares (Fig. 1E). El cloroplasto es parietal y posee ligeros lóbulos o indentaciones (Fig. 1E, punta de flecha, G). En el estroma cloroplástico se presentan lamelas 2-8 tilacoidales,

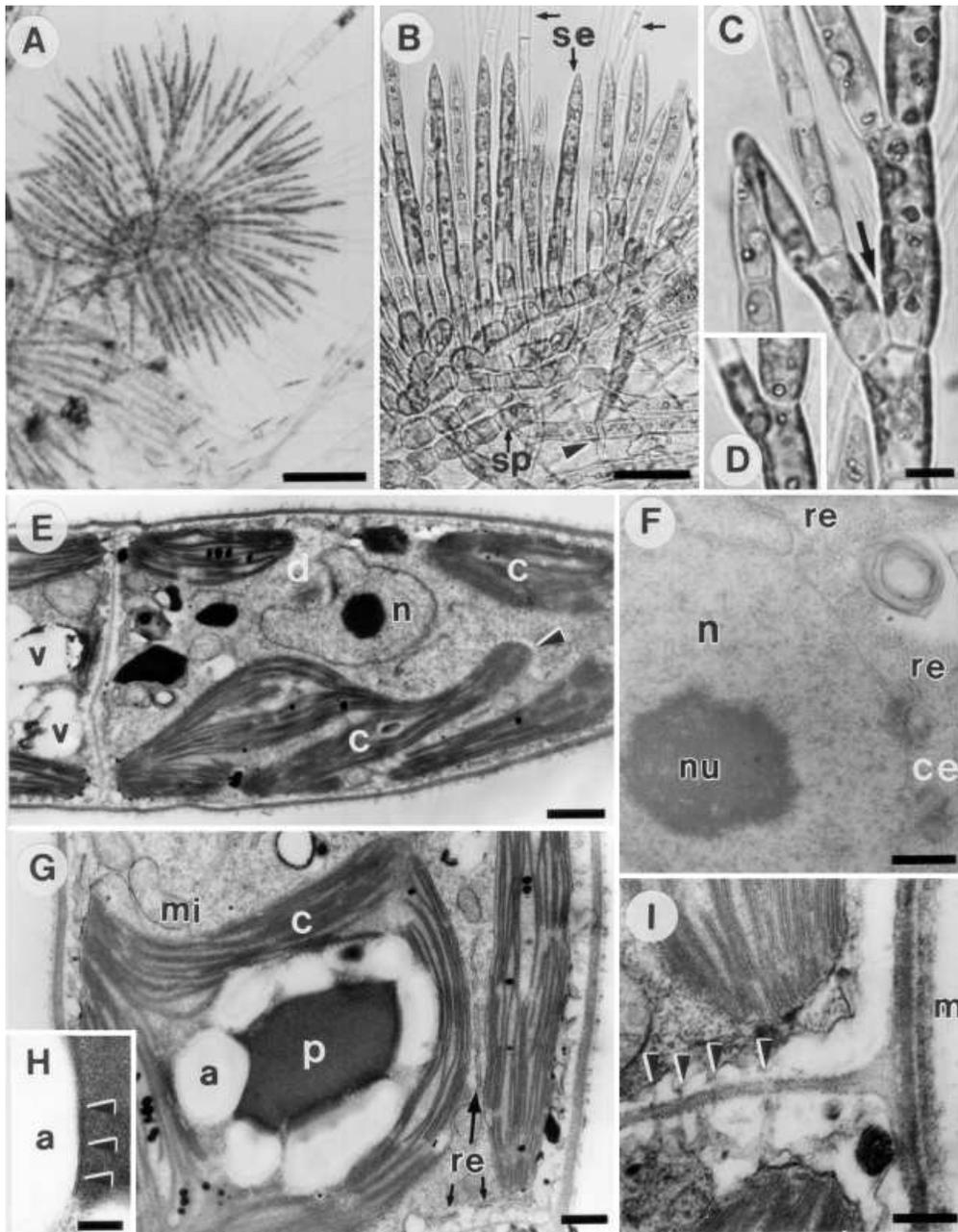


Fig. 1. – *Chaetophora elegans*. A-D: fotomicrografías de la morfología vegetativa. A: aspecto general del talo vegetativo. B: morfología de los sistemas erguido y postrado. Nótese el rizoide en el sistema postrado (punta de flecha). C: detalle de una ramificación dicotómica de los filamentos erectos. D: detalle de la ramificación alterna de los filamentos erectos. E-I: micrografías electrónicas de la morfología vegetativa. E: aspecto general de una célula vegetativa mostrando las principales organelas y el cloroplasto lobulado (punta de flecha). F: detalle de una porción de un núcleo con retículo endoplasmático rugoso en conexión con la carioteca y un par de centríolos adyacentes a ella. G: vista general de un cloroplasto y su pirenoide. H: detalle de una porción del pirenoide de figura G indicando la lamela tilacoidal entre la matriz pirenoideal y un casquete de almidón (puntas de flecha). I: detalle de una porción de pared celular longitudinal con abundante mucílago y una porción de pared transversal con plasmodesmos (puntas de flecha). Escalas: A = 100 μ m; B = 20 μ m; C, D = 5 μ m; E = 1 μ m; F, G = 0,5 μ m; H, I: 0,25 μ m. Abreviaturas: a, almidón; c, cloroplasto; ce, centríolo; d, dictiosoma; m, mucílago; mi, mitocondria; n, núcleo; nu, nucléolo; p, pirenoide; re, retículo endoplasmático rugoso; se, sistema erguido; sp, sistema postrado; v, vacuola.

pequeños glóbulos lipídicos dispersos y 1-2 pirenoides rodeados por un número variado de casquetes de almidón (Fig. G). Lamelas tilacoidales individuales apesadas entre la matriz pirenoidal y los casquetes de almidón rodean parcialmente el pirenoide (Fig. 1G, H, puntas de flecha). La pared celular es de aspecto fibrilar y posee un grueso estrato externo de mucílago (Fig. 1I). Las paredes transversales presentan numerosos plasmodesmos uniformemente distribuidos (Fig. 1I, puntas de flecha).

DISCUSIÓN

Ultraestructura de Chaetophora elegans. Las observaciones realizadas indican que la morfología vegetativa a nivel ultraestructural de los talos es semejante a la de otros géneros de Chaetophorales tales como *Stigeoclonium*, *Fritschiella* M.O.P. Iyengar, *Uronema* Lagerh., *Schizomeris* Kütz. y *Draparnaldia* Bory (Manton, 1964; McBride, 1970; Floyd et al., 1972; Stewart et al., 1973; Mattox et al., 1974; Stewart & Mattox, 1975; Lokhorst et al., 1984; Ducher et al., 1988). Sin embargo, se presentan algunas características dignas de notar: 1) Si bien la localización perinuclear del aparato de Golgi es un rasgo común en los representantes del orden, la ubicación de los dictiosomas en concavidades de la carioteca se menciona por primera vez. 2) El cloroplasto ligeramente lobado, característica que tampoco había sido indicada con anterioridad para *Chaetophora*. Es importante destacar que en *C. elegans* el cloroplasto posee lóbulos que por ser leves no se advierten a nivel óptico y solo son discernibles a nivel ultraestructural. Si bien en la mayoría de las Chaetophorales, el cloroplasto parietal es entero, en *Draparnaldia glomerata* (Vaucher) C. Agardh y *D. mutabilis* (Roth) Bory (Lokhorst et al., 1984; Ducher et al., 1988) presenta lobulaciones notorias, en las células del sistema prostrado de *Fritschiella tuberosa* M.O.P. Iyengar (McBride, 1970) es reticulado y en talos maduros de *Schizomeris leibleinii* Kütz. (Mattox et al., 1974; John, 1984) es perforado. Al igual que en el resto de los miembros de la familia Chaetophoraceae (Stewart et al., 1973), en *C. elegans* se encuentran tilacoides individuales entre la matriz pirenoidal y los casquetes de almidón. Estas lamelas tilacoidales se interrumpen a lo largo de su recorrido, tal como ocurre en *Stigeoclonium helveticum* Vischer

(Floyd et al., 1972). Sin embargo, en *C. incrassata* circundan el pirenoide en forma continua (Stewart et al., 1973). 3) La pared celular de *C. elegans* posee un grueso estrato de mucílago. Hasta el momento no se había observado dicho estrato en ningún representante del grupo. Si bien el género *Draparnaldia* puede presentar un notorio estrato de mucílago (Graham & Wilcox, 2000), en las especies estudiadas a nivel ultraestructural hasta el momento, *D. mutabilis* y *D. glomerata*, éste está ausente (Lokhorst et al., 1984; Ducher et al., 1988).

Chaetophora elegans en Argentina. En el presente estudio *Chaetophora elegans* se cita por primera vez para la provincia de Río Negro. Se amplía así hacia el Norte la distribución de la especie en la República Argentina.

Tell (1975) indicó que los filamentos erectos de los ejemplares por él estudiados raramente eran setiformes. En nuestro caso el material coleccionado presentó abundantes pelos hialinos. Además los ejemplares estudiados tuvieron dimensiones ligeramente inferiores a las dadas por este autor. Sin embargo, tanto las dimensiones celulares como la presencia de pelos no constituyen atributos de importancia taxonómica debido a la variabilidad que muestran bajo distintas condiciones ambientales (John, 1984; Gibson & Whitton, 1987a, b).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con subsidios otorgados a E.J.C. por el CONICET, PIP 0949 y la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur, PGI CSU-187/99.

BIBLIOGRAFÍA

- Borge, O. 1901. Süßwasseralgen aus Süd-Patagonien. *Kongl. Svenska Vetenskapsakad Handl.* 27: 1-104.
- Bourrelly, P. 1966. *Les Algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. Tome I. Les Algues Vertes.* Boubée, Paris.
- Christensen, T. 1994. *Algae. A taxonomic survey.* Fasc. 2. AiO Print Ltd., Odense.
- Cox, E. R. & Bold, H. C. 1966. Taxonomic investigations of *Stigeoclonium*. *Univ. Texas Publ.* 6618: 1-167.
- Ducher, M., Didier, P. & Zeghal, M. 1988. Morphologie et cytologie comparées de *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) cultivé sous différentes lumières oligochromatiques. *Cryptog. Algol.* 9: 133-142.

- Floyd, G. L., Stewart, K. D. & Mattox, K. R. 1972. Comparative cytology of *Ulothrix* and *Stigeoclonium*. *J. Phycol.* 8: 68-81.
- Francke, J. A. 1982. Morphological plasticity and ecological range in three *Stigeoclonium* species (Chlorophyceae, Chaetophorales). *Brit. Phycol. J.* 17: 117-133.
- & Rhebergen, L. J. 1982. Euryhaline ecotypes in some species of *Stigeoclonium* Kütz. *Brit. Phycol. J.* 17: 135-145.
- & Simons, J. 1984. Morphology and systematics of *Stigeoclonium* Kütz. (Chaetophorales), pp 363-377, en D.E.G Irvine & D.M. John (eds.), *Systematics of the Green Algae*. Academic Press, London, Orlando.
- Gibson, M. T & Whitton, B. A. 1987a. Hairs, phosphatase activity and environmental chemistry in freshwater Chaetophorales. *Brit. Phycol. J.* 22: 11-22.
- & —. 1987b. Influence of phosphorus on morphology and physiology of freshwater *Chaetophora*, *Draparnaldia* and *Stigeoclonium* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Phycologia* 26: 59-69.
- Graham, L. E. & Wilcox, L. W. 2000. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Harding, J. P. C & Whitton, B. A. 1976. Resistance to zinc of *Stigeoclonium tenue* in the field and the laboratory. *Brit. Phycol. J.* 13: 65-68.
- Hazen, T. E. 1902. The Ulothricaceae and Chaetophoraceae of the United States. *Mem. Torrey Bot. Club.* 11: 135-250.
- John, D. M. 1984. On the Systematics of the Chaetophorales, pp. 207-232, en D.E.G Irvine & D.M. John (eds.), *Systematics of the Green Algae*. Academic Press, London, Orlando.
- Lokhorst, G. M., Bakker, M. E. & Star, W. 1984. Ultrastructure of *Draparnaldia glomerata* (Chaetophorales, Chlorophyceae) II. Mitosis and cytokinesis. *Nord. J. Bot.* 4: 553-562.
- Manton, I. 1964. Observations on the fine structure of the zoospore and young germlings of *Stigeoclonium*. *J. Exp. Bot.* 15: 399-411.
- Mattox, K. R., Stewart, K. D. & Floyd, G. L. 1974. The cytology and classification of *Schizomeris leibleinii* (Chlorophyceae). I. The vegetative thallus. *Phycologia* 13: 63-69.
- McBride, G. E. 1970. Cytokinesis and ultrastructure in *Frittschiella tuberosa* Iyengar. *Arch. Protistenk.* 112: 365-375.
- McLean, R. O. & Benson-Evans, K. 1977. Water chemistry and growth form variations in *Stigeoclonium tenue* Kütz. *Brit. Phycol. J.* 12: 83-88.
- Michetti, K. M., Leonardi, P. I. & Cáceres, E. J. 2003. Zoospore germination and germling development in *Chaetophora elegans* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud.* 111 (en prensa).
- Printz, H. 1964. *Die Chaetophorales der Binnengewässer*. Verlag Dr. W. Junk- Den Haag. 376.
- Simons, J, Van Beem, A. P. & De Vries, P. J. R. 1986. Morphology of the prostrate thallus of *Stigeoclonium* (Chlorophyceae, Chaetophorales) and its taxonomic implications. *Phycologia* 25: 210-220.
- Spurr, A. M. 1969. A low-viscosity epoxy embedding medium for electron microscopy. *J. Ultrastruct. Res.* 26: 31-43.
- Stein, J. R. 1973. *Handbook of phycological methods. Culture methods and growth measurements*. Cambridge University Press.
- Stewart, K. D. & Mattox, K. R. 1975. Comparative cytology, evolution and classification of the green algae with some consideration of the origin of other organisms with chlorophylls a and b. *Bot. Rev.* 41: 104-135.
- , — & Floyd, G. L. 1973. Mitosis, cytokinesis, the distribution of plasmodesmata, and other cytological characteristics in the Ulotrichales, Ulvales and Chaetophorales: Phylogenetic and taxonomic considerations. *J. Phycol.* 9: 128-141.
- Tell, G. 1975. Chlorophyta continentales de Tierra del Fuego I. *Physis* Secc B 34: 1-14.
- . 1985. *Catálogo de las algas de agua dulce de la República Argentina*. Biblioteca Phycologica (J. Cramer, De.) Vaduz, Band 70.
- Whitton, B. A. & Harding, J. P. C. 1978. Influence of nutrient deficiency on hair formation in *Stigeoclonium*. *Brit. Phycol. J.* 13: 65-68.

Original recibido el 24 de septiembre de 2002; aceptado el 10 de junio de 2003.