

MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCCIÓN ASEJUAL DE *DRAPARNALDIA MUTABILIS* (CHAETOPHORACEAE, CHLOROPHYTA), PRIMER REGISTRO FUNDAMENTADO PARA ARGENTINA

Karina M. Michetti¹, Patricia I. Leonardi^{1,2} & Eduardo J. Cáceres¹

¹Laboratorio de Ficolgía y Micología, Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina; michetti@uns.edu.ar (autor corresponsal).

²Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Camino La Carrindanga Km7, 8000 Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

Abstract. Michetti, K. M.; P. I. Leonardi & E. J. Cáceres. 2007. Vegetative morphology and asexual reproduction of *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophoraceae, Chlorophyta), first verified record for Argentina. *Darwiniana* 45(2): 175-180.

Thalli of *Draparnaldia mutabilis* consist of a reduced, prostrate rhizoidal system and an erect system with marked differentiation between axial and lateral, highly branched, filaments, grouped in dense fascicles. The asexual reproduction is by zoospores with an erect germination pattern. This is the first verified report of this species for Argentina. In addition, a key to the best-described species is provided.

Keywords. Chaetophoraceae, Chlorophyta, *Draparnaldia*, morphology, reproduction, zoospores.

Resumen. Michetti, K. M.; P. I. Leonardi & E. J. Cáceres. 2007. Morfología vegetativa y reproducción asexual de *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophoraceae, Chlorophyta), primer registro fundamentado para Argentina. *Darwiniana* 45(2): 175-180.

Draparnaldia mutabilis posee un talo compuesto por un sistema rizoidal postrado reducido y un sistema erguido que muestra una marcada diferenciación entre filamentos axiales y laterales, estos últimos agrupados en fascículos densos, altamente ramificados. La reproducción asexual ocurre por medio de zoósporas que poseen un patrón de germinación erguido. El registro de esta especie constituye la primera cita cierta para la República Argentina. Se presenta además, una clave con las especies mejor definidas.

Palabras clave. Chaetophoraceae, Chlorophyta, *Draparnaldia*, morfología, reproducción, zoósporas.

INTRODUCCIÓN

El género de algas verdes *Draparnaldia* Bory incluye individuos filamentosos dulceacuícolas que forman matas rodeadas por una envoltura mucilaginosa delicada, que usualmente están unidas al sustrato por ramificaciones rizoidales, y con menos frecuencia viven libres y son de hábito planctónico. El rasgo más distintivo del género es la presencia de ejes principales conspicuos, de los que surgen ramificaciones laterales agrupadas en fascículos (Printz, 1964). Esta condición representa el mayor grado de diferenciación vegetativa dentro de la familia Chaetophoraceae (John,

1984). El cloroplasto de las células de los ejes principales es parietal, algunas veces perforado o reticulado, con numerosos pirenoides. El cloroplasto de las células de los fascículos es también parietal, pero entero y con pocos pirenoides. La reproducción asexual se realiza por medio de zoósporas tetraflageladas y acinetos.

El género fue establecido por Bory en 1808. Hazen (1902) diferenció cuatro especies dentro del género sobre la base de dos características: el contorno de los fascículos y la extensión del raquis del sistema erguido. Más tarde, el número de especies descritas se incrementó notablemente, hasta que Forest (1956) realizó una revisión del género a

escala mundial estudiando los 85 taxones establecidos hasta ese momento. Este autor concluyó que las variaciones en la morfología de los fascículos descritas por Hazen para separar especies podían observarse en un mismo individuo, afirmación que en ese momento fue apoyada por algunas experiencias de laboratorio (Suomalainen, 1933). Como consecuencia de esa observación Forest redujo drásticamente el número de especies del género a seis. Sin embargo, Printz (1964) continuó utilizando como criterios de delimitación específica la forma de los fascículos, la presencia / ausencia de raquis y las dimensiones celulares en los filamentos del sistema erguido, reconociendo 15 entidades como especies válidas. La naturaleza polimórfica de *Draparnaldia* fue posteriormente demostrada por varios autores, quienes probaron experimentalmente que la pronunciada diferenciación entre ejes principales y ramificaciones, propia del género, era altamente dependiente de las condiciones de cultivo, tanto químicas como físicas (Johnstone, 1978a; 1978b; Gibson & Whitton, 1987).

La plasticidad fenotípica de las especies de *Draparnaldia* y la falta de revisiones taxonómicas modernas del género, ya que sólo se cuenta con trabajos morfológicos clásicos (Forest, 1956; Printz, 1964), hace que la identificación de las especies sea compleja. En las floras mundiales, las especies de *Draparnaldia* son citadas con menor frecuencia que las de otros géneros de la familia tales como *Stigeoclonium* Kütz. y *Chaetophora* Schrank (Bourrelly, 1966; Skinner & Etwisle, 2004), y han sido considerablemente menos estudiadas. En trabajos florísticos para la Argentina han sido citadas diversas especies de la familia Chaetophoraceae, pero sólo dos pertenecen al género *Draparnaldia*: *D. glomerata* (Vauch.) C. Agardh y *D. pusilla* Hook (Guarrera & Kühnemann, 1949; Seckt, 1931; 1950-56; Tell, 1975). Asimismo, la información acerca de la morfología vegetativa y reproductiva de los representantes de Chaetophoraceae de Argentina aún es escasa (Michetti et al., 2002; 2003; 2004), por lo que la identidad de las especies citadas históricamente requiere confirmación.

En esta contribución se analiza detalladamente la morfología vegetativa y el proceso de germinación de las zoósporas de una especie de *Draparnaldia* coleccionada en la provincia de Buenos

Aires. Los resultados han permitido identificarla como *D. mutabilis* (Roth) Bory, un nuevo y primer registro fundamentado de *Draparnaldia* para la Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material fue coleccionado en el Arroyo del Loro, Villa Ventana, Partido de Torquinst, Prov. de Buenos Aires (38° 8' 60" S, 61° 47' 60" O), y depositado en BBB como una preparación permanente. Las observaciones se realizaron sobre material proveniente del medio natural con un microscopio Carl Zeiss Axiolab con contraste de fases. La identificación específica se realizó utilizando como referencia principal la revisión morfológica de Forest (1956) y se confirmó con la evaluación crítica de las descripciones publicadas por Printz (1964).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Morfología

El estudio de la morfología del sistema de ramificación del talo, de la morfología de los cloroplastos y del proceso de germinación de las zoósporas permitió identificar el material coleccionado como *Draparnaldia mutabilis* (Roth) Bory.

El análisis del material confirmó que en *D. mutabilis* hay un predominio del sistema erguido y que el sistema postrado, inconspicuo, está representado sólo por rizoides que pueden ser considerados simplemente como ramificaciones del sistema erguido (Cox & Bold, 1966). En consecuencia esta especie no es heterótrica en un sentido estricto, si bien la heterotricidad es una característica del Orden Chaetophorales.

Se confirmó también que *D. mutabilis* presenta tanto cloroplastos parietales enteros, como en la mayoría de las Chaetophorales, como cloroplastos con notorias lobulaciones tal como ya fue observado en *D. glomerata* y *Uronema* Lagerheim (Schlösser, 1987; Ducher et al., 1988). La mayor diferenciación en los cloroplastos la manifiestan las células de los ejes principales, las cuales presentan cloroplastos fimbriados o reticulados tal como se observa en las células del sistema postra-

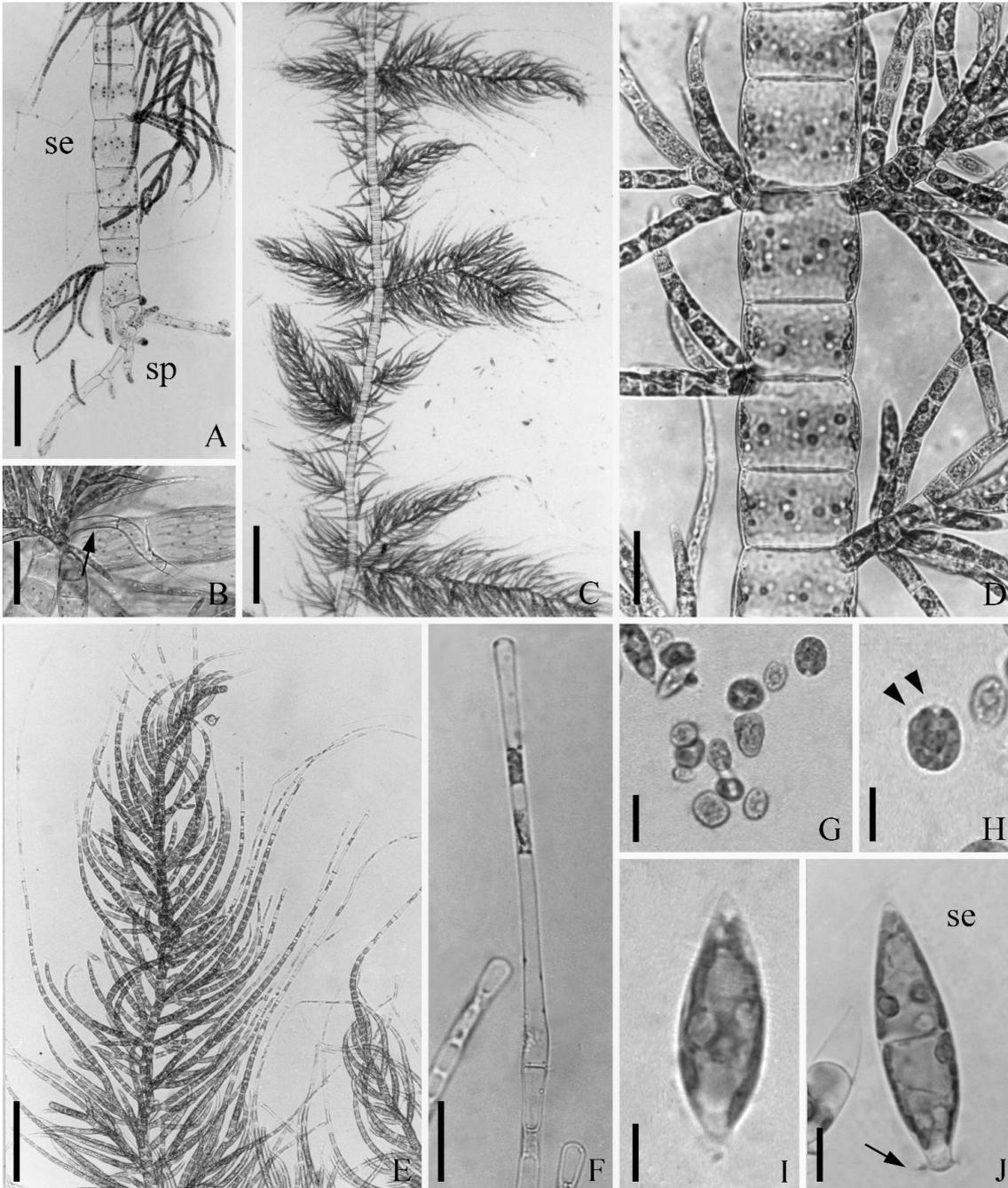


Fig. 1. *Draparnaldia mutabilis*. **A**, sistema postrado compuesto por rizoides. **B**, detalle de un rizoide que surge del sistema erguido (flecha). **C**, vista general del sistema erguido. **D**, detalle de una porción del sistema erguido con un eje principal y fascículos de ramificaciones. **E**, detalle de un fascículo lateral; nótese el raquis y los filamentos que rematan en pelos hialinos. **F**, detalle de un pelo hialino roto. **G**, grupo de zoósporas fijadas. **H**, detalle de una zoóspora rodeada por una delicada capa de mucílago (puntas de flecha). **I**, plántula unicelular ahusada resultado de la germinación erguida de una zoóspora. **J**, plántula bicelular con un disco de fijación basal (flecha). Escalas: **A**, **E** = 100 μ m; **B** = 50 μ m; **C** = 200 μ m; **D**, **F** = 30 μ m; **G** = 10 μ m; **H**, **I**, **J** = 5 μ m; Abreviaturas: se, sistema erguido; sp, sistema postrado. **A-J**, de P. I. Leonardi D1.

do de *Fritschiella tuberosa* Iyengar, una especie de la familia Chaetophoraceae que también manifiesta una pronunciada diferenciación del talo vegetativo (McBride, 1970).

Se observó un tipo de germinación estrictamente erguido para *D. mutabilis*, es decir que el sistema postrado desarrolla tardíamente tal como ya había sido indicado para esta especie y para *D. plumosa* (Johnson, 1893; van Beem & Simons, 1988). Una forma similar de germinación a la expuesta se observó en algunas especies de *Draparnaldiopsis* Smith & Klyver, un género afín a *Draparnaldia*, *Stigeoclonium* y *Chaetophora* (Singh, 1942; Simons et al., 1986; Michetti et al., 2004), que tienen en común el predominio del sistema erguido sobre el postrado, rasgo que alcanza su máxima expresión en *Draparnaldia* y *Draparnaldiopsis*. Estas observaciones indican que en las Chaetophoraceae la ontogenia de la germinación de las zoósporas puede contribuir a mostrar tempranamente el grado de desarrollo relativo final que tendrán las porciones postrada y erguida en los talos adultos tal como ya fue sugerido para *Stigeoclonium* (Cox & Bold, 1966).

El análisis detallado de los rasgos vegetativos realizado en este trabajo es relevante, dado que las diagnósticas específicas del género se realizan exclusivamente sobre la base de estos caracteres. Asimismo, el estudio de la reproducción contribuye a brindar información sobre aspectos poco estudiados en el género.

Los resultados expuestos constituyen el primer estudio morfológico de una especie argentina de *Draparnaldia*.

TRATAMIENTO TAXONÓMICO

Draparnaldia mutabilis (Roth) Bory, Ann. Mus. Hist. Nat. 12: 402. 1808. *Conferva mutabilis* Roth, Cat. Bot. 1: 197. 1797. TIPO: *Bridgport, Conn., IX 1894, I. Holden 20* (holotipo, Phyc. Bor. Am). Fig 1.

Talos epifíticos o epilíticos envueltos por una ligera capa de mucílago; unidos al sustrato por un sistema postrado formado por rizoides multicelulares ramificados, sinuosos que surgen a partir de las células inferiores de los ejes principales del sistema erguido (Fig. 1A). El anclaje del sistema

postrado puede estar reforzado por rizoides que surgen de la base de las ramificaciones de los ejes principales del sistema erguido (Fig. 1B). Sistema erguido muy desarrollado y con una marcada diferenciación entre ejes principales y ramificaciones (Fig. 1C). Ejes principales con crecimiento indeterminado, formados por células cilíndricas o algo constrictas en el nivel de las paredes celulares transversales, de 35-60 μm de diámetro, 0,4-1 (1,3) veces más largas que anchas (Fig. 1D). Cloroplasto parietal fimbriado, reticulado en células de mayor tamaño, que ocupa la zona central de la célula, con 5-15 (20) pirenoides dependiendo del tamaño celular (Fig. 1D). Ramificaciones cortas con crecimiento definido, agrupadas en fascículos densos perpendiculares al eje principal; lanceolados en contorno, opuestos, alternos o algunas veces verticilados, que se originan en un nivel cercano a las paredes transversales del eje principal, formados por un eje o raquis que se reconoce hasta el límite del fascículo (Fig. 1C, E). En cada fascículo ocurren ramificaciones alternas, opuestas o verticiladas, puntia-gudas o terminadas en largos pelos hialinos, multicelulares y romos (Fig. 1D-F). Células de las ramificaciones de 6-8 μm de diámetro y 1,7-2,5 veces más largas que anchas, con 1 cloroplasto parietal entero que ocupa toda la célula o la zona central, con 3-6 pirenoides en las células del raquis y 1-2 (3) pirenoides en el resto de las células del fascículo (Fig. 1D).

Reproducción asexual por medio de zoósporas tetraflageladas piriformes de 6-7 μm de diámetro y 8,5 μm de longitud (Fig. 1G). Las zoósporas se fijan al sustrato por su papila anterior, se recubren de un delicado estrato de mucílago (Fig. 1H) y germinan originando una plántula ahusada, que constituye el incipiente sistema erguido, la cual se adhiere al sustrato por un disco basal que representa el sistema postrado (Fig. 1I, J).

Distribución geográfica y hábitat. Cosmopolita, presente en aguas frías y bien aireadas.

Material examinado

ARGENTINA. **Buenos Aires.** Pdo. de Torquinst: Villa Ventana, 16-VII-1993, *Leonardi D1* (BBB).

Observaciones. Cedergren (1920), cuando modificó el esquema de Hazen (1902), reconoció como nombre válido *D. mutabilis* (Roth) Cedergren en lugar de *D. plumosa* (Vauch) C. Agardh. Más tarde Forest (1956) agrupó a *D. plumosa*, *D. acuta* (C. Agardh) Kütz y *D. glomerata* en una sola entidad, *D. mutabilis* (Roth) Bory, por considerar que las diferencias en la morfología de los fascículos, carácter utilizado para distinguirlas, no justificaban tal separación. Este autor advirtió que los dos nombres que recibía la especie, es decir *D. mutabilis* (Roth) Cedergren [= *D. plumosa* (Vauch) C. Agardh 1812] y *D. mutabilis* (Roth) Bory [= *D. glomerata* (Vauch) C. Agardh 1812], estaban referidos al mismo basónimo y señaló que la aparente confusión de los dos nombres es insignificante dado que *D. glomerata* y *D. plumosa* son inseparables y aceptó *D. mutabilis* (Roth) Bory 1808. Esta propuesta fue posteriormente aceptada por otros investigadores (John, 1984; van Beem & Simons, 1988; Branco et al., 2002; Skinner & Etwisle, 2004) y es la que adoptamos en este trabajo. Lamentablemente Forest (1956) no estableció con claridad la sinonimia como tampoco lo hicieron los investigadores posteriores, por carecer de toda la información pertinente dado que los *Exsiccatae* se han extraviado (Skinner & Etwisle, 2004).

En Argentina se habían citado previamente dos especies del género: *D. glomerata* para las provincias de Chubut (Guarrera & Kühnemann, 1949) y Santa Cruz (Seckt, 1950-56) y *D. pusilla* para las Islas Malvinas. Además, una especie no determinada del género fue citada por Guarrera & Kühnemann (1949) para la Patagonia y otra para la provincia de Corrientes por Varela et al. (1978). Dado que todas estas citas carecen de descripciones e ilustraciones, no nos fue posible realizar comparaciones con los ejemplares de *D. mutabilis* descritos en este trabajo. Por lo expuesto consideramos a la presente como la primera cita cierta y fundamentada de *D. mutabilis* para la República Argentina.

Clave para distinguir algunas especies de *Draparnaldia*

La siguiente clave incluye las especies mejor definidas de acuerdo a las descripciones e ilustra-

ciones realizadas por Hazen (1902), Forest (1956; 1957) y Printz (1964).

1. Ramificaciones en fascículos globulares que se superponen entre sí dando al talo un aspecto corticado, sin distinción de un raquis o eje central 2
- 2(1). Fascículos cortos, de longitud raramente mayor que el diámetro de los filamentos principales *D. ravenelli* Wolle
2. Fascículos de longitud mayor que el diámetro de los filamentos principales *D. baicalensis* Meyer
 1. Ramificaciones en fascículos no globulares
 - 3(1). Fascículos alargados, elípticos, con un raquis claramente distinguible 4
 - 4(3). Fascículos de escaso desarrollo, con largas ramificaciones originadas cerca de la base del raquis *D. arenaria* Meyer
 4. Fascículos de gran desarrollo, sin distinción de ramificaciones basales *D. mutabilis* (Roth) Bory
 3. Fascículos cortos con un raquis escasamente discernible *D. arnoldii* Meyer

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado con subsidio otorgado a E. J. C. por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur, PGI 24/BE094. P. I. L. es miembro de la Carrera de Investigador (CONICET) y E. J. C. es miembro de la Carrera de Investigador (CIC). Agradecemos a los árbitros y a la Dra. S. Denham por las valiosas sugerencias que permitieron mejorar el manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Bourrelly, P. 1966. *Les Algues d'eau douce. Initiation à la Systématique, vol. 1: Les Algues Vertes*. Paris: Boubée.
- Branco, C. C. Z.; O. J. Necchi & L. H. Z. Branco. 2002. Taxonomy and ecological distribution of Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta) in lotic ecosystems from São Paulo State, southeastern Brazil. *Arch. Hydrobiol. / Algolog. Stud.* 106: 43-75.
- Cedergren, G. R. 1920. *Draparnaldia mutabilis* (Roth) comb. nov. *Bot. Notiser* 1920: 159-160.
- Cox, E. R. & H. C. Bold. 1966. Phycological Studies. VII. *Taxonomic investigations of Stigeoclonium*. *Univ. Texas Publ.* 6618: 1-167.
- Ducher, M.; P. Didier & M. Zeghal. 1988. Morphologie et cytologie comparées de *Draparnaldia mutabilis* (Chaetophorales, Chlorophyta) cultivé sous différentes lumières oligochromatiques. *Cryptogamie Algol.* 9: 133-142.
- Forest, H. S. 1956. A study of the genera *Draparnaldia* Bory and *Draparnaldiopsis* Smith and Klyver. *Castanea* 21: 1-29.
- Forest, H. S. 1957. The remarkable *Draparnaldia* species of Lake Baikal, Siberia. *Castanea* 22: 126-134.
- Gibson, M. T & B. A. Whitton. 1987. Influence of phosphorus

- on morphology and physiology of freshwater *Chaetophora*, *Draparnaldia* and *Stigeoclonium* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Phycologia* 26: 59-69.
- Guarrera, S. A. & O. Kühnemann. 1949. Catálogo de las "Chlorophyta" y "Cyanophyta" de agua dulce de la República Argentina. *Lilloa* 19: 219-318.
- Hazen, T. E. 1902. The Ulotrichaceae and Chaetophoraceae of the United States. *Mem. Torrey Bot. Club* 11: 135-250.
- John, D. M. 1984. On the systematics of the Chaetophorales, en D. E. G. Irvine & D. M. John (eds.), *Systematics of the Green Algae*, pp. 207-232. London: Academic Press.
- Johnson, L. N. 1893. Observations on the zoospores of *Draparnaldia*. *Bot. Gaz.* 18: 294-298.
- Johnstone, I. M. 1978a. Phenotypic plasticity in *Draparnaldia* (Chlorophyta: Chaetophoraceae). I. Effects of the chemical environment. *J. Phycol.* 14: 302-308.
- Johnstone, I. M. 1978b. Phenotypic plasticity in *Draparnaldia* (Chaetophoraceae). II. The physical environment and conclusions. *Amer. J. Bot.* 65: 608-614.
- McBride, G. E. 1970. Cytokinesis and ultrastructure in *Fritschella tuberosa* Iyengar. *Arch. Protistenkd.* 112: 365-375.
- Michetti, K. M.; P. I. Leonardi & E. J. Cáceres. 2002. Light and electron microscopic study on the formation, structure and germination of akinetes of *Stigeoclonium tenue* (Chaetophorales, Chlorophyceae). *Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud.* 105: 111-124.
- Michetti, K. M.; P. I. Leonardi & E. J. Cáceres. 2003. Precisiones sobre la morfología y ultraestructura del talo de *Chaetophora elegans* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Darwiniana*, 41: 37-41.
- Michetti, K. M.; P. I. Leonardi & E. J. Cáceres. 2004. Zoospore germination and germling development in *Chaetophora elegans* (Chaetophorales, Chlorophyta). *Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud.* 111: 115-126.
- Printz, H. 1964. *Die Chaetophorales der Binnengewässer*. Den Haag: Dr. W. Junk.
- Schlösser, U. G. 1987. Actions of cell wall autolysins in asexual reproduction of filamentous green algae: evidence and species specificity, en W. Wiessner, D. G. Robinson & R. C. Starr (eds.), *Algal Development (Molecular and Cellular Aspects)*, pp. 75-80. Berlin: Springer.
- Seckt, J. 1931. Fenómenos de epifitismo en algas del agua dulce. *Revista Univ. Nac. Córdoba* 18: 84-133.
- Seckt, J. 1950-1956. Estudios hidrobiológicos hechos en las aguas de la Cordillera del Sud. *Bol. Acad. Nac. Cienc. Córdoba* 39: 290-339.
- Simons, J.; A. P. van Beem & P. J. R. de Vries. 1986. Morphology of the prostrate thallus of *Stigeoclonium* (Chlorophyceae, Chaetophorales) and its taxonomic implications. *Phycologia* 25: 210-220.
- Singh, R. N. 1942. Reproduction in *Draparnaldiopsis indica* Bharadwaja. *New Phytol.* 41: 262-273.
- Skinner, S. & T. J. Entwisle. 2004. Non-marine algae of Australia: Macroscopic Chaetophoraceae (Chaetophorales, Chlorophyta). *Telopea* 10: 613-633.
- Suomalainen, E. 1933. Über den Einfluss ausserer Faktoren auf die Formbildung von *Draparnaldia glomerata* Agardh. *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fennicae Vanamo* 4: 1-14.
- Tell, G. 1975. Chlorophyta continentales de Tierra del Fuego I. *Physis* B 34: 15-25.
- van Beem, A. P. & J. Simons. 1988. Growth and morphology of *Draparnaldia mutabilis* (Chlorophyceae, Chaetophorales) in synthetic medium. *Br. Phycol. J.* 23: 143-151.
- Varela, M.; M. Corrales, G. Tell, A. Poi de Neiff & J. Neiff. 1978. Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo. V. Biota acuática de la laguna la Brava y caracteres del hábitat. *Ecosur* 5 (9): 97-118.