

MOHOS ACUÁTICOS CON METABOLISMO FERMENTATIVO EN AGUAS CONTAMINADAS DEL PARTIDO DE ENSENADA (BUENOS AIRES, ARGENTINA)

MÓNICA M. STECIOW¹ y LORENA A. ELÍADES²

Summary: Fermentative water molds in polluted freshwater of Partido de Ensenada (Buenos Aires, Argentina). Two saprotrophic zoosporic fungi found in polluted environments: *Leptomitius lacteus* (Roth) Agardh (Leptomitales, Oomycota) and *Blastocladiia ramosa* Thaxter (Blastocladales, Chytridiomycota), are new records for Argentina. The genus *Leptomitius* Agardh is also a new record from the country.

Key words: Oomycota, Leptomitales, Chytridiomycota, Blastocladales, *Leptomitius lacteus*, *Blastocladiia ramosa*, pollution.

Resumen: Dos especies de mohos acuáticos saprótrofos encontrados en ambientes contaminados del partido de Ensenada: *Leptomitius lacteus* (Roth) Agardh (Leptomitales, Oomycota) y *Blastocladiia ramosa* Thaxter (Blastocladales, Chytridiomycota), se citan y describen por primera vez para la Argentina, habiendo sido encontrados en ambientes contaminados. El género *Leptomitius* Agardh es una nueva cita para el país.

Palabras clave: Oomycota, Leptomitales, Chytridiomycota, Blastocladales, *Leptomitius lacteus*, *Blastocladiia ramosa*, contaminación.

INTRODUCCIÓN

Esta contribución es continuación de una línea de trabajo abocada al aislamiento de organismos acuáticos en ambientes donde la influencia antrópica está predominantemente enmarcada por los vuelcos del polo petroquímico de la destilería de Ensenada (Steciow *et al.*, 2001 a, b).

Las especies del Orden *Leptomitales* son organismos típicos de ambientes contaminados y son capaces de crecer en condiciones de anaerobiosis. Por esta razón se han realizado varios estudios acerca de su metabolismo y su capacidad para utilizar el ión sulfato como fuente de azufre (Schade, 1940; Schade & Thimann, 1940; Cantino, 1955; Gleason, 1968).

Por otra parte se ha visto que *Leptomitius lacteus* no es capaz de utilizar azúcares como fuentes de carbono, tales como la glucosa. Requiere fuentes orgánicas de nitrógeno y puede utilizar alanina y leucina como fuente de carbono y nitrógeno. Es capaz de utilizar el acetato, piruvato y ácidos grasos, los que están fácilmente disponibles en los desechos cloacales (Hudson, 1986). Una adaptación de este organismo, es la capacidad para formar micelio

y reservar material de un determinado sustrato con tal economía (no formar esporas de reposo), cuyo abastecimiento de alimento puede ser interrumpido por varios períodos, sin formación de estructuras de resistencia. Esto explicaría la razón del crecimiento "in vitro" de esta y otras especies, en medios muy diluidos en nutrientes y en los cuales también se los puede hallar en la naturaleza.

Las especies pertenecientes al orden Blastocladales están caracterizadas por tener un metabolismo fermentativo, y son capaces de crecer en ambientes con muy bajo contenido de oxígeno disuelto y alto contenido de dióxido de carbono (Cantino, 1949; Held *et al.*, 1969; Emerson & Natvig, 1981) por lo que se los ha encontrado en ambientes de aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica, tales como pantanos y ambientes con desechos cloacales.

En nuestro país, los aportes referentes a la presencia de los mohos acuáticos zoosporicos pertenecientes al orden Blastocladales se remiten sólo al hallazgo de *Allomyces arbuscula* Butler y de *Catenaria anguillulae* Sorokin encontrados en Río Santiago (Steciow, 1993) y en laguna Vitel (Steciow, 1998), respectivamente. Asimismo se han encontrado otras especies del género *Blastocladiia*, tales como *B. globosa* y *B. pringsheimii*, en la laguna Vitel (Steciow, 1999) y *B. incrassata*, *B. sparrowii*

¹ Miembro de la Carrera de Investigador, CONICET, Instituto de Botánica Spegazzini, Calle 53 N° 477, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

² Becario de la CIC.

y *B. tenuis* aisladas previamente en estos ambientes del Partido de Ensenada (Steciow *et al.*, 2001 b).

El objetivo de esta contribución es dar a conocer la presencia de *Leptomitius lacteus* (Roth) Agardh y *Blastocladia ramosa* Thaxter en la Argentina, halladas en particular en ambientes contaminados con hidrocarburos vinculados al polo petroquímico del Partido de Ensenada (Buenos Aires), por lo que constituyen los hallazgos más australes de las especies mencionadas en el Hemisferio Sur.

MATERIAL Y MÉTODO

Uno de los lugares muestreado fue el Arroyo El Zanjón, que se encuentra ubicado en el Partido de Ensenada, Provincia de Buenos Aires. Se caracteriza por la presencia de diferentes contaminantes, tales como hidrocarburos aromáticos y alifáticos, con alto contenido de materia orgánica y condiciones de estancamiento. Dicho cuerpo de agua recibe efluentes de la industria petroquímica y siderúrgica, así como también efluentes domiciliarios y plaguicidas provenientes de asentamientos humanos cercanos.

Las concentraciones de hidrocarburos presentes en las muestras de agua son de 18,7 µg/l de alifáticos y 1,06 µg/l de aromáticos. Estos valores se obtuvieron mediante cromatografía gaseosa en los Laboratorios de Química Ambiental de UNLP. Los valores pH del agua oscilan entre 6,5 y 7,5.

El otro sitio de muestreo elegido fue un canal artificial cercano a la destilería REPSOL-YPF (Pdo. Ensenada), situado frente a la planta procesadora de azufre y ácido sulfhídrico PROSUL, donde el contenido de hidrocarburos totales fue de 261900 µg/g, el de alifáticos totales fue de 17673,51 µg/g (de cadenas que van de C14 al C28), mientras que el contenido de hidrocarburos aromáticos fue de 1874,91 µg/g (valores obtenidos de muestras de sedimento).

Se tomaron muestras de agua superficial, con materia orgánica en suspensión (restos de tallos, hojas, etc.), las que fueron colocadas en cajas de Petri estériles, a las que se adicionaron semillas de *Brassica* sp. estériles. Al cabo de 4 a 6 días se desarrollaron las colonias sobre las semillas, de donde se aisló la cepa perteneciente al O. Leptomitales, que se mantuvo en cultivo de agua por agregado de nuevas semillas estériles y luego se aisló en medio

de cultivo sólido de agar harina de maíz (CM).

La cepa de *Blastocladia ramosa*, en cambio, se obtuvo a partir de muestras de agua superficial y con materia orgánica en suspensión, colocadas en recipientes de 500 ml, con frutos de *Rosa* sp. esterilizados con alcohol y flameados, a modo de sustrato. Al cabo de 1 a 3 meses, se desarrollaron pústulas blancas y densas sobre los frutos, las que fueron mantenidas en cultivos de agua por agregado de nuevos frutos de *Rosa* sp. esterilizados.

Las identificaciones se realizaron utilizando los trabajos de Sparrow (1943, 1960), Karling (1977), Milanez & Trufem (1981, 1984) y Fuller & Jaworski (1987).

RESULTADOS

Leptomitales

Leptomitius lacteus (Roth) Agardh, *Systema algarum*, p 47. 1824. (Fig.1, A - C; Fig. 2, A - D)

Conferva lactea Roth, *Catalecta botanica* 2: 216. 1800.

Leptomitius libertiae Agardh, *loc. cit.*, p. 49. 1824.

Saprolegnia lactea Pringsheim, *Jahrb. wiss. Bot.* 2: 228. 1860.

Apodya lactea, *Ann. Sci. Nat. Bot.*, V, 15: 14. 1872.

Saprolegnia corcagiensis Hartog, *Quart. J. Micro. Sci.* (N.S.) 27: 429. 1886-87.

Talo-filamentoso con ramificación monopodial, y dicotómica en su base; porción basal robusta, hasta 48 µm diám., con ramas de 8-16 µm diám. Hifas con constricciones a intervalos variables determinando segmentos hasta 400 µm, cada uno de los cuales contiene uno o más discos de celulina. Zoosporangios cilíndricos terminales o en sucesión basípeta, 92-197 µm de largo x 10,5-20,5 µm de ancho. Zoosporas primarias piriformes, biflageladas, de 10-11 µm diám., disponiéndose en una hilera en el esporangio, ocasionalmente en forma irregular, zoosporas secundarias biflageladas. No se observan órganos de reproducción sexual.

Hábitat: especie saprótrufa formando matas sobre restos vegetales; en limnobios con desechos cloacales e industriales, principalmente en aguas con gran contenido orgánico, baja concentración de oxígeno disuelto y alto grado de contaminación (Sparrow, 1943, 1960).

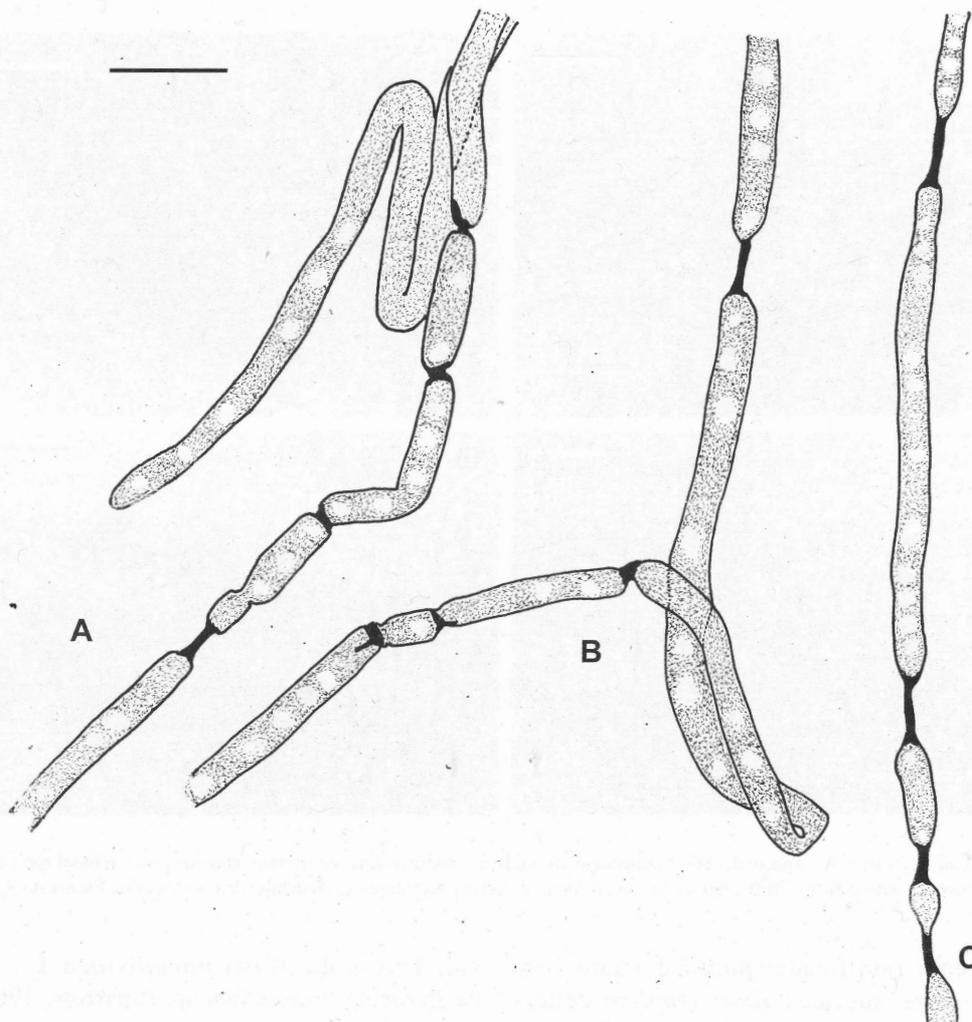


Fig. 1. *Leptomitius lacteus*. A - C: detalle del micelio con constricciones características, con o sin ramificaciones. Escala: 50 μ m.

En cultivo, sobre semillas de *Brassica* sp. en agua destilada estéril.

Material estudiado: ARGENTINA. Buenos Aires. Partido de Ensenada, Arroyo El Zanjón, 10/99, Steciow s.n. (LPS 45648).

Distribución geográfica: Argentina, Alemania, Gran Bretaña, Francia, Estados Unidos, Alaska (Sparrow, 1960).

Observaciones: Esta especie se encontró asociada en las muestras con *Achlya conspicua* sobre las semillas de *Brassica* sp. ya que difícilmente crece sola sobre un determinado sustrato, por lo que muchas veces su presencia es soslayada. El micelio presenta constricciones características, dispuestas a intervalos más o menos regulares. Es-

tas constricciones están taponadas por gránulos de celulosa, altamente refringentes. Se conoce como "sewage fungus", ya que se encuentra en aguas contaminadas con desechos cloacales (Cooke, 1954; Hudson, 1986).

Blastocladales

Blastocladia ramosa Thaxter, *Bot. Gaz.* 21: 50. 1896. (Fig. 3, A; Fig. 4, A-D).

Célula basal del talo cilíndrica, dividida dicotómica o subdicotómicamente en su porción distal, en dos a varios ejes secundarios ligeramente ahusados, los cuales se ramifican simpodialmente o de forma irregular; *porción basal* delicada,

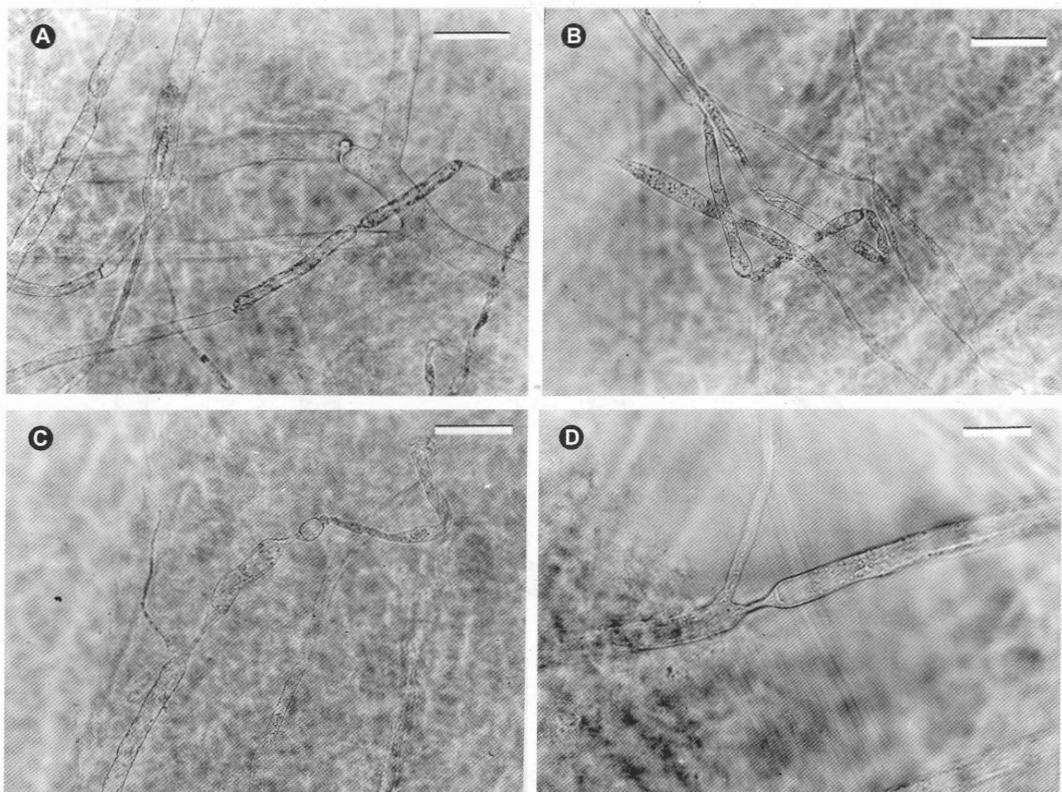


Fig. 2. *Leptomitius lacteus*. A: aspecto del talo filamentos, dividido dicotómicamente en su base, con una porción basal robusta. B - C: hifas con constricciones características, taponadas con celulosa de aspecto refringente. D: detalle de constricción. Escala A - C: 50 μ m; D: 20 μ m.

escasamente ramificada; *pared* del talo lisa, delgada; *setas* ausentes *Talo completo* delicado, con un hábito ramoso abierto que alcanza hasta 350 - 700 μ m long. *Esporangios* terminales y subterminales, sobre ramas cortas, ovoides, con una base truncada, o fusiformes, de 22 - 70 μ m long. x 6 - 24 μ m diám., con una papila apical de descarga. *Zooporas* numerosas, elipsoidales o piriformes, de 6 - 7 μ m long. x 5 - 6 μ m diám., posteriormente uniflageladas. *Esporangios* frecuentemente deciduos. *Esporangios de reposo* ovoides, claviformes o espatulados, con un ápice redondeado y base angosta truncada, de 20 - 44 μ m long. x 14-28 μ m diám., de pared poco gruesa, diminutamente punteada, incolora o ligeramente castaña, germinación no observada.

Sustrato de cultivo: especie saprótrófa sobre tallos sumergidos de *Populus* sp., *Malus*

sp., frutos de *Musa paradisiaca* L., frutos de *Pyrus* sp. y *Solanum* sp. (Sparrow, 1960).

Material estudiado: ARGENTINA. Buenos Aires, Pdo. de Ensenada, canal artificial frente a PROSUL, 11/99, Steciow s.n. (LPS 45647).

Distribución geográfica: Argentina, Alemania, Australia, Brasil, China, Estados Unidos de América, Gran Bretaña, India, Japón (Sparrow, 1960; Bhargava & Singh, 1965; Milanez & Trufem, 1981, 1984).

Observaciones: forma pústulas diminutas, puras o mezcladas con otros mohos acuáticos sobre los sustratos mencionados, y en algunos casos ha sido mantenida en medios de cultivo en el laboratorio (Emerson & Cantino, 1948; Fuller & Jaworski, 1987). Se la reconoce por su talo dividido dicotómicamente, y por sus esporangios deciduos, ovoides y de base truncada, o fusiformes.

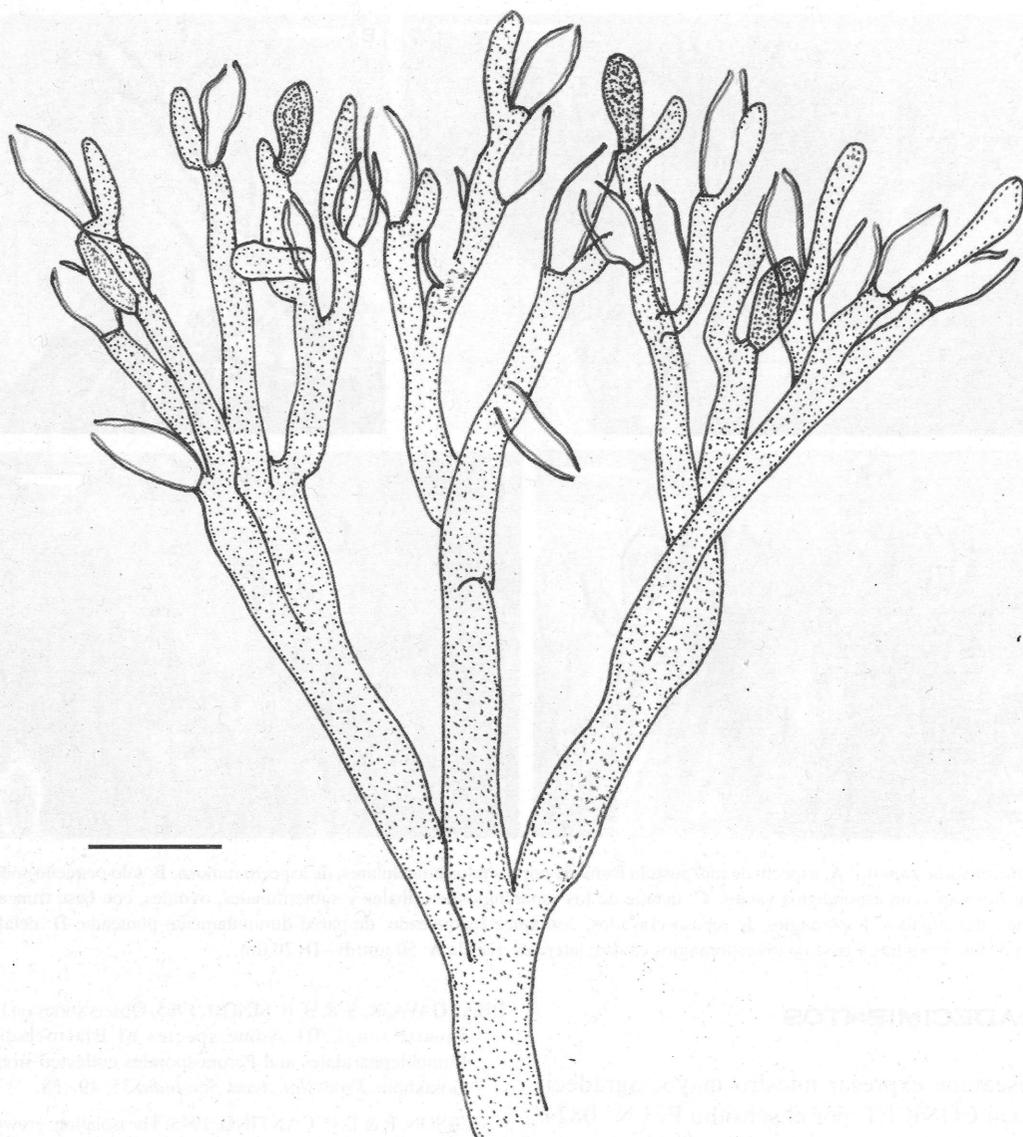


Fig. 3. *Blastocladia ramosa*: talo solitario con célula basal ramificada dicotómica o subdicotómicamente en varios ejes, de aspecto ramoso, con zoosporangios vacíos. Escala: 50 μ m.

CONCLUSIONES

Se citan por primera vez para nuestro país dos especies saprótrofas con metabolismo fermentativo: *Leptomitius lacteus* (Leptomitales, Oomycota) and *Blastocladia ramosa* (Blastocládiales, Chytridiomycota). Para las especies mencionadas se amplía la distribución geográfica en el hemisferio sur y en especial para América del Sur, siendo para *Blastocladia ramosa* el segundo hallazgo para esta porción del continente.

Se cita el género *Leptomitius* por primera vez para la Argentina.

Ambas especies han sido halladas en ambientes acuáticos de aguas estancadas, y en particular en el caso de *Leptomitius*, con aporte de efluentes cloacales e industriales, con alto contenido de materia orgánica. En nuestros lugares de estudio se suma además el aporte continuo de hidrocarburos provenientes del polo petroquímico de Ensenada, lo que estaría indicando una tolerancia o capacidad para poder metabolizarlos.

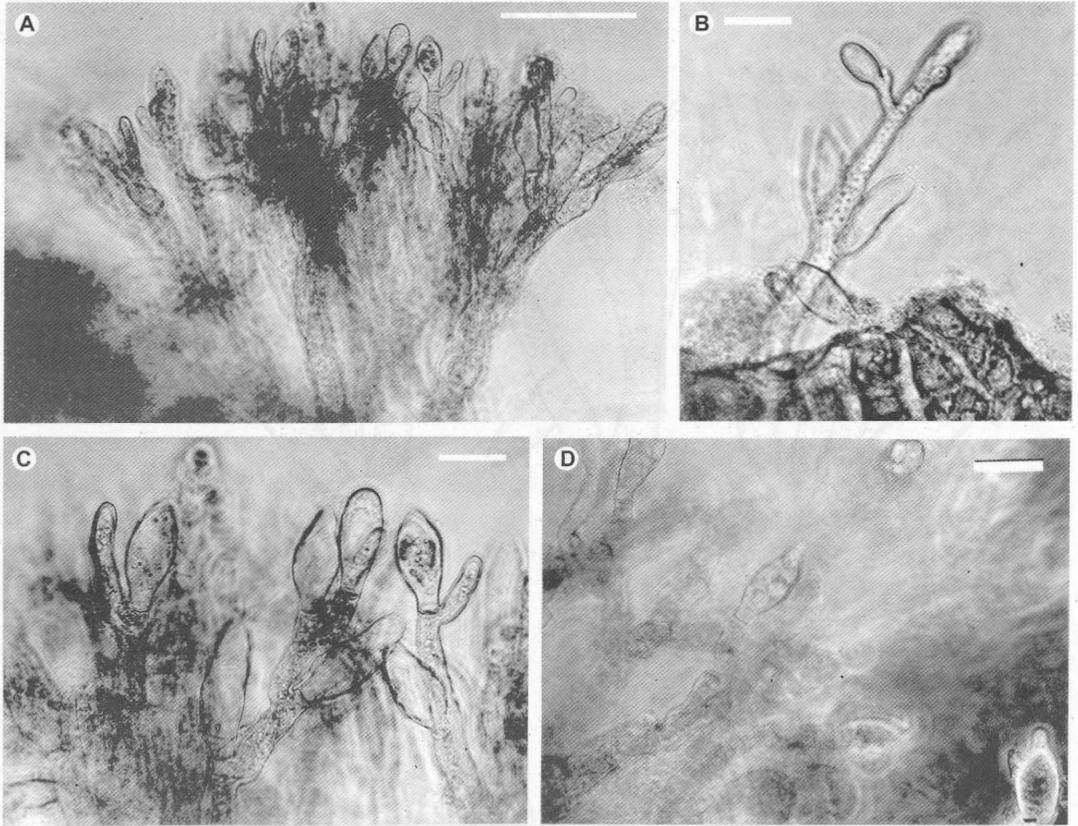


Fig. 4. *Blastocladia ramosa*. A: aspecto de una pústula formada por los talos unicelulares, de aspecto ramoso. B: talo pequeño sobre los frutos de *Rosa* sp., con esporangios vacíos. C: detalle de los esporangios terminales y subterminales, ovoides, con base truncada, o fusiformes, descargados. Esporangios de reposo clavados, con ápice redondeado, de pared diminutamente punteada. D: detalle de descarga de las zoosporas y base de los esporangios caídos, laterales. Escala A: 50 μ m; B - D: 20 μ m.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro mayor agradecimiento al CONICET, por el subsidio PEI N° 0824/98, y a la Universidad Nacional de La Plata, por el subsidio automático N 11/333, otorgados para el estudio de los hongos acuáticos zoospóricos.

BIBLIOGRAFÍA

- CANTINO, E. C. 1949. The physiology of the aquatic phycomycete, *Blastocladia pringsheimii*, with emphasis on its nutrition and metabolism. *Amer. J. Bot.* 36: 95 - 112.
- CANTINO, E. C. 1955. Physiology and phylogeny in the water molds - a reevaluation. *Quart. Rev. Biol.* 30: 138-149.
- COOKE, W. B. 1954. Fungi in polluted water and sewage. III. Fungi in a small polluted stream. *Sewage Indust. Wastes* 26: 790 - 794.
- BHARGAVA, K. S. & B. B. SINGH. 1965. Observations on Indian aquatic fungi. III. Some species of Blastocladiales, Monoblepharidales and Peronosporales collected from Gorakhpur. *Proc. Nat. Acad. Sci. India* 35: 49 - 58.
- EMERSON, R. & E. C. CANTINO. 1948. The isolation, growth and metabolism of *Blastocladia* in pure culture. *Amer. J. Bot.* 35: 157 - 171.
- EMERSON, R. & D. O. NATVIG. 1981. Adaptation of fungi to stagnant waters. In: WICKLOW, D. T. & G. C. CAROLL (eds.), *The fungal community: its organization and role in the ecosystem*, pp. 109 - 128. Marcel Dekker, New York.
- FULLER, M. S. & A. JAWORSKI. 1987. *Zoospore fungi in teaching and research*. Southeastern Publishing Corporation, Athens, Georgia.
- GLEASON, F. H. 1968. Nutritional comparisons in the Leptomitales. *Amer. J. Bot.* 55: 1003 - 1010.
- HELD, A. A., R. EMERSON, M. S. FULLER, & H. H. GLEASON. 1969. *Blastocladia* and *Aqualinderella*: fermentative water molds with high carbon dioxide optima. *Science* 165: 706 - 709.

- HUDSON, H. J. 1986. *Fungal Biology*. E. Arnold Publishing Ltd, Great Britain.
- KARLING, J. S. 1977. *Chytridiomycetarum Iconographia*. J. Cramer, Vaduz.
- SCHADE, A. L. 1940. The nutrition of *Leptomitus lacteus*. *Amer. J. Bot.* 27: 376 - 384.
- SCHADE, A. L. & K. V. THIMANN. 1940. The metabolism of the water-mold, *Leptomitus lacteus*. *Amer. J. Bot.* 27: 659 - 670.
- SPARROW, F. K., Jr. 1943. *The aquatic Phycomycetes, exclusive of the Saprolegniaceae and Pythium*. Ann. Arbor. Univ. Michigan Press, Michigan.
- SPARROW, F. K., Jr. 1960. *Aquatic Phycomycetes*. 2nd. ed. Ann. Arbor, Univ. Michigan Press, Michigan.
- MILANEZ, A. I. & S. F. B. TRUFEM. 1981. Ficomicetos em frutos submersos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo. *Rickia* 9: 7 - 15.
- MILANEZ, A. I. & S. F. B. TRUFEM. 1984. Fungos zoospóricos em frutos submersos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, II. *Rickia* 11: 77 - 84.
- STECIOW, M. M. 1993. Presencia de hongos zoospóricos en Río Santiago y afluentes (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Mastigomycotina. Darwiniana* 32: 265 - 270.
- STECIOW, M. M. 1998. Hongos acuáticos (Chytridiomycota, Oomycota) de la Laguna Vitel y tributarios (Chascomús, Argentina). *Darwiniana* 36: 101 - 106.
- STECIOW, M. M. 1999. Hallazgo de *Blastocladiopsis globosa* y *B. pringsheimii* (Blastocladales, Chytridiomycota) en arroyo Vitel Sur (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Darwiniana* 37: 335 - 339.
- STECIOW, M. M., L. A. ELÍADES & A. M. ARAMBARRI. 2001 a. El género *Gonapodya* (Monoblepharidales, Chytridiomycota) en ambientes contaminados de Ensenada (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36: 203 - 208.
- STECIOW, M. M., L. A. ELÍADES & A. M. ARAMBARRI. 2001 b. Nuevas citas de Blastocladiales (Blastocladiales, Chytridiomycota) en ambientes contaminados de Ensenada (Buenos Aires, Argentina). *Darwiniana* 39: 15 - 21.

Recibido el 22 de Agosto de 2001, aceptado el 17 de Diciembre de 2001.