TECAMEBIANOS (PROTOZOA: RHIZOPODA) DE UNA TURBERA DEL PARQUE NACIONAL PUYEHUE (40°45' S; 72°19' W), CHILE

THECAMOEBIANS (PROTOZOA: RHIZOPODA) OF THE PEATLAND FROM PUYEHUE NATIONAL PARK (40°45' S; 72°19' W), CHILE

Jaime Zapata¹, Miguel Yáñez² & Erich Rudolph¹

¹ Universidad de Los Lagos, Casilla 933, Osorno, Chile. jzapata@ulagos.cl

² Universidad del Bío-Bío, Casilla 5-C, Concepción. myanez@ubiobio.cl

ABSTRACT

Thecamoebians are protozoans that inhabit a wide variety of terrestrial and freshwater habitats, including wet soils, lakes, saltmarshes, peatlands, etc. Their fossil shells can be recuperated from sediments in quantity sufficient to permit estimation of relative abundance. The objective of this study was to provide a first report on the distribution of thecamoebian fauna within a peatland located in the Puyehue National Park, Chile. This study revealed 42 taxa belonging to 9 families and 15 genera of thecamoebians. Six taxa (*Arcella artocrea*, *Diffugia elegans*, *Euglypha* sp. "A", *Heleopera* sp. "A", *Hyalosphenia subflava* and *Nebela speciosa*) have not previously been recorded from Chile. We have used an informal infraspecific nomenclature to account for the variability in shell morphology within some species (*Centropyxis constricta*, *Centropyxis ecornis*, *Certesella martiali* and *Heleopera petricola*). In the four microsites studied two groups of characteristic thecamoebian species were distinguished. The results of this study suggest that Oxygen and pH may influence the distribution of thecamoebians in the peatland.

KEYWORDS: Peatland, *Sphagnum*, Rhizopoda, Thecamoebians.

RESUMEN

Las tecamebas son protozoos que habitan una amplia variedad de ambientes terrestres y de aguas dulces, incluyendo suelos húmedos, lagos, marismas, turberas, etc. Sus tecas o conchillas fósiles pueden ser recuperadas de los sedimentos en cantidades suficientes como para permitir la estimación de su abundancia relativa. El objetivo de este estudio fue entregar el primer antecedente descriptivo de la distribución de la tecamebofauna en la turbera localizada en el Parque Nacional Puyehue, Chile. Este estudio reveló 42 taxa pertenecientes a 9 familias y 15 géneros de tecamebas. Seis taxa (*Arcella artocrea*, *Diffugia elegans*, *Euglypha* sp. "A", *Heleopera* sp. "A", *Hyalosphenia subflava* y *Nebela speciosa*) no habían sido registradas previamente en Chile. Además, se utilizó una nomenclatura infraespecífica informal para diferenciar la variabilidad en la morfología de la teca de algunas especies (*Centropyxis constricta*, *Centropyxis ecornis*, *Certesella martiali* y *Heleopera petricola*). En los cuatro micrositios estudiados se distinguieron dos grupos de tecamebas. Los resultados de este estudio sugieren que el oxígeno y pH podrían influenciar la distribución de las tecamebas en la turbera.

PALABRAS CLAVES: Turbera, *Sphagnum*, Rhizopoda, Tecamebas.

INTRODUCCION

Las tecamebas son protozoarios cubiertos por una teca o conchilla formada de material aglutinado, silíceo o raramente de fosfato cálcico, que posee

una buena disposición a preservarse una vez que el organismo muere, especialmente en sedimentos del Holoceno. Estos organismos viven en ambientes terrestres húmedos, lacustres, salobres, sobre musgos, en ríos, turberas, etc. (Medioli & Scott 1983; Patterson

et al. 1985; Medioli *et al.* 1990; Scott *et al.* 2001; Zapata *et al.* 2002; Zapata 2005). Son particularmente abundantes y bien preservados en turberas esfagnosas (con predominio del musgo *Sphagnum*), donde se estima que representan del 5 al 30 % del total de la masa microbiana (Warner 1987; Gilbert *et al.* 1998; Mitchell *et al.* 2003). Las conchillas fósiles encontradas en la turba, en sedimentos de lagos, al interior de suelos ha permitido inferir cambios ambientales pasados (Schönborn 1962; Meisterfeld 1977; Tolonen 1986). Además, la rápida respuesta a los cambios ambientales estresantes (pH, temperatura, metales pesados, materia orgánica, etc.) mediante la modificación de su cenosis y morfología conchillar hace de estos organismos unos excelentes bioindicadores ambientales y paleoecológicos (Medioli & Scott 1983; Asioli *et al.* 1996; Patterson *et al.* 1996; Reinhardt *et al.* 1998; Bobrov *et al.* 2004; Mitchell 2004; Booth & Zygmunt 2005). En Chile, los únicos trabajos que mencionaron tecamebas presentes en musgos o en turberas fueron los de Wailes (1913), Jung (1942), Hoogenraad & Groot (1955), Bonnet (1966) y Zapata (2005). La aplicación que se ha estado haciendo de las tecamebas en la reconstrucción paleoclimática desde turberas (Warner & Charman 1994; Charman *et al.* 1999), su uso como indicadores de contaminación en lagos (Beyens *et al.* 1995; Kumar & Patterson 2000; Patterson & Kumar 2000) y en la evaluación de los cambios del nivel mar, etc. (Scott & Medioli 1980; Horton & Edwards 2006), hace necesaria una mayor atención hacia este grupo de organismos en los diferentes ambientes que habitan en Chile. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es aportar antecedentes de las tecamebas presentes en una turbera esfagnosa del Parque Nacional Puyehue, situada en el sector precordillerano a 720 m s.n.m.

MATERIALES Y METODOS

En el interior del Parque Nacional Puyehue, Región X, Chile (Fig. 1) existe una pequeña turbera que se ha ido formando gradualmente por relleno de sedimento y restos vegetales (principalmente del musgo *Sphagnum* o “pon pon”) de una pequeña laguna de aguas someras (3 m de profundidad), proceso conocido como terrenalización. En noviembre de 2006 se seleccionaron cuatro micrositios (I-IV) en la turbera. En tres micrositios (I-III) se extrajeron núcleos de musgo de 15 cm de altura mediante un tubo cilíndrico de PVC (6 cm de diámetro)

que fueron utilizados para calcular pH, temperatura, oxígeno y análisis de las tecamebas aplicando posteriormente la metodología sugerida por Hendon & Charman (1997) y Booth (2001, 2002). El micrositio IV correspondió a una poza carente de musgo desde la cual se sacaron 100 g de sedimento superficial a fin de medir los parámetros abióticos y extraer las tecamebas. En las preparaciones permanentes realizadas se contaron, para cada micrositio, los primeros 200 ejemplares de tecamebas (Booth & Zygmunt 2005) y luego se procedió a la identificación y posterior fotografiado de las especies al microscopio electrónico de barrido. Para el análisis de los datos obtenidos se usaron, con algunas modificaciones, los conceptos propuestos por Murray (1973) y Tinoco (1989), según los cuales la frecuencia corresponde al porcentaje (%) de individuos de un determinado taxón en un micrositio; y la constancia, que es un índice igual a: $C = p \times 100/P$; donde, C: es el índice de constancia; p: el número de muestras conteniendo la especie considerada; P: es el número total de micrositios. Además, las especies son consideradas: constantes (C) cuando están presentes en más del 60 % de los micrositios; accesorias (A): si están entre el 25 y 59 % de los micrositios; y accidentales (Ac): si la presencia de la especie es menor al 25 % de los micrositios. La similitud cualitativa entre los micrositios fue calculada empleando el índice de afinidad de Kulczynsky-2 (Monniot 1979): $K = [T_c (T_1 + T_2 / 2 (T_1 \times T_2))] \times 100$; donde, Tc = es el número de especies comunes entre dos lugares (T1 y T2); T1: el número de especies del micrositio T1; y T2: es el número de especies del micrositio T2. Posteriormente los valores de afinidad se organizaron en un dendrograma mediante el método UPWGM o de la media no ponderada (Crisci & López 1983).

RESULTADOS

Desde las cuatro muestras analizadas se extrajeron 800 ejemplares de tecamebas (200 por cada micrositio) desde los cuales se identificaron 9 familias, 15 géneros y 42 especies. Destacó el dominio de los géneros *Nebela* con el 27,75 % (8 taxones) del total de ejemplares y de *Centropyxis* con un 16,5 % (7 taxones), los que sumados totalizaron el 44,25 % (15 taxones) del conjunto. Solamente siete especies (*Apodera vas*, *Centropyxis aerophila*, *Centropyxis arcelloides*, *Centropyxis constricta* “b”, *Nebela collaris* y *Nebela vitraea*) se encontraron con un

FIGURA 1. Localización de la turbera geotrófica estudiada.

FIGURE 1. Location of the geotrophic peatland studied.

100 % de constancia; en cambio, 19 se presentaron como especies accesorias con un 25,0 % de presencia. En el nivel específico, las especies con mayor frecuencia en el micrositio I fueron: *Apodera cockayni* (20,0 %), *Cyclopyxis arcelloides* (15,5 %) y *Nebela collaris* (12,0 %); en el micrositio II predominó *Nebela collaris* (25,0 %); en el micrositio III, nuevamente destacaron *Apodera cockayni* (17,5 %) y *Nebela collaris* (25,0 %). El micrositio IV, carente de vegetación, mostró una mayor frecuencia

de *Lesquereusia spiralis* (20,0 %) (Tabla I). En cuanto a la distribución específica de las tecamebas: en el micrositio II se obtuvieron 27 especies (6 no compartidas con otro micrositio) y en el micrositio IV con 25 especies (10 no compartidas) (Tabla II). Según se muestra en la Fig. 2, a un nivel de similitud del 50 %, existe un agrupamiento de los micrositios en dos grupos (A y B), donde A involucra a los micrositios I-III, y B al micrositio IV formado sólo por sedimento húmedo.

FIGURA 2. Dendrograma de afinidad entre los micrositios según índice Kulczynsky-2.

FIGURE 2. Dendrogram of affinity among microsites according to index of Kulczynsky-2.

TABLA I. Especies de tecamebas, frecuencia relativa en porcentaje y la constancia (Cons). Ver figuras 3-44.

TABLE I. Thecamoebian species, relative frequency in percentage and the constancy (Cons). See figures 3-44.

Micrositios	I	II	III	IV	Cons
pH	6,14	5,72	4,42	5,60	
Temperatura (°C)	18,2	18,3	19,2	19,6	
Oxígeno (ml O ₂ /L)	5,8	6,5	5,1	3,0	
Especies / N° de Especies	19	27	16	25	-
<i>Apodera cockayni</i>	20,0	7,5	17,5	-	C
<i>Apodera vas</i>	8,0	5,0	7,5	1,5	C
<i>Apodera vas fma. recticollis</i>	3,5	2,0	-	-	A
<i>Arcella artocrea</i>	1,0	-	7,0	4,0	C
<i>Arcella gibbosa</i>	-	-	-	3,5	A
<i>Assulina seminulum</i>	3,0	9,5	5,5	-	C
<i>Bullinularia indica</i>	-	-	2,0	-	A
<i>Centropyxis aculeata</i>	3,5	2,5	-	5,0	C
<i>Centropyxis aerophila</i>	3,0	3,5	3,5	3,5	C
<i>Centropyxis arcelloides</i>	2,5	1,5	1,0	2,5	C
<i>Centropyxis constricta</i> "a"	-	-	-	2,5	A
<i>Centropyxis constricta</i> "b"	9,0	2,0	1,5	7,0	C
<i>Centropyxis ecornis</i> "a"	-	-	-	4,0	A
<i>Centropyxis ecornis</i> "b"	-	-	-	8,0	A
<i>Certesella martiali</i> "a"	1,0	6,0	3,5	-	C
<i>Certesella martiali</i> "b"	-	1,5	-	-	A
<i>Cyclopyxis arcelloides</i>	15,5	2,0	10,0	-	C
<i>Cyphoderia ampulla</i>	-	0,5	-	2,5	A
<i>Diffflugia elegans</i>	-	-	-	7,5	A
<i>Diffflugia lacustris</i>	1,0	-	-	3,0	A
<i>Diffflugia oblonga</i>	-	-	-	5,0	A
<i>Euglypha filifera</i>	-	2,0	-	-	A
<i>Euglypha</i> sp. "A"	-	2,5	-	-	A
<i>Euglypha strigosa</i>	-	5,0	-	-	A
<i>Euglypha tuberculata</i>	-	1,5	-	-	A
<i>Heleopera petricola</i> "a"	-	2,0	-	2,0	A
<i>Heleopera petricola</i> "b"	-	1,5	-	3,0	A
<i>Heleopera rosea</i>	-	1,0	-	-	A
<i>Heleopera</i> sp. "A"	-	-	-	3,5	A
<i>Hyalosphenia subflava</i>	-	2,5	3,0	-	A
<i>Lesquereusia spiralis</i>	-	-	-	20,0	A
<i>Nebela barbata fma. psilonota</i>	0,5	1,0	-	-	A
<i>Nebela collaris</i>	12,0	25,0	25,0	1,5	C
<i>Nebela dentistoma</i>	0,5	3,5	2,0	2,0	C
<i>Nebela gertrudeana</i>	-	2,0	-	0,5	A
<i>Nebela lageniformis</i> var. <i>cordiformis</i>	5,0	3,5	7,5	-	C
<i>Nebela penardiana</i>	1,5	-	-	-	A
<i>Nebela speciosa</i>	1,0	1,0	-	1,0	C
<i>Nebela vitraea</i>	8,5	2,5	4,0	2,0	C
<i>Pontigulasia bryophila</i>	-	-	-	4,0	A
<i>Pontigulasia contusa</i>	-	-	-	1,0	A
<i>Trigonopyxis microstoma</i>	-	-	1,5	-	A

FIGURAS 3-23. FIG. 3. *Apodera cockayni* (Penard); Fig. 4: *Apodera vas* (Certes); Fig. 5: *Apodera vas* fma. *recticollis* Jung; Fig. 6: *Arcella artocrea* Leidy; Fig. 7: *Arcella gibbosa* Penard; Fig. 8: *Assulina seminulum* (Ehrenberg); Fig. 9: *Bullinularia indica* Penard; Fig. 10: *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg); Fig. 11: *Centropyxis aerophila* Deflandre; Fig. 12: *Centropyxis arcelloides* Penard; Fig. 13: *Centropyxis constricta* "a" (Ehrenberg); Fig. 14: *Centropyxis constricta* "b" (Ehrenberg); Fig. 15: *Centropyxis ecomis* "a" (Ehrenberg); Fig. 16: *Centropyxis ecomis* "b" (Ehrenberg); Fig. 17: *Certesella martiali* "a" (Certes); Fig. 18: *Certesella martiali* "b" (Certes); Fig. 19: *Cyclopyxis arcelloides* Penard; Fig. 20: *Trigonopyxis microstoma* Hoogenraad & Groot; Fig. 21: *Cyphoderia ampulla* (Ehrenberg); Fig. 22: *Diffugia elegans* Penard; Fig. 23: *Diffugia lacustris* (Penard). Trazo escala: 20 μ m (3-8, 10-15, 16-23); 50 μ m (9, 15).

FIGURES 3-23. FIG. 3. *Apodera cockayni* (Penard); Fig. 4: *Apodera vas* (Certes); Fig. 5: *Apodera vas* fma. *recticollis* Jung; Fig. 6: *Arcella artocrea* Leidy; Fig. 7: *Arcella gibbosa* Penard; Fig. 8: *Assulina seminulum* (Ehrenberg); Fig. 9: *Bullinularia indica* Penard; Fig. 10: *Centropyxis aculeata* (Ehrenberg); Fig. 11: *Centropyxis aerophila* Deflandre; Fig. 12: *Centropyxis arcelloides* Penard; Fig. 13: *Centropyxis constricta* "a" (Ehrenberg); Fig. 14: *Centropyxis constricta* "b" (Ehrenberg); Fig. 15: *Centropyxis ecomis* "a" (Ehrenberg); Fig. 16: *Centropyxis ecomis* "b" (Ehrenberg); Fig. 17: *Certesella martiali* "a" (Certes); Fig. 18: *Certesella martiali* "b" (Certes); Fig. 19: *Cyclopyxis arcelloides* Penard; Fig. 20: *Trigonopyxis microstoma*; Hoogenraad & Groot; Fig. 21: *Cyphoderia ampulla* (Ehrenberg); Fig. 22: *Diffugia elegans* Penard; Fig. 23: *Diffugia lacustris* (Penard). Scale bar: 20 μ m (3-8, 10-15, 16-23); 50 μ m (9, 15).

FIGURAS 24-44. Fig. 24: *Diffflugia oblonga* Ehrenberg; Fig. 25: *Euglypha filifera* Penard; Fig. 26: *Euglypha* sp. "a"; Fig. 27: *Euglypha strigosa* Ehrenberg; Fig. 28: *Euglypha tuberculata* Dujardin; Fig. 29: *Heleopera petricola* "a" Leidy; Fig. 30: *Heleopera petricola* "b" Leidy; Fig. 31: *Heleopera rosea* Penard; Fig. 32: *Heleopera* sp. "a"; Fig. 33: *Hyalosphenia subflava* Cash; Fig. 34: *Lesquereusia spiralis* Ehrenberg; Fig. 35: *Nebela barbata* fma. *pilonota* Jung; Fig. 36: *Nebela collaris* (Ehrenberg); Fig. 37: *Nebela dentistoma* Penard; Fig. 38: *Nebela gertrudeana* Jung; Fig. 39: *Nebela lageniformis* var. *cordiformis* Heinis; Fig. 40: *Nebela penardiana* Deflandre; Fig. 41: *Nebela speciosa* Deflandre; Fig. 42: *Nebela vitraea* Penard; Fig. 43: *Pontigulasia bryophila* Penard; Fig. 44: *Pontigulasia contusa* Jung. Trazo escala: 20 μ m (25-31, 33-37, 39-40, 42-44); 50 μ m (24, 38, 41); 100 μ m (32).

FIGURES 24-44. Fig. 24: *Diffflugia oblonga* Ehrenberg; Fig. 25: *Euglypha filifera* Penard; Fig. 26: *Euglypha* sp. "a"; Fig. 27: *Euglypha strigosa* Ehrenberg; Fig. 28: *Euglypha tuberculata* Dujardin; Fig. 29: *Heleopera petricola* "a" Leidy; Fig. 30: *Heleopera petricola* "b" Leidy; Fig. 31: *Heleopera rosea* Penard; Fig. 32: *Heleopera* sp. "a"; Fig. 33: *Hyalosphenia subflava* Cash; Fig. 34: *Lesquereusia spiralis* Ehrenberg; Fig. 35: *Nebela barbata* fma. *pilonota* Jung; Fig. 36: *Nebela collaris* (Ehrenberg); Fig. 37: *Nebela dentistoma* Penard; Fig. 38: *Nebela gertrudeana* Jung; Fig. 39: *Nebela lageniformis* var. *cordiformis* Heinis; Fig. 40: *Nebela penardiana* Deflandre; Fig. 41: *Nebela speciosa* Deflandre; Fig. 42: *Nebela vitraea* Penard; Fig. 43: *Pontigulasia bryophila* Penard; Fig. 44: *Pontigulasia contusa* Jung. Scale bar: 20 μ m (25-31, 33-37, 39-40, 42-44); 50 μ m (24, 38, 41); 100 μ m (32).

TABLA II. Matriz de afinidad según índice de Kulczynsky-2 (en %) entre las especies de tecamebas de los micrositios. Bajo la diagonal se encuentran las especies comunes entre los micrositios.

TABLE II. Matrix of affinity according to index Kulczynsky-2 (in %) among species of thecamoebians of the microsites. Under the diagonal are the common species among the microsites.

Nº Especies	19	27	16	25
Especies Propias	1	6	2	10
Micrositios	I	II	III	IV
I	---	72	75	46
II	16	---	65	50
III	13	13	---	41
IV	10	13	8	---

DISCUSION

Las turberas se caracterizan por el alto grado de acidez, escasez de oxígeno y de nutrientes, altos niveles de agua, etc., condiciones que posibilitan la existencia de una diversidad biológica muy característica. Así, en lo que respecta a la tecamebofauna de la turbera esfagnosa estudiada, se registraron 42 especies (figs. 3-44), incluyendo las *formae*, morfotipos y variedad. Seis especies (*Arcella artocrea*, *Diffugia elegans*, *Euglypha* sp. "A", *Heleopera* sp. "A", *Hyalosphenia subflava*, *Nebela speciosa*) no habían sido registradas previamente para Chile. Más del 50 % del total de especies encontradas habían sido mencionadas habitando musgos (Wailes 1913; Jung 1942; Hoogenraad & Groot 1955; Bonnet 1966; Zapata 2005).

Como factores determinantes de la distribución de las tecamebas en turberas, algunos autores consideraron a la humedad, el pH y ciertos aspectos de la química del agua (Tolonen 1986; Warner 1990; Charman & Warner 1992; Mitchell *et al.* 1999; Booth 2001, 2002); mientras, otros también hicieron mención a gradientes de luz, temperatura, nutrientes y material para construir su teca (Heal 1962; Meisterfeld 1977). Nuestros datos muestran que las distintas comunidades de tecamebas se encuentran en sitios que difieren en el tenor de oxígeno y pH. Sin embargo, nuestro estudio no fue diseñado para establecer si las comunidades se estructuran en función de estos agentes; estudios adicionales son necesarios para clarificar este tema.

Las tecamebas responden rápidamente a los cambios ambientales estresantes mediante variaciones morfológicas (Booth 2001). Esta particularidad las ha hecho muy útiles desde la perspectiva paleoecológica (Bobrov *et al.* 1999; Mitchell *et al.* 2000). En el presente

trabajo se encontraron algunas especies (*Centropyxis constricta*, *Centropyxis ecornis*, *Certesella martiali* y *Heleoperapetricola*) con variaciones morfológicas ("a" y "b") que fueron consideradas como morfotipos; es decir, individuos con variaciones en la composición, morfología y tamaño de la teca, causadas, posiblemente, como respuesta a las condiciones ambientales estresantes (Asioli *et al.* 1996, Patterson *et al.* 1996, Reinhardt *et al.* 1998, Charman 1999, Patterson *et al.* 2002), que en el presente estudio serían el pH y el oxígeno. Futuras investigaciones en esta turbera esfagnosa necesariamente deberán considerar la estacionalidad anual de los muestreos y la incidencia de otros factores como: la luz, disponibilidad de alimento, elementos químicos del agua, rol de los simbiontes en ciertas especies, estratificación vertical, vegetación adyacente, etc.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos por el financiamiento de este trabajo, al Sr. Marcelo Rojas C. por la preparación de las láminas con fotografías de las especies de tecamebas y a dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFIA

- ASIOLI, A., F. MEDIOLI & R. PATTERSON. 1996. Thecamoebians as a tool reconstruction of paleoenvironments in some Italian lakes in the foothills of the southern Alps (Orta, Varese and Candia). *Journal of Foraminiferal Research* 26: 248-263.

- BEYENS, L., D. CHARDEZ, D. DE BAERE & C. VERBRUGGEN. 1995. The aquatic testate amoebae fauna of the Strømness Bay area, South Georgia. *Antarctic Science* 7: 3-8.
- BOBROV, A., A. ANDREEV, L. SCHIRRMESTER & C. SIEGERT. 2004. Testate amoebae (Protozoa: Testacealobosea and Testaceafilosea) as bioindicators in the Late Quaternary deposits of the Bykovsky Peninsula, Laptev Sea, Russia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 209: 165-181.
- BOBROV, A., D. CHARMAN & B. WARNER. 1999. Paleoecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) on peatlands in western Russia with special attention to niche separation in closely related taxa. *Protist* 150: 125-136.
- BONNET, L. 1966. Le peuplement Thécamoebien de quelques sols du Chili. *Protistologica* 2(2): 113-140.
- BOOTH, R. 2001. Ecology of testate amoebae (Protozoa) in two Lake Superior coastal wetlands: implications for paleoecology and environmental monitoring. *Wetlands* 21(4): 564-576.
- BOOTH, R. 2002. Testate amoebae as paleoindicators of surface-moisture changes on Michigan peatlands: modern ecology and hydrological calibration. *Journal of Paleolimnology* 28: 329-348.
- BOOTH, R. & J. ZYGMUNT. 2005. Biogeography and comparative ecology of testate amoebae inhabiting *Sphagnum* dominated peatlands in the Great Lakes and Rocky Mountain regions of North America. *Diversity Distributions* 11: 577-590.
- CHARMAN, D. 1999. Biodiversity and fossil testate amoebae. *Journal of Biogeography* 26: 89-96.
- CHARMAN, D. & B. WANNER. 1992. Relationship between testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) and micro-environmental parameters on a forested peatland in northeastern Ontario. *Canadian Journal of Zoology* 70: 2474-2482.
- CHARMAN, D., D. HENDON & S. PACKMAN. 1999. Multiproxy surface wetness records from replicate cores on an ombrotrophic mire: implications for Holocene palaeoclimate records. *Journal Quaternary Science* 14: 451-463.
- CRISCI, J. & M. LÓPEZ. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. *Monografías Científicas de la OEA, Serie Biología* 26: 1-132.
- GILBERT, D., C. AMBLARD, G. BOURDIER & A. FRANCEZ. 1998. The microbial loop at the surface of a peatland: structure, functioning and impact of nutrients inputs. *Microbial Ecology* 35: 83-93.
- HEAL, O. 1962. The abundance and micro-distribution of testate amoebae (Rhizopoda: Testacea) in *Sphagnum*. *Oikos* 13: 35-47.
- HEINIS, F. 1914. Die Moosfauna Columbiens. *Memoires de la Société Neuchateloise des Sciences Naturelles* 5: 675-698.
- HENDON, D. & D. CHARMAN. 1997. The preparation of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) samples from peat. *The Holocene* 7: 199-205.
- HOOGENRAAD, H. & A. GROOT. 1955. Thekamoebe Moss-rhizopoden aus Südamerika. *Archiv für Hydrobiologie* 45: 346-366.
- HORTON, B. & R. EDWARDS. 2006. Quantifying Holocene sea level change using intertidal Foraminifera: lessons from the British Isles. *Cushman Foundation Special Publication* 40: 1-97.
- JUNG, W. 1942. Südchilenische Thekamöben. *Archiv für Protistenkunde* 95: 253-356.
- KUMAR, A. & R. PATTERSON. 2000. Arcellaceans (Thecamoebians): New tools for monitoring long and short term changes in lake bottom acidity. *Environmental Geology* 39: 689-697.
- MEDIOLI, F. & D. SCOTT. 1983. Holocene Arcellacea (Thecamoebians) from eastern Canada. *Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication*, 21: 1-63.
- MEDIOLI, F. & D. SCOTT. 1988. Lacustrine thecamoebians (mainly Arcellaceans) as potential tools for paleolimnological interpretations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 62: 361-386.
- MEDIOLI, F., D. SCOTT, E. COLLINS & F. MCCARTHY. 1990. Fossil thecamoebians: present status and prospects for the future. *In: Paleocology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera* (Eds. C. Hemleben, M. Kaminski, W. Kuhnt & D. Scott), pp. 813-840. *NATO Advanced Study Institute Series C, Mathematics and Physics*.
- MEISTERFELD, R. 1977. Die horizontale und vertikale Verteilung der Testaceen (Rhizopoda, Testacea) in *Sphagnum*. *Archiv für Protistenkunde* 79: 319-356.
- MITCHELL, E. 2004. Response of testate amoebae (Protozoa) to N and P fertilization in an arctic wet sedge tundra. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 36(1):77-82.
- MITCHELL, E., A. BUTTLER & B. WARNER. 1999. Ecology of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in *Sphagnum* peatlands in the Jura Mountains, Switzerland and France. *Ecoscience* 6: 565-576.
- MITCHELL, E., D. BORCARD, A. BUTLER, P. GROSVERNIER, D. GILBERT & J. GOBAT. 2000. Horizontal distribution patterns of testate amoebae (Protozoa) in a *Sphagnum magellanicum* carpet. *Microbial Ecology* 39: 290-300.
- MITCHELL E., D. GILBERT, A. BUTTLER, P. GROSVERNIER, C. AMBLARD & J. GOBAT. 2003. Structure of microbial communities in *Sphagnum* peatlands and effect of atmospheric carbon dioxide enrichment. *Microbial Ecology* 16(2): 187-199.
- MONNIOT, F. 1979. Faunal affinities among Abyssal Atlantic Basins. *Sarsia* 64(1-2): 93-95.
- MURRAY, J. 1973. Distribution and ecology of living foraminiferids. *Heinemann Educational Books*, London, 274 pp.
- PATTERSON, K., MAC KINNON, D. SCOTT & F. MEDIOLI. 1985. Arcellaceans (Thecamoebians) in small lakes of New Brunswick and Nova Scotia: modern distribution and Holocene stratigraphic changes. *Journal of Foraminiferal Research* 15 (2): 114-137.
- PATTERSON, R. & A. KUMAR. 2000. Assessment of arcellacea (thecamoebian) assemblages, species and strains as contaminant indicators in variably contaminated James Lake, north eastern Ontario. *Journal of*

- Foraminiferal Research 30: 310-320.
- PATTERSON, R., A. KUMAR, L. HENDERSON & R. BOUDREAU. 2002. Arcellaceans (Thecamoebians) as indicators of land-use change: settlement history of the Swan Lake are, Ontario as a case study. *Journal of Paleolimnology* 28: 297-316.
- PATTERSON, R., T. BARKER & S. BURBIDGE. 1996. Arcellaceans (Thecamoebians) as proxies of arsenic and mercury contamination in northeastern Ontario lakes. *Journal of Foraminiferal Research* 26(2): 172-183.
- REINHARDT, E., A. DALBY, A. KUMAR & R. PATTERSON. 1998. Arcellaceans as pollution indicators in mine tailing contaminated lakes near Cobalt, Ontario. *Micropaleontology* 44: 131-148.
- SCHÖNBORN, W. 1962. Zur Ökologie des sphagnikolen, bryokolen und terrikolen Testaceen. *Limnologica* 1: 231-254.
- SCHÖNBORN, W. & T. PERSCHKE. 1990. Evolutionary studies on the *Assulina-Valkanovia* complex (Rhizopoda, Testaceafilosia) in *Sphagnum* and soil. *Biology and Fertility of Soils* 9: 95-100.
- SCOTT, D. & F. MEDIOLI. 1980. Quantitative studies of marsh foraminifera distribution in Nova Scotia: implications for sea-level studies. *Journal of Foraminiferal Research Special Publication* 17: 1-58.
- SCOTT, D., F. MEDIOLI & C. SCHAFER. 2001. *Monitoring in Coastal Environments Using Foraminifera and Thecamoebian Indicators*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 177 pp.
- TINOCO, I. 1989. Introdução ao estudo dos componentes bióticos dos sedimentos marinhos recentes. Editora Universitária UFPE, Recife. 218 pp.
- TOLONEN, K. 1986. Rhizopod analysis: *In*: Berglund, B.E. (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley and Sons, New York, pp. 645-666.
- WAILES, G. 1913. Freshwater Rhizopoda from North and South America. *Journal of the Linnean Society Zoology* 32: 201-218.
- WARNER, B. 1987. Abundance and diversity of testate amoebae (Protozoa: Rhizopoda) in *Sphagnum* peatland in southwestern Ontario, Canada. *Archiv für Protistenkunde* 133: 173-189.
- WARNER, B. 1990. Testate amoebae (Protozoa). P. 65-74. *In*: B.G. Warner (Ed.), *Methods in Quaternary Ecology*. Geological Association of Canada, St. John's Newfoundland, Canada. Geoscience Canada Reprint Series 5. 530 pp.
- WARNER, B. & D. CHARMAN. 1994. Holocene soil moisture changes on a peatland in northwestern Ontario based on fossil testate amoebae (Protozoa) analysis. *Boreas* 23: 270-279.
- ZAPATA, J. 2005. Tecamebas (Protozoa: Rhizopoda) de la turbera Rucapihue (40°34'42.5'' S; 73°34'31.4'' W), Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 76: 39-56.
- ZAPATA, J., P. ALVAREZ & C. CEA. 2002. Tecamebas del Río Contaco (40°33'12'' S; 73°43'00'' W), Osorno, Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile*, 73: 17-35.

Recibido: 30.03.07

Aceptado: 28.03.08