

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN / RESEARCH ARTICLE

PRIMERA CONTRIBUCIÓN AL CONOCIMIENTO DE LA
DIVERSIDAD AMEBAS TECADAS (PROTOZOA RHIZOPODA)
EN HUMEDALES DE IBERÁ (CORRIENTES, ARGENTINA)First contribution to the Knowledge of the Diversity
of Testate Amoebae (Protozoa Rhizopoda) in
Iberá Wetlands (Corrientes, Argentina)Florescia Mariel MONTI ARECO^{1,2,3*}, Juan Manuel CORONEL³, Clara ETCHEVERRY³

1. Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICET), Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
 2. Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL). Ruta Provincial N.º 5, Corrientes, Argentina.
 3. Laboratorio Biología de los Invertebrados. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA). Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Avenida Libertad 5470, Corrientes, Argentina.
- * For correspondence: fmonti16@hotmail.com

Recibido: 11 de julio 2023. Revisado: 22 de agosto de 2023. Aceptado: 15 de septiembre de 2023

Editor asociado: Carolina Firacative

Citation/ citar este artículo como: Monti Areco, F., Coronel, J.M., y Etcheverry, C. (2024). Primera contribución al conocimiento de la diversidad amebas tecadas (Protozoa Rhizopoda) en humedales de Iberá (Corrientes, Argentina). *Acta Biol Colomb.*, 29(2), 160-168. <https://doi.org/10.15446/abc.v29n2.109215>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue presentar una lista de taxones de amebas tecadas de uno de los mayores humedales de América del Sur, el Iberá. Por el rol clave en la estructuración del hábitat en estos ambientes, se examinó la influencia de las macrófitas sobre las comunidades de amebas tecadas. Las muestras de plancton y perifiton fueron tomadas en cuerpos de aguas del Portal Carambola, Iberá (Provincia de Corrientes, Argentina), en julio y diciembre del año 2018. Además, se midieron los parámetros fisicoquímicos del agua. Este estudio confirma la presencia de 17 morfoespecies de amebas tecadas pertenecientes a seis familias, siendo la familia Diffugiidae la que exhibió la mayor diversidad de taxones. Los resultados demostraron que el mayor número de amebas tecadas fueron encontradas en el plancton. En cuanto al índice de constancia, el plancton presentó el mayor número de morfoespecies constantes (41,2 %) y accidentales (35,3 %). Los taxones identificados como constantes en todos los hábitats analizados fueron *Arcella megastoma*, *Diffugia pyriformis*, *Euglypha acanthophora*, *Galeripora discoidea* y *Lesquereusia modesta*. *D. correntina* y *D. urceolata* fueron reportadas únicamente en el plancton y ambas como accidentales. Dado que esta temática ha sido escasamente abordada en la región, los resultados presentados en este estudio representan una contribución significativa al conocimiento de la composición y estructura de las comunidades de amebas tecadas.

Palabras clave: macrofitas, nuevos registros, plancton, Protistas, subtropical.

ABSTRACT

This study aimed to present a list of taxa of testate amoeba from one of the largest wetlands in South America, the Iberá. Due to the key role in habitat structuring in these environments, the influence of macrophytes on testate amoeba communities was examined. Plankton and periphyton samples were collected in water bodies of the Portal Carambola, Iberá (Province of Corrientes, Argentina), in July and December 2018. Also, the physical-chemical parameters were measured at the sampling sites. This study confirms the presence of 17 morphospecies of testate amoebae belonging to six families, with the Diffugiidae family exhibiting the highest diversity of taxa. The results showed that the highest number of testate amoebas was found in the plankton. Regarding the constancy index, plankton showed the highest constant (41,2 %) and accidental (35,3 %) morphospecies. The taxa identified as constant in all

habitats analyzed were *Arcella megastoma*, *Diffugia pyriformis*, *Euglypha acanthophora*, *Galeripora discoides* y *Lesquereusia modesta*. *D. correntina* y *D. urceolata* were identified only in the plankton and both as accidental. Given that this topic has been scarcely addressed in the region, the results presented in this study represent a significant contribution to the understanding of the composition and structure of testate amoeba communities.

Keywords: macrophytes, new record, plankton, Protists, subtropical

INTRODUCCIÓN

En el noreste y centro de la Provincia de Corrientes se encuentra uno de los humedales más extensos (13000 km²) e importantes de América neotropical, el Iberá (Neiff, 2004). Este constituye un amplio sistema de esteros interconectados con bañados, lagos someros y cursos fluviales de diversa jerarquía, permitiendo así constituir un importante reservorio de biodiversidad (Neiff, 2004). Por otra parte, el humedal Iberá, alimentado principalmente por el agua casi pura de las lluvias, y con escasos nutrientes, permite el crecimiento de una exuberante vegetación que produce una cantidad de materia orgánica semejante o superior a la que tienen los cultivos en tierra firme (Poi *et al.*, 2017). Por consecuencia, presenta una importante diversidad de especies de plantas acuáticas, siendo la vegetación una de la más diversa de humedales de regiones neotropicales (Poi *et al.*, 2017). En este sentido, las plantas acuáticas en Iberá presentan rasgos morfológicos distintivos y formas de crecimiento particulares (Poi *et al.*, 2017). Esta característica junto con la composición química de sus aguas, influyen significativamente en la riqueza de especies y la abundancia de la comunidad perifítica asociada al proveer de recursos tales como refugio y alimentos, jugando un rol preponderante en la estructuración del hábitat (Poi *et al.*, 2017).

Los protistas se definen como organismos eucariotas con organización unicelular, colonial, filamentosa o parenquimatosa que carecen de diferenciación tisular vegetativa, excepto para la reproducción (Adl *et al.*, 2019). Son considerados los eucariotas más abundantes con una gran diversidad taxonómica, genética y funcional, tanto en ecosistemas acuáticos como terrestres (Mahé *et al.*, 2017). Estos organismos de vida libre desempeñan un rol fundamental en los ecosistemas acuáticos ya que son un importante componente del plancton (Medeiros *et al.*, 2013). Esto se debe a que se posicionan en un nivel trófico estratégico al permitir la transferencia de energía entre los niveles tróficos inferiores y superiores (Sherr y Sherr, 2002; Medeiros *et al.*, 2013). Por otra parte, presentan una alta sensibilidad a los cambios ambientales, por lo que son organismos ideales para ser utilizados como bioindicadores o como herramientas de biomonitorio en ambientes acuáticos (Küppers *et al.*, 2020).

Las amebas tecadas conforman un grupo de protistas polifiléticos compuesto por tres linajes monofiléticos: Arcellinida, Euglyphida y Amphitremida (Adl *et al.*, 2012; Kosakyan *et al.*, 2020). Son organismos heterótrofos cuya dieta incluye materia orgánica, algas, células vegetales, protistas, hongos e incluso otros componentes del plancton

(Gomes e Souza Dabés, 2005). Presentan una locomoción de tipo ameboide, con la presencia de pseudópodos de morfología variable y, además, tienen la capacidad de formar una estructura externa que protege a la célula (Adl *et al.*, 2005). Esta estructura denominada teca o caparazón puede presentar una composición orgánica o mineral (elementos autosecretados), o bien, algunos organismos pueden aglutinar, sobre una matriz orgánica, material de origen exógeno tales como sedimento, partículas minerales, entre otros elementos del entorno, o sintetizar y aglutinar placas calcáreas o silíceas (Adl *et al.*, 2012). Además, presentan una única apertura a través de la cual emiten los pseudópodos para la locomoción y la captura de alimentos (Adl *et al.*, 2005). El tamaño de la teca varía entre las especies dentro de un rango de 5-300 µm (Fernández *et al.*, 2015). Las amebas tecadas se encuentran en una gran variedad de hábitat tales como ambientes terrestres húmedos, lacustres, salobres, sobre musgos, en ríos, turberas, etc. (Lansac-Tôha *et al.*, 2014). Por otra parte, la rápida respuesta a los cambios ambientales estresantes (pH, temperatura, metales pesados, materia orgánica, etc.) mediante la modificación de su cenosis y morfología hace de estos organismos unos excelentes bioindicadores ambientales y paleoecológicos (Mitchell *et al.*, 2008). Por otra parte, en cuanto a la ecología de estos organismos, estudios realizados en Argentina en lagos andino-patagónicos por Bastidas-Navarro y Modenutti (2007) demostraron que la zona litoral constituye la región con mayor diversidad zooplanctónica debido a la coexistencia de organismos vinculados a la columna de agua, como también de aquellos asociados a las macrófitas. Como resultado, la presencia de macrófitas en la zona litoral registró diferencias notables con respecto a las zonas de aguas abiertas principalmente por la variabilidad estacional y temporal de las variables fisicoquímicas del agua (Bastidas-Navarro Modenutti, 2007). En cuanto a la comunidad zooplanctónica, las amebas tecadas fueron los organismos litorales más abundantes, y contribuyeron significativamente a la productividad del ambiente, dado que se alimentan principalmente de materia orgánica (Bastidas-Navarro y Modenutti 2007).

Los estudios previos desarrollados en el humedal Iberá permitieron avanzar en el conocimiento de varios aspectos limnológicos (Poi de Neiff, 2003), florísticos (Arbo y Tressens, 2002) y de zooplancton, particularmente de rotíferos y microcrustáceos (Frutos, 2003, 2008). Sin embargo, el estudio de amebas tecadas ha sido hasta ahora inexistente en Iberá. Considerando la función ecosistémica que presentan los humedales y el rol clave que los protistas heterótrofos desempeñan en el metabolismo de aguas

continentales es importante el estudio taxonómico y ecológico en Argentina. El objetivo de este estudio es ofrecer la primera lista de amebas tecadas de Iberá con el fin de divulgar la diversidad planctónica y perifítica en los ambientes acuáticos del Sistema Iberá, proporcionando una contribución significativa al entendimiento de la composición y estructura de las comunidades de amebas tecadas en estos humedales de importancia internacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y puntos de muestreo

El muestreo se llevó a cabo en julio y diciembre del año 2018. El área de estudio corresponde al Portal Carambola localizado en el margen occidental del Iberá (Prov. de Corrientes, Argentina) (Fig. 1a). En el mismo se seleccionaron tres sitios de muestreos: dos de los cuales corresponden a lagunas presentes en el Portal ($28^{\circ}26'37.3''S$ $57^{\circ}41'28.8''W$; $28^{\circ}25'42.2''S$ $57^{\circ}49'09.4''W$), mientras que el tercer sitio pertenece al Arroyo Carambolita ($28^{\circ}26'38.3''S$ $57^{\circ}41'28.5''W$). En cada uno de estos sitios, se delimitaron zonas asociadas a vegetación (Fig. 1b) y

zonas libres de vegetación (Fig. 1c), dónde se tomaron tres muestras de perifiton y tres muestras de plancton, obteniendo un total 18 muestras.

El clima de esta zona es subtropical húmedo o termal, con temperaturas promedio entre $14-15^{\circ}C$ y $20-22^{\circ}C$ (Poi *et al.*, 2017). Los inviernos son suaves con temperaturas mínimas absolutas que descienden a $-2^{\circ}C$, y veranos calurosos que llegan a $44^{\circ}C$ (Poi *et al.*, 2017). Tanto las variaciones estacionales, como las diarias, indican que la amplitud térmica es marcada. Las lluvias sobre el Iberá varían entre 1200 y 1700 mm anuales, y la estación seca se registra en invierno (Poi *et al.*, 2017). En cuanto a las propiedades fisicoquímicas del agua difieren entre esteros y lagunas, observándose que la concentración de oxígeno disuelto en los esteros tiene un valor promedio bajo (3 mg/L) debido a la escasa circulación de agua y la alta concentración de materia orgánica (Poi *et al.*, 2017). De igual modo, el pH registra valores menores ($5,84$), influenciado indirectamente por la presencia de ácidos húmicos, como así también por la producción de dióxido de carbono por la respiración de organismos heterotróficos (Poi *et al.*, 2017). Con respecto a la conductividad, los valores correspondientes a los esteros son mayores ($7-66\ \mu\text{S/cm}$), y menores en las lagunas ($6-57\ \mu\text{S/cm}$) (Poi *et al.*, 2017).

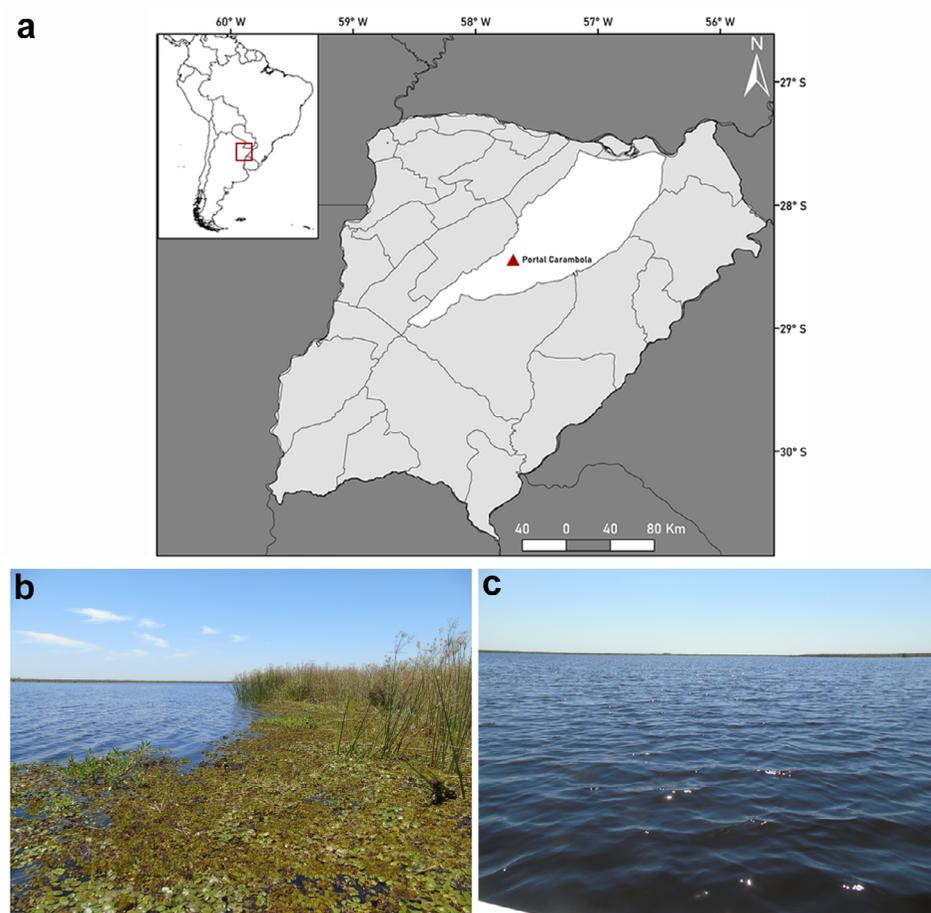


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio correspondiente al Portal Carambola, en el margen occidental del Iberá (Prov. de Corrientes, Argentina) (a). Zona asociada a vegetación (b) y zona libre de vegetación (c) del Arroyo Carambolita.

La vegetación del sistema Iberá está conformada por una amplia variedad de unidades de vegetación donde se destacan las praderas sumergidas cuyas especies predominantes son *Egeria najas*, *Cabomba caroliniana* y *Utricularia foliosa* (Neiff y Casco, 2017), sobre la cual se estructuran comunidades faunísticas complejas. Además, se puede mencionar comunidades de praderas arraigadas de tallos (*Eichornia* sp.) y hojas flotantes (*Nymphoides* sp., *Nymphaea* sp.) (Poi *et al.*, 2017).

Para la toma de muestras se utilizó una red de plancton con apertura de malla de 20 μ m. Luego del filtrado, las muestras fueron conservadas en frascos plásticos de 250 mL y trasladadas al laboratorio para su observación. En cuanto a las muestras de comunidades perifíticas se extrajeron plantas flotantes libres y arraigadas sumergidas, las cuales se colocaron en frascos y se agitaron enérgicamente.

También se registraron las variables fisicoquímicas para las cuales se tomó muestra de agua del Arroyo Carambolita que fueron analizadas, según protocolos específicos, en el Laboratorio de Química Ambiental (FACENA-UNNE). Estos análisis corresponden a turbiedad, conductividad, pH, demanda química de oxígeno, N-Nitrato, N-Amonio y N-Nitrito. En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto se obtuvo mediante el método de Winkler (Clesceri *et al.*, 1998).

Análisis en laboratorio

El análisis de amebas tecadas se realizó por observación directa *in vivo* en laboratorio dentro de las 72 h posteriores al muestreo. La observación de protistas *in vivo* es de gran importancia para la clasificación taxonómica de géneros y especies (Foissner y Berger, 1996) para la cual se siguió bibliografía específica del grupo como claves taxonómicas y descripciones de especies (Velho *et al.*, 1996; Velho y Lansac-Tôha, 1996; Velho *et al.*, 2000; Adl *et al.*, 2005; Silva *et al.*, 2016; González-Miguéns *et al.*, 2022, 2023). Vucetich, 1973; Ogden, 1979; Modenutti, 1991; Frutos, 1998; Frutos *et al.*, 2006; Bastida-Navarro y Modenutti, 2007; Burdman *et al.*, 2021).

La observación se realizó con microscopio estereoscópico y microscopio óptico binocular, además se llevó a cabo un registro fotográfico con cámara digital Cannon EOS Rebel T3i en vistas lateral, ventral y dorsal de los individuos. Por otro lado, mediante un ocular micrométrico precalibrado (Velho y Lansac-Tôha, 1996), se tomaron medidas de uno o más especímenes, de la altura y longitud de la teca y el diámetro del pseudostoma, entre otras estructuras, dependiendo las particularidades y/u ornamentaciones de la teca. En este estudio, los individuos fueron identificados como morfoespecies (Finlay *et al.*, 1996), en función de los atributos morfológicos y morfométricos de sus tecas. Esto se debe a que la identificación a un nivel específico requiere distintos enfoques, como el empleo de datos genéticos o moleculares, entre otras metodologías, debido a la gran variabilidad morfológica que presentan las amebas tecadas en cuanto a los caracteres de la teca (Bobrov y Mazei, 2004; González-Miguéns *et al.*, 2022).

Por otra parte, se utilizó el índice de constancia de Dajoz (1973) para conocer la estructuración de las comunidades, el cual considera la frecuencia de ocurrencia de morfoespecies en cada muestra, de tal modo que se consideraron constantes a las morfoespecies que aparecen en más del 50 % de las muestras, morfoespecies accesorias aquellas que aparecen entre el 25 % y 50 % y, por último, las morfoespecies accidentales que aparecen en hasta el 25 % de las mismas.

RESULTADOS

Variables Físico-Químicas

Los resultados del análisis de las variables fisicoquímicas en los ambientes de agua dulce muestreados registraron los siguientes valores: pH (± 6.9), oxígeno disuelto (2.88-3.50 mg/L), conductividad (67.1 μ S/cm), N-Amonio (0.34 mg/L), N-Nitritos (< 0.02 mg/L), N-Nitratos (0.05 mg/L) y Demanda Química de Oxígeno (19 mg/L).

Composición de morfoespecies de amebas tecadas

Se identificaron un total de 17 morfoespecies de amebas tecadas (Tabla 1) pertenecientes a seis familias (Fig. 2): Diffugiidae (seis morfoespecies), Arcellidae (cuatro morfoespecies), Cylindriiffugiidae (dos morfoespecies), Centropyxidae (dos morfoespecies), Lesquereusiidae (dos morfoespecies) y Euglyphidae (una morfoespecie); algunas se encuentran ilustradas en la (Fig. 3). Las seis familias se distribuyeron de manera similar en los ambientes analizados.

Índice de constancia

con respecto a la estructuración de las comunidades de protistas, el índice de constancia de los grupos analizados indicó que el plancton presentó el mayor número de morfoespecies accidentales (35,3 %) y constantes (41,2 %) (Fig. 4). En cambio, las morfoespecies accesorias presentaron valores

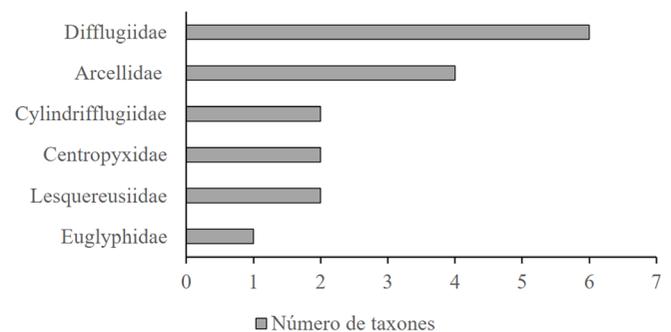


Figura 2. Número de taxones de familias de amebas tecadas en el Portal Carambola, Iberá (Corrientes, Argentina). Julio y diciembre 2018.

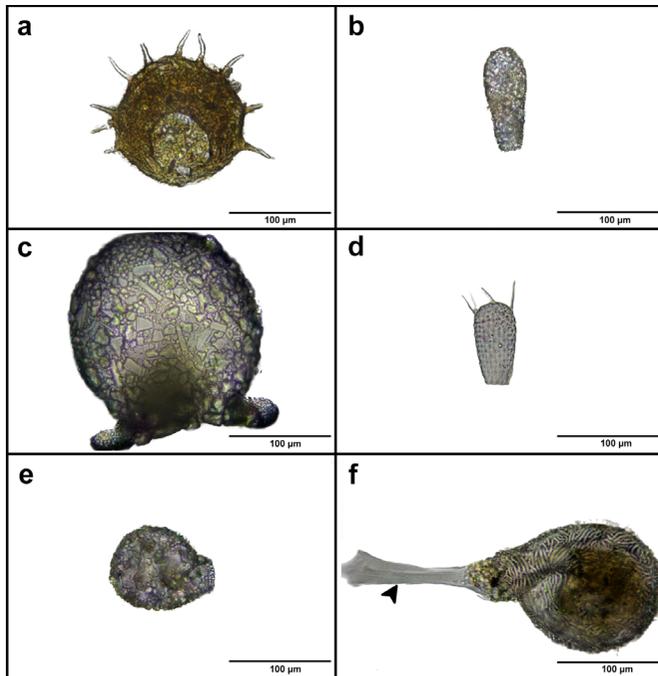


Figura 3. Morfoespecies de amebas tecadas registradas en el Portal Carambola, Iberá (Corrientes, Argentina). Julio y diciembre 2018. Familia Centropyxidae: *Centropyxis aculeata* (a); Familia Difflogiidae: *Diffflugia oblonga* (b) y *D. urceolata* (c); Familia Euglyphidae: *Euglypha acantophora* (d) y Familia Lesquereusiidae: *Lesquereusia modesta* (e) y *L. spiralis* (f). Flecha: pseudopodos. Escala=100 µm.

significativamente mayores en las comunidades asociadas a la vegetación acuática (46,7 %) en comparación con las comunidades planctónicas (23,5 %) (Fig. 4). Las morfoespecies *Arcella megastoma*, *Diffflugia pyriformis*, *Euglypha acantophora*, *Galeripora discoides*, y *Lesquereusia modesta* fueron identificadas como morfoespecies constantes en todos los hábitats analizados (Tabla 1). Las morfoespecies *D. correntina* y *D. urceolata* fueron registradas únicamente en las muestras planctónicas y fueron morfoespecies accidentales en dicho ambiente (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Si bien no se tomaron muestras diferenciadas de las zonas asociadas y libres de vegetación para los análisis físico-químicos, se obtuvieron valores representativos para los cuerpos de agua muestreados, los cuales son similares a los registrados por estudios previos realizados en lagunas y esteros del margen occidental del Iberá (Poi *et al.*, 2017).

En el presente estudio se reportaron seis familias de amebas tecadas para ambientes de agua dulce de Iberá: Arcellidae, Centropyxidae, Cylindriiflogiidae, Difflogiidae, Euglyphidae y Lesquereusiidae. Esto era esperable debido a que las cuatro primeras familias mencionadas son las más representativas y con alta diversidad en aguas continentales

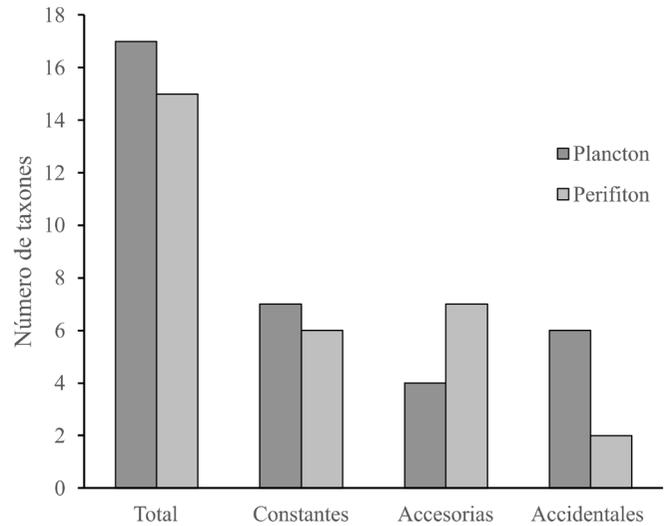


Figura 4. Total de número de taxones de amebas tecadas registrados en cuerpos de aguas del Portal Carambola, Iberá (Corrientes, Argentina) y su constancia en plancton y perifiton. Julio y diciembre 2018.

en Brasil (Velho y Lansac-Tôha, 1996; Lansac-Tôha *et al.*, 2000; Velho *et al.*, 2000; Gomes e Souza Dabés y Velho, 2001; Lansac-Tôha *et al.*, 2007, 2014; Da Rosa *et al.*, 2017), en Sudamérica y otras partes del mundo (Decloitre, 1955; Vucetich, 1973; Modenutti y Vucetich, 1987; Mitchell *et al.*, 2008; Fernández *et al.*, 2015; Kosakyan *et al.*, 2020).

La diversidad de morfoespecies presentadas para Iberá resulta superior a la registrada para un lago andino-patagónico (14 especies) (Bastida-Navarro y Modenutti, 2007) e inferior a la mencionada por Burdman *et al.* (2021) para turberas de Tierra del Fuego (87 especies), por Vucetich (1973) para ambientes acuáticos de cinco provincias de la Argentina (84 especies) y por Modenutti (1991) para ambiente lóticos de la subcuenca del delta del río Paraná (20 especies). Sin embargo, aún es escaso el conocimiento de este grupo en el país y, aunque el trabajo de Vucetich (1973) constituye un estudio de referencia al citar especies para la Provincia de Corrientes (Argentina), los datos se encuentran desactualizados. Por un lado, el desarrollo de inventarios de especies resulta fundamental para actualizar los datos acerca de la diversidad de protistas heterótrofos en el extenso sistema del Iberá, dado que hasta la actualidad no existen registros correspondientes a este grupo en dichos ambientes. Por otro lado, el conocimiento de la diversidad actual adquiere importancia primordial en los estudios ecológicos, debido a su papel fundamental en la red trófica y su función como indicadores biológicos de distintas condiciones ambientales. Este último punto es sustancial, dado que el Sistema Iberá ha experimentado, en las últimas décadas, el avance de la frontera agrícola y se ha visto afectado por otras actividades antropogénicas que ejercen influencia sobre los ecosistemas acuáticos del sistema (Neiff, 2004). En

Tabla 1. Lista de morfoespecies registradas en todos los ambientes de agua dulce del Portal Carambola, Iberá (Corrientes, Argentina) y el índice de constancia de taxones de amebas tecadas. Julio y diciembre 2018.

Familia	Morfoespecies	Plancton	Perifiton
ARCELLIDAE Ehrenberg, 1830	<i>Arcella conica</i> Playfair, 1917	**	**
	<i>Arcella costata</i> Ehrenberg, 1847	**	**
	<i>Arcella megastoma</i> Pénard, 1902	***	***
	<i>Galeripora discoides</i> (Ehrenberg, 1843)	***	***
CENTROPYXIDAE Jung, 1942	<i>Centropyxis aculeata</i> Ehrenberg, 1838	***	**
	<i>Centropyxis discoides</i> Penard, 1890	*	*
CYLINDRIFLUGIIDAE González-Miguéns, Todorov, Porfirio- Sousa, Ribeiro, Ramos, Lahr, Buckley & Lara 2022	<i>Cylindriflugia acuminata</i> (Ehrenberg, 1838)	**	***
	<i>Cylindriflugia elegans</i> (Penard, 1890)	*	**
DIFFLUGIIDAE Wallich 1864	<i>Difflugia correntina</i> Vucetich, 1978	*	
	<i>Difflugia corona</i> Wallich, 1864	***	**
	<i>Difflugia gramen</i> Pénard, 1902	*	*
	<i>Difflugia oblonga</i> Ehrenberg, 1838	**	**
	<i>Difflugia pyriformis</i> Perty, 1849	***	***
	<i>Diffflugia urceolata</i> Carter, 1864	*	
EUGLYPHIDAE Wallich, 1864	<i>Euglypha acantophora</i> Ehrenberg 1852	***	***
	<i>Lesquereusia modesta</i> Ehrenberg, 1840	***	***
LESQUEREUSIIDAE Jung, 1942	<i>Lesquereusia spiralis</i> Ehrenberg, 1840	*	**
	***constantes **accesorias *accidentales		

este sentido, el registro de 17 morfoespecies de amebas tecadas para la Reserva Natural Iberá debe ser considerada como información relevante al enriquecer el conocimiento sobre la ecología y diversidad del protozooplancton del nordeste argentino.

Para el nordeste de Argentina, los registros previos de los géneros *Arcella* y *Difflugia* se restringen a muestras provenientes del río Paraguay y de los ríos Salado y Negro (Chaco, Argentina) respectivamente (Frutos, 1998; Frutos *et al.*, 2006).

Según estudios sobre la diversidad de amebas tecadas asociadas a macrófitas (Gomes e Souza Dabés, 2005), el género *Difflugia* presenta un mayor número de especies descritas entre las amebas tecadas, lo cual se atribuye a su gran adaptabilidad a distintos ambientes, correlacionada con la variabilidad en formas y tamaños de su teca. De manera similar, en otros estudios sobre la diversidad de amebas tecadas en distintos ambientes (Lansac-Tôha *et al.*, 2007), se encontró que *Difflugia* fue el género más abundante, seguido por *Arcella* y *Centropyxis*. Esto se explica por la presencia de una teca resistente en los tres géneros, lo que facilita

su adaptación a una diversidad de hábitats (Lansac-Tôha *et al.*, 2007). Contrariamente, *Euglypha* se registró como el género menos representativo en los ambientes analizados, y esta observación se atribuye a la fragilidad de su teca, lo que limita su dispersión (Lansac-Tôha *et al.*, 2007). En este contexto, en el presente estudio los géneros con mayor riqueza de morfoespecies fueron los géneros *Difflugia*, seguida por *Arcella* y *Centropyxis*, mientras que solo se registró una morfoespecie para el género *Euglypha*.

Con respecto a los estudios sobre comunidades de amebas tecadas asociadas a macrófitas, se observa un alto número de taxones identificados. Esto es así ya que las plantas acuáticas presentan una alta productividad y heterogeneidad, y pueden ofrecer distintos recursos funcionales para la vida de estos organismos (Hardoim y Heckman, 1996; Alves *et al.*, 2010). Por la influencia significativa de las macrófitas sobre las aguas de Iberá, es importante conocer el efecto de las mismas sobre la estructura y dinámica de las comunidades de protistas (Gomes e Souza Dabés y Velho, 2001; Lansac-Tôha *et al.*, 2014).

Por último, cabe destacar que en este trabajo las morfoespecies descritas fueron identificadas en base a caracteres morfológicos. Es importante enfatizar la necesidad de buenas descripciones morfobiométricas de las amebas tecadas encontradas en aguas continentales para identificar especies con mayor confiabilidad (Gomes e Souza Dabés y Velho, 2001). Igualmente, para algunos taxones cuyas tecas se forman por aglutinación de partículas externas (Ogden y Meisterfeld, 1989), la identificación taxonómica puede ser problemática debido a la variabilidad morfométrica y morfológica (Bobrov y Mazei, 2004), por lo cual se debe implementar distintas técnicas y herramientas que faciliten la descripción morfológica de las especies en futuros trabajos.

En cuanto al aspecto ecológico, es importante realizar análisis para la estimación de la diversidad de las comunidades de amebas tecadas en humedales. Se debe realizar un mayor esfuerzo de muestreo, aumentando la frecuencia y cubriendo la mayor superficie posible de la reserva. En consecuencia, se podrá extender las áreas de distribución de las especies recientemente descritas como también realizar análisis sobre la dinámica estacional y/o temporal de las comunidades tecamebianas, lo que permitirá una mejor comprensión del funcionamiento del ecosistema. Por otra parte, considerando que varias de las morfoespecies mencionadas en este trabajo son indicadoras de distintas condiciones ambientales, es necesario profundizar sobre el conocimiento de amebas tecadas en ecosistemas acuáticos continentales (Mitchell *et al.*, 2008). El conocimiento obtenido en futuros trabajos podrá ser utilizados en estudios diagnósticos y de monitoreo ambiental para la preservación y uso sustentable, así como para la conservación de los humedales de agua dulce (Arriera *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

En este trabajo se reporta por primera vez la presencia de 17 morfoespecies de amebas tecadas de ambientes acuáticos del Iberá, por lo que contribuye al conocimiento de este grupo en uno de los mayores humedales de América del Sur. Los datos presentados en este estudio permitirán actualizar el inventario de especies y ampliar la distribución de amebas tecadas para la región. Además, se constituye como un estudio base para comprender la estructura y dinámica de las comunidades de amebas tecadas en humedales que podrá ser utilizado para futuros estudios taxonómicos, ecológicos, biogeográficos y biológicos de este grupo tan diverso en el Sistema Iberá.

Participación de autores

FMA y JMC realizaron el diseño experimental. Todos los autores participaron en la colecta de datos en campo. FMA realizó el procesamiento de las muestras y la determinación de taxones. FMA y JMC realizaron el análisis de datos. Todos los autores participaron en la redacción del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste y al Grupo de Investigación Biología de los Invertebrados y Protistas. Agradecemos sinceramente al Dr. Enrique Rafael Laffont por su destaca contribución y significativo aporte a este trabajo; sin su invaluable colaboración, habría sido imposible el desarrollo de este estudio. Este trabajo fue financiado gracias al Proyecto Resol. Q007-2014 /984/14 CS-UNNE y a una beca de pregrado de Estímulo a la Vocación Científica otorgada por el Consejo Interuniversitario Nacional.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Adl, S. M., Bass, D., Lane, C. E., Lukeš, J., Schoch, C. L., Smirnov, A., Agatha, S., Berney, C., Brown, M. W., Burki, F., Cárdenas, P., Čepička, I., Chistyakova, L., Del Campo, J., Dunthorn, M., Edvardsen, Eglit, Y., Guillou, L., Hampl, V., ... and Zhang, Q. (2019). Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *J Eukaryot Microbiol*, 66(1), 4-119. <https://doi.org/10.1111/jeu.12691>
- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Farmer, M. A., Andersen, R. A., Anderson, O. R., Barta, J. R., Bowser, S. S., Brugerolle, G., Fensome, R. A., Fredericq, S., James, T. Y., Karpov, S., Kugrens, P., Krug, J., Lane, C. E., Lewis, L. A., Lodge, J., Lynn, D. H., Mann, D. G., ... and Taylor, M. F. J. R. (2005). The new higher level classification of eukaryotes with emphasis on the taxonomy of protists. *J Eukaryot Microbiol*, 52(5), 399-451. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2005.00053.x>
- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Lane, C. E., Lukeš, J., Bass, D., Bowser, S. S., Brown, M. W., Burki, F., Dunthorn, M., Hampl, V., Heiss, A., Hoppenrath, M., Lara, E., Le Gall, L., Lynn, D. H., McManus, H., Mitchell, E. A. D., Mozley-Stanridge, S. E., Parfrey, L. A.,... and Spiegel, F. W. (2012). The revised classification of eukaryotes. *J Eukaryot Microbiol*, 59(5), 429-514. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>
- Alves, G. M., Velho, L. F. M., Simões, N. R. and Lansac-Tôha, F. A. (2010). Biodiversity of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in different habitats of a lake in the Upper Paraná River floodplain. *Eur J Protistol*, 46(4), 310-318. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2010.07.001>
- Arbo, M. M. and Tressens, S. G. (2002). *Flora del Iberá*. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Arriera, R. L., Schwind, L. T. F., Alves, G. M. and Lansac-Tôha, F. A. (2007). Estudos da biodiversidade de amebas testáceas para estratégias voltadas à preservação:

- Uma revisão. *Revista em Agronegocio e Meio Ambiente*, 10(2), 567-586. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2017v10n2p567-586>
- Bastidas-Navarro, M. and Modenutti, B. (2007). Efecto de la estructuración por macrófitas y por recursos alimentarios en la distribución horizontal de tecamebas y rotíferos en un lago andino patagónico. *Rev Chil Hist Nat*, 80, 345-362. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2007000300008>
- Bobrov, A. and Mazei, Y. (2004). Morphological variability of testate amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea and Testaceafilosea) innatural populations. *Acta Protozool*, 43(2), 133-146.
- Burdman, L., Mataloni, G., Mitchell, E. A. D. and Lara, E. (2021). A reassessment of testate amoebae diversity in Tierra del Fuego peatlands: Implications for large scale inferences. *Eur J Protistol*, 80. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2021.125806>
- Clesceri, L. S., Greenberg, A. E. and Eaton, A. D. (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association.
- Da Rosa, F. R., Fernandes Orikassa, T. N., Reis Lopes, I. and Da Silva, W. M. (2017). Checklist de tecamebas (Testacea) do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Iheringia - Serie Zoologia*, 107. <https://doi.org/10.1590/1678-4766e2017101>
- Dajoz, R. (1973). *Ecologia geral*. Vozes Petrópolis.
- Decloitre, L. (1955). Rhizopodes thecamoebiens du Venezuela. *Hydrobiologia*, 7(4), 325-372. <https://doi.org/10.1007/BF00032225>
- Fernández, L. D., Lara, E. and Mitchell, E. A. D. (2015). Checklist, diversity and distribution of testate amoebae in Chile. *Eur J Protistol*, 51(5), 409-424. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2015.07.001>
- Finlay, B. J., Corliss, J. O., Esteban, G. and Fenchel, T. (1996). Biodiversity at the microbial level: the number of free-living ciliates in the biosphere. *Q Rev Biol*, 71(2), 221-237. <https://doi.org/10.1086/419370>
- Foissner, W. and Berger, H. (1996). A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshw. Biol*, 35(2), 375-482. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.1996.tb01775.x>
- Frutos, S. M. (1998). Densidad y Diversidad del Zooplancton en los Ríos Salado y Negro-Planicie del Río Paraná-Argentina. *Rev Bras Biol*, 58(3), 431-444. <https://doi.org/10.1590/S0034-71081998000300008>
- Frutos, S. M. (2003). Zooplancton de lagunas y cursos de agua del sistema Iberá. En A. Poi de Neiff, *Limnología del Iberá* (143-161). Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Frutos, S. M. (2008). Biodiversidad del zooplancton en Corrientes, Chaco y Formosa. En I. Basterra and J. J Neiff, *Manual de biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa* (79-91). Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Frutos, S. M., Poi de Neiff, A. S. G. and Neiff, J. J. (2006). Zooplankton of the Paraguay River: A comparison between sections and hydrological phases. *Ann Limnol*, 42(4), 277-288. <https://doi.org/10.1051/limn/2006028>
- Gomes e Souza Dabés, M. B. (2005). Tecamebas (Protozoa Rhizopoda) associadas às macrófitas aquáticas da bacia do rio Jequitinhonha: Parque Estadual do Rio Preto e Parque Estadual do Grão Mogol, MG. *Revista Unimontes Científica*, 7(2), 129-135.
- Gomes e Souza Dabés, M. B. and Velho, L. F. (2001). Assemblage of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) associated to aquatic macrophytes stands in a marginal lake of the São Francisco River floodplain, Brazil. *Acta Sci Biol Sci*, 23(2), 299-304.
- González-Miguéns, R., Todorov, M., Blandenier, Q., Duckert, C., Porfirio-Sousa, A. L., Ribeiro, G. M., Ramos, D., Lahr, D. J. G., Buckley, D. and Lara, E. (2022). Deconstructing *Diffflugia*: The tangled evolution of lobose testate amoebae shells (Amoebozoa: Arcellinida) illustrates the importance of convergent evolution in protist phylogeny. *Mol. Phylogenet. Evol.*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2022.107557>
- González-Miguéns, R., Cano, E., Guillén-Oterino, A., Quesada, A., Lahr, D. J. G., Tenorio-Rodríguez, D., De Salvador-Velasco, D., Velázquez, D., Carrasco-Braganza, M. I., Patterson, R. T., Lara, E. and Singer, D. (2023). A needle in a haystack: a new metabarcoding approach to survey diversity at the species 1 level of Arcellinida (Amoebozoa: Tubulinea). *bioRxiv*, 7. <https://doi.org/10.1101/2022.07.12.499778>
- Hardoim, E. L. and Heckman, C. W. The Seasonal Succession of Biotic Communities in Wetlands of the Tropical Wet-and-Dry Climatic Zone: IV. The Free-Living Sarcodines and Ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. (1996). *Int Rev gesamten Hydrobiol*, 81(3), 367-384. <https://doi.org/10.1002/iroh.19960810307>
- Kosakyan, A., Siemensma, F., Fernández, L. D., Burdman, L., Krashevskaya, V. and Lara, E. (2020). Amoebae. In: Thorp Covich's freshwater invertebrates. Volume V: Keys to Neotropical and Antarctic Fauna (pp. 30-41). Cambridge: Academic Press.
- Küppers, G. C., Kosakyan, A., Siemensma, F., Claps, M. C., Paiva, T. Da S., Fernández, L. D., Burdman, L., Krashevskaya, V., Lara, E. and Damborenea C. (2020). Protozoa. In: Thorp Covich's freshwater invertebrates. Volume V: Keys to Neotropical and Antarctic Fauna (pp. 9-77). Cambridge: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804225-0.00002-2>
- Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Bonecker, C. C. and Miyashiro Aoyagui, A. S. (2000) Horizontal distribution patterns of testate amoebae (Rhizopoda, Amoebozoa) in plankton samples of the Corumbá reservoir area, state of Goiás, Brazil. *Acta Sci Biol Sci*, 22, 347-353.

- Lansac-Tôha, F. A., Velho, L. F. M., Costa, D. M., Simões, N. R. and Alves, G. M. (2014). Estrutura da comunidade de amebas testáceas em diferentes hábitats em uma planície de inundação neotropical. *Braz J Biol*, 74(1), 181–190. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.24912>
- Lansac-Tôha, F. A., Zimmermann-Callegari, M. C., Alves, G. M., Velho, L. F. M. and Fulone, L. J. (2017). Riqueza de espécies e distribuição geográfica de amebas testáceas (Rhizopoda) em ambientes aquáticos continentais brasileiros. *Acta Sci Biol Sci*, 29(2). <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v29i2.525>
- Mahé, F., De Vargas, C., Bass, D., Czech, L., Stamatakis, A., Lara, E., Singer, D., Mayor, J., Bunge, J., Sernaker, S., Siemensemeyer, T., Trautmann, I., Romac, S., Berney, C., Kozlov, A., Mitchell, E. A. D., Seppey, C. V. W., Egge, E., Lentendu, G., ... and Dunthorn, M. (2017). Parasites dominate hyperdiverse soil protist communities in Neotropical rainforests. *Nat Ecol Evol*, 1(4). <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0091>
- Medeiros, M. L. Q., Araújo, M. F. F., Sodrê Neto, L. and Amorim, A. D. S. (2013). Spatial and temporal distribution of free-living protozoa in aquatic environments of a Brazilian semi-arid region. *Rev Ambient e Agua*, 8(2), 46–56. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1129>
- Mitchell, E. A. D., Charman, D. J. and Warner, B. G. (2008). Testate amoebae analysis in ecological and paleoecological studies of wetlands: Past, present and future. *Biodivers Conserv*, 17(9), 2115–2137. <https://doi.org/10.1007/s10531-007-9221-3>
- Modenutti, B. E. (1991). Zooplankton de ambientes lóticos de la Subcuenca Delta del río Paraná, Buenos Aires, Argentina. *Iheringia*, 71, 67–80.
- Modenutti, B. E. y Vucetich, M. C. (1987). Variación espacial de los tecamebianos del zooplancton del Arroyo Rodriguez (Prov. de Buenos Aires). *Limnobiós*, 2(9), 671–675.
- Neiff, J. J. (2004). El Iberá... ¿en peligro? *Fundación Vida Silvestre Argentina*.
- Neiff, J. J. and Casco, S. L. (2017). Lluvias y sequías: los cambios históricos de la vegetación. En A. S. G. Poi, *Biodiversidad de Iberá* (41–72). Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Ogden, C. G. (1979). Comparative morphology of some pyriform species of *Diffugia* (Rhizopoda). *Archiv für Protistenkunde*, 122(1–2), 143–153. [https://doi.org/10.1016/S0003-9365\(79\)80024-X](https://doi.org/10.1016/S0003-9365(79)80024-X)
- Ogden, C. G. and Meisterfeld, R. (1989). The taxonomy and systematics of some species of *Cucurbitella*, *Diffugia* and *Netzelia* (Protozoa: Rhizopoda); with an evaluation of diagnostic characters. *Eur J Protistol*, 25(2), 109–128. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(89\)80022-7](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(89)80022-7)
- Poi, A. S. G., Neiff, J. J., Cózar Cabañas, A., Úbeda Sánchez, B., Casco, S. L., Frutos, S. M., Gallardo, L. I. and Carnevali, R. P. (2017). *Biodiversidad en las aguas del Iberá*. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Poi de Neiff A. S. G. (2003). *Limnología del Iberá: aspectos físicos, químicos y biológicos de las aguas*. Editorial de la Universidad Nacional del Nordeste (EUDENE).
- Sherr, E. B. and Sherr, B. F. (2002). Significance of predation by protists in aquatic microbial food webs. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 81, 293–308. <https://doi.org/10.1023/A:1020591307260>
- Silva, M. L. C., Rangel, E. R., Lansac-Tôha, F. A., Schwind, L. T. F. and Joko, C. Y. (2016). An annotated checklist of the *Arcella* (Arcellidae) from littoral zone of paranoá lake-Brazil, with a pictorial key. *Acta Sci Biol Sci*, 38(2), 229–240. <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v38i2.29187>
- Velho, L. F. M. and Lansac-Tôha, F. A. (1996). Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Parana river floodplain, state of Mato Grosso do Sul, Brazil: II. Family Diffugiidae. *Stud Neotrop Fauna Environ*, 31(3–4), 179–192. <https://doi.org/10.1076/snfe.31.3.179.13342>
- Velho, L. F. M., Lansac-Tôha, F. A. and Serafim-Junior, M. (1996). Testate amoebae (Rhizopodea-Sarcodina) from zooplankton of the high Paraná river floodplain, State of Mato Grosso do Sul, Brazil: I. Families Arcellidae and Centropyxidae. *Stud Neotrop Fauna Environ*, 31(1), 35–50. <https://doi.org/10.1076/snfe.31.1.35.13315>
- Velho, L. F. M., Lansac-Tôha, F. A., Bonecker C. C. and Zimmermann-Callegari, M. C. (2000). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. II. Families Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae. *Acta Sci Biol Sci*, 22(2), 365–374.
- Vucetich, M. C. (1973). Estudio de tecamebianos argentinos en especial los del dominio pampasico. *Revista Mus. La Plata*, 11(108), 287–332.
- Vucetich, M. C. y Escalante, A. H. (1986). Variaciones morfológicas y ultraestructura tecal de *Diffugia correntina* Vucetich, 1978 (Rhizopoda Testacea). *Notas Mus. La Plata*. 21, 31–38.