

## Proyecto científico Última Patagonia 2021

Matthieu Mulo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de biodiversité des sols, Université de Neuchâtel, 2000 Neuchâtel, Suisse

[matthieu.mulot@unine.ch](mailto:matthieu.mulot@unine.ch)

### Biogeografía de los protistas y paleoecología de Madre de Dios

#### Introducción:

Los protistas constituyen la mayoría invisible de eucariontes (Fig. 1), que incluyen todos los eucariontes salvo las plantas terrestres (embriofitas), los animales y, sin duda, los hongos. Principalmente son unicelulares e incluyen el conjunto del árbol de eucariontes (Adl et al. 2012) (Fig. 1). Las protistas van desde los taxones “picoeucariontes”, que son más pequeños que muchas bacterias (Staa, Wachter, et Vaulot 2001; Caron et al. 2009; Not et al. 2009), pasando por los taxones de mohos calcáreos que forman plasmodios, las algas verdes marinas del género *Caulerpa*, que forman los organismos unicelulares más grandes del planeta, hasta llegar a las algas marones multicelulares (varechs) de varios metros de largo. Los protistas también comprenden las amebas desnudas con cuerpo flexible o formar blasonadas (por ejemplo, las diatomeas, las amebas tecadas) Pueden ser, a la vez, fotoautótrofos (“algas”), heterótrofos (“protozoarios”) o mixtos, y obtener carbono de manera fotoautótrofa y heterótrofa (Geisen et Bonkowski 2018). Numerosos protistas viven en simbiosis mutualista o parasitaria con animales, plantas, fungi y otros protistas, o acogen procariotas ectosimbióticos y/o endosimbióticos (Vargas et al. 2015).

Los protistas están presentes en todos los biomas de la Tierra, incluso en ambientes extremos como los de pH bajo o elevado, donde las temperaturas son bajas o elevadas y donde el estrés salino es importante (Petz 1997; De Jonckheere 2006; Geisen et al. 2015; Shmakova, Bondarenko, et Smirnov 2016). Su número llega generalmente a las decenas de miles de individuos por gramo de suelo suelto (Stefan et al. 2014; Finlay 2002) o por milímetro en los sistemas (Vargas et al. 2015). Su diversidad y la estructura de estas comunidades varía en función de los hábitats y, en consecuencia, la estructura de las comunidades de protistas (en particular, en el suelo) ofrece indicaciones preciosas sobre las condiciones medioambientales (Foissner 1997; Payne 2015).

La diversidad de protistas del suelo a largo plazo ha sido subestimada, pero los progresos metodológicos, como el aislamiento del ADN medioambiental y la secuenciación ultra-profunda de alto rendimiento, muestran una diversidad cualificada de “casi imponderable” (Foissner 1999; Bass et al. 2017). Por ejemplo, la diversidad total del plancton en la zona eufótica de los océanos del mundo se ha estimado en las 150.000 unidades taxonómicas operacionales (OTU) sobre la base de secuencias de genes de ARNr 18S (Vargas et al. 2015). Los suelos presentan una diversidad de protistas diferente y quizás incluso superior a la de los ecosistemas acuáticos, pero esta diversidad es aun ampliamente desconocida (Grossmann et al. 2016; Bass et al. 2017).

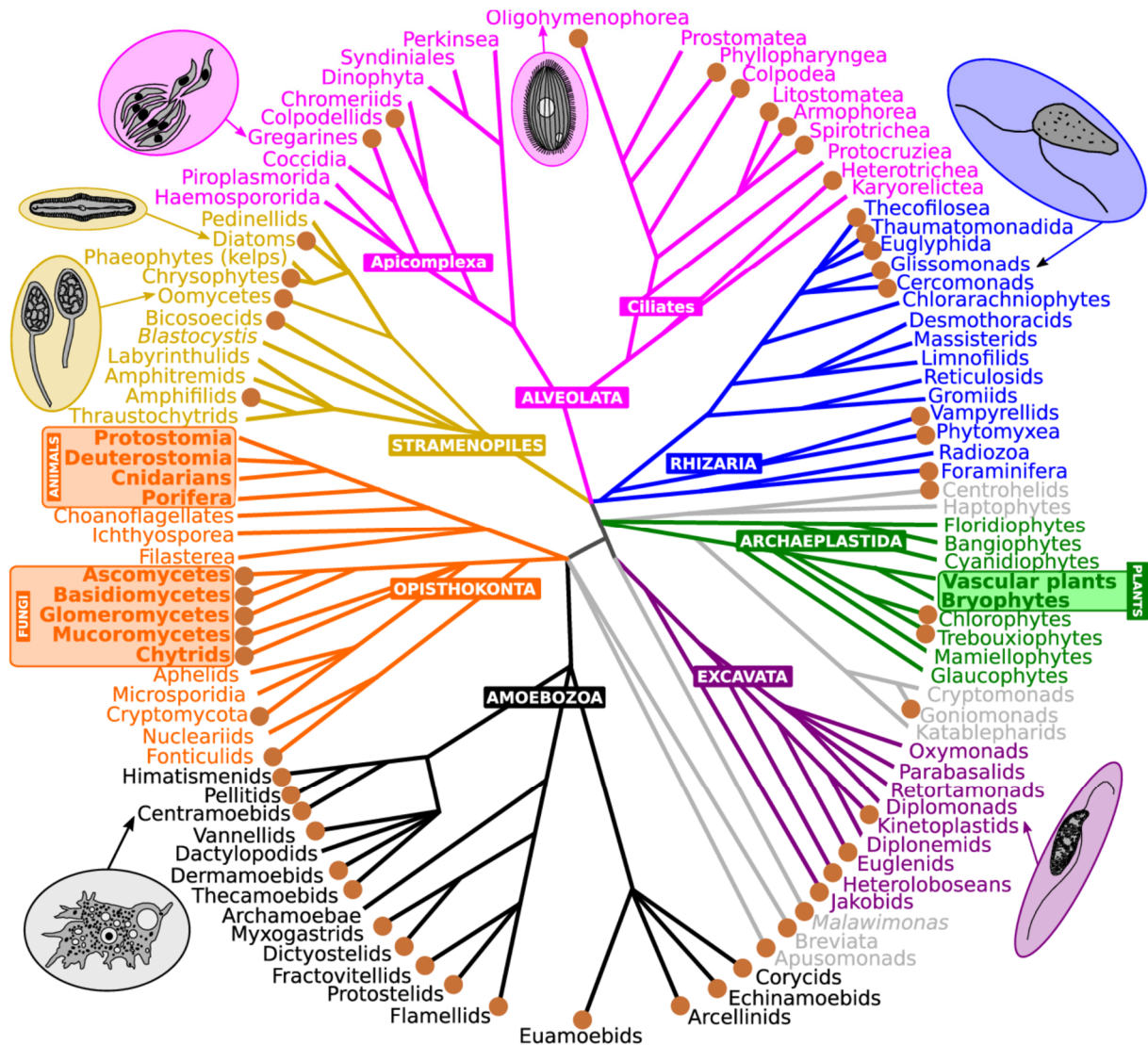


Figura 1: Posición de los protistas en el árbol de los eucariontes. Los animales, plantas y fungi representan solamente una ínfima parte del árbol de eucariontes.

Los protistas, por su carácter ubicuo y los procesos a los que son sometidos, son testigos de la historia de la Tierra y de los lugares que habitan. De hecho, sufren los mismos procesos biogeográficos que los organismos más grandes con los que coexisten o han coexistido. Se observan procesos de especiación, de dispersión y de extinción al igual que en los organismos más grandes.

Algunos protistas secretan o agregan una concha que permanece tras la muerte del organismo. Es lo que ocurre con los coccolitóforos, cuyo esqueleto compone los bancos de calizas. Otro grupo

menos conocido, las amebas tecadas, está muy presente en el suelo y, particularmente, en las turberas. Las turberas se caracterizan por un alto nivel de capa que induce a una débil descomposición de la materia orgánica que, a su vez, se agregan en forma de una turba, primero, rubia y luego morena. Las conchas (tecas) de las amebas permanecen preservadas en la turba, por lo que el perfil contiene la cronosecuencia de la historia de la turbera. Dado que las comunidades de amebas están muy directamente ligadas a las condiciones medioambientales, es pues posible reconstruir los climas pasados y, sobre todo, el régimen hídrico de la turbera a partir de estos restos presentes en la turba (Swindles et al. 2015).

### **Objetivos:**

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Caracterizar los protistas que viven en los musgos de turbera y en el bosque por secuenciación de alto rendimiento del 18S SSU.
- Caracterizar las amebas tecadas de la turbera del campamento base mediante observación microscópica.
- Reconstruir el nivel de capa en esta turbera a partir de la caracterización de las amebas tecadas presentes en el testigo de turba extraído en 2019.

La secuenciación de alto rendimiento permite cubrir el conjunto del espectro de eucariotas y disponer de información sobre la historia evolutiva de los micro-eucariotas insulares. Sobre todo, esto permitirá entender la tasa de migración/dispersión de los protistas desde y hacia el continente. Estas informaciones son poco o nada conocidas en lo referente al archipiélago en el que se inserta Madre de Dios. Es muy probable que se encuentre especies de protistas endémicas de Madre de Dios, sobre la base de sus secuencias de ADN, o de encontrar divergencia de clado(s).

### **Métodos:**

Para el proyecto necesita la extracción de muestra de:

- Muestras de musgos (algunos gramos) por lugar de muestreo, conservados en bolsas ziploc para análisis de microscopio.
- Muestras de capitulum de musgos (1 gr) preservados en tubo crio con un tapón Lifeguard para la secuenciación de alto rendimiento.

Los análisis se realizarán en la Universidad de Neuchâtel (Suiza) y en la Universidad Bernardo O'Higgins de Santiago, bajo la dirección de Leonardo Fernández, nuestro partner para este proyecto.

El análisis del testigo de turba se hará en Neuchâtel (Suiza).

El proyecto está financiado por:

- El laboratorio de Biología del Suelo de la Universidad de Neuchâtel (Suiza)
- La sociedad Apodemus EURL
- Se presentará una solicitud de financiamiento Spark en septiembre en Suiza.

### **Referencias:**

Adl, Sina M., Alastair G. B. Simpson, Christopher E. Lane, Julius Lukeš, David Bass, Samuel S. Bowser,

- Matthew W. Brown, et al. 2012. «The Revised Classification of Eukaryotes». *Journal of Eukaryotic Microbiology* 59 (5): 429-514. <https://doi.org/10.1111/j.1550-7408.2012.00644.x>.
- Bass, David, Colombar de Vargas, Alexandros Stamatakis, Frédéric Mahé, Lucas Czech, Enrique Nuñez Lara, David Singer, et al. 2017. «Parasites dominate hyperdiverse soil protist communities in Neotropical rainforests». *Nature Ecology & Evolution*, mars. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0091>.
- Caron, David A., Alexandra Z. Worden, Peter D. Countway, Elif Demir, et Karla B. Heidelberg. 2009. «Protists Are Microbes Too: A Perspective». *The ISME Journal* 3 (1): 4-12. <https://doi.org/10.1038/ismej.2008.101>.
- De Jonckheere, Johan F. 2006. «Isolation and Molecular Identification of Free-Living Amoebae of the Genus Naegleria from Arctic and Sub-Antarctic Regions». *European Journal of Protistology* 42 (2): 115-23. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2006.02.001>.
- Finlay, Bland J. 2002. «Global Dispersal of Free-Living Microbial Eukaryote Species». *Science* 296 (5570): 1061-63. <https://doi.org/10.1126/science.1070710>.
- Foissner, Wilhelm. 1997. «Protozoa as bioindicators in agroecosystems, with emphasis on farming practices, biocides, and biodiversity». In. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(96\)01142-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(96)01142-5).  
———. 1999. «Protist Diversity: Estimates of the Near-Imponderable». *Protist* 150 (4): 363-68. [https://doi.org/10.1016/S1434-4610\(99\)70037-4](https://doi.org/10.1016/S1434-4610(99)70037-4).
- Geisen, Stefan, et Michael Bonkowski. 2018. «Methodological Advances to Study the Diversity of Soil Protists and Their Functioning in Soil Food Webs». *Applied Soil Ecology, HUMUSICA 3 - Reviews, Applications, Tools*, 123 (février): 328-33. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.05.021>.
- Geisen, Stefan, Michael Bonkowski, Junling Zhang, et Johan F. De Jonckheere. 2015. «Heterogeneity in the Genus Allovahlkampfia and the Description of the New Genus Parafumarolamoeba (Vahlkampfiidae; Heterolobosea)». *European Journal of Protistology* 51 (4): 335-49. <https://doi.org/10.1016/j.ejop.2015.05.003>.
- Grossmann, Lars, Manfred Jensen, Dominik Heider, Steffen Jost, Edvard Glücksman, Hanna Hartikainen, Shazia S Mahamdallie, et al. 2016. «Protistan community analysis: key findings of a large-scale molecular sampling». *The ISME Journal* 10 (9): 2269-79. <https://doi.org/10.1038/ismej.2016.10>.
- Not, Fabrice, Javier del Campo, Vanessa Balagué, Colombar de Vargas, et Ramon Massana. 2009. «New Insights into the Diversity of Marine Picoeukaryotes». *PLOS ONE* 4 (9): e7143. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007143>.
- Payne, Richard J. 2015. «Seven Reasons Why Protists Make Useful Bioindicators». *Acta Protozoologica* 52 (3): 105-13.

- Petz, Wolfgang. 1997. « Ecology of the Active Soil Microfauna (Protozoa, Metazoa) of Wilkes Land, East Antarctica ». *Polar Biology* 18 (1): 33-44. <https://doi.org/10.1007/s003000050156>.
- Shmakova, Lyubov, Natalya Bondarenko, et Alexey Smirnov. 2016. « Viable Species of *Flamella* (Amoebozoa: Varioseae) Isolated from Ancient Arctic Permafrost Sediments ». *Protist* 167 (1): 13-30. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2015.11.001>.
- Staat, Seung Yeo Moon-van der, Rupert De Wachter, et Daniel Vaultot. 2001. « Oceanic 18S rDNA Sequences from Picoplankton Reveal Unsuspected Eukaryotic Diversity ». *Nature* 409 (6820): 607-10. <https://doi.org/10.1038/35054541>.
- Stefan, Geisen, Bandow Cornelia, Römbke Jörg, et Bonkowski Michael. 2014. « Soil Water Availability Strongly Alters the Community Composition of Soil Protists ». *Pedobiologia* 57 (4): 205-13. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2014.10.001>.
- Swindles, Graeme T., Matthew J. Amesbury, T. Edward Turner, Jonathan L. Carrivick, Clare Woulds, Cassandra Raby, Donal Mullan, et al. 2015. « Evaluating the use of testate amoebae for palaeohydrological reconstruction in permafrost peatlands ». *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 424 (avril): 111-22. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.02.004>.
- Vargas, Colomban de, Stéphane Audic, Nicolas Henry, Johan Decelle, Frédéric Mahé, Ramiro Logares, Enrique Lara, et al. 2015. « Eukaryotic Plankton Diversity in the Sunlit Ocean ». *Science* 348 (6237): 1261605. <https://doi.org/10.1126/science.1261605>.