

## Comunicación corta

### EVOLUCIÓN DE LOS PROTOZOOS

J.G. Rodríguez Diego\*, J.L. Olivares\*\*, J. Arece\*\*\*

\*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado 10. San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Correo electrónico: [jesus@censa.edu.cu](mailto:jesus@censa.edu.cu); \*\*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X). Calzada del Hueso No. 1100. Col. Villa Quietud, Deleg. Coyoacán, México 04960; Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana. CP. 44280. Matanzas, Cuba

**RESUMEN:** Se realiza un análisis de la bibliografía existente sobre la evolución de los protozoos desde los procariotas, y las adaptaciones ocurridas para alcanzar el estadio parasitario como endoparásitos. Se brindan algunos ejemplos de estudios realizados por los autores.

(Palabras clave: evolución; protozoa; eucariotas)

### EVOLUTION OF PROTOZOANS

**ABSTRACT:** An analysis of literature relating protozoan evolution from prokaryotes, and adaptations occurring in parasites in order to reach the stage of endoparasites, is carried out. Some examples of studies made by the authors are provided.

(Key words: evolution, protozoa; eukaryotes)

El reino Protista se establece como una unidad en 1993, y se reconoce la existencia de ancestros, anteriores al desarrollo definitivo de los eucariotas (1), ya que en la descripción de los protozoos, como animales primarios dentro de los eucariotas, realizada por Golfuss en 1818, y la de Hogg en 1860, quien describe el reino Primigenium formado por protocistas (animales primarios), no se realizaban tales consideraciones (2).

Se supone, de acuerdo a las evidencias paleontológicas, que los protistas, proceden del Precámbrico y constituyen un conjunto polifilético y han evolucionado a través de largos períodos; algunos lograron diferentes adaptaciones a diversos medios, en tanto otros no lograron una amplitud ecológica.

En los protistas, se encuentran las formas parasitarias más antiguas que habitaron en la tierra hace millones de años y que han continuado evolucionando como organismos unicelulares (3). La taxonomía de esos está sufriendo cambios importantes debido a los avances de la biología molecular. Actualmente, se dividen en tres grandes grupos: los protozoos, los mixomicetos y ficomicetos y las algas (1).

#### **Evolución de los protozoos**

Los eucariotes dieron lugar a los miembros de Archezoa y Protozoa (2). En relación con los prime-

ros, tanto los metamonadas (*Giardia* spp), como los microsporidios (*Nosema* sp), son los organismos unicelulares más antiguos, anteriores a la incorporación de los simbioses, hace 1100 millones de años y además tienen mecanismos propios para la vida parásita (2). Estos organismos fueron clasificados dentro de Protozoa durante muchos años, pero en la actualidad ya no se ubican en ese Reino.

El término protozoo es utilizado para englobar numerosos grupos de eucariotas unicelulares de origen distantes y relacionados remotamente. Son considerados como organismos unicelulares que han adaptado sus componentes celulares por varias vías mediante una gran diversidad de eventos evolutivos (4). Constituyen una categoría de organismos diversos, los cuales en su mayoría son heterótrofos unicelulares que ingieren su alimento y generalmente se reproducen asexualmente por simple división celular, aunque algunos también tienen fases sexuales con meiosis y fusión de gametos haploides, dando lugar a cigotos diploides (2). Tal es el caso de los miembros de Apicomplexa (5).

Los estudios sobre biología molecular evidencian que existen diferencias génicas entre ellos, que en algunos casos superan las diferencias que se observan entre un animal superior y una planta verde (6).

Los protozoos se diferencian de los procariotas en que, incluso las formas más elementales, tienen núcleo, retículo endoplásmico y citoesqueleto. Las mitocondrias polimórficas limitadas por dos membranas, están presentes en todos los protozoos aerobios, ya que proporcionan la energía para las actividades biosintéticas y motoras. Por otra parte, se diferencian de las plantas en que estas tienen en su citoplasma cloroplastos con doble membrana y almidón en el propio plástido o en el citoplasma y la casi universal ausencia de fagotrofismo (7).

En orden de antigüedad dentro de los protozoos, figuran los flagelados pertenecientes al Phylum Trichomonadida. Ejemplo de ellos son *Tritrichomona foetus* o *Trichomona vaginalis*, que poseen aparato de Golgi asociado a raíces flagelares. La presencia de microaerofilia representa un mecanismo de adaptación al parasitismo, y el disponer sólo de hidrogenosomas les acerca etariamente a los Arquezoa. Dentro de los flagelados, los Kinetoplástida (los géneros *Leishmania* y *Trypanosoma* contemplan una gran variedad de especies. El segundo género es polifilético, posee centrosoma y estructuras derivadas, mitocondrias, perixosomas tales como glucosomas y apareció en el período Cámbrico hace 500 millones de años, asociándose con dípteros (*Glossina* spp), muy posteriormente. Actualmente, engloba un elevado número de especies que parasitan al hombre como *T. gambiense* y *T. rhodesiense*, especies endémicas en África y *T. cruzi* en el cono sur americano además de otras especies que parasitan a los mamíferos domésticos y silvestres principalmente de África, aunque algunas son cosmopolitas (8, 9).

Los siguientes en orden de antigüedad, son los protozoos pertenecientes al Phylum Schizopyrenida. Estos son de vida libre, se encuentran en el agua, aunque actualmente están adaptados al parasitismo, por ejemplo *Naegleria fowleri* parasita al hombre. Por otra parte, las especies de *Naegleria* son un buen ejemplo sobre su origen flagelado, ya que en estado vegetativo de trofozoíto adoptan indistintamente forma amebode o flagelada (2).

Los miembros del Phylum Entamoebida siguieron a los flagelados trichomonadidos y kinetoplástidos. Esos se especializaron en dos direcciones principales: supresión de la fase amebode, y supresión de la fase flagelada. La siguiente ruta dio lugar a las últimas amebas, que presentan reducción de órganos y predisposición al parasitismo como sucede con *Entamoeba histolytica* (2).

Otros protozoos que posteriormente alcanzaron la categoría de parásitos, y cuya reconstrucción filogenética molecular es más reciente, son los Apicomplexa, que poseen mitocondrias con crestas tubulares y engloban especies de gran interés parasitológico (*Toxoplasma gondii*, *Eimeria* spp, *Sarcocystis*, *Babesia* y *Theileria*). Algunos apicomplejos siguieron una vía paralela al de los kinetoplástidos, adaptándose al parasitismo en los artrópodos y mediante estos alcanzaron a los vertebrados cuando los reptiles dominaron la tierra desde finales del Carbonífero (8,10). Los mecanismos de adaptación al parasitismo de este grupo, mediante el cual garantizan una alta población de estadios, se evidencia en el género *Eimeria*. Nuestros estudios con *E. tenella* (11), ratificaron que realiza su fase endógena con alternancias de generaciones sexuales y asexuales que conlleva una gran expulsión de oocistos al medio externo, lo que le garantiza la subsiguiente infección de las aves y así la permanencia de la especie.

Los miembros del Phylum Ciliophora, son considerados, evolutivamente, entre los últimos protozoos. Son, además, los más complicados y especializados. Se plantea que proceden de los flagelados (12) y que, posteriormente, desarrollaron e incrementaron el número de organelas locomotoras y por tanto, un complejo pelicular. En su mayor parte los ciliados son comensales, y solamente algunas especies son parásitas; tal es el caso de *Balantidium coli* que parasita el intestino del cerdo y del hombre, mientras que otras especies parásitas de peces como *Ichtiophthirius multifiliis* o *Chilodonella* son ectoparásitos (2).

Existen más de 1000 especies de Protozoos en su mayor parte endoparásitas, aunque algunas son ectoparásitas, como sucede con algunos ciliados, como *Trichodina* sp., ectoparásita de peces (2).

## REFERENCIAS

1. Cavalier-Smith T. The Protozoan phylum Opalozoa. J Euk Microbiol 1993;40(5):609-615.
2. Sánchez C. Origen y evolución del parasitismo. Discurso de ingreso. Academia de Ciencias de Zaragoza. 2000; 12 de diciembre. Zaragoza. España.
3. Baker JR. The evolution of Parasitic Protozoa. En: Evolution of Parasites 1965; pp 1-28 Ed. Taylor. A. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
4. Martínez Fernández A. El parasitismo y otras asociaciones biológicas. Parásitos y hospedadores. Parasitología Veterinaria. 1999; pp 22-38. Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid
5. Cordero del Campillo M, Rojo Vázquez FA, Martínez Fernández MC, Hernández Rodríguez S, Navarrete López-Cozar I, Díez baños P. Parasitología Veterinaria 1998; pp 76. Mc Graw-Hill. Interamericana. Madrid.
6. Curtis H, Barnes NS. Biología. 1997; 5 Ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina.
7. Cavalier-Smith T. Molecular evolution eukaryotes with no mitochondria. Nature. 1987;326:332-333.
8. Gajadhar AA. Evolutionary relationships among Apicomplexans, Dinoflagellates, and Ciliates: Ribosomal RNA sequences of *Sarcocystis muris*, *Theileria annulata* and *Cryptosporidium parvum*. Mo Biochem Parasitol 1991;45:147-154.
9. Maslov DA. Phylogeny of trypanosomes as inferred from the small and large subunit rRNAs implications for the evolution of parasitism in the trypanosomatid protozoa. Mol Bioch Parasitol 1996;75(2):197-205.
10. Escalante AA, Ayala FJ. Evolutionary origin of *Plasmodium* and other Apicomplexa based on rRNA genes 1995; Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 92(13):5793-5797.

11. Gómez E, Rodríguez Diego JG, Blandino, T. Caracterización *Eimeria tenella* en Cuba II. Fase endógena. Rev Salud Anim. 1983;5:695.
12. Sleight M. Protozoa and other protists 1989; Edward Arnold. A division of Hodder y Stoughton.

**(Recibido 18-3-2010; Aceptado 15-6-2010)**