

---

# ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS PROTOZOARIOS DE LAS AGUAS NEGRAS DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

---

GABRIELA RICO-FERRAT\* y EUCARIO LOPEZ-POCHOTERENA

Laboratorio de Protozoología, Facultad de Ciencias, UNAM. México, 20 D.F.

\* Este trabajo forma parte de la tesis presentada en la Facultad de Ciencias, UNAM, para obtener el título de Biólogo.

De acuerdo con Noland y Gojdics (1967), Kolkwitz y Marsson en 1908 propusieron una clasificación del agua, basada en su contenido de materia orgánica en descomposición; dicho sistema fue ampliado y detallado por Kolkwitz en 1950 y puede considerarse como vigente para definir el grado de contaminación orgánica, así como para estudiar a los microorganismos que ahí habitan.

Este sistema de clasificación se ha aplicado a las aguas negras, Fjordingstad (1963) propuso para este medio normas más detalladas.

Recientemente, Morishita (1966) y Curds (1969) han publicado trabajos realizados en aguas negras y lodos activados y han hecho referencia a los protozoarios encontrados en ellos. Sleigh (1973) menciona otros trabajos efectuados en ese ambiente. Por otra parte, Bick (1967-1969) publicó una guía ilustrada de protozoarios ciliados utilizados como indicadores biológicos en la contaminación de las aguas dulces.

Este es el primer trabajo hecho en México, acerca de los protozoarios que habitan en las aguas negras, y tiene como fin obtener información sobre las especies que se encuentran en ese medio contaminado.

## MATERIALES Y METODOS

Las muestras de aguas negras utilizadas fueron recolectadas en los registros de drenaje doméstico en diferentes rumbos de la zona metropolitana de la ciudad de México. Se obtuvieron veinte muestras en el periodo comprendido entre los meses de junio a diciembre de 1974; en cada muestra se midió el pH y la temperatura en el momento de su recolección. De cada una de las muestras se hizo un cultivo con extracto de levadura al 2%, otro con infusión de trigo y una parte se conservó en condiciones naturales, manteniéndose cubiertos a la temperatura ambiente. Los cultivos y la muestra original fueron estudiados dos veces por semana durante un mes y en cada observación fue medido el pH.

Se hicieron preparaciones frescas y se utilizaron colorantes vitales, así como las técnicas microscópicas de campo claro, campo oscuro y contraste de fases, para identificar a las especies de protozoarios existentes.

Se utilizó la taxa y la nomenclatura propuestas por Grassé (1952-1953), Honigberg, *et al* (1964) y Kahl (1930-1935). Para definir a las especies que se citan por primera vez para México, se utilizó el trabajo de López-Ochoterena y Roure-Cané (1970).

## RESULTADOS

El pH. de las muestras durante su recolección osciló entre 5.5 y 7.8, durante el mes de observación este factor varió de 5.4 a 8 con la excepción de la muestra 19 en donde se midió un pH. de 10.

La temperatura de las muestras fluctuó entre 10° y 18°C, y en el laboratorio entre 10° y 25°C.

Se identificaron setenta y una especies de protozoarios, de las cuales veintiséis son citadas por primera vez para México.

En la tabla I se muestra la frecuencia con que aparecieron las especies de acuerdo a las muestras estudiadas.

Las distribución de las especies encontradas es la siguiente: Fitoflagelados 6 especies; Zooflagelados 11 especies; Sarcodarios 19 especies y Ciliados 35 especies.

## DISCUSIÓN

Los protozoarios poseen una gran adaptación a diferentes medios, puesto que presentan amplios límites de tolerancia, Cairns (1962). Esta gran adaptabilidad es mostrada en el presente trabajo, pues si se toma en cuenta el tipo de agua estudiada y los innumerables contaminantes que presenta (detergentes, jabones, materias fecales, materia orgánica en descomposición y diferentes productos químicos) las condiciones ahí existentes se pueden considerar como extremas y a pesar de ello, innumerables especies de protozoarios se encontraron presentes, como se observa en la tabla I.

La abundancia o escasez de las especies se encuentra en relación con su hábitat, por lo que las formas encontradas generalmente son coprozoicas, polisapróbicas o mesosapróbicas, Bick. (1967-1969)

Si se toma en cuenta el tipo de medio con que se trabajó, es difícil especificar el intervalo de los factores ambientales en donde determinados protozoarios pueden vivir, ciertos factores se pueden acercar a los límites de tolerancia y éstos se pueden considerar como limitantes en la distribución de estos organismos. Esto se pudo observar claramente en la muestra número 15, en donde el pH. fue un factor determinante en la existencia de los protozoarios, debido a que éstos no lograron adaptarse y sobrevivir en un pH. 10.

Woodruff (1912) es uno de los primeros autores que hacen referencia a la sucesión de especies que se presentan en un cultivo mixto; Curds (1969) estudió las sucesiones en los lodos activados. De una forma semejante esta secuencia de organismos se presentó en las muestras y cultivos estudiados, observándose en primer lugar bacterias, pequeños rizópodos y flagelados, posteriormente ciliados holotríquidos en gran número y finalmente ciliados hipotríquidos y peritríquidos.

Los dos estados de autopurificación que se presentan en las aguas contaminadas y mencionados por Bick (1965), se presentaron en las muestras y cultivos estudiados. Esta autopurificación no solamente está en relación con la secuencia de organismos sino también con el cambio de las condiciones ecológicas del medio, es decir, los organismos presentes durante las tres primeras semanas fueron bacterias, zoomastigóforos, amibas y ciliados, lo que sugiere a su vez la presencia de un alto nivel de bióxido de carbono libre y un bajo nivel de oxígeno.

Las muestras y cultivos al principio presentaron un aspecto turbio, el cual desapareció conforme avanzó el tiempo, obteniéndose después de tres o cuatro semanas un medio claro y en algunos casos transparentes, por lo que se puede inferir que se llegó a una escasez de bióxido de carbono y a un alto contenido de oxígeno en el medio; entre los organismos presentes se encontraron fitomastigóforos y metazoarios microscópicos como rotíferos y nemátodos.

Esta secuencia progresiva de purificación de las aguas negras se debe principalmente a la acción de los protozoarios ciliados, Sleigh (1973).

TABLA I. FRECUENCIA DE LAS ESPECIES IDENTIFICADAS\*

ESPECIES	MUESTRAS ESTUDIADAS																				Fc
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Phocus longicauda</i> Ehrenberg	X																			X	2
<i>Peranema trichoporum</i> (Ehrenberg)			X		X			X		X	X	X	X			X		X		X	10
<i>Anisanema acinus</i> Dujardin				X						X	X	X		X							5
<i>Copromonas subtilis</i> Dobell	X	X		X	X	X			X	X		X				X	X	X		X	12
<i>Astasia klebsili</i> Lemmermann								X			X	X	X			X					5
+ <i>Scourfieldia complanata</i> West			X		X					X		X		X		X	X			X	8
+ <i>Mastigamoeba longifilum</i> Stokes									X			X				X				X	4







no es un factor que afecte la presencia de los protozoarios.

En general los protozoarios presentan una gran adaptación a las aguas negras, de los estudiados en este trabajo, fueron los ciliados los más abundantes en número y en especies (35), por lo que se puede considerar a éstos como los más adaptados a un medio contaminado.

La primera semana de cultivo se caracterizó por la presencia de bacterias y zooflagelados, los fitoflagelados estuvieron reducidos en especies y en individuos debido a las condiciones existentes de contaminación.

La gran población bacteriana que se presentó posteriormente, fue seguida por un aumento de los protozoarios ciliados, siendo la mayoría de éstos bacteriófagos, por lo que existe una relación directa entre ambos grupos.

A partir de la tercera semana el número de protozoarios decreció y aumentaron los metazoarios como rotíferos y nemátodos.

La sucesión de organismos trae como consecuencia una autopurificación de las aguas negras, debido a que los microorganismos presentes descomponen las sustancias contaminantes en el agua, las materias de desecho y el alimento puesto en disponibilidad por la destrucción de otros organismos que no resisten la contaminación.

Se puede sugerir que los protozoarios ciliados juegan un papel muy importante en la purificación y transparencia del agua. Correspondiendo a un alto número de ciliados un líquido transparente, y a un número bajo de éstos un líquido turbio.

Se puede considerar que las bacterias, protozoarios y ciertos grupos de metazoarios microscópicos, son responsables de la estabilización de la materia orgánica en las aguas negras, con su consecuente autopurificación.

## RESUMEN

Para la realización del presente trabajo, el cual es el primero que se efectúa en México sobre los protozoarios de aguas negras, se llevó a cabo un muestreo de veinte registros de drenaje doméstico en la zona metropolitana de la ciudad de México.

Se identificaron un total de setenta y una especies de protozoarios, de las cuales veintiséis de ellas son citadas por primera vez para México.

A través de los cultivos realizados de cada una de las muestras, se observó una sucesión de organismos, la cual está en relación con los cambios ecológicos que se presentan, lo que trae como consecuencia una autopurificación del agua.

## SUMMARY

This is the first study made in Mexico of the Protozoological Fauna of Mexico City's Metropolitan area's domestic drainage.

Seventy one species of protozoa were identified, twenty six of which are considered new for Mexico's Microfauna.

Ciliated Protozoa were found to be the most abundant (thirty-five species) and the best adapted to a polluted medium. They were also found to be responsible for the sewage's autopurification.

## REFERENCIAS

BICK, H. 1963. A Review of Central European Methods for the Biological Estimation of Water Pollution Levels. World Health Organization, WHO/EBL/29:401-413.

——— 1965. Protozoan Successions Associated with the Decay of Organic Materials. World Health Organization, WHO/EBL/49:1-12.

——— 1967-1969. An Illustrated Guide to Ciliate Protozoa used as "Biological Indicators" in fresh water ecology. World Health Organization, WHO/VBC/67.21; 68.55: 68.58; 68.71; 68.88; 68.110; 69.136; 69.139; 69.143; 130 pp.

CAIRNS, J. 1962. The Environmental Requirements of Fresh Water Protozoa. In biological Problems in Water Pollution. Third Seminar, PHS Publ. N° 999-WP-25, 424 pp.

- CURDS, C.R. 1969. An Illustrated Key to the British Freshwater Ciliated Protozoa. Commonly
- SLEIGH, M. 1973. The Biology of Protozoa. Edward Arnold Pub., London: 247-282.
- WOODRUFF, L.L. 1912. Observations on the Origin and Sequence of the Protozoan Fauna of Hay Infusions. J. Exp. Zool., 12:205-264. Found in Activated Sludge. Water Pollution Research. Ministry of Technology HMSO 10s Od. London: 90pp.
- FJERDINGSTAD, E go.pp 1963. Limnological Estimation of Water Pollution Levels. World Health Organization, WHO/EBL/10:30 pp.
- GRASSE, P.P. (Ed.) 1952. Traité de Zoologie, Anatomie, Sistematique, Biologie, Vol. I. fasc I, Phylogénie. Protozoaires: Généralités, Flagellés. Masson et Cie. Paris: 1071 pp.
- 1953, Traité de Zoologie, Anatomie, Sistematique, Biologie. Vol. I fasc. 2, Protozoaires: Rizopodes, Actinopodes, Sporozoaires, Cnidosporidies, Masson et Cie. Paris 1160 pp.
- HONIGBERG, B.M. *et al* 1964. A Revised Classification of the Phylum Protozoa. J. Protozool. 11:7-20.
- KAHL, 1930-1935. Urtiere oder protozoa. I. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria), eine Bearbeitung der Freilebenden und ectocammensalen Infusorien der Erde, unter Ausschluss der mariner Tintinnidae. *Ind* Dahl, F., Die Tierwelt Deutschlands, G. Fischer, Jena: 886 pp.
- LOPEZ-OCHOTERENA, E. y M.T. ROURE-CANE.1970. Lista Taxonómica Comentada de Protozoarios de Vida Libre en México. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 31:115-247.
- MORISHITA, I. 1966. Ecological Studies on Protozoa in Activated Sludge of Separated System Sewage in Japan. World Health Organization, WHO/EBL/66:19 pp.
- NOLAND, L. y M. GOJDICS. 1967. Ecology of Free-Living Protozoa. *In* Chen, T. (Ed) Research in Protozoology. Pergamon Press. Oxford. 2: 216 – 266