



Protozoarios y Rotíferos de vida libre en agua residual del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

María Guadalupe del Carmen Torres Sánchez*
Javier Gutiérrez Jiménez*
Fredi Eugenio Penagos García**

RESUMEN

Se estudiaron los protozoarios y rotíferos de vida libre de las aguas residuales del río Sabinal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Se encontraron ejemplares de protozoarios del género *Paramecium* spp., así como rotíferos del género *Notommata* sp.

Palabras clave: Protozoarios, Rotíferos, río Sabinal, aguas residuales, Chiapas, México.

ABSTRACT

We studied protozoa and free-living rotifers wastewater Sabinal River in Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. There were specimens of protozoa of the genus *Paramecium* spp. As well as rotifers of the genus *Notommata* sp.

Keywords: Protozoa, Sabinal River, wastewater.

INTRODUCCIÓN

Los protistas comprenden un grupo heterogéneo de eucariontes microscópicos en el que se encuentran a los protozoarios, las algas y a los mohos mucosos; estos organismos evolucionaron desde hace 1.5 hasta 2 billones de años a partir de los organismos procarióticos tras de una serie de eventos de endosimbiosis. El papel que desempeñan estos organismos en el medio ambiente son muy importantes: los protozoarios controlan la abundancia de las bacterias mediante su capacidad fagotrófica, las algas fijan el carbono en el océano en tanto que los mohos mucosos crecen sobre la materia orgánica en descomposición y fungen también como consumidores de bacterias en los suelos orgánicos. Algunos protistas son llamados mixótrofos, dado que albergan algas endosimbióticas o cloroplastos que adquieren luego de su ingestión (Finlay, 2004).

La mayoría de los protistas son de vida libre y se encuentran donde quiera que haya humedad: en el mar, en todos los tipos de agua dulce, en agua encharcada e incluso en aguas contaminadas (agua residual). Así, son organismos de gran importancia para la vida en los ríos y mares, dado que representan el alimento primario en la cadena alimenticia de animales marinos como peces y crustáceos, formando así parte del equilibrio ecológico en la formación del zooplancton marino (Edmondson, 1959).

*Laboratorio de Biología Molecular y Genética
Facultad de Ciencias Biológicas UNICACH
aeromonas2002@yahoo.com.mx

**Laboratorio de Hidrobiología
Facultad de Ciencias Biológicas, UNICACH
fredi_penagosgarcia@hotmail.com.mx

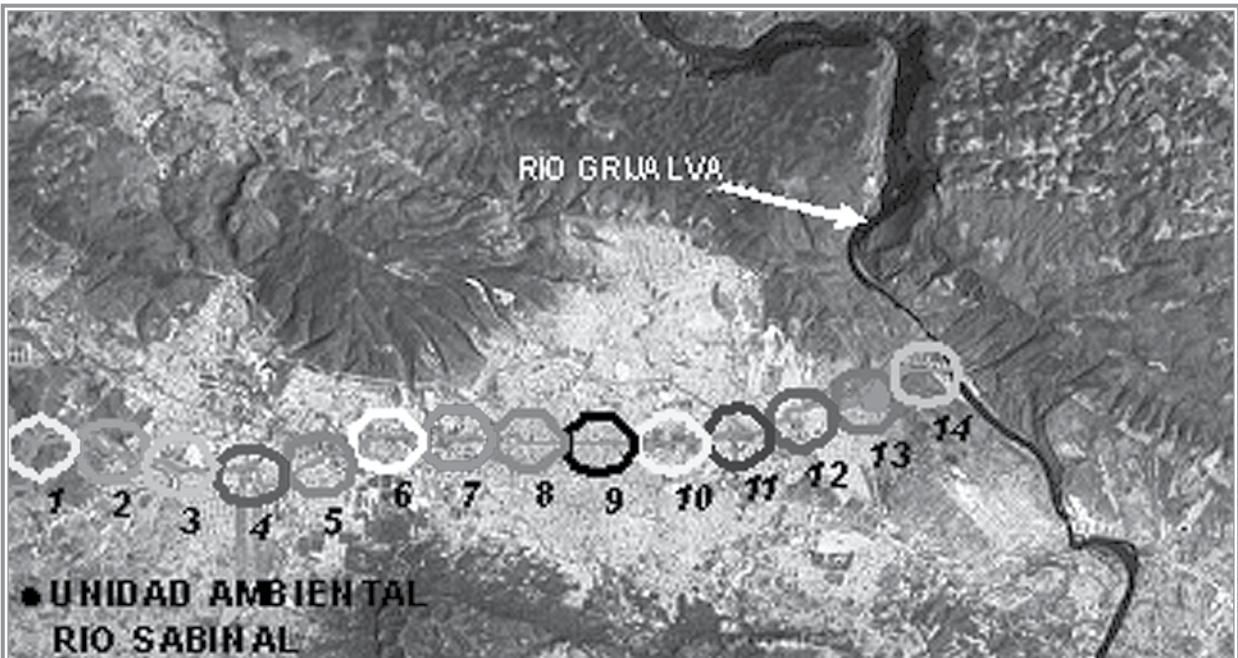
La mayoría de los zoólogos coinciden en la importancia del estudio de estos organismos, en tanto que la evolución de estos muestra también el desarrollo de la célula eucariota (Ruppert *et al.*, 2004).

Luego de efectuar una búsqueda electrónica en el acervo de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, sólo se encontraron tres registros que contenían el término *protozooario* como palabra clave, por lo que el propósito del trabajo es el de ampliar el conocimiento sobre estos organismos.

METODOLOGÍA

Para la obtención de las muestras de agua residual, se seleccionó un área del río Sabinal que atraviesa el tramo localizado entre el parque Salomón González Blanco (antes Joyu Mayu) y el deportivo Caña Hueca de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Esta área ha sido estudiada por Penagos-García (2006) quien la designó

como unidad ambiental 6 (mapa 1, sexto círculo) y que incluye el parque Joyu Mayu, fraccionamiento Playa del Sol y monumento Niños Héroes 16 poniente.; las otras unidades ambientales mostradas en el mapa son: 1: Poza Cruz Ancha-Cañada; 2: rancho El Zapote, Tecnológico de Monterrey, puente Tashnu; 3: puente Thasnu-aeropuerto; 4: aeropuerto-frente a Unidad FOVISSTE; 5: fraccionamiento FOVISSTE-Malibú Joyu Mayu; 7: 16 pte-Playa del Sol, Cuxtepeques, fraccionamiento Madero; 8: Cuxtepeques-Convivencia Infantil 9: Convivencia Infantil-Brasilito, fraccionamiento El Vergel; 10: Brasilito-Parque del Oriente; 11: Parque del Oriente-planta de tratamiento; 12: planta de tratamiento-Paso Limón-cerro de Guadalupe; 13: cerro de Guadalupe-Patria Nueva-cañada rancho de don Sabino; 14: rancho de don Sabino-cañada Sabinal-desembocadura del río Sabinal al Grijalva. La unidad ambiental 6 se caracteriza por presentar un paisaje florístico regular con predominio de sabinos,



Mapa 1 ■ | Unidades ambientales en la subcuenca del río Sabinal de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

chicozapotes, matilishuates, mangos y aceitunas con pequeñas playas de sedimento, arena, grava y piedras siguiendo río abajo (Penagos-García, 2006).

A una distancia aproximada de 1 metro de la orilla del río y en posición contra corriente (para coleccionar el plancton del río), las muestras de agua fueron colectadas durante el mes de agosto del 2008 en frascos de vidrio estériles de boca ancha con una capacidad aproximada de 250 ml (Aladro-Lubel *et al.*, 1992). Luego de la colecta, los frascos se taparon *in situ* y se trasladaron al laboratorio de Biología Molecular y Genética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNICACH. En el laboratorio se realizaron 10 preparaciones húmedas, colocando una gota de la muestra sobre un portaobjetos limpio y desengrasado; seguidamente, se dejó caer un cubreobjetos y la preparación se examinó con un microscopio de campo claro (Olympus) con el objetivo de seco débil (10x) y seco fuerte (40x) equipado con una cámara para microscopía (Infinity). La captura de las imágenes microscópicas se hizo mediante el software (Lumenera Corp.) que acompaña la cámara y que previamente se instaló en una computadora.

RESULTADOS

Se observaron principalmente organismos pertenecientes a los protistas y a las algas, aunque por su visibilidad y tamaño, se presentan aquí a los protozoarios *Notommata* sp. y *Paramecium* sp.

En la figura 1a se observa al rotífero *Notommata* sp. con su cuerpo extendido y que permite reconocer tres porciones: la cabeza, el cuerpo y el pie. En la porción cefálica se observan los dientes expuestos para permitir la ingestión de material, también se aprecian los cilios tenues que decoran las aurículas laterales de la corona; el cuerpo es en forma de saco o bolsa y el pie contiene dos dedos cortos que se adhieren al cristal. La identificación de este rotífero se hizo con base en las claves dicotómicas según Edmondson (1959). Mediante microscopía electrónica y usando el colorante fluorescente TRITC acoplado a faloidi-

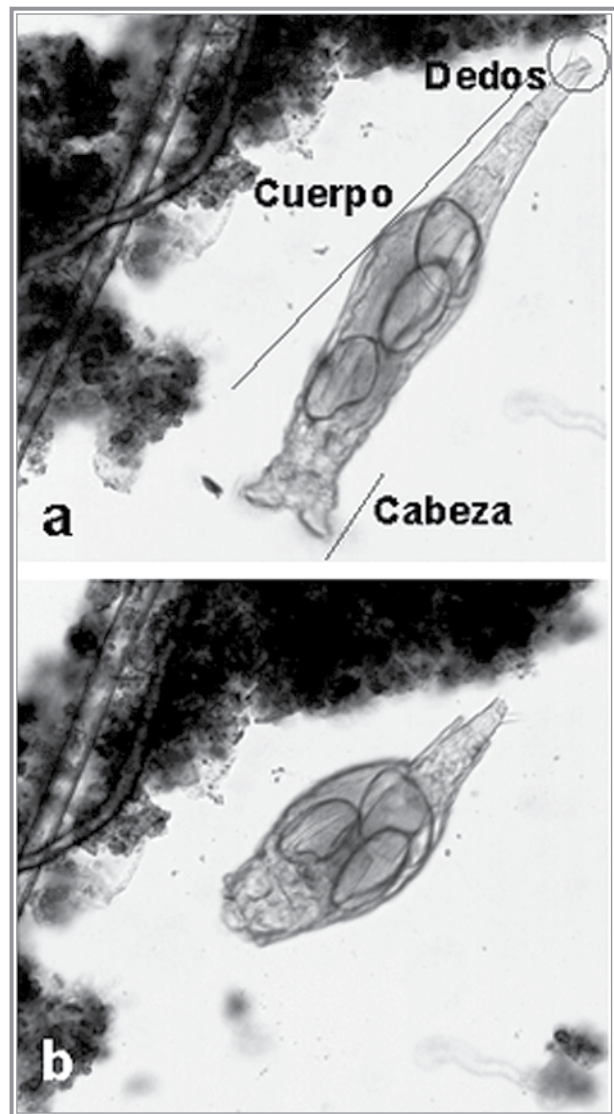


Figura 1 ■ *Notommata* sp. Se aprecia al rotífero con el cuerpo extendido (a) y con el cuerpo contraído (b).

na (Santo *et al.*, 2005) identificaron y mostraron los componentes musculares en *Notommata glyphura*: a lo largo de la línea medial del cuerpo y paralelos al pie hay cuatro pares de cintas musculares, en tanto que un par de músculos delgados dan origen a la región

cefálica. La figura 1b muestra a nuestro ejemplar de *Notommata* en un estado contraído, en donde toda la porción cefálica se observa retraída; también se aprecia un rearrreglo de las cintas musculares del cuerpo. En *N. glyphura*, la extensión y contracción de su cuerpo es gracias a los paquetes de músculos circulares que rodean la mitad posterior del cuerpo, en tanto que las fibras musculares de la región cefálica participan en la retracción de la corona, actuando como si fuera un esfínter. El movimiento en *N. glyphura* y en *Brachionus urceolaris* es gracias a la propulsión ejercida por los cilios de la corona (Santo *et al.*, 2005).

Por otro lado, en la figura 2 se aprecian a dos células de *Paramecium* sp. unidas mediante sus surcos orales durante el proceso de conjugación. En esta figura se pueden apreciar también las dos vacuolas contráctiles en una de las células de *Paramecium*, rasgo característico de estos ciliados (Corliss, 1979). Las especies de *Paramecium* son organismos ciliados de vida libre y que pertenecen a uno de los grupos más grandes en el reino *Protozoa* (Libusová y Dráber, 2006). Este es un organismo con una capacidad natatoria extraordinaria, propiedad favorecida por la presencia de una gran variedad de canales iónicos en la membrana celular que favorecen la polarización de su membrana y como consecuencia un incremento en la propulsión de sus cilios (Kung y Yoshiro, 1982). De manera característica, los organismos ciliados como *Paramecium* exhiben un “dimorfismo nuclear”, lo que les permite mantener su genoma de generación en generación. Así, *Paramecium* contiene un micronúcleo con características de un núcleo eucariótico típico (genoma diploide, división por mitosis) y un macronúcleo cuyo genoma está compuesto de un subgrupo de secuencias genómicas presentes en el micronúcleo (Jahn y Klobutcher, 2002).

Durante el proceso de conjugación de *Paramecium* que se muestra en la figura 2, el macronúcleo es destruido y se genera uno nuevo a partir de una copia del micronúcleo; en tanto, el micronúcleo experimenta

divisiones meióticas para generar productos haploides. Estos productos haploides son intercambiados entre las células de *Paramecium* apareadas y se fusionan para generar un nuevo núcleo diploide (núcleo cigótico). Este núcleo se replica en cada célula y se divide por mitosis para generar dos núcleos cigóticos idénticos: uno de estos llega a ser el nuevo micronúcleo en tanto que el otro el nuevo macronúcleo (Jahn & Klobutcher, 2002).

El área de muestreo del río Sabinal identificada como unidad ambiental 6 (Penagos-García, 2006) mostró ser apta para la recuperación de protozoarios como los que se presentan en este trabajo. Recientemente, Castañón-González y Abraján-Hernández (2009) mostraron que el agua del río Sabinal se encuentra altamente contaminada, por lo que pudiera ser importante cuantificar los protistas en esta y otras áreas del río Sabinal, dado que Metcalf & Eddy (1996) señalan que los protistas de aguas con grados de contaminación de severa a moderada regulan las comunidades bióticas pues se alimentan de algas y bacterias.

CONCLUSIONES

El reino Protista está compuesto por una gran diversidad y abundancia de organismos fascinantes

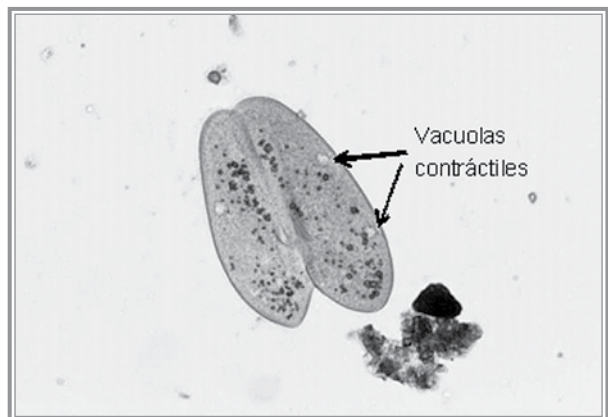


Figura 2 ■ | *Paramecium* sp. Se muestran dos células de *Paramecium* en reproducción por conjugación.

con grandes capacidades de adaptación en cualquier lugar que exista humedad. Las aguas residuales del río Sabinal, que aunque presentan índices de contaminación de moderado a elevado, son un excelente lugar donde se pueden obtener ejemplares de protozoarios como *Notommata* sp. y *Paramecium* sp. para analizar su morfología e incluso descubrir otros protistas no presentados aquí, dado que éstos están conformados por una vasta diversidad dentro del dominio *Eucarya*. La presencia de protozoarios en el río Sabinal es de gran relevancia, dado que estos organismos filtran material en suspensión de diferente tamaño como algas y bacterias. Así, constituyen un eslabón importante en la cadena trófica para regular la alta concentración de bacterias y sólidos suspendidos como se ha reportado para el río Sabinal (Castañón-González y Abraján-Hernández, 2009).

Finalmente, sería interesante identificar otras especies microscópicas que conforman la fauna del río Sabinal, tal como se ha documentado en ríos, charcos y lagos del sureste mexicano (García Morales y Elías Gutiérrez, 2004), Guatemala, Belice (García-Morales y Elías-Gutiérrez, 2007) y en el río Paraná de Brasil (Bonecker *et al.*, 2005); asimismo, medir la abundancia de los rotíferos y cómo es afectada por las condiciones fisicoquímicas del río Sabinal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresamos nuestro agradecimiento al licenciado Silvano Zetina García y al ingeniero Bruno Roblero Galdámez de la empresa Alta Especialidad en Instrumentos, S.A. de C.V., por la asesoría técnica y facilidades brindadas para el préstamo del microscopio de la marca Olympus y la cámara digital Infinity, equipo con el cual se obtuvieron las microfotografías.

LITERATURA CITADA

- ALADRO-LUBEL, M.A., MARTÍNEZ-MURILLO, M.E., LIRA-GALERA, I.E. y V.E. ROJAS-RUIZ, 1992.** *Guía de prácticas de campo: protozoarios e invertebrados estuarios y marinos*, AGF editor, S.A., 1a. ed., 120 pp.
- BONECKER, C.C., DA COSTA, C.L., MACHADO VELHO, L.F. y F.A. LANSAC-TÔHA, 2005.** Diversity and Abundance of the Planktonic Rotifers in Different Environments of the Upper Paraná River Floodplain (Paraná State–Mato Grosso do Sul State, Brazil). *Hidrobiologia* 546:405-414.
- CASTAÑÓN-GONZÁLEZ, J.H. y P. ABRAJÁN-HERNÁNDEZ, 2009.** Análisis de la calidad del agua superficial del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Lacandonia, revista de ciencias UNICACH* 3 (2): 67-77.
- CORLISS, J. O., 1979.** *The Ciliated Protozoa: Characterization, Classification, and Guide to the Literature*. 2nd ed., Pergamon Press, New York, 455 pp.
- EDMONDSON, W.T., 1959.** *Freshwater Biology*. 2nd ed., John Wiley, Nueva York, 1248 pp.
- FINLAY, B. J., 2004.** *Protists Taxonomy: an Ecological Perspective*, Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 359: 599–610.
- GARCÍA-MORALES, A.E. y M. ELÍAS-GUTIÉRREZ, 2004.** Rotifera from Southeastern Mexico, New Records and Comments on Zoogeography. *Anales del instituto de biología* 75 (1):99-120.

——— **2007.** The Rotifer Fauna of Guatemala and Belize: Survey and Biogeographical Affinities. *Revista de Biología Tropical* 55 (02):569-584.

JAHN, C.L. y L.A. KLOBUTCHER, 2002. Genome Remodeling in Ciliated Protozoa. *Ann. Rev. Microbiol.* 56:489-520.

KUNG, C. y S. YOSHIRO, 1982. The Physiological Basis of Taxes in *Paramecium*. *Ann. Rev. Physiol.* 44:519-34.

LIBUSOVÁ, L. y P. DRÁBER, 2006. Multiple Tubulin Forms in Ciliated Protozoan *Tetrahymena* and *Paramecium* Species. *Protoplasma* 227:65-76.

METCALF & EDDY, INC., 1996. *Ingeniería de aguas residuales: tratamiento, vertido y reutilización*, editorial McGraw-Hill, 3a. ed., vol. I, 750 pp.

PENAGOS-GARCÍA, F.E., 2006. *Impacto de las políticas ambientales y zonificación de los procesos de deterioro en la subcuenca del río Sabinal, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas*, tesis de maestría, Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Chiapas, 154 pp.

RUPPERT, E.E., BARNES, R.D. y R.S. FOX, 2004. *Invertebrate Zoology: a Functional Evolutionary Approach*, editorial Thompson-Brooks, 7ª ed., 963 pp.

SANTO, N., FONTANETO, D., FASCIO, U., MELONE, G. y M. CAPRIOLI, 2005. External Morphology and Muscle Arrangement of *Brachionus Urceolaris*, *Floscularia Ringens*, *Hexarthra mira* and *Noomata Glyphura* (Rotifera, Monogononta). *Hydrobiologia* 546:223-229.

