



## Biodiversidad de protistas (flagelados heterótrofos) en México

### Biodiversity of protists (heterotrophic flagellates) in Mexico

Rosaura Mayén-Estrada<sup>✉</sup>, Margarita Reyes-Santos y Maricela Elena Vicencio-Aguilar

Laboratorio de Protozoología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México D. F. México.

✉ romaraf@gmail.com

**Resumen.** Actualmente en México se han registrado 146 especies de protistas flagelados heterótrofos incluidas en los taxones Rhizaria, Stramenopiles y Excavata. Los grupos con la mayor riqueza de especies corresponden a parabasalidos, opalinidos, tripanosomátidos y bodónidos. Los géneros con el mayor número de especies son *Trypanosoma*, *Trichomonas*, *Metadevescovina* y *Bodo* y las especies de éste último han sido registradas en una diversidad de hábitats. *Trypanosoma* se ha documentado en 20 estados, correspondiendo al género con mayor distribución geográfica en la República Mexicana. Se concluye que el estudio de los flagelados heterótrofos es parcial, y es posible la descripción de nuevas especies, registro de hábitats y localidades geográficas.

Palabras clave: protistas, parabasalidos, tripanosomátidos, opalinidos, bodónidos.

**Abstract.** In Mexico, 146 species of heterotrophic flagellates, included in Rhizaria, Stramenopiles and Excavata, have been reported. Parabasalids, opalines, trypanosomatids and bodonids have the higher specific richness. The genera *Trypanosoma*, *Trichomonas*, *Metadevescovina* and *Bodo*, contain the greatest number of species, and *Bodo* has been reported from a variety of habitats. *Trypanosoma* is the genus with the widest geographic distribution due to its presence in 20 Mexican states. We conclude that the study of heterotrophic flagellates is only partial and new species, new habitats and new geographic records are possible.

Key words: protists, parabasalids, trypanosomatids, opalines, bodonids.

### Introducción

*Aspectos citológicos, biológicos y hábitat.* Los protistas flagelados heterótrofos, son eucariontes unicelulares, antiguamente conocidos como zoomastigóforos y que en la actualidad se encuentran distribuidos en varios taxa de acuerdo a la propuesta de Adl et al. (2012). Algunos representantes de este grupo se presentan en las figuras 2-4.

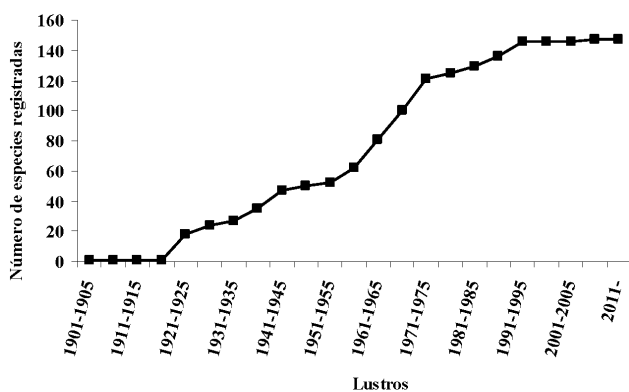
Los cercoconadidos se incluyen en el taxón Rhizaria (Adl et al., 2012) y se caracterizan por poseer 2 flagelos heterodinámicos sin mastigonemas; el flagelo dirigido anteriormente es flexible y el posterior se adhiere a un surco en la superficie ventral de la célula; el movimiento puede ser por deslizamiento o nado. Algunos presentan un ciclo de vida complejo con un estadio plasmodial multiflagelar y multinuclear. Habitan en el suelo, agua dulce o marina. La mayoría de las especies son bacteriófagas y utilizan pseudópodos para la alimentación (Sleigh, 1989; Patterson y Zölffel, 1991).

Los estramenópilos incluyen a los Opalinata y Bicosoecida, protistas biflagelados heterokontos (Adl et al., 2012). Los opalinidos habitan en el tracto digestivo de anfibios y peces, poseen hileras longitudinales oblicuas de cilios y numerosos núcleos monomórficos. El ciclo de vida incluye una fisión binaria longitudinal (asexual), formación de gametos multiflagelados uninucleados (sexual, inducido por las hormonas de los hospederos) y una fase de quiste. Se conocen alrededor de 400 especies (Sleigh, 1989). Los bicosoécidos, con tallas de 5  $\mu$ m, son fagótrofos que poseen un citostoma y un núcleo. Frecuentemente se adhieren al substrato o al interior de una lorica quitinosa, cuando está presente, mediante el flagelo posterior que corre en un surco en la célula; el flagelo anterior con mastigonemas es libre y más largo que el posterior; son solitarios o coloniales. Se conocen alrededor de 40 especies en ambientes marinos o dulceacuícolas (Hausmann et al., 2003).

Se incluyen en Excavata los protistas que poseen un citostoma en forma de hendidura, utilizado para una alimentación por filtración, pero algunos grupos carecen de él debido a una pérdida secundaria; carecen de mitocondrias y en algunos se presentan hidrogenosomas. Los diplomonadidos, retortamonadidos y parabasalidos

(tricomonádidos, cristamonádidos, espirotriconínfidos y triconínfidos), oximonádidos y kinetoplástidos, son algunos de los grupos heterótrofos (Adl et al., 2012). Una célula de diplomonádido, con o sin citostoma, posee 2 sistemas cariomastigotes y de 4 a 8 flagelos (6 libres y 2 dentro del surco del citostoma). Se conocen alrededor de 100 especies que habitan como formas de vida libre en ambientes anóxicos (bacteriófagos), o como osmótrofos parásitos en invertebrados y vertebrados (Hausmann et al., 2003).

Los retortamonádidos de tallas de 5 a 20 µm, generalmente poseen un flagelo recurrente, el cual se origina en la base del citostoma y corre en un surco alargado, y que se utiliza para la alimentación bacterívora, y 1 a 3 flagelos anteriores utilizados para la locomoción. En el ciclo de vida hay una fase trofozoítica y una quística (Hausmann et al., 2003).



**Figura 1.** Curva acumulativa de especies de flagelados heterótrofos registradas en México en periodos de 5 años.



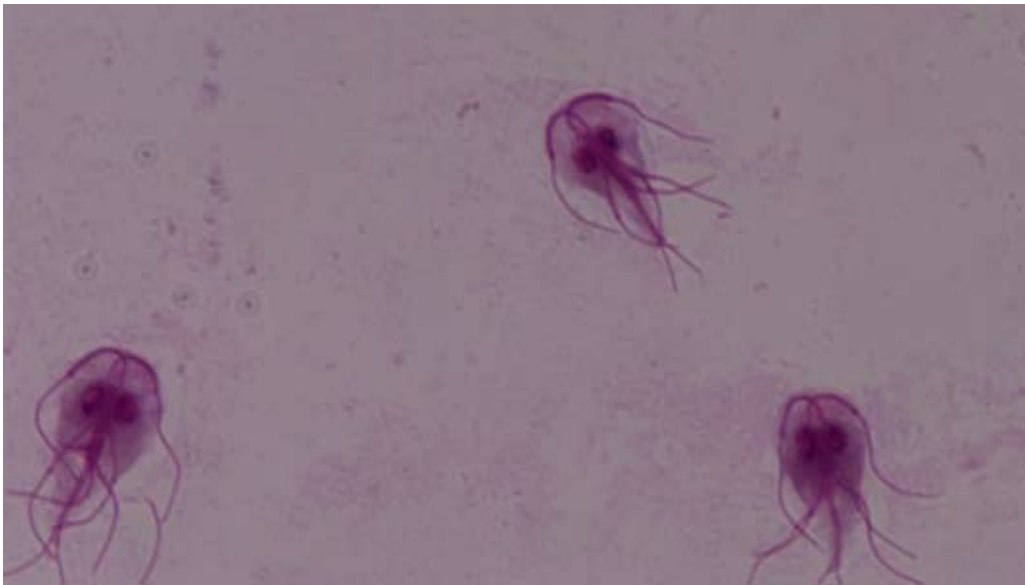
**Figura 2.** *Opalina* sp. Técnica de hematoxilina de Harris.

Los parabasalidos, que incluyen alrededor de 300 especies, deben su nombre a la presencia de un aparato parabasal. Además, poseen un axostilo, carecen de mitocondrias (algunos poseen hidrogenosomas), no tienen citostoma por lo que son osmótrofos o fagótrofos y almacenan glicógeno. El número de flagelos es variable, desde 4 hasta cientos en una célula (Adl et al., 2012; Sleight, 1989). Los tricomonádidos, con dimensiones de 5-25 µm tienen de 4 a 6 flagelos, pero hay especies con 2 flagelos o bien pueden estar ausentes, asociados a un núcleo y usualmente uno es recurrente y asociado a una membrana ondulante. El axostilo es alargado y su extremo posterior, en forma de gancho, sirve para sujeción; la pelta también es común (Brugerolle, 1991; Mylnikov, 1991). Los cristamonádidos presentan una cresta que consiste de 4 flagelos “privilegiados” y sus cinetosomas que persisten durante la división, y de cientos a miles de flagelos distribuidos en la célula; poseen un axostilo. Son uninucleados o multinucleados y usualmente tienen múltiples sistemas cariomastigotes (Adl et al., 2012).

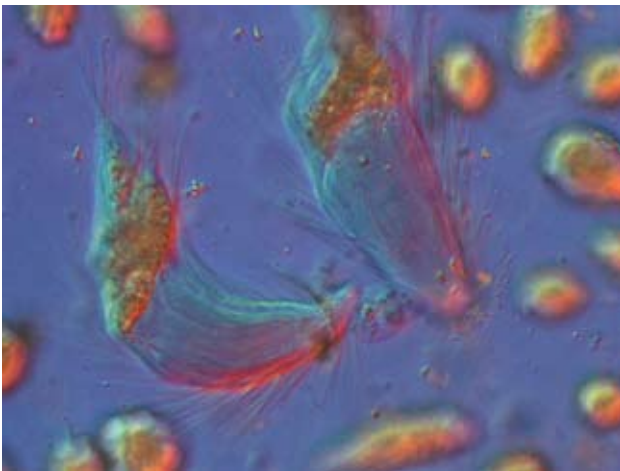
Los espirotriconínfidos y triconínfidos, agrupados anteriormente como hiperastiginos, se diferencian principalmente por el acomodo de los múltiples flagelos en la célula: los espirotriconínfidos tienen 2 o más hileras espiraladas y los triconínfidos los presentan acomodados en una superficie anterior conocida como rostro, formada de 2 áreas simétricas denominadas hemirostros, que durante la división se reparten en las células hijas y cada una completa el número de flagelos de la especie. Ambos grupos presentan axostilo, poseen múltiples aparatos parabasales y un núcleo y habitan en el intestino de insectos que se alimentan de madera (Hausmann et al., 2003; Adl et al., 2012).

En los oximonádidos se presentan 4 flagelos, un axostilo, una pelta, un núcleo y generalmente un sistema cariomastigote; carecen de citostoma y de mitocondrias o hidrogenosomas. Habitan en el intestino de algunos vertebrados e insectos, p. ej. termitas y cucarachas como simbiontes anaerobios obligados (de Puytorac et al., 1987; Hausmann et al., 2003).

Los kinetoplástidos (neobodónidos, eudobodónidos y tripanosomátidos), poseen una mitocondria con un segmento denominado cinetoplasto, ubicado cerca de la base del flagelo, donde se localiza un alto contenido de kDNA (Hausmann et al., 2003; Adl et al., 2012). Las células poseen un núcleo, 2 flagelos heterokontos y heterodinámicos, aunque uno de ellos puede estar reducido, se originan de un saco flagelar y forman una membrana ondulante. Comprenden alrededor de 800 especies de vida libre (bodónidos) en ambientes ricos en materia orgánica y parásitos (triptanosomátidos) de vertebrados, invertebrados, otros protistas y plantas. Los tripanosomátidos presentan un



**Figura 3.** *Giardia* sp. Técnica de hematoxilina de Harris.

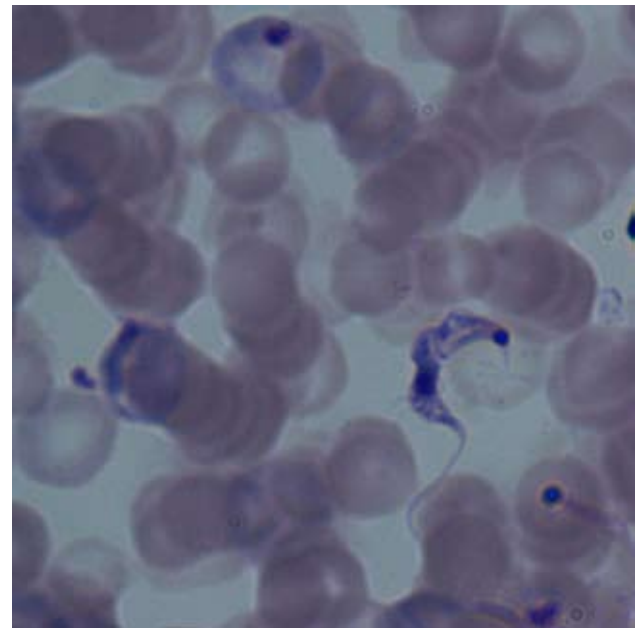


**Figura 4.** Triconínfido *in vivo*.

ciclo de vida con varios estadios y pueden ser monoxénicos o heteroxénicos (Hausmann et al., 2003).

Otros flagelados heterótrofos incluyen las especies de género *Stephanopogon* que fueron clasificadas anteriormente como ciliados, pero los estudios ultraestructurales mostraron que poseen varias hileras de flagelos cortos y un citostoma anterior (Sleigh, 1989; Lipscomb y Corliss, 1982).

*Aspectos históricos de registros.* El estudio de los zoomastigóforos en México se inició por Bravo en (1927) y continuó por Pérez-Reyes en 1963 (López-Ochoterena, 1970) y en el caso de la enfermedad de Chagas causada



**Figura 5.** *Trypanosoma* sp. Técnica de hematoxilina de Harris.

por *Trypanosoma cruzi* Chagas se atribuye a Mazzotti en el año de 1940 (Tay et al., 1980; Velasco-Castrejón y Rivas-Sánchez, 2008) el descubrimiento de los 2 primeros casos.

Los listados taxonómicos como los de López-Ochoterena y Rouré-Cané (1970), Madrazo-Garibay y López-Ochoterena (1982), Madrazo-Garibay et al. (1986,

1988) y López-Ochoterena, (1999) incluyeron las especies de flagelados heterótrofos registrados en México para esas fechas. Para el Distrito Federal, se documentaron 84 especies (Mayén-Estrada et al., en prensa). Algunos de los trabajos de revisión corresponden a los de Tay et al. (1980), Velasco-Castrejón y Rivas-Sánchez (2008) y Beltrán et al. (2011).

Los aspectos abordados en los diferentes grupos incluyen, entre otros, el taxonómico, p. ej. de flagelados de anfibios y reptiles (Bravo, 1927), de termitas (Pérez-Reyes y López-Ochoterena, 1965), del lago de Chapultepec (Madrado-Garibay y López-Ochoterena, 1971), en la Cantera Oriente, D. F. (Aladro-Lubel et al., 2007), como patógenos (Rivera et al., 1984), en lagunas salobres (López-Ochoterena et al., 1988) y habitando en hojarasca de un bosque mesófilo (Rico-Ferrat, 1990). El aspecto taxonómico-ecológico ha sido abordado por varios autores entre ellos Rivera et al. (1986, 1992) y Lugo et al. (1998). Castro (1985), Moreno (1985) y Rivera et al. (1988) registraron las especies de sistemas de tratamiento de aguas y Lugo et al. (1991) refirieron las comunidades de protozoos indicadores de éste tipo de sistemas. Zumaquero-Ríos et al. (2011) contribuyeron con datos de diversidad de varios taxa de protistas en el estado de Puebla.

Concerniente a las especies parásitas, la literatura disponible es amplia e incluye aspectos del ámbito médico (Velasco-Castrejón et al., 1997, 2009; Becerril et al., 2010), inmunológico (Espinoza et al., 2011), serológicos (Goldsmith et al., 1979; Becerril-Flores y Valle-De la Cruz, 2003; Salazar et al., 2007; Galavíz-Silva et al., 2009), endemismo (Ramos-Ligonio et al., 2010), prevalencia (Sánchez-Vega et al., 2000) y aspectos moleculares (Pérez-Mutul et al., 1994; Ochoa-Díaz et al., 2012). Con un enfoque particular hacia los kinetoplastidos, Bautista-López (1993), de Haro (1997) y Salazar-Schettino et al.

(2011) abordaron estudios de la enfermedad de Chagas, y considerando los vectores Bautista-López (1993), Jiménez y Palacios (1999), Sandoval-Ruiz et al. (2004), Licón-Trillo et al. (2010), Salazar-Schettino et al. (2010) y Espinoza et al. (2013) han realizado investigaciones en diferentes entidades.

## Diversidad

Actualmente se conocen 146 especies incluidas en los taxones Rhizaria, Stramenopiles y Excavata (Cuadro 1), cifra obtenida a través de la revisión de los registros publicados de especies. La riqueza específica en los 26 estados donde se han obtenido datos de especies se muestra en el Cuadro 2; se cuenta además con el registro

**Cuadro 2.** Número de especies de flagelados heterótrofos por estado en la República Mexicana

<i>Estado</i>	<i>Núm. especies</i>
Aguascalientes	1
Baja California	6
Campeche	1
Chiapas	4
Chihuahua	3
Colima	7
Distrito Federal	80
Estado de México	23
Guanajuato	7
Guerrero	7
Hidalgo	4
Jalisco	3
Michoacán	3
Morelos	15
Nayarit	5
Oaxaca	6
Puebla	28
Querétaro	3
Quintana Roo	2
Sinaloa	1
Sonora	2
Tabasco	2
Tamaulipas	3
Veracruz	11
Yucatán	4
Zacatecas	1

**Cuadro 1.** Número de especies de flagelados heterótrofos registrados en México

<i>Super grupo</i>	<i>Taxón</i>	<i>Número de especies</i>
Rhizaria	Cercomonadidae	6
	Glissomonadida	2
Stramenopiles	Opalinata	21
	Bicosoecida	1
Excavata	Diplomonadida	15
	Retortamonadida	7
	Parabasalia	57
	Kinetoplastea	29
Incertae sedis		8

de 3 especies en la Isla Socorro y 3 para la República Mexicana. El número de especies descritas o registradas en periodos de 5 años se muestra en la figura 1.

Los géneros con el mayor número de especies corresponden a *Trypanosoma* con 14, *Trichomonas* y *Metadevescovina* con 12 y *Bodo* con 9 especies. De éstas, las especies de *Bodo* han sido registradas en 7 hábitats diferentes (agua dulce, lago salino, suelo, hojarasca, atmósfera, región nasal y bucofaringea) y *Trypanosoma* se ha documentado en 20 estados.

Los grupos de los parabasálidos con el mayor número de especies registradas en México son los cristamonádidos como son los devescovinos endosimbiontes de insectos (25 especies) y los tricomonádidos, simbioses del humano y otros animales vertebrados e invertebrados (19 especies). Para los tripanosomátidos, con un registro de 18 especies, dado el impacto médico de las especies de *Trypanosoma* y *Leishmania*, se ha puesto especial énfasis en su estudio a través del conocimiento de la distribución de sus vectores o del estudio clínico en el humano. Los opalínidos, endosimbiontes de anfibios, cuentan con un registro de 21 especies; otros grupos de simbioses son los oximonádidos con 8 especies y para los triconínfidos se han documentado 4 especies. Para los taxones de flagelados simbioses no se excluye la posibilidad de encontrar nuevas especies o ampliación de registro geográfico, de hospederos o de hábitats.

El número de especies de vida libre (54) documentadas en diversos ambientes es significativamente menor comparado con el de las especies simbioses (Cuadro 3), y con excepción de las 9 especies de *Bodo*, las cuales debido a su ubicuidad se ha abordado el estudio de su distribución, la biodiversidad estimada no corresponde con el potencial de hábitats existente en las diversas regiones

**Cuadro 3.** Número de especies de flagelados heterótrofos de acuerdo al hábitat y ambiente

Hábitat y ambiente	Número de especies
Vida libre, salobres	3
Vida libre, dulceacuícolas	22
Vida libre, marinos	2
Vida libre, suelo	4
Vida libre, lago salino	9
Vida libre, hojarasca	3
Atmósfera	11
Región nasal y bucofaringea humano	3
Simbionte, endosimbionte	116

biogeográficas del país, a la plasticidad citológica y fisiológica, a las estrategias reproductivas y de dispersión de las especies, por lo que se concluye que el conocimiento de los flagelados no autótrofos es parcial.

*Perspectivas.* Las especies de los diversos grupos de flagelados heterótrofos están implicadas en alguno o varios aspectos que denotan importancia ecológica, biogeográfica, evolutiva, médica y socioeconómica. Desde la perspectiva ecológica, juegan un papel preponderante en las cadenas tróficas y son útiles como especies indicadoras; asimismo al establecer diferentes tipos de simbiosis con grupos de animales, constituyen un modelo ideal para realizar diferentes aproximaciones de estudio de comunidades, sin embargo deben circunscribirse a las normas de protección de la fauna que actúa como hospederos y que está en riesgo de extinción.

Se han realizado diversos tipos de estudio encaminados a resaltar y fundamentar la importancia de varias especies como agentes causales de enfermedades pero es necesario continuar con el esfuerzo y promover la prevención de las mismas, así como abundar en los aspectos de tipo inmunológico, bioquímico, genético y molecular. En el aspecto médico-veterinario, la información de los parásitos de especies de importancia económica es escasa y dispersa.

Asimismo se requiere continuar y fortalecer los estudios que puedan ser aplicados a proyectos de conservación conducidos, p. ej. a través de análisis de grados de contaminación. En el aspecto de la biodiversidad es prioritario promover el desarrollo de proyectos que permitan conocer la riqueza de especies en las diferentes áreas biogeográficas y ecosistemas, incluyendo p. ej. cuevas, cenotes, humedales, desierto, manglares, tanques de bromelias que no han sido contemplados para estudiar alguno de los taxones e incidirían asimismo en el aspecto biogeográfico. La escasez de registros de especies radica en las dificultades para la identificación debido entre otros aspectos, a las dimensiones de los organismos, la falta de bibliografía sistemática y los problemas en su ubicación en los sistemas de clasificación.

Los aspectos genéticos y moleculares no han sido, con excepción de lo realizado en algunas especies parásitas de humanos, aplicados en este conjunto de protistas, lo cual es imprescindible para complementar la caracterización morfológica, la explicación de pautas evolutivas y filogenéticas, así como para determinar nuevas especies.

### Agradecimientos

A la P. de B. Ana V. Trujillo por su colaboración en el acopio de datos para elaborar la curva acumulativa de especies.

## Literatura citada

- Adl, S. M., A. G. B. Simpson, C. E. Lane, J. Lukes, D. Bass, S. S. Bowser, M. W. Brown, F. Burki, M. Dunthorn, V. Hampl, A. Heiss, M. Hoppenrath, E. Lara, L. L. Gall, D. H. Lynn, H. McManus, E. A. D. Mitchell, S. E. Mozley-Stadridge, L. W. Parfrey, J. Pawloski, S. Rueckert, L. Shadwick, C. L. Schoch, A. Smirnov y F. W. Spiegel. 2012. The revised classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 59:429-493.
- Aladro-Lubel, M. A., M. Reyes-Santos, F. Olvera-Bautista y M. N. Robles-Briones. 2007. Ciliados y otros protozoos. *In* Guía ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico, A. Lot (Coord.) Universidad Nacional Autónoma de México, México. p. 97-122.
- Bautista-López, N. M. 1993. Estudio de transmisores de *Trypanosoma cruzi* en el estado de Morelos. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 98 p.
- Becerril-Flores, M. A. y A. Valle-De La Cruz. 2003. Descripción de la enfermedad de Chagas en el Valle de Iguala, Guerrero, México. *Gaceta Médica de México* 139:539-544.
- Becerril, M. A., V. Angeles-Pérez, J. C. Noguéz-García y J. L. Imbert-Palafox. 2010. Riesgo de transmisión de *Trypanosoma cruzi* en el municipio de Metztlán, Estado de Hidalgo, México, mediante la caracterización de unidades domiciliarias y sus índices entomológicos. *Neotropical Entomology* 39:810-817.
- Beltrán, S. S. L., R. Martínez-Domínguez, M. Enríquez-Gallegos y J. I. Santos-Preciado. 2011. Leishmaniasis visceral: veinte años de experiencia clínica en población pediátrica en un hospital de referencia en Chiapas. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México* 68:91-96.
- Bravo, H. 1927. Flagelados encontrados en batracios y reptiles del Valle de México. *Memorias de la Sociedad Alzate* 48:385-390.
- Brugerolle, G. 1991. Cell organization in free-living amitochondriate heterotrophic flagellates. *In* The biology of free-living heterotrophic flagellates, D. J. Patterson y J. Larsen (eds.). Clarendon Press, Oxford. p. 133-148.
- Castro, G. F. 1985. Estudio de los protozoos en un sistema de biodiscos en la planta de tratamiento de aguas residuales de Copilco C.U. Tesis, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 98 p.
- De Haro, A. I. 1997. Enfermedad de Chagas en una comunidad del Altiplano Mexicano. Tesis de Posgrado, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 101 p.
- De Puytorac, P., J. Grain y J. P. Mignot. 1987. Précis de protistologie. Société nouvelle des Editions Boubée. Paris. 581 p.
- Espinoza, B., N. Solórzano-Domínguez, A. Vizcaino-Castillo, I. Martínez, A. L. Elias-López y J. A. Rodríguez-Martínez. 2011. Gastrointestinal infection with Mexican TcI *Trypanosoma cruzi* strains: different degrees of colonization and diverse immune responses. *International Journal of Biological Sciences* 7:1357-1370.
- Espinoza, B., J. A. Martínez-Ibarra, G. Villalobos, P. De la Torre, J. P. Laclette y F. Martínez-Hernández. 2013. Genetic variation of North American triatomines (Insecta: Hemiptera: Reduviidae): initial divergence between species and populations of Chagas disease vector. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 88:275-284.
- Galavíz-Silva, L., D. P. Molina-Garza, M. A. González-Santos, R. Mercado-Hernández, J. R. González-Galaviz, J. L. Rosales-Encina y Z. J. Molina-Garza. 2009. Update on seroprevalence of anti-*Trypanosoma cruzi* antibodies among blood donors in Northeast Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 81:404-406.
- Goldsmith, R. S., I. G. Kagan, R. Zárate, M. A. Reyes-González y J. Cedeño-Ferreira. 1979. Estudios epidemiológicos de la enfermedad de Chagas en Oaxaca, México. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana* 87:1-19.
- Hausmann, K., N. Hülsmann y R. Radek. 2003. *Protistology*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Berlin. 379 p.
- Jiménez, M. L. y C. Palacios. 1999. Incidencia de la chinche piedrera (*Dipetalogaster maximus*) (Hemiptera: Heteroptera: Reduviidae) vector de *Trypanosoma cruzi* en zonas urbanas de La Paz, Baja California Sur, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 70:215-221.
- Licón-Trillo, A., K. Balsimelli-De La Peña, M. Acosta-Legarda, I. Leal-Berumen, B. Noguera-Torres y J. A. Martínez-Ibarra. 2010. Infección natural por *Trypanosoma cruzi* en triatomines del Centro y Norte de México. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental* 50:311-313.
- Lipscomb, D. L. y J. O. Corliss. 1982. *Stephanopogon*, a phylogenetically important "ciliate" shown by ultrastructural studies to be a flagellate. *Science* 215:303-304.
- López-Ochoterena, E. 1970. Historia de las investigaciones sobre protozoarios de vida libre de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31:1-15.
- López-Ochoterena, E. 1999. Diversidad protozoológica de México. II. Especies asociadas a moluscos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 49:105-108.
- López-Ochoterena, E. y M. T. Rouré-Cané. 1970. Lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 31:23-68.
- López-Ochoterena, E., M. Madrazo-Garibay y R. Pérez-Reyes. 1988. *Hexamita nelsoni* (Sarcomastigophora, Diplomonadida) y su asociación con diversas especies de moluscos de la laguna de Términos, Campeche y el sistema fluvio-lagunar Atasta-Pom. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 15:259-264.
- Lugo, A., S. Martínez, F. Rivera y R. Sánchez. 1991. Protozoan indicator communities in waste stabilization pond systems. *In* Proceedings of the International Symposium of Biological approach to sewage treatment process: current status and perspectives, P. Madoni (ed.). Perugia, Italia. p. 115-118
- Lugo, A., J. Alcocer, M. R. Sánchez y E. Escobar. 1998. Littoral protozoan assemblages from two Mexican hyposaline lakes.

- Hydrobiologia 381:9-13.
- Madrazo-Garibay, M. y E. López-Ochoterena. 1971. Primer registro en México de una especie del orden Bicosoecida (Protozoa, Zoomastigophorea). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 32:165-169.
- Madrazo-Garibay, M. y E. López-Ochoterena. 1982. Segunda lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Revista Latinoamericana de Microbiología* 24:281-295.
- Madrazo-Garibay, M., E. López-Ochoterena, G. Rico-Ferrat y G. Serrano-Limón. 1986. Especies del Phylum Sarcocystidophora asociadas a animales y plantas silvestres, estudiadas en México. I. Relación taxonómica y bibliográfica. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 57:399-414.
- Madrazo-Garibay, M., E. López-Ochoterena, G. Rico-Ferrat y G. Serrano-Limón. 1988. Especies del Phylum Sarcocystidophora asociadas a animales domésticos, estudiadas en México. IV. Relación taxonómica y bibliográfica. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología* 58:843-852.
- Mayén-Estrada, R., M. Reyes-Santos, M. Vicencio-Aguilar y R. Aguilar-Aguilar. (En prensa). Protozoos. In *Biodiversidad del Distrito Federal. Estudio de estado*, Z. Cano-Santana (ed.). Conabio-GDF.
- Moreno, R. G. 1985. Análisis de protozoarios en un sistema de biodiscos empleado en la planta de tratamiento de C.U. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 90 p.
- Mylnikov, A. P. 1991. Diversity of flagellates without mitochondria. In *The biology of free-living heterotrophic flagellates*, D. J. Patterson y J. Larsen (eds.). Clarendon Press, Oxford. p. 149-158.
- Ochoa-Díaz, Y. O., C. Y. López-Moreno, J. G. Rendón-Maldonado y H. S. López-Moreno. 2012. Molecular diagnosis of *Leishmania mexicana* in a cutaneous leishmaniasis case in Sinaloa, Mexico. *Vector-borne and Zoonotic Diseases* 12:78-80.
- Patterson, D. J. y M. Zöllffel. 1991. Heterotrophic flagellates of uncertain taxonomic position. In *The biology of free-living heterotrophic flagellates*, D. J. Patterson y J. Larsen (eds.). Clarendon Press, Oxford. p. 427-475.
- Pérez-Mutul, J., L. Balam-Tzeek y S. Canto-Lara. 1994. Identificación de protozoarios del género *Leishmania* con sondas biotinadas de kDNA en la Península de Yucatán, México. *Revista Biomédica* 5:60-69.
- Pérez-Reyes, R. y E. López-Ochoterena. 1965. Flagelados de termes mexicanos. I. Descripción de algunas especies de *Incisitermes marginipennis* (Latreille). *Revista de Biología Tropical* 13:1-27.
- Ramos-Ligonio, A., A. López-Monteón, D. Guzmán-Gómez, J. L. Rosales-Encina, Y. Limón-Flores y E. Dumonteil. 2010. Identification of a hyperendemic area for *Trypanosoma cruzi* infection in central Veracruz, Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 83:164-170.
- Rico-Ferrat, G. 1990. Identificación de los protozoarios que habitan en la hojarasca de un bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 41:33-36.
- Rivera, F., F. Medina, P. Ramírez, J. Alcocer, G. Vilaclara y E. Robles. 1984. Pathogenic and free-living protozoa cultured from the nasopharyngeal and oral regions of dental patients. *Environmental Research* 33:428-440.
- Rivera, F., A. Lugo, J. Ponce, F. Lares y R. Ortiz. 1986. Zooflagellates in an anaerobic waste stabilization pond system in Mexico. *Water, Air and Soil Pollution* 27:199-214.
- Rivera, F., F. Castro, G. Moreno, A. Lugo, E. Gallegos y M. Norouzian. 1988. Protozoa of a rotating biological contactor treatment plant in Mexico. *Water, Air and Soil Pollution* 42:281-301.
- Rivera, F., A. Lugo, E. Ramírez, P. Bonilla, A. Calderón, S. Rodríguez, R. Ortiz, E. Gallegos, A. Labastida y M. Chávez. 1992. Seasonal distribution of air-borne protozoa in Mexico City and its suburbs. *Water, Air and Soil Pollution* 61:17-36.
- Salazar, P. M., G. Rojas, M. Bucio, M. Cabrera, G. García, A. Ruiz, Y. Guevara y R. Tapia. 2007. Seroprevalencia de anticuerpos contra *Trypanosoma cruzi* y su asociación con factores de riesgo en menores de 18 años de Veracruz, México. *Revista Panamericana de Salud Pública* 22:75-82.
- Salazar-Schettino, P. M., G. E. Rojas-Wastavino, M. Cabrera-Bravo, M. I. Bucio-Torres, J. A. Martínez-Ibarra, M. C. Monroy-Escobar, A. Rodas-Retana, Y. Guevara-Gómez, M. O. Vences-Blanco, A. L. Ruiz-Hernández y E. Torres-Gutiérrez. 2010. A revision of thirteen species of Triatominae (Hemiptera: Reduviidae) vectors of Chagas disease in Mexico. *Journal of the Selva Andina Research Society* 1:57-80.
- Salazar-Schettino, P. M., M. Bucio-Torres, M. Cabrera-Bravo y A. L. Ruiz-Hernández. 2011. Presentación de dos casos de enfermedad de Chagas aguda en México. *Gaceta Médica de México* 147:63-69.
- Sánchez-Vega, J. T., J. Tay-Zavala, L. Robert-Guerrero, R. Romero-Cabello, D. Ruiz-Sánchez y C. Rivas-García. 2000. Frecuencia de parasitosis intestinales en asentamientos humanos irregulares. *Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México* 43:80-83.
- Sandoval-Ruiz, C. A., J. L. Zumaquero-Ríos, G. Linares, R. Alejandro, M. L. Cedillo y J. F. López. 2004. Infección natural con *Trypanosoma cruzi* en triatomíneos (Hemiptera: Reduviidae: Triatominae), vectores de la enfermedad de Chagas en San Antonio Rayón, Jonotla, Puebla, México. *Tecnociencia* 6:39-47.
- Sleigh, M. A. 1989. Protozoa and other protists. Arnold, London. 342 p.
- Tay, J., P. M. Salazar-Schettino, M. I. Bucio, R. Zárate y L. Zárate. 1980. La enfermedad de Chagas en la República Mexicana. *Salud Pública de México* 22:409-450.
- Velasco-Castrejón, O., B. C. Walton, B. Rivas-Sánchez, M. F. García, G. J. Lazaro, O. Hobart, S. Roldán, J. Floriani-Verdugo, A. Munguía-Saldana y R. Berzaluce. 1997. Treatment of cutaneous leishmaniasis with localized current field (radio frequency) in Tabasco, Mexico. *The American*

- Journal of Tropical Medicine and Hygiene 57:309-312.
- Velasco-Castrejón, O. y B. Rivas-Sánchez. 2008. Apuntes para la historia de la enfermedad de Chagas en México. Boletín Médico del Hospital Infantil de México 65:57-79.
- Velasco-Castrejón, O., S. B. Rivas, S. A. Murguía y O. Hobart. 2009. Leishmaniasis cutánea de perros en México. Enfermedades Infecciosas y Microbiología 29:135-140.
- Zumaquero-Ríos, L., E. Mangas-Ramírez, D. D. Ramírez-Guarneros y A. Montiel-Martínez. 2011. Diversidad de Protoctistas. *In* Conabio. La biodiversidad en Puebla, Estudio de estado. Conabio-Gob. Edo. Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. p. 110-119.