



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Aspectos taxonómicos de ciliados epibiontes de
invertebrados acuáticos en los lagos de Chalco y
Xochimilco del sur de la ciudad de México, México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

VICTOR MANUEL ROMERO NIEMBRO



**DIRECTOR DE TESIS:
Dra. Rosaura Mayén Estrada
2016**

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales

Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

Aspectos taxonómicos de ciliados epibiontes de invertebrados acuáticos en los lagos de Chalco y Xochimilco del sur de la ciudad de México, México

realizado por **Victor Manuel Romero Niembro** con número de cuenta **309601043** quien ha decidido titularse mediante la opción de tesis en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario Dr. José Luis Villalobos Hiriart

Propietario Dr. Atilano Contreras Ramos

Propietaria Dra. Rosaura Mayén Estrada
Tutora

Suplente Dra. Ana Margarita Hermoso Salazar

Suplente M. en C. Carlos Alberto Durán Ramírez

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
CIUDAD UNIVERSITARIA, D. F., A 30 DE NOVIEMBRE DE 2015

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

1. Datos del alumno

Romero

Niembro

Víctor Manuel

56224924

Universidad Nacional Autónoma de

México

Facultad de Ciencias

Biología

306901043

2. Datos del tutor

Dra.

Rosaura

Mayén

Estrada

3. Datos del sinodal 1

Dr.

José Luis

Villalobos

Hiriart

4. Datos del sinodal 2

Dr.

Atilano

Contreras

Ramos

5. Datos del sinodal 3

Dra.

Ana Margarita

Hermoso

Salazar

6. Datos del sinodal 4

M en C

Carlos Alberto

Durán

Ramírez

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de ser parte de su alumnado.

A la Facultad de Ciencias por todas las horas que me permitió estar en ella para desarrollarme como científico.

Al Laboratorio de Protozoología por todo el apoyo y tiempo que se me brindó durante todo el tiempo que estuve en este y durante la realización de esta tesis.

A la Dra. Rosaura Mayén Estrada por todo el conocimiento que me proporcionó, así como toda la ayuda que me brindó. Así como por invitarme y dejar ser parte de su grupo de trabajo.

Al Dr. José Luis Villalobos Hiriart por sus comentarios en esta tesis.

Al Dr. Atilano Contreras Ramos por sus comentarios en esta tesis.

A la Dra. Ana Margarita Hermoso Salazar por sus comentarios en esta tesis, y su apoyo en distintas etapas de mi estancia en la Facultad.

Al M. en C. Carlos Alberto Durán Ramírez por sus comentarios en esta tesis y por dejarme trabajar junto con él en los proyectos de bromelias.

A la Biol. Margarita Reyes Santos y a la M. en C. Maricela Vicencio Aguilar por todo su apoyo durante mi estancia en el Laboratorio de Protozoología.

A mis compañeros del laboratorio: M. en C. Fernando Olvera Bautista, Biol. Mireya Ramírez Ballesteros, Biol. Daniel Méndez Sánchez, Biol. Jazmín Aristeo Hernández, Biol. Daniela Rojas Sánchez, Pas. de Biol. Jorge Humberto Medina Durán y al Pas. de Biol. Carlos Antonio González Palma, por todo el tiempo, ideas y experiencias compartidas en el laboratorio.

Al M. en C. Ricardo Mariño Pérez por el apoyo en la identificación de los coríxidos.

A mis padres, hermanos y familiares por todo el apoyo que me han dado siempre.

A Claudia por todo su amor y apoyo.

ÍNDICE

Resumen

Abstract

INTRODUCCIÓN	1
1. Epibiosis	1
2. Ciliophora Doflein, 1901	2
3. Generalidades de la subclase Peritrichia Stein, 1859	5
4. Generalidades de la subclase Suctorina Claparède & Lachmann, 1858	7
ANTECEDENTES	10
1. Estudios sobre ciliados epibiontes en México	10
2. Estudios sobre epibiontes asociados a anfípodos e insectos acuáticos en México	12
3. Estudios de la diversidad ciliatológica en Chalco y Xochimilco	13
ÁREA DE ESTUDIO	14
JUSTIFICACIÓN	18
OBJETIVOS	18
1. General	
2. Particulares	
MÉTODO	19
1. Trabajo de campo	19
2. Procesamiento de muestras	19
RESULTADOS	21
1. Taxonomía de ciliados epibiontes	21
2. Aspectos citológicos y consideraciones ecológicas	22
3. Distribución espacial de los epibiontes	37
3.1. Distribución de los epibiontes sobre <i>Hyalella azteca</i>	37
3.2. Distribución de los epibiontes sobre coríxidos	40
4. Taxonomía de los basibiontes	43
4.1. Crustáceos	43
4.2. Coríxidos	44
DISCUSIÓN	46
CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS	52

RESUMEN

Los lagos de Chalco y Xochimilco son reservorios importantes de agua, flora y fauna dentro de la ciudad de México pero los registros de la diversidad de ciliados en estos cuerpos de agua son escasos. Este trabajo pretende ampliar los registros de ciliados epibiontes, asociados a dos grupos de hospederos, anfípodos y coríxidos, y registrar la distribución de estos ciliados sobre las regiones corporales de los mismos.

Se realizaron dos muestreos para cada cuerpo de agua, Chalco y Xochimilco, durante los meses de mayo y junio del año 2015. Se recolectó un total de 65 anfípodos identificados como *Hyalella azteca* (Saussure, 1858) y 96 coríxidos identificados como *Corisella edulis* (Champion, 1901) y *Krizousacorixa femorata* (Guérin-Ménéville, 1857). Para cada región del cuerpo se obtuvieron datos de la distribución espacial y se calculó la abundancia de los epibiontes.

En este estudio se determinaron ocho especies de ciliados. Cinco fueron epibiontes de *Hyalella azteca*: *Acineta tuberosa* Ehrenberg, 1833, *Epistylis* sp. 1, *Lagenophrys patina* Stokes, 1887, *Opercularia* sp. 1 y *Orbopercularia* sp. 1., y tres especies se identificaron como epibiontes de coríxidos: *Opercularia corisae* Fauré-Fremiet, 1906, *Orbopercularia* sp. 2 y *Orbopercularia* sp. 3.

Se observó una preferencia de los epibiontes a adherirse en las coxas, pereiópodos, pleópodos y pleón de los anfípodos, mientras que en los coríxidos se encontraron asociados a las articulaciones de las patas medias y posteriores.

La preferencia de adhesión de un epibionte por una región puede ser una respuesta a las características de la capa límite hidrodinámica, la estructura y la etología de los basibiontes, así como a la morfología de los epibiontes.

En este estudio se contribuye con nuevos registros de ciliados para el lago Xochimilco, *Lagenophrys patina* y especies de la familia Operculariidae, y los primeros registros de ciliados epibiontes en el lago de Chalco.

ABSTRACT

Chalco and Xochimilco lakes are important water and wildlife reservoirs in Mexico City, however, the record of ciliate species diversity in these water bodies is scarce. This work aims to contribute with ciliate epibiont records associated with two different sets of hosts, amphipods and corixids, and their distribution on the body regions of the hosts.

Two samplings for each lake, Xochimilco and Chalco were conducted during the months of May and June 2015. A total of 65 amphipods were identified as *Hyaella azteca* (Saussure, 1858) and 96 corixids were identified as *Corisella edulis* (Champion, 1901) and *Krizousacorixa femorata* (Guérin-Ménéville, 1857).

Eight species of ciliates were recorded in this study. Five were epibionts of *Hyaella azteca*: *Acineta tuberosa* Ehrenberg, 1833, *Epistylis* sp. 1 *Lagenophrys patina* Stokes, 1887, *Opercularia* sp. 1 and *Orbopercularia* sp. 1, and three were epibionts of corixids: *Opercularia corisae* Fauré-Fremiet, 1906, *Orbopercularia* sp. 2 and *Orbopercularia* sp. 3.

Data of spatial distribution for each body region and their abundance were obtained. A preference of certain epibionts to attach to the coxae, pereopods, pleopods and pleon of amphipods was observed. For corixids preference to the middle and posterior legs joints was observed. This epibiont preference to settle on a particular region may be due to the hydrodynamic boundary layer, structure and ethology of basibionts, and epibiont morphology.

In this work new records for Xochimilco Lake were obtained, *L. patina* and family Operculariidae as well as the first records of ciliated epibionts for Chalco Lake.

INTRODUCCIÓN

1. Epibiosis

La epibiosis es una relación no simbiótica facultativa, entre un epibionte y un basibionte u hospedero. El epibionte es aquel organismo que vive sujeto a otro, denominado basibionte. Varios grupos de organismos han adoptado esta forma de vida como por ejemplo especies de flagelados, ciliados, diatomeas, esponjas, hidrozooos, rotíferos y briozoos (Abelló & Corbera, 1996; Barea-Arco *et al.*, 2001; Chatterjee *et al.*, 2013; Fernandez-Leborans & Gabilondo, 2006a; Maldonado & Uriz, 1992; Threlkeld *et al.*, 1993; Wahl, 1989).

Esta relación presenta ventajas y desventajas ecológicas tanto para el basibionte como para el epibionte (Wahl, 1989; Wahl *et al.*, 1997; Weissman *et al.*, 1993).

Ventajas para el epibionte

- a) Las superficies sumergidas del basibionte actúan como trampas de nutrientes por lo que la exposición a nutrientes es favorable para los epibiontes.
- b) Algunos epibiontes se protegen con las estructuras de los basibiontes.
- c) La dispersión y el flujo genético se facilita.
- d) Los epibiontes filtradores se ven beneficiados por las corrientes creadas por los hospederos que acarrean nutrientes.

Desventajas para el epibionte

- a) Debido a que el ciclo de vida, mortalidad, perturbaciones físicas o depredación del basibionte son impredecibles, el sustrato vivo es inestable.

- b) Existe estrés fisiológico en el epibionte debido a cambios drásticos en el microambiente por el movimiento o las fluctuaciones fisiológicas del basibionte.
- c) Puede existir competencia trófica entre basibionte y epibionte.

Ventajas para el basibionte

- a) El organismo substrato, basibionte, puede ser beneficiado por exudados de los epibiontes, recibiendo vitaminas o compuestos nitrogenados.
- b) Los epibiontes pueden ofrecer cierta protección al basibionte, reduciendo la velocidad de desecación o como camuflaje.

Desventajas para el basibionte

- a) Los epibiontes pueden provocar reducción de la movilidad, elasticidad y superficie de contacto en el basibionte.
- b) La forma de anclaje del epibionte puede dañar ciertas estructuras del basibionte.
- c) Las superficies con epibiontes pueden provocar una reducción de consumo de nutrientes, sales, materia orgánica, iones y gases y excreción de desechos.

2. Ciliophora Doflein, 1901

El phylum Ciliophora comprende a unas 8000 especies descritas. Estos organismos eucariontes unicelulares presentan la mayor complejidad celular dentro de los protistas, con una gran diversidad de formas y tamaños. Este Phylum se encuentra organizado en dos subphyla y once clases:

Postciliodesmatophora Gerassimova & Seravin, 1976, que contiene a las clases Karyorelictea Corliss, 1974 y Heterotrichea Stein, 1859 y el subphylum Intramacronucleata Lynn, 1996, al cual pertenecen las otras nueve clases (Lynn, 2008; Paulin, 1996).

Estos organismos son cosmopolitas, habitan en todos los tipos de ambientes acuáticos: marinos, salobres y dulceacuícolas e incluso lagos hiposalinos e hipersalinos. En el medio terrestre han sido registrados en el suelo, asociados a musgos o en depósitos de agua de bromelias tipo tanque. Como simbioses, son endoparásitos y ectoparásitos en una gran diversidad de hospederos (p. ej. Mobilida, Suctoria y Rhynchodia), endosimbioses (p. ej. Trichostomatia) y ectosimbioses en sustratos animales y vegetales (p. ej. Peritrichia, Chonotrichia, Suctoria) (Lynn, 2008).

De acuerdo a Hausmann & Radek (2014) los ciliados son considerados un grupo monofilético bajo los siguientes caracteres morfológicos:

Constitución del córtex

El córtex es el sistema asociado a la membrana celular, que otorga al organismo una forma definida y está compuesto de dos elementos principales: la película y la infraciliatura.

La película está compuesta por la membrana plasmática, que cubre toda la superficie del ciliado. Debajo de la membrana se encuentra un sistema de alveolos corticales, los cuales son vacuolas aplanadas delimitadas por membranas. Estos son característicos del clado Alveolata al que pertenecen los ciliados y comparten esta sinapomorfía con Apicomplexa y Dinozoa (Adl *et al.*, 2012).

La infraciliatura es un complejo de organelos microtubulares, que están interconectados formando cinetias y cuya unidad fundamental es la cinétida. Una cinétida está compuesta por un cinetosoma, el cual se encuentra en la raíz del cilio. Asociadas a esta se encuentran tres fibras: la fibrilla cinetodesmal, el listón microtubular postciliar y el listón microtubular transverso (Lynn, 1981, 1988).

Dimorfismo nuclear

El término heterocarionte se refiere a la presencia de dos tipos de núcleo dentro de un organismo; esta característica se encuentra dentro del Phylum Ciliophora. El micronúcleo contiene un genoma eucarionte típico y un número reducido de cromosomas y es el encargado de mantener la línea germinal durante la conjugación. El macronúcleo se desarrolla a partir del sincarión, producto de la conjugación y contiene un gran número de cromosomas, ya que su proceso de transcripción es alto (Prescott, 1994).

Conjugación

El proceso sexual en los ciliados se conoce como conjugación y dentro del ciclo de vida, se encuentra intercalado entre varias rondas de reproducción asexual. Durante este proceso existe el intercambio de núcleos gaméticos entre organismos, los cuales formarán el sincarión, del cual se originarán los nuevos macronúcleos y micronúcleos (McGrath *et al.*, 2008).

3. Generalidades de la Subclase Peritrichia Stein, 1859

La subclase Peritrichia pertenece a la clase Oligohymenophorea de Puytorac, Batisse, Bohatier, Corliss, Deroux, Didier, Dragesco, Fryd-Versavel, Grain, Grolière, Horasse, Mode, Laval, Roque, Savoie & Tuffrau, 1974, junto con las subclases Hymenostomatia Delâge & Hérouard, 1896, Peniculia Fauré-Fremiet en Corliss, 1956, Apostomatia Chatton & Lwoff, 1928 y Astomatia Schewiakoff, 1896. Esta clase se encuentra sustentada filogenéticamente y se considera monofilética (Lynn, 2008).

Las especies de la clase Oligohymenophorea se caracterizan por la presencia de un aparato oral característico, compuesto por una dicinetia paroral derecha y tres policinetias izquierdas (Fig. 1).

Existen seis principales características morfológicas que definen a los peritricos sésiles (Fig. 1):

- A. No se presenta ciliatura somática en la fase trófica y el cuerpo generalmente tiene forma de campana invertida, de globo o cilíndrica. Los peritricos pueden ser solitarios o coloniales. Las especies solitarias frecuentemente se encuentran agregadas formando pseudocolonias, mientras que las formas coloniales crecen adheridas al pedúnculo después de la división celular (Lynn, 2008).
- B. La haplocinetia y la policinetia (dicinetia paroral derecha y una policinetia izquierda), rodean la región peristomal en sentido contrario a las manecillas del reloj y se hunden en el infundíbulo donde se encuentran con otras dos policinetias, de tipo penicúlido (policinetias 2 y 3), que se encuentran

- orientadas longitudinalmente al cuerpo del ciliado (Fig. 1). El infundíbulo y el complejo de organelos orales termina en el citostoma (Lom, 1962, 1964).
- C. Con algunas excepciones, poseen un pedúnculo en la región adoral de la célula, el cual posee un alto valor taxonómico y además se consideran características como si es contráctil o no, si posee estriaciones o el tipo de ramificación. La síntesis del pedúnculo se realiza en la escópula (Foissner *et al.*, 1999; Randall & Hopkins, 1962).
- D. La vacuola contráctil se vacía en el vestíbulo. Esta regula el equilibrio hídrico de la célula expulsando el agua que entra a la célula debido a la permeabilidad de la membrana (Kitching, 1938).
- E. Todos los peritricos originan una larva telotroca para la dispersión o escape. Esta larva presenta una franja locomotora (banda trocal), la cual es una fila de cinetias que rodea en la región adoral al organismo y es reabsorbida en la fase trófica (Lynn, 2008; Utz & Coats, 2008).
- F. El plano de división es paralelo al eje longitudinal y la estomatogénesis es ofriobucocinetal, donde la infraciliatura del opisto se desarrolla a partir de la dicinetia paroral y varias cinetias germinales de la célula madre (protero) (Foissner, 1996; Lom, 1964).

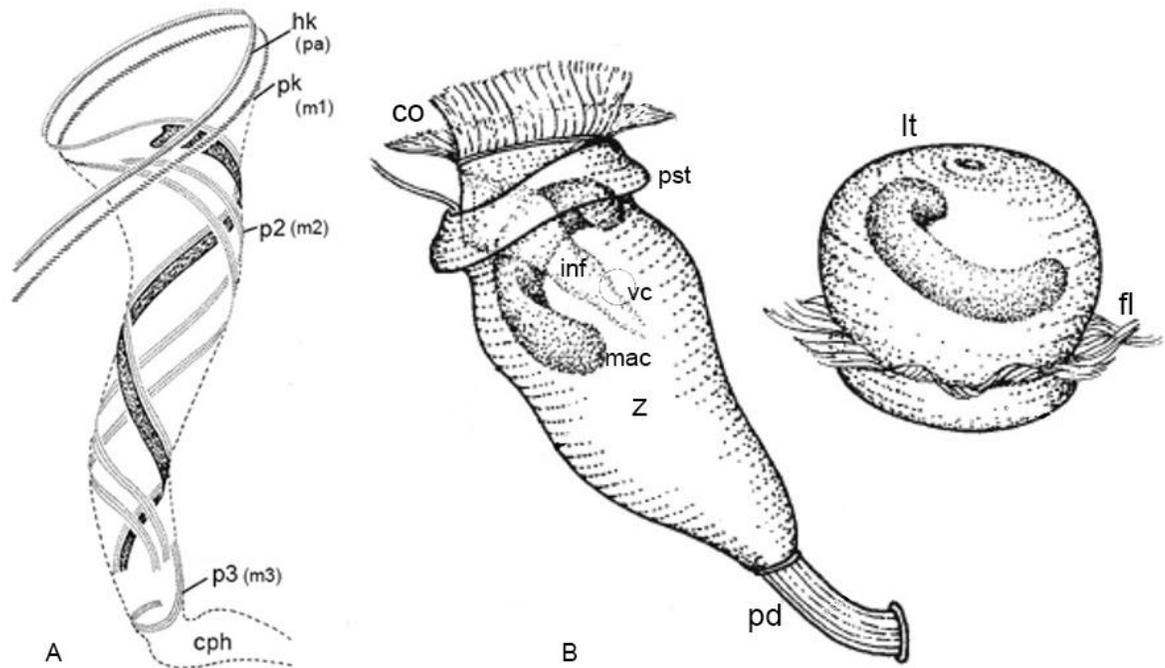


Figura 1. A. Ciliatura oral de un peritrico. B. Morfología de un peritrico y su larva telotroca. co- Ciliatura oral, cph- Citofaringe, fl- Franja locomotora, hk- Haplocinetia (Dicinetia paroral), inf- Infundíbulo, lt- Larva telotroca, mac- Macronúcleo, pd- Pedúnculo, pst- Peristoma, pk- Policinetia 1 (Membranela 1), p2- Policinetia 2 (Membranela 2), p3- Policinetia 3 (Membranela 3), vc- Vacuola contráctil, z- Zoioide. Modificado de Lynn, 2008.

4. Generalidades de la Subclase Suctoria Claparède & Lachmann, 1858

Los suctores junto con las subclases Cyrtophoria Fauré-Fremiet en Corliss, 1956, Chonotrichia, Wallengren, 1895 y Rhynchodia, Chatton & Lwoff, 1939, pertenecen a la clase Phyllopharyngea de Puytorac *et al.*, 1974, los cuales comparten la conformación microtubular de sus cinetosomas. La monofilia de la clase ha sido demostrada por Snoeyenbos-West *et al.* (2004).

Las apomorfías morfológicas de los suctores son las siguientes (Fig. 2):

- A. El trofote (estadio adulto) no es ciliado. Aun así la infraciliatura y los alveolos corticales están bien desarrollados, cerca del canal de la vacuola contráctil se encuentran algunos cinetosomas con fibras ectoplásmicas reducidas (Dovgal, 2002).
- B. Las estructuras orales son tentáculos suctores. Normalmente los tentáculos se agrupan en fascículos o nacen en proyecciones llamadas actinóforos. En la región apical presentan haptocistos con los cuales inmovilizan y atrapan otros ciliados (Dovgal, 2002).
- C. Se encuentran formas lorigadas, con un pedúnculo no contráctil que varía en longitud, que puede o no estar presente, o también se puede presentar una estiloteca o tecostilo, la cual es una prolongación de la lóriga del suctor con la cual se adhiere al basibionte. La lóriga está compuesto por proteínas y grupos sulfato y representa el 15% del contenido total de las proteínas de la célula (Dovgal, 2002; Hascall, 1973).
- D. La dispersión y conjugación se realiza por larvas que son resultado de la gemación exógena, evaginógena y endógena, la cual es la característica que separa a los distintos órdenes de la subclase (Zhao *et al.*, 2014).
- E. Se alimentan principalmente de otros ciliados, y son principalmente ectosimbiontes sésiles de invertebrados. También existen endosimbiontes y parásitos de otros eucariontes (Lynn, 2008).

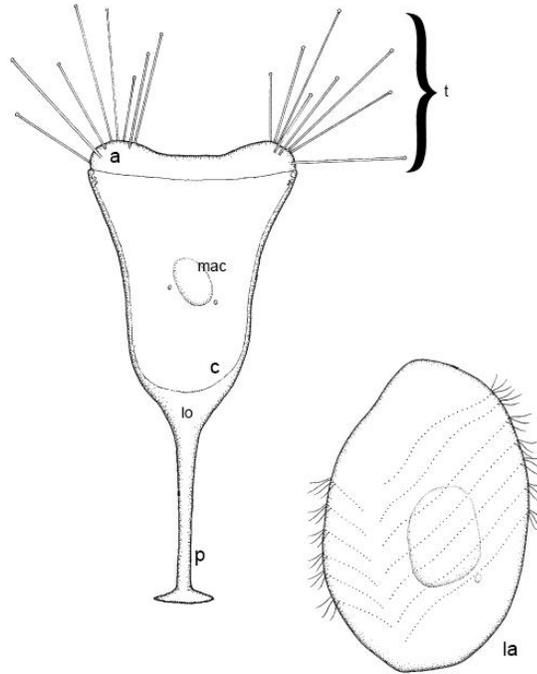


Figura 2. Morfología de un suctor y su larva. a- Actinóforo, c- Citoplasma, la- Larva, lo- Lóriga, mac-Macronúcleo, p- Pedúnculo, t- Tentáculos. Modificado de Lynn, 2008.

ANTECEDENTES

Actualmente en México se han registrado 959 especies de ciliados, pertenecientes a 332 géneros, 158 familias, 46 órdenes y 11 clases. De estas, 140 especies corresponden a la subclase Suctoria, incluidos en 26 géneros y 12 familias. En cuanto a la subclase Peritrichia se tiene un registro de 52 especies en 29 géneros y 19 familias (Mayén-Estrada *et al.*, 2014).

1. Estudios sobre ciliados epibiontes en México

El primer trabajo en México donde se registraron ciliados epibiontes fue realizado por Sámano & Sokoloff (1931), en el cual se registró a *Vorticella lemnae* asociada a un sustrato vegetal, y a *Opercularia plicatilis* y *Zoothamnium adamsi*, sin referir al organismo al cual se encontraron asociados.

López-Ochoterena (1963a) registró a *Systilis hoffi* asociada al gasterópodo *Physa osculans* del lago Chapultepec, D.F., siendo este el primer registro de una asociación ciliado - invertebrado para México.

Rouré-Cané (1969) analizó la diversidad de suctores asociados a *Eichhornia crassipes* en el lago Xochimilco, siendo este el único trabajo sobre epibiontes para el sitio y registró la presencia de cuatro familias, ocho géneros y diez especies, siendo la familia Acinetidae Stein, 1859 fue la que presentó el mayor número de especies (cinco especies).

Ochoa-Gasca (1969) y López-Ochoterena & Ochoa-Gasca (1971) realizaron el primer estudio de ciliados epibiontes asociados a crustáceos, el decápodo

Cambarellus montezumae zempoalensis, en el cual se registraron 20 especies, 13 peritricos y siete especies de suctores.

Mayén-Estrada (1997) registró 24 especies de peritricos y cuatro de suctores asociados a *Cambarellus patzcuarensis*, en el lago Pátzcuaro, Michoacán. La especie *Lagenophrys dennisi* fue registrada por Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (2000) y ocho especies del género *Epistylis* y ocho especies del género *Vorticella* fueron registradas por Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (2001, 2002). Los suctores *Acineta tuberosa*, *Tokophrya quadripartita* y *Podophrya sandi* también fueron registrados como epibiontes de este acocil (Mayén-Estrada & Aladro-Lubel, 1998).

Chávez-Avila (2010) registró diez especies de peritricos asociados a cangrejos en el estero Tampamachoco, Tuxpan, Veracruz.

En otros sustratos, Aladro-Lubel & Martínez-Murillo (1999) y Martínez-Murillo & Aladro-Lubel (1994) registraron los epibiontes de la vegetación sumergida en Veracruz, registrando 28 especies de epibiontes en *Thalassia testudinum* y siete en *Halodule beaudettei*. Reyes-Santos (2001) observó 32 especies asociadas a pastos marinos, mientras que Olvera-Bautista (2014) reportó 14 especies de peritricos, dos suctores y un foliculínido sobre algas de costas rocosas en Guerrero y Veracruz.

2. Estudios sobre epibiontes asociados a anfípodos e insectos acuáticos en México

Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (2004, 2007) realizaron estudios de ciliados epibiontes del anfípodo *Hyaella azteca* del lago Pátzcuaro. En estos trabajos se registró la presencia del apostomátido *Conidophrys pilisuctor* y se realizó un estudio sobre la abertura de la lóriga de los peritricos *Lagenophrys lenticula* y *L. patina*. El suctor *Dendrocometes paradoxus* también fue registrado como epibionte de *H. azteca* en los lagos Pátzcuaro y Cuitzeo (Dovgal & Mayén-Estrada, 2013).

Mariño-Pérez (2009) analizó la diversidad de epibiontes asociados a seis especies de hemípteros acuáticos del lago Tecocomulco, Hidalgo. En este trabajo se registraron tres especies de peritricos pertenecientes a la familia Operculariidae y tres especies de suctores, siendo una de estas, *Periacineta mexicana*, endémica de insectos acuáticos de México (Mariño-Pérez *et al.*, 2010). Mariño-Pérez & Mayén-Estrada (2009) registraron a *Acineta tuberosa* y *Discophrya elongata* asociados a *Corisella edulis* en Tecomatlán, Hidalgo.

Posteriormente, Mariño-Pérez *et al.* (2011a) realizaron un trabajo sobre la distribución y abundancia de suctores asociados a distintas especies de chinches acuáticas, además del análisis morfométrico del suctor *Discophrya elongata* (Mariño-Pérez *et al.*, 2011b).

Abela-Posada (2013) encontró tres especies de suctores y nueve especies de peritricos asociados a tres órdenes de insectos: Odonata, Coleoptera y Hemiptera.

3. Estudios de la diversidad de ciliados en los lagos de Chalco y Xochimilco

El primer trabajo sobre ciliados en México fue realizado en el lago de Xochimilco por Bravo (1922), en el cual se describieron algunas características citológicas de *Chilodon cucullata*, actualmente *Chilodonella cucullulus*, ciliado de vida libre perteneciente al suborden Cyrtophorida. Posteriormente, se registró a los hipotricos *Gastrostyla steinii* en Chalco por Bravo (1924) y a *Oxytricha pellionella* en el lago Xochimilco por Beltrán (1929). Sokoloff (1930a, b, 1931) describió tres especies de ciliados de vida libre del lago Xochimilco. Sokoloff (1933) describió un alga endosimbionte, *Zoocystis vorticellae* asociada a *Vorticella campanula*. Pérez-Reyes & Salas-Gómez (1961), López-Ochoterena (1964a), Madrazo-Garibay & López-Ochoterena (1973), Moreno-Barón & López-Ochoterena (1976) registraron un total de 13 especies de ciliados de vida libre también en el lago Xochimilco. Pérez-Reyes & López-Ochoterena (1963) observaron al suctor *Sphaerophrya sol* parasitando a *Paramecium aurelia*. Serrano-Limón & López-Ochoterena (1992) realizaron el más reciente trabajo sobre la diversidad de ciliados en el lago Xochimilco, donde se registraron 42 especies de ciliados, de las cuales 10 fueron suctores y tres peritricos, sin mencionar el sustrato al que se encontraron asociados.

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca de México se encuentra al centro de la Altiplanicie Mexicana a una altitud de 2,230 – 2,250 m s.n.m. Se encuentra delimitada por montañas pertenecientes al Oligoceno superior, excepto la zona sur que se cerró debido a la actividad del volcán Chichinautzin hace 0.78-0.79 Ma. Debido a esto, la cuenca se inundó por lo que gran parte de la planicie está cubierta de sedimentos lacustres. El agua proveniente de las lluvias y del deshielo de los glaciares de los grandes picos provocó el crecimiento de lagos dentro de la cuenca, como Xaltocan y Zumpango al norte, Texcoco en el centro y Xochimilco y Chalco al sur de la cuenca (Fig. 3). La cuenca presenta un clima subtropical, con inviernos fríos y secos, mientras que la temporada de lluvias se presenta durante el verano. También se presentan distintos tipos de climas: subtropical, semiárido y templado principalmente. La precipitación varía dentro de la cuenca, captando menos de 500 mm de precipitación media anual mientras que en la parte sur y suroeste es de entre 800 y 1,200 mm (Bradbury, 1989; Caballero & Ortega-Guerrero, 1998). La cuenca ha sido intensamente perturbada, existiendo registros de actividad humana desde hace aproximadamente 21,700 años. Actualmente, la sobrepoblación y el crecimiento desmedido han reducido la superficie de los lagos, además de que estos se han visto eutrofizados ya que reciben parte del desagüe de la ciudad (Lozano-García & Ortega-Guerrero, 1998).



Figura 3. A. Posición de la zona de estudio en la República Mexicana. B. Vista satelital del sur de la ciudad de México. Complejo lacustre de Xochimilco y lago de Chalco. INEGI, Google Earth.

El complejo lacustre de Xochimilco está ubicado al sur de la ciudad de México en la delegación Xochimilco, en las coordenadas $19^{\circ}17' 35.6''N$, $99^{\circ}05'49.7''W$, a 2,240 m s.n.m. Actualmente es reconocido como Área Natural Protegida “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” (Fig. 4).

Este sistema está constituido por una serie de cuerpos de agua someros cuya profundidad va de 60 cm a 6 m y 203 km de canales que los conectan. El lago de los Reyes Aztecas es el lago más grande dentro del sistema, seguido del Lago del Parque Ecológico de Cuemanco y el lago Huetzalin dentro del Parque Ecológico de Xochimilco. Los tres canales más importantes son los de Cuemanco, Nacional y Chalco (GDF, 2006).

El agua en Xochimilco originalmente provenía de escurrimientos de los cerros Xochitepec, Cantil y los volcanes Teoca, Zompole y Teutli, pertenecientes a la

Sierra del Chichinautzin que se infiltraba en el subsuelo y surgía en las partes bajas como manantiales, lo cual formaba canales y alimentaba los lagos.

Actualmente, el agua de los manantiales se bombea para abastecer a la ciudad. Y los canales y lagos son alimentados con aguas residuales tratadas principalmente por las plantas del Cerro de la Estrella, de San Luis Tlaxialtemalco y la planta de San Lorenzo, Tezonco (GDF, 2006).

En Xochimilco se pueden encontrar tres tipos de vegetación: halófila, acuática y subacuática y vegetación riparia.

La vegetación halófila se encuentra en lugares inundados y mal drenados, en donde predominan las especies de gramíneas como *Distichlis spicata*, *Atriplex patula*, *Pennisetum clandestinum*, *Sesuvium portulacastrum* y *Suaeda mexicana*.

Dentro de la vegetación subacuática se encuentra la comunidad denominada tular de la cual se distinguen tres especies dominantes que son: *Typha latifolia*, *Schoenoplectus tabernaemontani* y *S. californicus*. Las especies *Lemna minuscula*, *Wolffia columbiana* y *Eichhornia crassipes* son parte de la vegetación flotante más abundantes, siendo esta última la especie predominante en el sistema al ser intruducida.

La vegetación terrestre está comprendida por pastos, hierbas y árboles tanto nativos como introducidos, por ejemplo: *Salix bonplandiana*, *Taxodium mucronatum*, *Cupressus lusitanica*, *Erithrina coralloides* y *Dodonaea viscosa* (GDF, 2006).

El lago Chalco se encuentra al sureste de la ciudad, entre la delegación Iztapalapa y el municipio de Chalco, Estado de México, con coordenadas 19°15'36" N, 98°58'12" W, a 2,234 m s.n.m (Fig. 4). La cuenca de Chalco tiene alrededor de

1,100 km² e inicia en las faldas de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, en donde nacen los ríos que antiguamente alimentaban al lago, Amecameca y Tlalmanalco, los cuales han sido desviados. Estudios paleolimnológicos indican que el lago llegó a tener una extensión de 100 km² y hasta diez metros de profundidad; la salinidad y la profundidad varió durante el Pleistoceno y el Holoceno, hasta hace 6,000 años que ha permanecido como un lago somero de agua dulce ligeramente alcalina (Bouvier *et al.*, 1993; Bradbury, 1989; Caballero & Ortega-Guerrero, 1998).

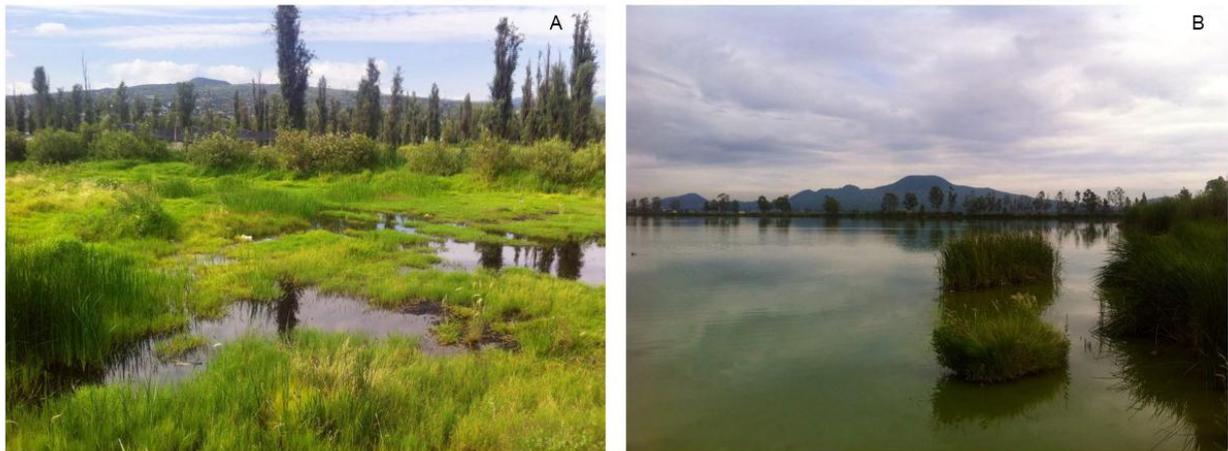


Figura. 4. A. Cuerpo de agua muestreado perteneciente al ANP “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”. B. Región suroeste del Lago Chalco, sitio de muestreo.

Actualmente ambos lagos se encuentran rodeados de una gran mancha urbana en crecimiento, por lo que constantemente reciben presión debido a la descarga de aguas negras, así como la extracción de agua para evitar inundaciones (Alcocer & Escobar, 1992).

JUSTIFICACIÓN

El estado actual de las aguas continentales en México es crítico, principalmente los lagos relictos del Valle de México, ya que son amenazados por la urbanización y sobrepoblación. Los lagos Chalco y Xochimilco son dos ejemplos, y los cuales han sido poco estudiados. La información referente a la riqueza específica de ciliados se encuentra desactualizada o es inexistente. Este trabajo busca contribuir al conocimiento de los ciliados epibiontes en estos dos sistemas acuáticos de la ciudad.

OBJETIVOS

1. General

- Registrar las especies de ciliados epibiontes asociados a dos hospederos de invertebrados acuáticos en los lagos Xochimilco y Chalco.

Particulares

- Identificar las especies de ciliados epibiontes pertenecientes a las subclases Peritrichia y Suctoria asociadas a invertebrados.
- Analizar la distribución espacial de los ciliados sobre las regiones corporales de los basibiontes y compararla entre estos.
- Identificar las especies de basibiontes (crustáceos y hemípteros) de los lagos Xochimilco y Chalco.

MÉTODO

Trabajo de Campo

Se realizaron dos muestreos en cada uno de los dos lagos durante los meses de mayo y junio de 2015 (Tabla 1). Se recolectaron de 1 a 38 basibiontes (crustáceos y hemípteros acuáticos) utilizando redes de diferente abertura de malla o separándolos manualmente de las raíces de la vegetación sumergida, principalmente de las raíces de *Eichhornia crassipes*. Todos los organismos recolectados se trasladaron vivos en frascos de plástico al Laboratorio de Protozoología, Facultad de Ciencias, UNAM y fueron mantenidos en acuarios oxigenados con bombas de aire durante una semana.

Tabla 1. Número de organismos colectados por muestreo.

Sitio	Coordenadas	Fecha	Número de individuos de insectos recolectados	Número de individuos de crustáceos recolectados
Xochimilco	19° 15.949' N	19/05/2015	13	15
1° muestreo	90° 02.732' W			
Chalco	19° 15.509' N	5/06/2015	18	17
1° muestreo	98° 58.505' W			
Xochimilco	19° 15.949' N	15/06/2015	28	17
2° muestreo	90° 02.732' W			
Chalco	19° 15.509' N	22/06/2015	37	16
2° muestreo	98° 58.505' W			

Procesamiento de muestras

Los basibiontes fueron observados bajo el microscopio estereoscópico para medirlos, sexarlos y localizar a los epibiontes. Posteriormente, dichos organismos

fueron sacrificados y disectados en regiones corporales y apéndices separando aquellos con presencia de ciliados. Los anfípodos fueron disectados en las siguientes regiones corporales: cabeza, partes bucales, pleón, pereion y urón, el cual se consideró como la región posterior sin contar urópodos y telson; mientras que los apéndices disectados fueron antenas, gnatópodos, pleópodos, pereiópodos, urópodos y telson. Para los coríxidos fueron disectados en cabeza, tórax y abdomen y por otra parte los tres pares de patas. Los epibiontes fueron relajados con cloruro de magnesio ($MgCl_2$) 10% y fijados en formol 4%. Para llevar a cabo la identificación taxonómica los ciliados fueron observados con microscopia óptica de campo claro, contraste de fases y contraste diferencial de interferencia, donde se obtuvieron datos morfométricos como longitud y ancho de los zooides, altura de las colonias, grosor del labio peristomal en peritricos y longitud de los pedúnculos. Se consideraron caracteres citológicos p. ej. la forma, posición y dimensiones de micronúcleos y macronúcleos, observados en preparaciones permanentes con hematoxilina de Harris, carbonato de plata amoniacal y proteinato de plata (Aladro-Lubel, 2009; Foissner, 2014). La identificación se realizó con ayuda de literatura especializada (Clamp, 1990; Curds, 1985; Foissner *et al.*, 1992; Nenninger, 1948) y se siguió el sistema de clasificación de Lynn (2008).

Se realizó el registro microfotográfico e iconográfico de los organismos. Se estimó el número de individuos de cada especie de ciliado, así como la distribución espacial sobre cada uno de los basibiontes.

RESULTADOS

1. Taxonomía de ciliados epibiontes

Se registró un total de ocho especies de ciliados epibiontes en este estudio, siete peritricos y un suctor. La estructura taxonómica de las especies de ciliados basada en Lynn (2008) es la siguiente:

Phylum Ciliophora Doflein, 1901

Subphylum Intramacronucleata Lynn, 1996

Clase Phyllopharyngea de Puytorac *et al.*, 1974

Subclase Suctoria Claparède & Lachmann, 1858

Orden Endogenida Collin, 1912

Familia Acinetidae Stein, 1859

Género *Acineta* Ehrenberg, 1834

Acineta tuberosa Ehrenberg, 1834

Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.*, 1974

Subclase Peritrichia Stein, 1859

Orden Sessilida Kahl, 1933

Familia Epistylididae Kahl, 1933

Género *Epistylis* Ehrenberg, 1830

Epistylis sp. 1

Familia Lagenophryidae Bütschli, 1889

Género *Lagenophrys* Stein, 1852

Lagenophrys patina Stokes, 1887

Familia Operculariidae Fauré-Fremiet en Corliss, 1979

Género *Opercularia* Goldfuss, 1820

Opercularia corisae Fauré-Fremiet, 1906

Opercularia sp. 1

Género *Orbopercularia* Lust en Guhl, 1979

Orbopercularia sp. 1

Orbopercularia sp. 2

Orbopercularia sp. 3

2. Aspectos citológicos y consideraciones ecológicas

Acineta tuberosa Ehrenberg, 1834

Citología

Acineta tuberosa fue el único suctor identificado. Es la especie tipo del género *Acineta*. El trofote presenta un pedúnculo corto de $7.8 \pm 3.6 \mu\text{m}$ ($n=24$), la lórica tiene forma piramidal, con una longitud de $37.6 \pm 12.9 \mu\text{m}$ ($n=24$) y un ancho máximo en la región apical de $28.7 \pm 8.6 \mu\text{m}$ ($n=26$). Los tentáculos se agrupan en dos actinóforos y son claviformes. El macronúcleo tiene forma elipsoidal y se encuentra al centro de la célula, con un diámetro de $12.2 \pm 3.9 \mu\text{m}$ ($n=25$). En el primer tercio apical de la célula se encuentra la vacuola contráctil (Fig. 5).

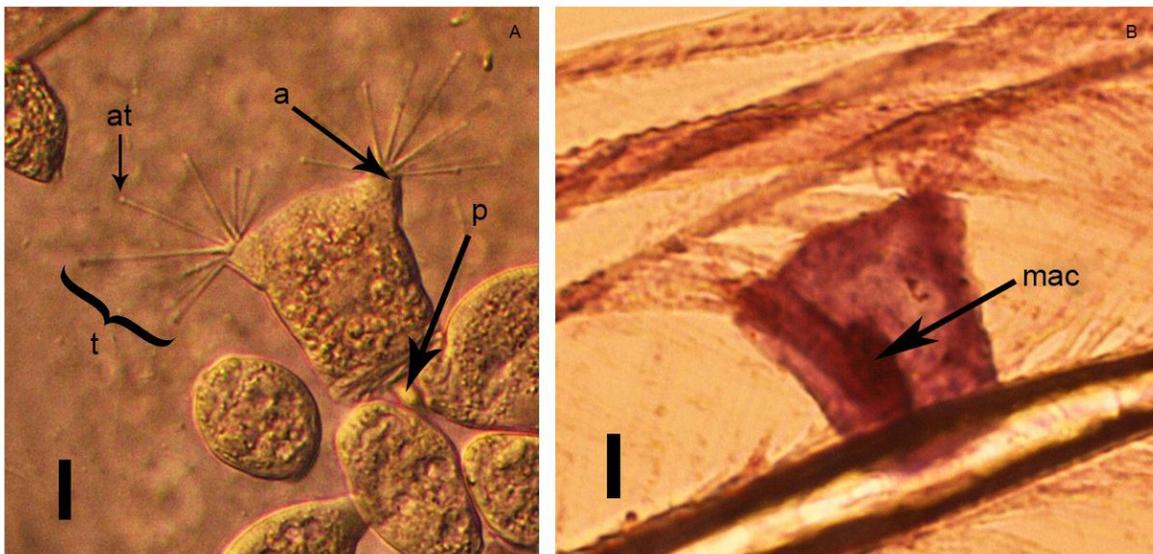


Figura 5. A. Trofote. B. Macronúcleo elipsoidal resaltado por la tinción de Hematoxilina de Harris. a- Actinóforo, at- Ápice del tentáculo, mac- Macronúcleo, p- Pedúnculo, t- Tentáculos. Barra: 10 μm .

Registros previos en México

Acineta tuberosa ha sido registrada en varios basibiontes y ambientes en México. En el ambiente marino Aladro-Lubel & Martínez-Murillo (1999) registraron este suctor asociado a *Thalassia testudinum* en Isla Verde, Veracruz. En la Bahía Mesquitito, Baja California, Reyes-Santos (2001) la registró en la playa rocosa asociada a *Phyllospadix* spp. Vidal-Martínez *et al.* (2002) registraron la presencia de *A. tuberosa* en Chuburna, Yucatán sobre *Farfantepenaeus aztecus* y *F. duorarum*, mientras que López-Téllez *et al.* (2009), la localizaron asociada a los crustáceos *Penaeus brasiliensis* en Celestún y Río Lagartos, Yucatán y a *P. vannamei* en Sisal, Yucatán.

En ambientes salobres *A. tuberosa* se ha registrado en la Laguna de Tamiahua asociado a distintas especies de vegetación sumergida (Martínez-Murillo & Aladro-Lubel, 1994; Martínez-Murillo, 1997), así como al hidrozoo *Cordylophora caspia* en la Laguna de Mandinga, Veracruz (López-Ochoterena & Madrazo-Garibay, 1989). En aguas continentales, López-Ochoterena (1963b, 1965) la registró en el Lago Chapultepec, sin mencionar al basibionte. En el lago de Xochimilco, Rouré-Cané (1969) encontró a este suctor asociado a *Eichhornia crassipes*. En crustáceos dulceacuícolas, Mayén-Estrada (1997) y Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (1998) la registraron asociada a *Cambarellus patzcuarensis*, en el lago de Pátzcuaro, Michoacán. Aladro-Lubel & Sánchez-Calderón (2005) la registraron sobre *Potamogeton filiformis* y algas en el Lago de Tecocomulco, Hidalgo. Asociados a insectos, únicamente existe el registro como epibionte del corixido, *Corisella edulis*, en Tecomatlán, Hidalgo (Mariño-Pérez & Mayén-Estrada, 2009)

Prevalencia en el hospedero

Acineta tuberosa fue registrada únicamente en *H. azteca* para ambas localidades (Tabla 2). En el primer muestreo de Xochimilco, fue registrada en tres anfípodos (20%, $n=15$), un macho (16.6%, $n=6$) y dos hembras (22.2%, $n=9$). Para el primer muestreo de Chalco se registró exclusivamente en las coxas de un macho (5.8%, $n=10$). En el segundo muestreo de Xochimilco, *A. tuberosa* fue registrada en el 82.3% ($n=17$) de los anfípodos. 85.7% ($n=7$) de las hembras y 80% ($n=10$) de los machos. Se contabilizó un total de 352 trofontes para toda la muestra.

Tabla 2. Abundancia y prevalencia en el hospedero de *Acineta tuberosa*.

Muestras	Número de trofontes	Anfípodos que presentaron epibiontes	Anfípodos hembra con epibiontes	Anfípodos macho con epibiontes
Xochimilco 1	8	20%	22.2%	16.6%
Chalco 1	1	5.8%	-	16.6%
Xochimilco 2	350	82.3%	85.7%	80%
Chalco 2	414	68.7%	60%	83.3%

Epistylis sp. 1

Citología

Se observaron colonias con pedúnculos cortos, bifurcados y sin estriaciones. Los zooides con forma de copa con una longitud de $32.4 \pm 3.1 \mu\text{m}$ ($n=20$) y ancho de $17.1 \pm 1 \mu\text{m}$ ($n=20$). Presentaron un disco epistomal elevado y un labio peristomal conspicuo. El infundíbulo abarca hasta $2/3$ de la longitud total de la célula. El macronúcleo presentó forma de banda en "C", que rodea al infundíbulo (Fig. 6).

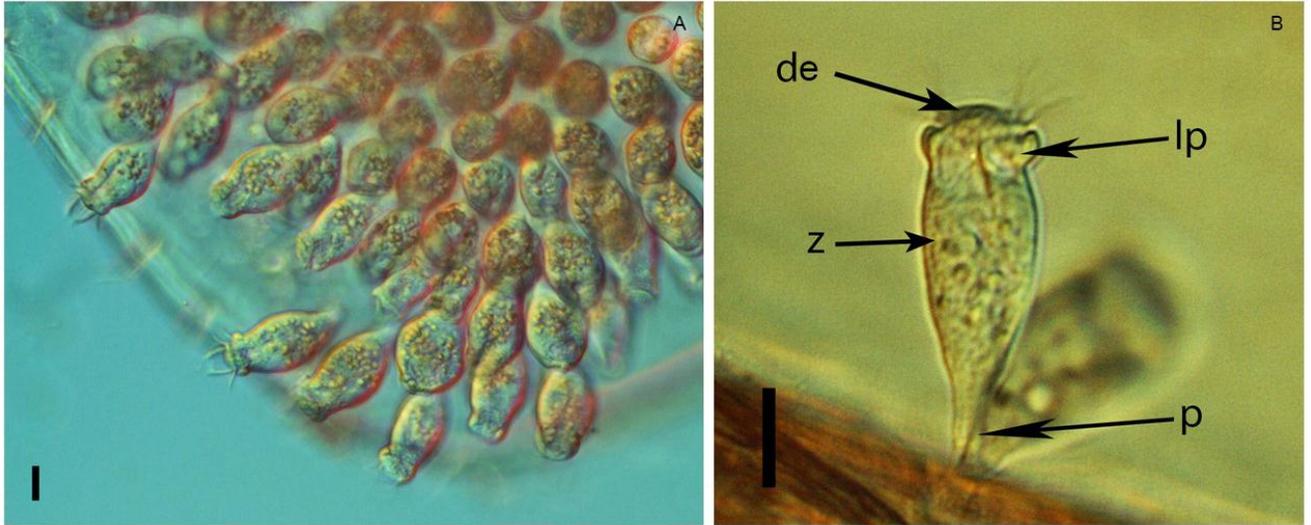


Figura 6. A. Colonia de *Epistylis* sp. 1 asociada a la coxa de un anfípodo. B. Zooide de *Epistylis* sp. 1 donde se pueden observar distintas estructuras. de- Disco epistomal, lp- Labio peristomal, p- Pedúnculo, z- Zooide. Barra: 10 μ m.

Registros previos en México

Varias especies del género *Epistylis* han sido registradas en México. El mayor número de especies (18) fue reportado en crustáceos, principalmente decápodos (Aladro-Lubel & Sánchez-Calderón, 2005; Chávez-Ávila, 2010; López-Ochoterena & Ochoa-Gasca, 1971; López-Téllez *et al.*, 2009; Mayén-Estrada, 1997; Mayén-Estrada & Aladro-Lubel, 2001; Ochoa-Gasca, 1969). Dos especies han sido reportadas en distintos sustratos vegetales (Aladro-Lubel & Sánchez-Calderón, 2005; Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo & Aladro-Lubel, 1994, 1999). Otras especies se han reportado asociadas a sustratos animales, como peces, insectos, gastrópodos e hidras (Abela-Posada, 2013; Herróz-Zamorano, 1998; López-Ochoterena, 1964b; López-Ochoterena & Madrazo-Garibay, 1989).

Prevalencia en el hospedero

Epistylis sp. 1 fue observado asociado a *H. azteca* (Tabla 3). Para el primer muestreo de Xochimilco únicamente se encontró una colonia asociada a un anfípodo hembra (6.6%, $n=9$), mientras que para el segundo muestreo fue el ciliado más abundante con 927 zooides, presentándose en el 58.8% ($n=17$) de los anfípodos, 80% ($n=10$) de los machos y 28.5% ($n=7$) de las hembras.

Tabla 3. Abundancia y prevalencia en el hospedero de *Epistylis* sp.1.

Muestras	Número de zooides	Anfípodos que presentaron epibiontes	Anfípodos hembra con epibiontes	Anfípodos macho con epibiontes
Xochimilco 1	7	6.6%	11.1%	-
Xochimilco 2	927	58.8%	28.5%	80%

Lagenophrys patina Stokes, 1887

Citología

Lagenophrys patina fue el único peritrico lorigado encontrado en este estudio. Se adhiere al basibionte por la zona ventral de la lóriga, por lo que no presenta pedúnculo. La lóriga tiene una longitud media de $61.5 \pm 7.8 \mu\text{m}$ ($n=30$) y un ancho medio de $55.6 \pm 7.8 \mu\text{m}$ ($n=30$). En la parte anterior de la lóriga se encuentra una apertura muy distintiva de la familia Lagenophryidae, llamada apertura de la lóriga o loricastoma, la cual presenta un labio anterior engrosado sin indentaciones y crochets largos y delgados. El labio posterior no presenta engrosamiento en los

extremos, pero en la zona media se engrosa y presenta indentaciones. La lóriga tiene un ancho de $15.6 \pm 1.9 \mu\text{m}$ ($n=30$) y una longitud de $7.6 \pm 1.1 \mu\text{m}$ ($n=30$). La célula no se encuentra adherida a la lóriga por lo que se mueve libremente dentro de ésta. Cuando el organismo está relajado o en preparación, se puede observar un espacio entre la célula y la lóriga, llamado cerco de la lóriga, el cual tiene un grosor de $6.4 \pm 2.7 \mu\text{m}$ ($n=30$). El macronúcleo tiene forma de banda y tiene un grosor de $6.5 \pm 1.1 \mu\text{m}$ ($n=30$) y una longitud de $27.8 \pm 8.3 \mu\text{m}$ ($n=30$) (Fig. 7).

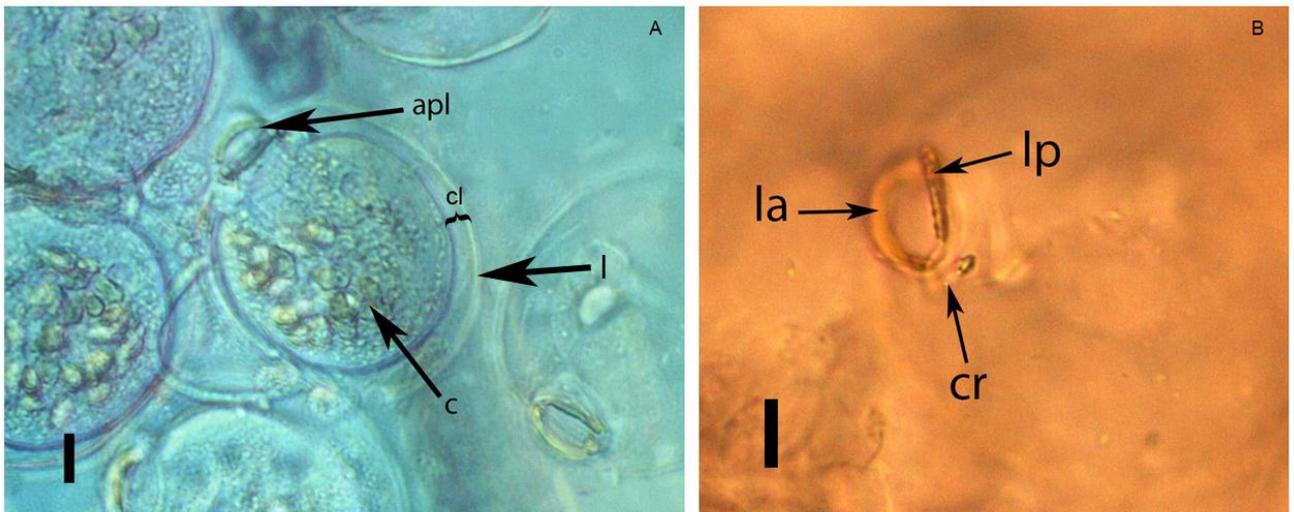


Figura 7. A. Distintos organismos de *L. patina* en una coxa. B. Detalle de la apertura de la lóriga abierta. apl- Apertura de la lóriga, c- Célula, cl- Cerco de la lóriga, cr- Crochet, L- Lóriga, la- Labio anterior, lp- Labio posterior. Barra: 10 μm .

Registros previos en México

Clamp (1990) señaló por primera vez la presencia de *L. patina* en anfípodos de Puebla. Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (2007) registraron la asociación en el lago Pátzcuaro, Michoacán.

Prevalencia en el hospedero

Hyalella azteca es el único hospedero donde se ha encontrado a *L. patina* (Tabla 4). En el primer muestreo de Xochimilco se contabilizó un total de 592 lórigas de *L. patina* en 86.6% ($n=15$) de la población, 88.8% ($n=9$) de las hembras y 83.3% ($n=6$) de los machos. Únicamente se reportaron 11 individuos de *L. patina* en el primer muestreo de Chalco correspondientes al 17.6% ($n=17$) de los anfípodos, 20% ($n=11$) de las hembras y 33.3% ($n=6$) de los machos. Para el segundo muestreo de Xochimilco se encontraron 152 organismos sobre el 70.5% ($n=17$) de los basibiontes.

Tabla 4. Abundancia y prevalencia en el hospedero de *Lagenophrys patina*.

Muestreos	Número de lorigas con zooides	Anfípodos que presentaron epibiontes	Anfípodos hembra con epibiontes	Anfípodos macho con epibiontes
Xochimilco 1	592	86.6%	88.8%	83.3%
Chalco 1	11	17.6%	20%	33.3%
Xochimilco 2	152	70.5%	57.1%	63.6%
Chalco 2	119	68.7%	60%	83.3%

***Opercularia corisae* Fauré-Fremiet, 1906**

Citología

Opercularia corisae se agrupa en colonias de siete a 35 zooides. Las colonias tuvieron un ancho de $148.7 \pm 83.9 \mu\text{m}$ ($n=30$) y una altura de $114.4 \pm 71.9 \mu\text{m}$

($n=30$). El zooide tiene forma de cilindro más angosto en los extremos. En el extremo aboral se presenta un pedúnculo corto y grueso con un ancho de $12.2 \pm 2.3 \mu\text{m}$ ($n=30$). Los zooides presentaron una longitud media de $63.1 \pm 9.8 \mu\text{m}$ ($n=30$) y un ancho de $28.5 \pm 4.5 \mu\text{m}$ ($n=30$). La apertura del peristoma tiene un diámetro de $15.6 \pm 2.3 \mu\text{m}$ ($n=30$) y el disco epistomal se eleva a $11.3 \pm 3 \mu\text{m}$ ($n=30$) sobre del peristoma. El infundíbulo tuvo una profundidad de $22.5 \pm 3.9 \mu\text{m}$ ($n=30$) y un diámetro de $6.7 \pm 1 \mu\text{m}$ ($n=30$). La vacuola contráctil se localizó en el primer tercio del infundíbulo y presentó un diámetro de $7 \mu\text{m}$ ($n=30$). El macronúcleo presenta forma de “C” y rodea al infundíbulo en la zona media del zooide (Fig. 8).

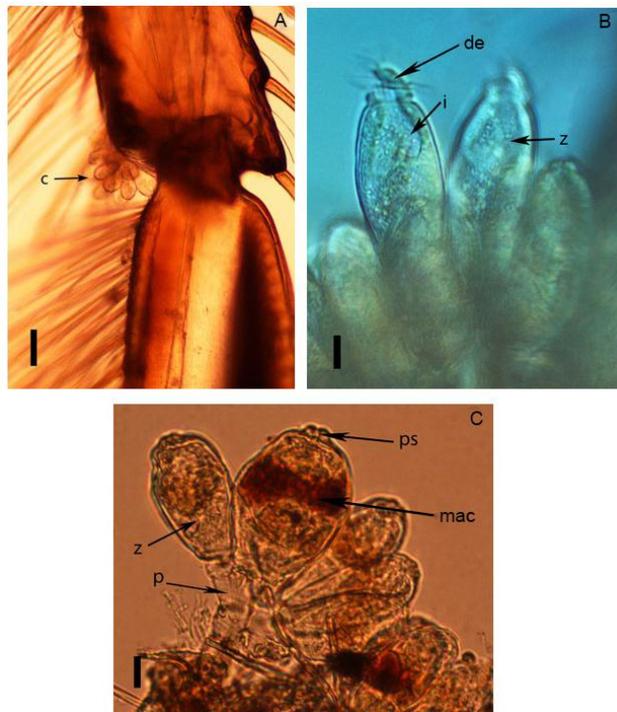


Figura 8. A. Colonia de *O. corisae* en la articulación de un corixido. B. Detalle de un zooide con el disco epistomal extendido. C. Impregnación de carbonato de plata amoniactal donde se resalta el macronúcleo. c- Colonia, de- Disco epistomal, i- Infundíbulo, mac- Macronúcleo, p- Pedúnculo, ps- Peristoma, z- Zooide. Barra: $10 \mu\text{m}$.

Registros previos en México

El único registro de esta especie fue en el lago de Tecocomulco, Hidalgo donde se registró asociado al fémur y a la tibia posterior del corixido *Hesperocorixa laevigata* (Mariño-Pérez, 2009).

Prevalencia en el hospedero

Esta especie solo fue encontrada para el primer muestreo de Xochimilco en 76.9% ($n=13$) de la población de corixidos. Se encontró en el 100% de las ninfas ($n=5$), en 80% de los individuos identificados como *C. edulis* ($n=5$) y 33.3% ($n=3$) de los ejemplares de *Krizousacorixa femorata*.

***Opercularia* sp. 1**

Citología

Se encontraron colonias pequeñas de entre tres y 10 zooides con pedúnculos cortos. Los zooides presentaron forma de copa con longitud media de 34.2 ± 4.8 μm ($n=20$) y 19.8 ± 2.4 μm de ancho ($n=20$). El infundíbulo se extiende hasta 2/3 del zooide. Presentó un macronúcleo en banda en forma de “C” a la altura media del zooide y un micronúcleo esférico junto a este (Fig. 9).

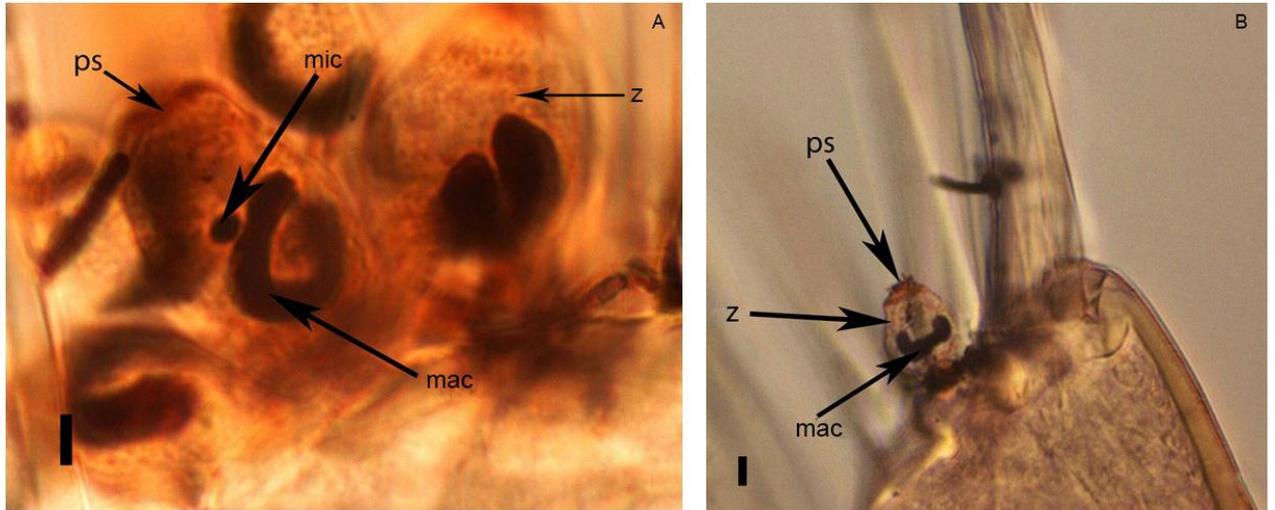


Figura 9. A. *Opercularia* sp. 1 en la técnica de carbonato de plata donde se resaltan el macronúcleo y micronúcleo. B. Zooide de *Opercularia* sp. 1 en la articulación de *H. azteca* impregnado con carbonato de plata amoniacal. mac- Macronúcleo, mic- Micronúcleo, ps- Peristoma, z- Zooide. Barra: 10 μ m.

Registros previos en México

Distintas especies de *Opercularia* han sido reportadas en México principalmente asociadas a animales: *Opercularia cylindrata* sobre *Cordylophora caspia* (López-Ochoterena & Madrazo-Garibay, 1989); sobre crustáceos únicamente *Opercularia stenostoma* asociado a *Cambarellus montezumae zempoalensis* (López-Ochoterena & Ochoa-Gasca, 1971; Ochoa-Gasca, 1969). El mayor número de especies del género *Opercularia* (cinco) se han registrado sobre distintas especies de insectos acuáticos (Abela-Posada, 2013; Mariño-Pérez, 2009). En sustrato vegetal únicamente fue reportado asociado a *Lemna* sp. por Sámano & Sokoloff (1931).

Prevalencia en el hospedero

Este morfotipo del género *Opercularia* se registró asociado a *H. azteca* (Tabla 5). En el primer muestreo de Xochimilco se contabilizaron 72 zooides en 16 colonias, los cuales se presentaron en el 46.6% de la población ($n=15$), 22.2% de las hembras ($n=9$) presentaron epibiontes y de los machos el 83.3% ($n=6$). En el primer muestreo de Chalco el 29.4% de la población ($n=17$) presentó epibiontes de los cuales 18.1% fueron hembras ($n=11$) y 50% de los machos ($n=6$), se encontraron solo 17 zooides en siete colonias. En el muestreo de Xochimilco se encontraron 390 células en 58 colonias, asociadas al 70.5% de los anfípodos ($n=17$), 57.1% del total de hembras ($n=7$) y 63.6% de los machos ($n=10$) presentaron este epibionte. En el segundo muestreo de Chalco, 96 zooides de 19 colonias se presentaron en 12.5% de los anfípodos ($n=16$), los cuales fueron todos machos (20%, $n=10$).

Tabla 5. Abundancia y prevalencia en el hospedero de *Opercularia sp. 1*.

Muestreo	Número de zooides	Anfípodos que presentaron epibiontes	Anfípodos hembra con epibiontes	Anfípodos macho con epibiontes
Xochimilco 1	72/16	46.6%	22.2%	83.3%
Chalco 1	17/7	29.4%	18.1%	50%
Xochimilco 2	390/58	70.5%	57.1%	63.6%
Chalco 2	96/19	12.5%	-	20%

***Orbopercularia* sp. 1**

Citología

Se observaron zooides solitarios o colonias pequeñas de cinco o menos zooides. Los organismos presentaron pedúnculos cortos. Los zooides con forma de copa y con una longitud de $31.5 \pm 4.2 \mu\text{m}$ ($n=24$) y un ancho de $18.7 \pm 1.9 \mu\text{m}$ ($n=24$). A lo largo del zoide se observaron mionemas. Presentó un macronúcleo esférico y un micronúcleo esférico junto a este (Fig. 10).

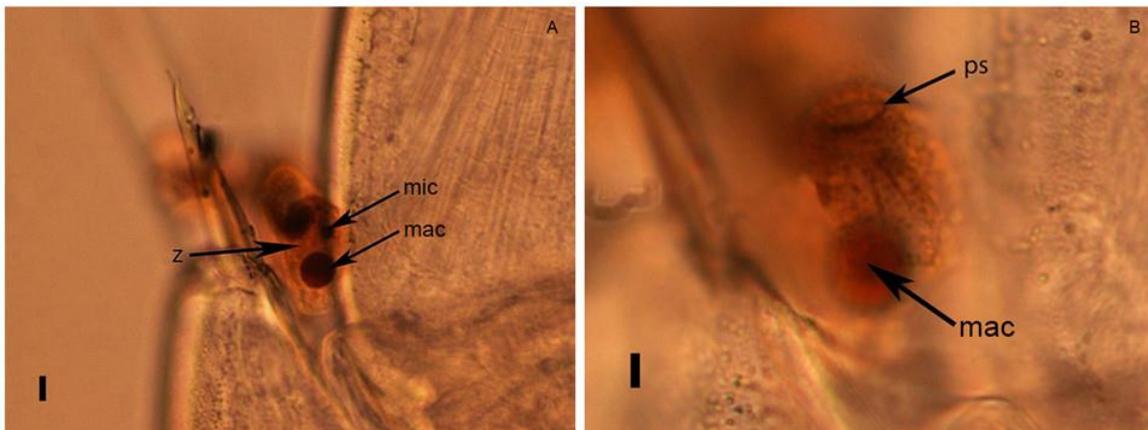


Figura 10. A. Impregnación de carbonato de plata amoniacal de una colonia de *Orbopercularia* sp. 1 asociado a *H. azteca*. B. Impregnación de carbonato de plata amoniacal donde se puede observar el peristoma y el macronúcleo. mac- Macronúcleo, mic- Micronúcleo, ps- Peristoma, z- Zoide. Barra: $10 \mu\text{m}$.

Prevalencia en el hospedero

La prevalencia de este morfotipo de *Orbopercularia* fue baja en los anfípodos de ambos cuerpos de agua (Tabla 6). En el primer muestreo de Xochimilco se encontraron únicamente cuatro zooides asociados al 11.1% de los machos ($n=6$) y al 6.7% de la población ($n=15$). En el segundo muestreo de Xochimilco se

contabilizó un total de 35 organismos, los cuales se encontraron en el 30% de los machos ($n=6$) y el 17.6% de la población ($n=17$). En el segundo muestreo de Chalco se encontró el mayor número de células de este morfotipo, presentes en el 18.75% de la población ($n=16$) en el 20% de los machos ($n=10$) y 16.6% de las hembras ($n=6$). Se registró un total de 50 zooides.

Tabla 6. Abundancia y prevalencia en el hospedero de *Orbopercularia* sp. 1.

Muestreo	Número de zooides	Anfípodos que presentaron epibiontes	Anfípodos hembra con epibiontes	Anfípodos macho con epibiontes
Xochimilco 1	4	6.7%	-	11.1%
Xochimilco 2	35	17.6%	-	30%
Chalco 2	50	18.7%	16.7%	20%

***Orbopercularia* sp. 2**

Citología

Para este morfotipo de *Orbopercularia* solo se encontró una colonia con una altura total de 185.9 μm y un ancho de 85.8 μm . El pedúnculo es estriado con una altura de la base a la dicotomía donde se unen los zooides de 52.5 μm y un grosor de 14 μm . Esta colonia presentó cuatro zooides con una longitud de 56.3 ± 7.5 y un ancho de 26.2 ± 2 . El macronúcleo es esférico con un diámetro de 14 ± 2.8 μm (Fig. 11).

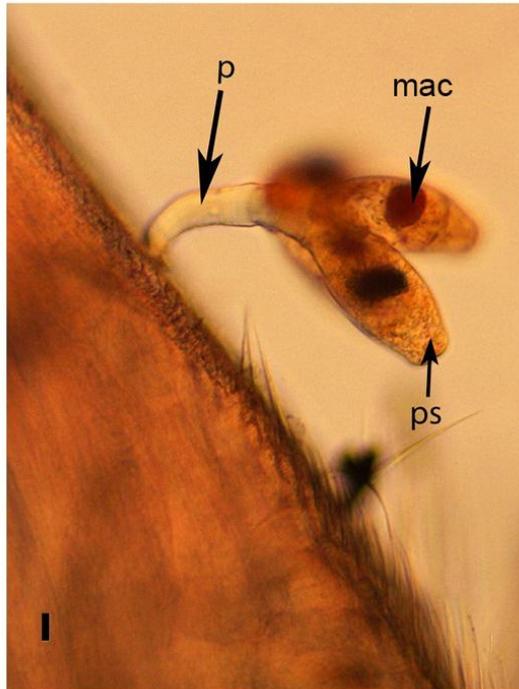


Figura 11. 1. *Orbopercularia* sp. 2 colonia impregnada con carbonato de plata amoniacal. mac- Macronúcleo, p- Pedúnculo, ps- Peristoma. Barra: 10 μ m.

Prevalencia en el hospedero

La colonia solo fue registrada en el primer muestreo de Xochimilco asociado a un espécimen de *K. femorata*, lo que representa el 7.6% ($n=13$) de la población.

Orbopercularia sp. 3

Citología

La colonia de *Orbopercularia* sp. 3 presentó un pedúnculo de 49 ± 9.8 μ m de altura ($n=20$) y 11.2 ± 3.9 μ m de grosor ($n=20$). Los zooides presentaron una longitud de 43.1 ± 6.4 μ m y un ancho de 20.7 ± 4.7 μ m. El macronúcleo es esférico y presentó un diámetro de 8 ± 1.9 μ m ($n=20$) (Fig. 12).



Figura 12. A. Colonia de *Orbopercularia* sp. 3 asociado a la articulación tibia-tarso de *K. femorata*. B. Zooides *in vivo* donde se puede observar el macronúcleo esférico. c- Colonia, mac- Macronúcleo, z- Zooide. Barra: 10 μ m.

Prevalencia en el hospedero

El tercer morfotipo de *Orbopercularia* se encontró exclusivamente en el segundo muestreo de Chalco. El 21.6% ($n=37$) de los coríxidos presentaron a este epibionte. El ciliado se observó asociado a 16.6% de *K. femorata* ($n=12$), y al 24% de la población de *C. edulis* ($n=25$).

Registros previos en México

El género *Orbopercularia* tiene pocos registros en México. La única especie reportada ha sido *Orbopercularia lichtheinsteini* asociada a *Krizousacorixa femorata*

y a *Trichocorixella mexicana* en Tecocomulco, Hidalgo (Mariño-Pérez, 2009).

Abela-Posada (2013) reportó un morfotipo del género asociado a *Tropisternus* sp. del manantial San Cristóbal, Cuitzeo, Michoacán.

3. Distribución espacial de los epibiontes

Los epibiontes se encontraron asociados a regiones corporales particulares de los basibiontes, y con algún grado de especificidad en el basibionte, ya que no se encontraron especies de ciliados compartidas entre los hialélidos y los coríxidos.

3.1) Distribución de los epibiontes sobre *Hyalella azteca*

En los anfípodos se presentó la mayor riqueza de especies de ciliados (cinco en total), así como la mayor abundancia (hasta 245 zooides), en una región del cuerpo (pereiópodos) de un solo hospedero en el segundo muestreo de Xochimilco.

Para ambos muestreos se contabilizó un total de 3245 individuos de todas las especies de ciliados epibiontes, que fueron encontrados principalmente en los pereiópodos (72.3%) y las coxas (53.8%) de los individuos analizados (Fig. 13).

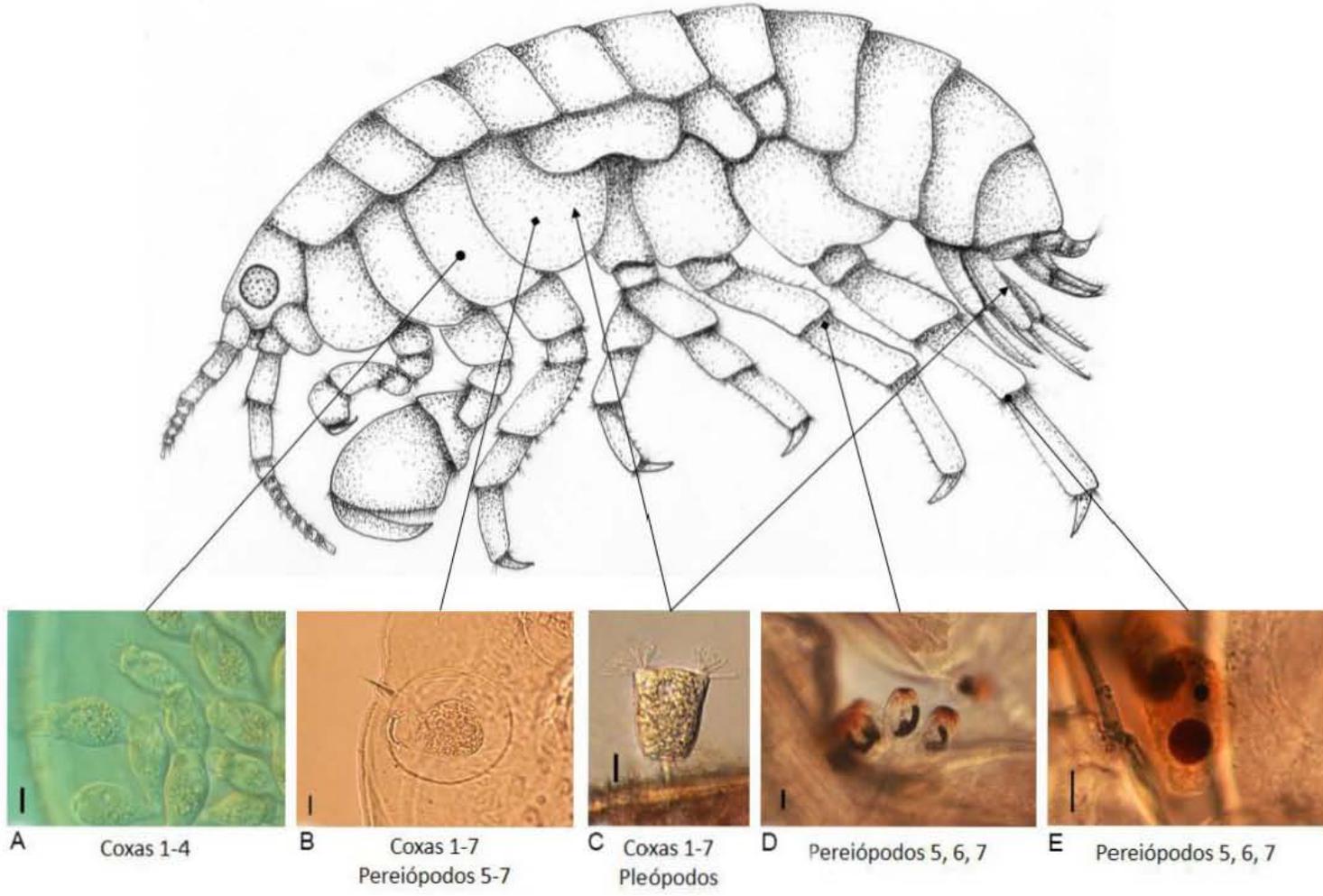


Figura 13. Representación esquemática de *H. azteca* y la localización de sus epibiontes. A. *Epistylis* sp. 1. B. *Lagenophrys patina*. C. *Acineta tuberosa*. D. *Opercularia* sp. 1. E. *Orbopercularia* sp. 1. Barra: 10 μ m.

Se observa que *Acineta tuberosa*, presentó la distribución más amplia en el cuerpo, en coxas, pereiópodos, pleópodos y pleon. Todos los peritricos se encontraron con una distribución más restringida. *Epistylis* sp. 1 se encontró en coxas principalmente, mientras que *L. patina* se distribuyó tanto en coxas como en los primeros cuatro pereiópodos de los anfípodos, a comparación de *Opercularia* sp. 1 y *Orbopercularia* sp. 1 los cuales se localizaron esencialmente en los pereiópodos 5, 6 y 7. En el primer muestreo de Xochimilco el 93.3% de los anfípodos se observaron con al menos una especie de ciliado epibionte, 92.8% de estos presentaron ciliados asociados a los pereiópodos y el 78.5% asociados a las coxas. En el segundo muestreo de Chalco solo el 41.1% de los anfípodos presentaron ciliados epibiontes, el 71.4% presentó epibiontes sobre los pereiópodos y el 42.8% sobre el pleon. Para el segundo muestreo de Xochimilco todos los basibiontes presentaron ciliados. El 100% presentó ciliados en los pereiópodos y el 82.3% en las coxas. En el segundo muestreo de Chalco solo el 81.2% de los anfípodos tuvieron ciliados epibiontes, el 92.3% en los pereiópodos y 61.5% en coxas y pleópodos (Fig. 14).

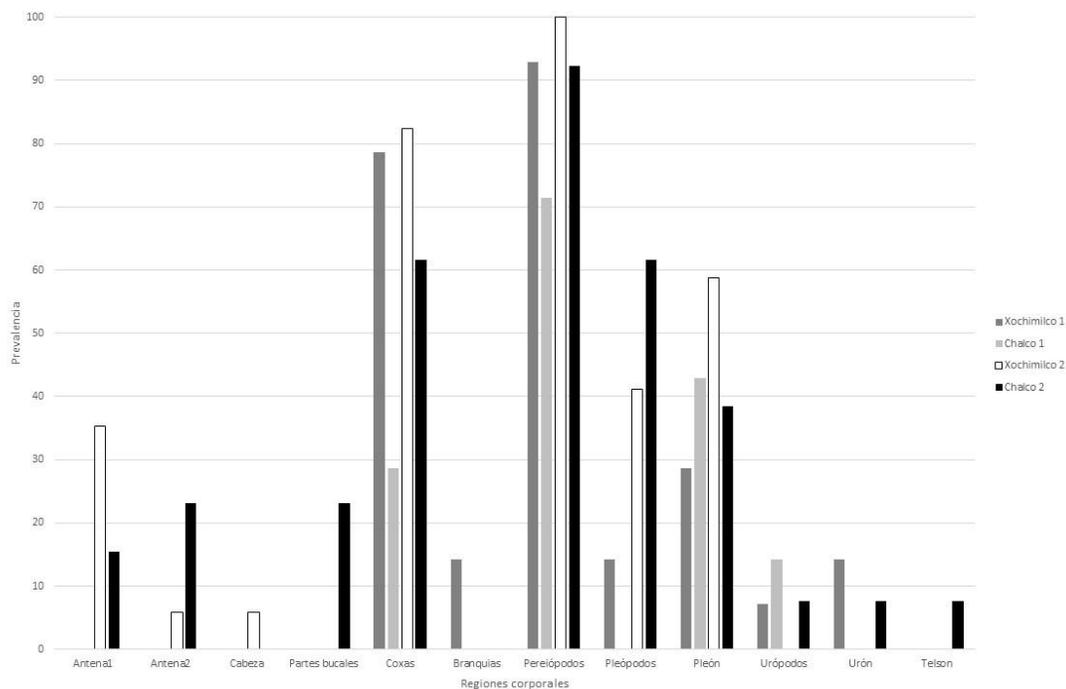


Figura 14. Prevalencia de epibiontes por región corporal de *H. azteca* de las diferentes localidades muestreadas.

3.2) Distribución de los epibiontes sobre los coríxidos

Comparado con los anfípodos, se obtuvo una menor prevalencia de los epibiontes sobre los insectos acuáticos. Solo el 19.7% ($n = 98$) revisados presentaron al menos una especie de ciliado. Tres especies fueron registradas: *Opercularia corisae*, *Orbopercularia sp. 2* y *Opercularia sp. 3*, pero estas no fueron compartidas entre cuerpos de agua, ni entre los basibiontes. No se observó la ocurrencia de más de una colonia por apéndice. Los ciliados fueron registrados en las articulaciones de fémur-tibia y tibia-tarso de los pares de apéndices medio y posterior (Fig. 15).

La mayor prevalencia de epibiontes fue registrada en los organismos del primer muestreo de Xochimilco (76.9% de la muestra). *Opercularia corisae* se registró en el 90.9% de los insectos que presentaron la asociación. De estas, 50% eran ninfas, 40% de *C. edulis* y el 10% restante *K. femorata*. Todas las colonias de *O. corisae* fueron registradas en las articulaciones, 10 colonias en el par posterior de patas y cinco en el par medio. *Orbopercularia* sp. 2 se encontró fuera de una articulación en un único espécimen de *K. femorata*, en el primer tarso de una pata posterior.

En el primer muestreo de Chalco y el segundo de Xochimilco no se observó la presencia de ningún ciliado asociado a *C. edulis* o *K. femorata*.

En el segundo muestreo de Chalco se registró la presencia de *Orbopercularia* sp. 3 en el 21.6% de los basibiontes. Todas las colonias fueron registradas en la articulación tibia-tarso del tercer par posterior de patas. El 25% de los coríxidos que presentaron asociación con un peritrico fueron identificados como *K. femorata*, mientras que el 75% restante como *C. edulis*.

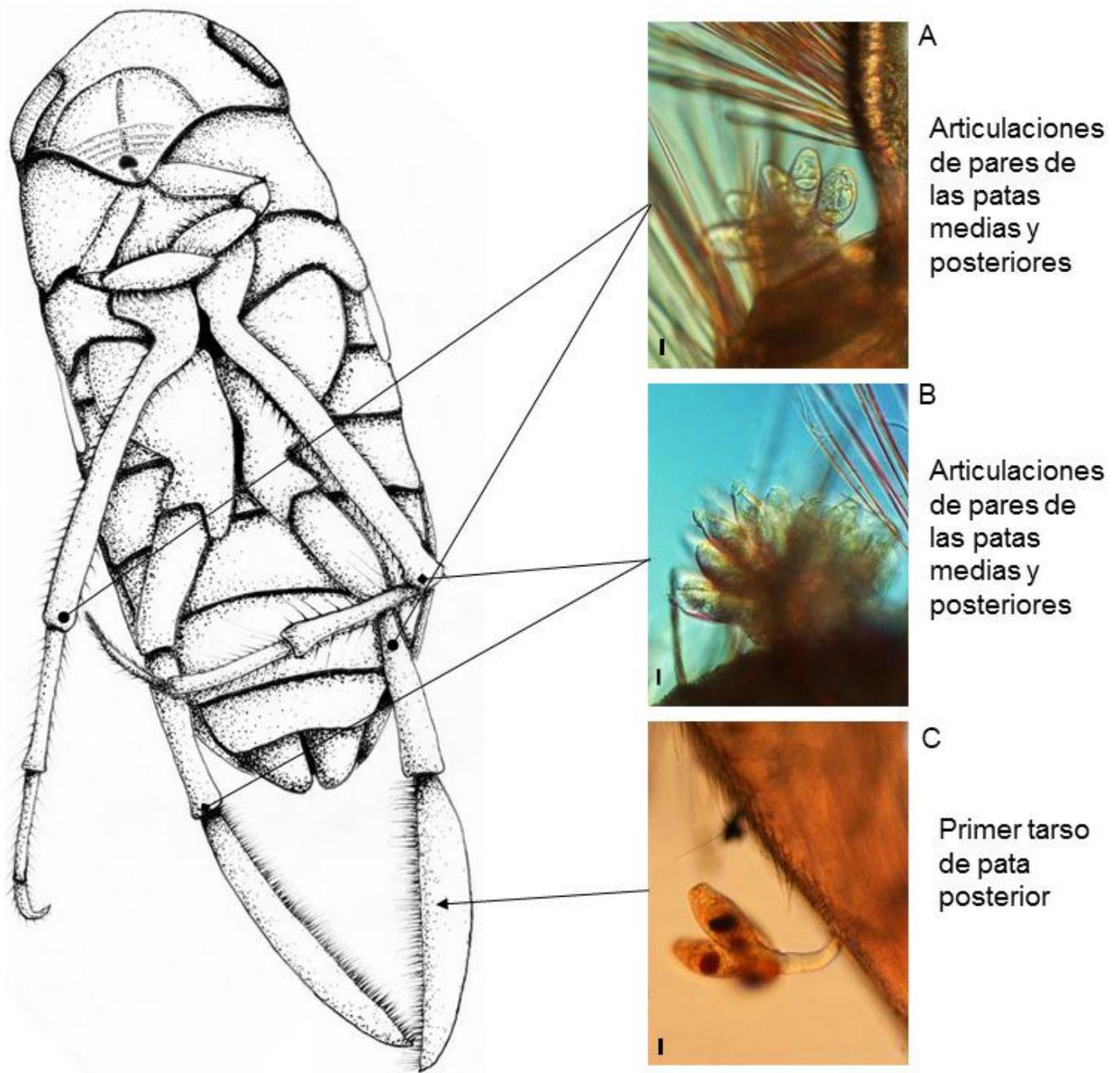


Figura 15. Representación esquemática de un corixido (*Corisella edulis*) y la distribución de sus epibiontes. A. *Orbopercularia* sp. 3. B. *Opercularia corisae*. C. *Orbopercularia* sp. 2. Barra: 10 μ m.

4. Taxonomía de Basibiontes

4.1) Crustáceos

Los crustáceos colectados en ambas localidades fueron identificados como *Hyalella azteca*, con la siguiente estructura taxonómica según Lowry & Myers, (2013):

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848

Subphylum Crustacea (Brünnich, 1772)

Clase Malacostraca Latreille, 1802

Superorden Peracarida Calman, 1904

Orden Amphipoda Latreille, 1803

Familia Hyalellidae Bulycheva, 1874

Género *Hyalella* S.I. Smith, 1874

Hyalella azteca (Saussure, 1858)

Los siguientes caracteres distinguen a la especie (González & Watling, 2002; Marrón-Becerra, 2014):

- El primer par de antenas es más corto que el segundo par.
- Las placas que conforman el pleón muestran una terminación en punta que sobresale de las otras.
- El telson es tan largo como ancho, redondeado, apicalmente agudo, con dos setas apicales largas y simples.

En total se revisaron 65 individuos de *H. azteca* para ambas localidades, con una talla media de 6 ± 1.4 mm. El 52.3% fueron hembras, mientras que el 47.6% fueron machos. Treinta y dos de estos anfípodos se recolectaron en Xochimilco, con una longitud media de 6 ± 1.4 mm, con una proporción de machos y hembras

de 1:1. En los muestreos de Chalco se obtuvieron 33 anfípodos, que presentaron una longitud media de 6 ± 1.4 mm, con 42.4% de hembras y un 57.5% de machos.

4.2) Corixidos

Se recolectaron dos especies de insectos acuáticos; *Krizousacorixa femorata* y *Corisella edulis*, cuyo arreglo taxonómico es el siguiente bajo el esquema de ITIS, (2015):

Phylum Arthropoda von Siebold, 1848

Subphylum Hexapoda Latreille, 1825

Clase Insecta Linnaeus, 1758

Orden Hemiptera Linnaeus, 1758

Familia Corixidae Leach, 1815

Género *Corisella* Lundblad, 1928

Corisella edulis (Champion, 1901)

Género *Krizousacorixa* Hungerford, 1930

Krizousacorixa femorata (Guérin-Ménéville, 1857)

Ambas especies fueron identificadas de acuerdo con Hungenford (1948). *Corisella edulis* presenta las siguientes características:

- Largo de entre 6.3 mm en machos pequeños hasta 7.9 mm en hembras grandes.
- El fémur de la pata posterior presenta de seis a siete espinas cortas en la parte superior, mientras que la parte inferior carece de setas, excepto en la base y en el margen.

Krizousacorixa femorata fue identificada bajo los siguientes caracteres:

- Largo de 5.1 mm en machos pequeños hasta 7.2 mm en hembras grandes.

- Los fémures del primer par de patas se encuentran inflados y existe una protuberancia en la parte interior de la base.
- En la protuberancia del fémur se encuentran 11 filas de setas estridulares, de 3 a 6 en cada fila.
- La pala (tarso) es relativamente delgada, más amplia por la mitad. En la porción distal de la pala se puede encontrar una fila de setas que tienen forma de una letra omega (Ω).

Para ambas especies se revisaron un total de 96 organismos, de los cuales ocho fueron ninfas por lo que no fue posible su identificación a nivel especie. De los 88 adultos restantes, 61 individuos se clasificaron como *C. edulis* y presentaron una longitud media de 7 ± 0.9 mm. Para *K. femorata* se revisaron 27 ejemplares, los cuales presentaron una longitud media de 6.8 ± 1 mm.

Cuarenta y uno de los coríxidos fueron recolectados en Xochimilco, siendo ocho de estos ninfas y 33 adultos, 24 clasificados como *C. edulis*, que presentaron una longitud media de 6.5 ± 0.7 mm y nueve como *K. femorata* con una longitud media de 6.5 ± 0.7 mm, mientras que los 55 restantes fueron recolectados en Chalco: 37 *C. edulis* con una longitud media de 7.2 ± 1 mm y 18 individuos clasificados como *K. femorata* con una longitud media de 6.9 ± 1.1 mm.

DISCUSIÓN

A pesar de que los lagos de Chalco y Xochimilco son cuerpos de agua con constante estrés debido a la extracción de agua, y a su vez la deposición de aguas residuales, se encuentran en una de las urbes más grandes del mundo, lo cual acarrea muchos problemas como cambio de uso de suelo y contaminación, estos son importantes reservas de los recursos bióticos dentro del Valle de México.

En ambos cuerpos de agua se constató la asociación entre ciliados y artrópodos acuáticos. La riqueza y abundancia de los ciliados varió entre los distintos cuerpos de agua y los muestreos realizados. En Xochimilco se reportó un total de cinco epibiontes asociados a *H. azteca*: *Acineta tuberosa*, *Epistylis* sp. 1, *Lagenophrys patina*, *Opercularia* sp. 1 y *Orbopercularia* sp. 1, y dos especies asociadas a los coríxidos, *Opercularia corisae* y *Orbopercularia* sp. 2. En Chalco se registraron las mismas cuatro especies, excepto *Epistylis* sp. 1 y en los insectos a *Orbopercularia* sp. 3.

Se registraron variaciones tanto en la abundancia como en la riqueza específica entre los muestreos, aunque estos se hayan realizado con apenas un mes de diferencia, demostrando la naturaleza dinámica del sistema epibiótico. Por ejemplo, para el primer muestreo de Xochimilco se encontró que el ciliado más abundante en las coxas fue *L. patina*, presentándose en el 80% de los anfípodos de la muestra ($n=15$) con una abundancia de hasta 301 lórigas, mientras que para el segundo muestreo se registró en el 82.3% ($n=17$), pero con una abundancia mucho menor, solo 50 organismos. También en las coxas se registró la presencia de *Epistylis* sp. 1, que para el primer muestreo se registró únicamente en un

anfípodo (6.6%, $n=15$) una colonia con siete zooides, pero para el segundo muestreo el número de colonias aumentó considerablemente (580 zooides) para el 47.1% de la muestra ($n=17$). En otros estudios (Fernandez-Leborans & Gabilondo, 2006b; Hanamura *et al.*, 2010), también se ha registrado la variación temporal (anual y mensual) de la prevalencia y riqueza específica de los epibiontes, atribuyendo estos cambios a distintos factores ambientales.

Esto también permite inferir la competencia por el espacio que provoca fluctuaciones en las poblaciones. Mientras que en el primer muestreo, las coxas estuvieron dominadas por *L. patina* y la presencia de *Epistylis* sp. 1 fue nula, para el segundo muestreo fue al contrario, siendo las colonias de *Epistylis* sp. 1 las que prevalecieron en la superficie de las coxas.

Estas variaciones temporales también se pueden observar en la asociación con los insectos. Para el primer muestreo de Xochimilco 84.6% de los insectos ($n=13$) presentaron al menos una colonia de peritricos asociada, al contrario del segundo muestreo donde no se registró la presencia de ningún ciliado. Mariño-Pérez (2009) también observó variación temporal de la presencia de ciertas especies, p. ej. *Opercularia corisae* fue registrada únicamente en uno de los cinco muestreos realizados (septiembre 2007).

En cuanto a la especificidad sobre la región a la que se adhiere un epibionte se puede observar que fue muy marcada. Aunque en *H. azteca* se reportó la presencia de epibiontes en todo el cuerpo, la mayor frecuencia de ciliados fue en coxas, pereiópodos, pleópodos y pleon, mientras que para las otras regiones se observaron pocos individuos.

Lagenophrys patina y *Epistylis* sp. 1 se observaron con mayor frecuencia en coxas y los pereiópodos, mientras que *A. tuberosa* en pleópodos, pleon y algunas veces en las coxas. Referente a la distribución de *Opercularia* sp. 1 y *Orbopercularia* sp. 1, estas especies se observaron principalmente en las articulaciones distales de los pereiópodos 5, 6 y 7. La especificidad de los epibiontes por cierta región del basibionte ha sido estudiada en crustáceos, por ejemplo Fenchel (1965) registró la preferencia de los ciliados epibiontes por las coxas, pereiópodos, pleópodos y urón de cinco especies de gamáridos de ambientes marinos en el mar Báltico y dulceacuícolas en la península Escandinava. Roberts & Chubb (1998) en Inglaterra encontraron que *Lagenophrys aselli* tuvo preferencia por adherirse a los pleópodos de *Asellus aquaticus*. Mayén-Estrada & Aladro-Lubel (2002) denotaron que existió una mayor riqueza específica de epibiontes en los pereiópodos y urópodos del acocil *Cambarellus patzcuarensis*. Estos trabajos concuerdan con los resultados de este estudio donde se reporta una mayor frecuencia de ciliados epibiontes asociados a coxas, pereiópodos y pleópodos.

Para los insectos fue aún más notable la preferencia del ciliado por una región específica del cuerpo. *Opercularia corisae* y *Orbopercularia* sp. 3 siempre se encontraron asociados a las articulaciones de los pares de las patas medias y posteriores. La única excepción fue el registro de *Orbopercularia* sp. 2, en el cual la colonia se encontró sobre el tarso y no en una articulación.

Las diferencias observadas en la prevalencia y distribución de los ciliados pueden ser resultado de distintos factores, p. ej. factores intrínsecos a la biología de los ciliados como tasas de reproducción y velocidad de colonización del sustrato

resultado de la velocidad de crecimiento del pedúnculo. Los factores relacionados a la relación epibionte-basibionte, como metabolitos producidos por el basibionte para prevenir la colonización o el efecto y grosor de la capa límite hidrodinámica son importantes para ser considerados. Este último factor podría influenciar la selección morfológica de los organismos capaces de adherirse a cierto basibionte, ya que especies con pedúnculos muy largos, no estarían dentro de esta capa límite hidrodinámica y serían arrastrados por la corriente (Dovgal & Kochin, 1997), todas las especies reportadas en este estudio presentaron un pedúnculo corto y la morfología de la colonia fue compacta. Dovgal (2008) demostró como a lo largo del cuerpo del basibionte, mientras la capa límite hidrodinámica aumentó en grosor, la longitud del pedúnculo de *Discophrya lichtensteinii* también aumentó. La forma aplanada del trofante de *Discophrya elongata*, que se encontró asociada a las patas de *Ranatra linearis*, permitió su establecimiento en esta región del basibionte y la disposición de distintos organismos a lo largo del apéndice.

La etología de los basibiontes puede ser otro factor importante relacionado a la distribución, riqueza específica y abundancia de los ciliados epibiontes. Mariño-Pérez (2009) mencionó que debido a la conducta de los coríxidos (subir y bajar por la columna de agua para obtener oxígeno), la presencia de epibiontes se ve disminuida con respecto a otros grupos de chinches acuáticas. También la morfología del basibionte, la cual está directamente relacionada con la capa límite hidrodinámica, determina la presencia de epibiontes (Dovgal, 2008). Como se observó en este estudio existen zonas más favorables para la colonización, por ejemplo, coxas y pereiópodos en los anfípodos y las articulaciones de las patas en los coríxidos.

La epibiosis es un sistema complejo, donde factores intrínsecos y extrínsecos determinan la naturaleza de este. Para comprenderlo mejor se requieren de estudios más finos y profundos donde se tomen en cuenta todas las partes de este, y con ello se podrá obtener una visión general del sistema así como de su papel en la comunidad a la que pertenecen.

CONCLUSIONES

- No obstante el alto grado de perturbación observado en los lagos de Chalco y Xochimilco, se registró la presencia de ciliados epibiontes asociados a artrópodos acuáticos que fungieron como basibiontes.
- Se registró la presencia del anfípodo *Hyaletta azteca* y los coríxidos *Corisella edulis* y *Krizousacorixa femorata*.
- Se identificaron a ocho especies de ciliados epibiontes, cinco de las cuales se encontraron asociadas a *H. azteca* y las tres restantes a los coríxidos de las especies *C. edulis* y *K. femorata*.
- Se obtuvieron los datos de prevalencia del epibionte sobre cada una de las regiones del basibionte y su abundancia. *Lagenophrys patina* se observó asociada a coxas y pereiópodos con la mayor prevalencia (86.6% en el segundo muestreo de Xochimilco). *Orbopercularia* sp. 2 se presentó con la menor prevalencia y abundancia, únicamente se encontró una colonia en el primer muestreo de Xochimilco.
- Se registró a *Acineta tuberosa*, asociado a *H. azteca* para ambas localidades.
- Cuatro peritricos fueron registrados en *H. azteca*, un lorigado *L. patina*, un morfotipo de *Epistylis* y dos morfotipos pertenecientes a la familia Operculariidae, *Opercularia* sp. 1 y *Orbopercularia* sp. 1.
- En los coríxidos solo se encontraron operculáridos. *Opercularia corisae* y *Orbopercularia* sp. 2 en Xochimilco y *Orbopercularia* sp. 3 en Chalco.

REFERENCIAS

- Abela-Posada, L. A. 2013. Estudio taxonómico de ciliados epibiontes (Peritrichia y Suctoria) de insectos acuáticos de subcuencas endorreicas de la Faja Volcánica Transmexicana. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. 73 pp.
- Abelló, P. & Corbera, J. 1996. Epibiont bryozoans (Bryozoa, Ctenostomatida) of the crab *Genoplax rhomboides* (Brachyura, Goneplacidae) of the Ebro delta (western Mediterranean). *Miscellanea Zoologica*, 19(2): 43-52.
- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Lane, C. E., Lukes, J., Bass, D., Bowser, S. S., Brown, M. W., Burki, F., Dunthorn, M., Hampl, V., Heiss, A., Hoppenrath, M., Lara, E., Gall, L., Lynn, D. H., McManus, H., Mitchell, E. A. D., Mozley-Stanridge, S. E., Parfrey, L. W., Pawlowski, J., Rueckert, S., Shadwick, L., Schoch, C. L., Smirnov, A. & Spiegel, F. W. 2012. The revised classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59(5): 429-514.
- Aladro-Lubel, M. A. 2009. *Manual de prácticas de protozoos*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 124 pp.
- Aladro-Lubel, M. A. & Martínez-Murillo, M. E. 1999. Epibiotic protozoa (Ciliophora) on a community of *Thalassia testudinum* Banks ex König in a coral reef in Veracruz, Mexico. *Aquatic Botany*, 65(1-4): 239-254.
- Aladro-Lubel, M. A. & Sánchez-Calderón, G. 2005. Ciliados epibiontes de la vegetación sumergida y de los invertebrados de la Laguna de Tecocomulco. En: Huizar-Álvarez, R., Jiménez-Fernández, E. & Juárez-López, C. (Eds.). *La Laguna de Tecocomulco. Geo-Ecología de un Desastre*. Publicación especial 3. Instituto de Geología, UNAM. Pp. 169-178.
- Alcocer, J. & Escobar, E. 1992. The aquatic biota of the now extinct complex of the Mexico basin. *Freshwater Forum*, 2(3): 171-183.
- Barea-Arco, J., Pérez-Martínez, C. & Morales-Baquero, R. 2001. Evidence of a mutualistic relationship between an algal epibiont and its host, *Daphnia pulex*. *Limnology and Oceanography*, 46(4):871-881.
- Beltrán, E. 1929. Estudio monográfico de la *Oxytricha pellionella*, Ehr., contribución al conocimiento de los protozoarios del lago de Xochimilco. *Memorias de la Sociedad Alzate*, 49: 133-138.
- Bouvier, C., Didon, E., Niedzielski, H. & Huizar, R. 1993. Hidrología e hidrogeología en la cuenca de Chalco. Descripción y Perspectivas. *Contactos*, 10: 19-23.

- Bradbury, J. P. 1989. Late quaternary lacustrine paleoenvironments in the Cuenca de México. *Quaternary Science Reviews*, 8: 75-100.
- Bravo, H. H. 1922. Biología de *Chilodon cucullatus*. *Revista Mexicana de Biología*, 3: 24-28.
- Bravo, H. H. 1924. Contribuciones al conocimiento de los protozoarios mexicanos. VI. *Gastrostyla steinii* Engelmann. *Revista Mexicana de Biología*, 4(5): 165-169.
- Caballero, M. & Ortega-Guerrero, B. 1998. Lake levels since about 40,000 years ago at Lake Chalco, near Mexico City. *Quaternary Research*, 50: 69-79.
- Chatterjee, T., Kotov, A. A. & Fernandez-Leborans, G. 2013. A checklist of epibiotic ciliates (Peritrichia and Suctorina) on the cladoceran crustaceans. *Biologia*, 68(3): 439-447.
- Chávez-Ávila, S. M. 2010. Ciliados epibiontes de crustáceos braquiuros (Decapoda) de la zona de manglar del estero Tampamachoco, Tuxpan, Ver. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 68 pp.
- Clamp, J. C. 1990. Redescription of three species of *Lagenophrys* (Ciliophora: Peritricha: Lagenophryidae) and a New North American species of *Lagenophrys* from hypogean amphipods. *Transactions of the American Microscopical Society*, 109(1): 1-31.
- Curds, C. R. 1985. A revision of the Suctorina (Ciliophora, Kinetofragminophora). 1. *Acineta* and its morphological relatives. *Bulletin of the British Museum of Natural History. Zoology*, 48: 75-129.
- Dovgal, I. V. 2002. Evolution, phylogeny and classification of Suctorea (Ciliophora). *Protistology*, 2(4): 194-270.
- Dovgal, I. V. 2008. Micro-spatial structure of periphytonic communities: determinal factors. *Natura Montenegrina*, 7(3): 117-123.
- Dovgal, I. V. & Kochin, V. 1997. Fluid boundary layer as an adaptive zone for sessile protist. *Zhurnal Obschei Biologii*, 58(2): 67-74.
- Dovgal, I. V. & Mayén-Estrada, R. 2013. Comparative morphology of *Dendrocometes paradoxus* (Ciliophora, Suctorea) from two distant regions (Ukraine and Mexico) and different host species. *Vestnik Zoologii*, 47(3): 47-53.
- Fenchel, T. 1965. On the ciliate fauna associated with the marine species of the amphipod genus *Gammarus* J. G. fabricius. *Ophelia*, 2(2): 281-303.

- Fernandez-Leborans, G. & Gabilondo, R. 2006a. Taxonomy and distribution of the hydrozoan and protozoan epibionts on *Pagurus bernhardus* (Linnaeus, 1758) (Crustacea, Decapoda) from Scotland. *Acta Zoologica*, 87: 33-48.
- Fernandez-Leborans, G. & Gabilondo, R. 2006b. Inter-annual variability of the epibiotic community on *Pagurus bernhardus* from Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1-2): 35-54.
- Foissner, W. 1996. Ontogenesis in ciliated protozoa with emphasis on stomatogenesis. En: Hausmann, K. & Bradbury, P. C. (Eds.). *Ciliates. Cells as organisms*. Gustav Fischer. Alemania. Pp. 95 – 177.
- Foissner, W. 2014. An update of “basic light and scanning electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated protozoa”. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64(1): 271-292.
- Foissner, W., Berger, H. & Kohmann, F. 1992. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft*, 5(92): 1- 502.
- Foissner, W., Berger, H. & Schaumburg, J. 1999. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für wasserwirtschaft*, 3(99): 1-793.
- Gobierno del Distrito Federal, México. Acuerdo por el que se aprueba el programa de manejo del área natural protegida con carácter de zona de conservación ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”. Gaceta Oficial del Distrito Federal. XVI Época. 11 de enero de 2006.
- González, E. & Watling, L. 2002. Redescription of *Hyaella azteca* from its type locality, Veracruz, Mexico (Amphipoda: Hyaellidae). *Journal of Crustacean Biology*, 22(1): 173-183.
- Hanamura, Y., Fernandez-Leborans, G., Siow, R., Man, A. & Chee, P. 2010. Prevalence and seasonality of *Zoothamnium duplicatum* (Protozoa: Ciliophora) epibiont on an estuarine mysid (Crustacea: Mysida) in tropical mangrove brackish water. *Plankton & Benthos Research*, 5(1): 39-43.
- Hascall, G.K. 1973. The stalk of the suctorian *Tokophrya infusionum*: histochemistry, biochemistry, and physiology. *Journal of Protozoology*, 20: 701-704.
- Hausmann, K. & Radek, R. 2014. Cilia and Flagella - Ciliates and Flagellates. En: Hausmann, K. & Radek, R. *Cilia and Flagella. Ciliates and Flagellates*.

Ultrastructure and cell biology, function and systematics, symbiosis and biodiversity. Schweizerbart Science Publishers. Alemania. Pp. 3 - 19.

Herróz-Zamorano, D. A. 1998. Protozoos ciliados ectoparásitos (piel y branquias) de peces de la familia Cyprinidae cultivados en el centro acuicola Morelos de Zacapu, Michoacán. *Tesis de Doctorado*. Facultad de Ciencias, UNAM.

Hungerford, H.B. 1948. The Corixidae of the Western Hemisphere: (Hemiptera). *University of Kansas Science Bulletin*, 32: 1-827.

ITIS: Integrated Taxonomic Information System. Consultado el 14 de noviembre de 2015: <http://www.itis.gov/>

Kitching, J.A. 1938. The physiology of contractile vacuoles. III. The water balance of fresh-water Peritricha. *Journal of Experimental Biology*, 15(1): 143-151.

Lom, J. 1962. On the buccal apparatus of peritrichous ciliates. *Advances in Protozoology*. Praga: 91-95.

Lom, J. 1964. The morphology and morphogenesis of the buccal ciliary organelles in some peritrichous ciliates. *Achiv für Protistenkunde*, 107: 131-162.

López-Ochoterena, E. 1963a. Protozoarios ciliados de México. VII. Morfología y sistemática de *Systylis hoffi* (Protozoa: Ciliata). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 12(1-4): 73-77.

López-Ochoterena, E. 1963b. Protozoarios ciliados de México. IX. Notas sobre la morfología de *Acineta tuberosa* Ehrenberg, 1833 (Protozoa: Suctorida). *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 6: 77-83.

López-Ochoterena, E. 1964a. Protozoarios ciliados de México. XII. *Euplotes trisulcatus* Kahl, 1932 (Protozoa, Ciliata), colectados en aguas dulces del Valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 13: 67-72.

López-Ochoterena, E. 1964b. Mexican ciliated protozoa. III. *Hypophrya fasciculata* gen. nov, sp. nov (Ciliata: Suctorida). *Journal of Protozoology*, 11(2): 222-224.

López-Ochoterena, E. 1965. Ciliados mesosapróbicos de Chapultepec. (Sistemática, Morfología, Ecología). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 26: 115-247.

López-Ochoterena, E. & Madrazo-Garibay, M. 1989. Protozoarios ciliados de México XXXIII. Estudio biológico de algunas especies de las subclases Suctorina y Peritrichia, asociadas al hidrozooario *Cordylophora caspia* (Pallas)

en la Laguna de Mandinga, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 40: 65-70.

López-Ochoterena, E. & Ochoa-Gasca, E. 1971. Protozoarios ciliados de México. XVII. Algunos aspectos biológicos de veinte especies epizoicas del crustáceo *Cambarellus montezumae zempoalensis* Villalobos. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 13. 221-231.

López-Téllez, N.A., Vidal-Martínez, V.M. & Overstreet, R.M. 2009. Seasonal variation of ectosymbiotic ciliates on farmed and wild shrimps from coastal Yucatan, Mexico. *Aquaculture*, 287: 271-277.

Lozano-García, M.S. & Ortega-Guerrero, B. 1998. Late Quaternary environmental changes of the central part of the Basin of Mexico; correlation between Texcoco and Chalco basins. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 99: 77-93.

Lowry, J.K. & Myers, A.A. 2013. A phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa*, 3610(1): 1-80.

Lynn, D.H. 1981. The organization and evolution of microtubular organelles in ciliated protozoa. *Biological Reviews*, 56: 243-292.

Lynn, D.H. 1988. Cytoterminology of cortical components of ciliates: somatic and oral kinetids. *BioSystems*, 21: 299-307.

Lynn, D. H. 2008. *The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification and Guide to the Literature*. Springer. Alemania. 605 pp.

Madrazo-Garibay, M. & López-Ochoterena, E. 1973. Nouvelles précisions obtenues a l'aide de la technique de Fernández Galiano et concernant entre autre l'infrastructure ciliare dans le genre *Paramecium*. *Protistology*, 9: 481-485.

Maldonado, M. & Uriz, M. J. 1992. Relationships between sponges and crabs: patterns of epibiosis on *Inachus aguiarii* (Decapoda: Majidae). *Marine Biology*, 113: 281-286.

Mariño-Pérez, R. 2009. Estudio taxonómico de los ciliados epibiontes de hemípteros acuáticos de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo, México. *Tesis de Maestría*. Facultad de Ciencias, UNAM. 75 pp.

Mariño-Pérez, R. & Mayén-Estrada, R. 2009. Epibiotic relationship between two species of suctorians (Protozoa: Suctorina) and *Corisella edulis* (Heteroptera: Corixidae). *Aquatic Insects*, 31: 235-246.

- Mariño-Pérez, R., Mayén-Estrada, R. & Dovgal, I. V. 2010. *Periacineta mexicana* n. sp. (Ciliophora, Suctoria, Discophryida), epizoic on mexican backswimmers of the genus *Buenoa* (Insecta, Hemiptera, Notonectidae). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 57(5): 435-443.
- Mariño-Pérez, R., Dovgal, I.V. & Mayén-Estrada, R. 2011a. Records of suctorians (Ciliophora: Suctoria) as epibionts of aquatic true bugs (Hemiptera: Prosorrhyncha: Nepomorpha) from two regions: Mexico and Eastern Europe. *Zootaxa*, 60: 48-60.
- Mariño-Pérez, R., Mayén-Estrada, R., Macip-Ríos, R. & Dovgal, I. V. 2011b. Morphometric variations of *Discophrya elongata* (Ciliophora, Suctorea) attached to two different species of aquatic true bugs (Hemiptera, Prosorrhyncha, Nepomorpha). *Vestnik Zoologii*, 45(5): 421-427.
- Marrón-Becerra, A. 2014. Caracterización morfológica de las variaciones del complejo *Hyalella azteca* (Suassure, 1858) (Amphipoda: Hyalellidae) en el cenote Aktún-Ha, Quintana Roo. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. 93 pp.
- Martínez-Murillo, M.E. 1997. Ciliados asociados a la vegetación sumergida y a las raíces de mangle en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Tesis de Doctorado*. Facultad de Ciencias, UNAM. 264 pp.
- Martínez-Murillo, M.E. & Aladro-Lubel, M.A. 1994. Ciliados asociados al pasto marino *Halodule beaudettei* en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*, 65(1): 11-18.
- Martínez-Murillo, M.E. & Aladro-Lubel, M.A. 1999. Some ecological aspects of epibiotic sessiline ciliates attached to submerged roots of *Rhizophora mangle* L. in Tamiahua Lagoon, Veracruz, Mexico. *Tropical Ecology*, 40(1): 163-166.
- Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 del lago de Pátzcuaro, Michoacán. *Tesis de Doctorado*. Facultad de Ciencias, UNAM. 238 pp.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M.A. 1998. Tres especies de suctores (Protozoa: Ciliophora) ectosimbiontes del acocil *Cambarellus patzcuarensis*. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 69(1): 1-12.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M.A. 2000. First record of *Lagenophrys dennisi* (Ciliophora: Peritrichia) on the exoskeleton of crayfish *Cambarellus patzcuarensis*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 47(1): 57-61.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M.A. 2001. Epibiont peritrichids (Ciliophora: Peritrichida: Epistylididae) on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* in lake

- Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. *Journal of Crustacean Biology*, 21(2): 426-434.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M.A. 2002. Distribution and prevalence of 15 species of epibiont peritrich ciliates on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 in lake Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. *Crustaceana*, 74(11): 1213-1224.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M. A. 2004. First record of *Conidophrys pilisuctor* (Ciliophora. Pilisuctorida) as ectosymbiont of *Hyalella azteca* from Mexico. *Hydrobiologia*, 529: 19-26.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M. A. 2007. *Lagenophrys lenticula* and *L. patina* (Peritricha), epibionts of *Hyalella azteca* (Amphipoda). A study using scanning electron microscopy to reveal details of the lorica aperture. *Protistology*, 4(4): 339-345.
- Mayén-Estrada, R., Reyes-Santos, M. & Aguilar-Aguilar, R. 2014. Biodiversidad de Ciliophora en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl.* 85: 34-43.
- McGrath, C.L., Zufall, R. A. & Katz, L.A. 2008. Ciliate genome evolution. En: Katz, L. A. & Bhattacharya, D. (Eds.). *Genomics and evolution of microbial eukaryotes*. Oxford University Press. Reino Unido. Pp. 64 – 76.
- Moreno-Barón, N. & López-Ochoterena, E. 1976. Acción letal de tres detergentes aniónicos sobre diversas poblaciones de protozoarios ciliados. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 37: 233-243.
- Nenninger, U. 1948. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität. *Zoologische Jahrbuecher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere*, 77: 169-266.
- Ochoa-Gasca, M.E. 1969. Contribución al conocimiento de la fauna epizoica (Protozoa, Ciliata) del crustáceo *Cambarellus montezumae zempoalensis* Villalobos. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias. UNAM. 58 pp.
- Olvera-Bautista, J.F.Y. 2014. Ciliados epibiontes de algas de sustratos rocosos de Zihuatanejo, Guerrero y Tuxpan, Veracruz. *Tesis de Maestría*. Facultad de Ciencias, UNAM. 161 pp.
- Paulin, J. J. 1996. Morphology and cytology of ciliates. En: Hausmann, K. & Bradbury, P. C. (Eds.). *Ciliates. Cells as organisms*. Gustav Fischer. Alemania. Pp. 1 – 40.

- Pérez-Reyes, R. & López-Ochoterena, E. 1963. *Sphaerophrya sol* (Ciliata: Suctorina) parasitic in some mexican ciliates. *The Journal of Parasitology*, 49(4): 697.
- Pérez-Reyes, R. & Salas-Gómez, E. 1961. Protozoarios encontrados en colecciones de agua del Valle de México. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*, 10: 39-44.
- Prescott, D.M. 1994. The DNA of ciliated protozoa. *Microbiological Reviews*, 58(2): 233-267.
- Randall, J.T. & Hopkins, J.M. 1962. On the stalks of certain peritrichs. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 245(719): 59-79.
- Reyes-Santos, M. 2001. Taxonomía y distribución de los ciliados epibiontes de *Phyllospadix* en la costa occidental de Baja California, Mexico. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. 90 pp.
- Roberts, G. & Chubb, J. 1998. The distribution and location of the symbiont *Lagenophrys aselli* on the freshwater isopod *Asellus aquaticus*. *Freshwater Biology*, 40: 671-677.
- Rouré-Cané, M.T. 1969. Contribución al conocimiento de los protozoarios (Ciliatea; Suctorida) del lago de Xochimilco, D. F. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias, UNAM. 31 pp.
- Sámano, A. & Sokoloff, D. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monografías del Instituto de Biología*. 1: 6-48.
- Serrano-Limón, G. & López-Ochoterena, E. 1992. Análisis sistemático del grupo de protozoarios estudiados del lago de Xochimilco, D.F. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 43: 63-69.
- Snoeyenbos-West, O.L.O., Cole, J., Campbell, A., Coats, D.W. & Katz, L.A. 2004. Molecular phylogeny of phyllopharyngean ciliates and their group I introns. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 51(4): 441-450.
- Sokoloff, D. 1930a. Contribución al estudio del aparato nuclear de los infusorios hypotrichos. La estructura del aparato nuclear de *Oxytricha bifaria* y sus transformaciones durante la reproducción. *Anales del Instituto de Biología, México*, 1: 253-264.
- Sokoloff, D. 1930b. *Stentor oligonucleatus* sp. nov. *Anales del Instituto de Biología, México*, 2: 165-166.

- Sokoloff, D. 1931. Un nuevo infusorio ciliado de agua dulce. Nota preliminar. *Anales del Instituto de Biología. México*, 2: 165-166.
- Sokoloff, D. 1933. *Zoocystis vorticellae*. Una nueva alga simbiótica. *Anales del Instituto de Biología. México*, 4: 47-50.
- Threlkeld, S.T., Chiavelli, D.A. & Willey, R.L. 1993. The organization of zooplankton epibiont communities. *Trends in Ecology & Evolution*, 8(9): 317-321.
- Utz, L. R.P. & Coats, W. D. 2008. Telotroch formation, survival, and attachment in the epibiotic peritrich *Zoothamnium intermedium* (Ciliophora, Oligohymenophorea). *Invertebrate Biology*, 127(3): 237-248.
- Vidal-Martínez, V.M., Jiménez-Cueto, A.M. & Simá-Álvarez, R. 2002. Parasites and symbionts of native and cultured shrimps from Yucatán, Mexico. *Journal of Aquatic Animal Health*, 14: 57-64.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: Some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*, 58: 175-189.
- Wahl, M., Hay, M. E. & Enderlein, P. 1997. Effects of epibiosis on consumer – prey interactions. *Hydrobiologia*, 355: 49-59.
- Weissman, P., Lonsdale, D. J. & Yen, J. 1993. The effect of peritrich ciliates on the production of *Acartia hudsonica* in Long Island Sound. *Limnology and Oceanography*, 38(3): 613-622.
- Zhao, X., Miao, M., Chen, X., Ma, H. & Al-Rasheid, A.S. 2014. A phylogenetic reconsideration of suctorian ciliates (Protista, Ciliophora, Phyllopharyngea) based on small subunit rRNA gene sequences. *Zoologica Scripta*, 43(2): 206-216.