



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**Estudio taxonómico de ciliados de vida libre (Alveolata:
Ciliophora) en cuerpos de agua dulce de dos regiones
biogeográficas de México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

BIÓL. DANIEL MÉNDEZ SÁNCHEZ

TUTORA PRINCIPAL: Dra. Rosaura Mayén-Estrada
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: Dra. Mercedes Isolda Luna Vega
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

Dra. Celia María Bulit Gámez
UAM, XOCHIMILCO

Ciudad de México, junio, 2017



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 AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
SISTEMÁTICA

**Estudio taxonómico de ciliados de vida libre (Alveolata:
Ciliophora) en cuerpos de agua dulce de dos regiones
biogeográficas de México**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

BIÓL. DANIEL MÉNDEZ SÁNCHEZ

TUTORA PRINCIPAL: Dra. Rosaura Mayén-Estrada
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: Dra. Mercedes Isolda Luna Vega
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

Dra. Celia María Bulit Gámez
UAM, XOCHIMILCO

Ciudad de México, junio, 2017

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/346/2017

ASUNTO: Oficio de Jurado

Lic. Ivonne Ramirez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
P r e s e n t e.

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 6 de marzo de 2017 se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **Sistemática** del (la) alumno(a) **MÉNDEZ SÁNCHEZ DANIEL** con número de cuenta **515015287** con la tesis titulada "**Estudio taxonómico de ciliados de vida libre (Alveolata: Ciliophora) en cuerpos de agua dulce de dos regiones biogeográficas de México**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA**:

Presidente: DR. MIROSLAV MACEK
Vocal: DR. JUSTO SALVADOR HERNÁNDEZ ÁVILES
Secretario: DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA
Suplente: DRA. GABRIELA VÁZQUEZ HURTADO
Suplente: DRA. CELIA MARÍA BULIT GÁMEZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.



ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx., a 11 de mayo de 2017

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA

MCAA/MJFM/ASR/grf*

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS

Al posgrado en Ciencias Biológicas por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios y formarme como un taxónomo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca 630804/330485 otorgada para poder llevar a cabo mis estudios de maestría.

A la Dra. Rosaura Mayén Estrada y a su laboratorio de Protozoología, Facultad de Ciencias UNAM, por brindarme sus instalaciones para realizar mi tesis y encaminarme hacia la investigación de los protistas ciliados.

A mi comité tutor, Dra. M. Isolda Luna Vega, Lab. Biogeografía, UNAM, y Dra. Celia M. Bulit Gámez, UAM-X, por los consejos, el asesoramiento y el apoyo brindado para la elaboración y conclusión de esta tesis.

Al Programa de apoyos de estudios de posgrado (PAEP), UNAM, por el apoyo otorgado para asistencia a congreso internacional.

A la International Society of Protistologist (ISOP) por los preimos Holz-Conner otorgados para la asistencia a los congresos en España y Moscú durante mis estudios de posgrado.

A la International Research Coordination Network for Biodiversity of Ciliates (IRCN-BC) y al Dr. John C. Clamp por el financiamiento para realizar una estancia de investigación en el Laboratory of Protozoology, Ocean University of China, China.

AGRADECIMIENTOS TÉCNICOS

A la UNAM, a la Facultad de Ciencias y a sus profesores por brindarme sus instalaciones para poder realizar mis estudios de maestría y por sus enseñanzas compartidas que me permitieron avanzar como científico.

Nuevamente a la Dra. Rosaura Mayén Estrada quien como asesora, colega y amiga logramos la conclusión de este trabajo, además agradezco todo el conocimiento brindado para mejorar y formar mi criterio como taxónomo y ciliatologo.

A mis revisores de tesis por sus consejos otorgados y el tiempo que se tomaron para la revisión de este escrito, Dr. Miroslav Macek (FES-Iztacala), Dr. J. Salvador Hernández A. (FES-Zaragoza), Dra. Gabriela Vázquez H. (INECOL), Dra. Celia Bulit (UAM-X) y Dra. Isolda Luna V. (F. Ciencias, UNAM), gracias.

A la Biól. Margarita Reyes Santos por su apoyo en el laboratorio y sus consejos tanto académicos como personales.

Al M. en C. Othón Alcántara, F. Ciencias, UNAM, por su apoyo en el aspecto geográfico.

A la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) por los permisos otorgados para la recolección de muestras en el Parque Estatal El Ocotal, Timilpan, Estado de México.

Al presidente de la administración del parque Ecoturístico Tiacaque, Jocotitlán, Estado de México C. Álvaro Garita Manjarrez, por los permisos otorgados para la recolección de muestras en el Manantial Tiacaque.

Al Comisariado Comunal de San Juan Evangelista Analco, Oaxaca, C. Rogelio Manzano S. por el permiso otorgado para realizar trabajar en el Lago Analco en Laatz-Duu Ecoturismo Analco, Sierra Juárez, Oaxaca.

A los administradores del Parque Ecoturístico Tziscaco, por los permisos otorgados para la toma de muestras en los lagos Montebello y Tziscaco, La Trinitaria, Chiapas.

A todos aquellos que me apoyaron en el trabajo de campo, Mireya R. B., Jazmín A. H., Rosaura M. E., Carlos A. G. P., Carlos A. D. R., Gerardo C. J., Víctor R. N., Jesús M. S. y Alberto M. H.

Al Dr. Weibo Song por abrirme las puertas de su laboratorio, Laboratory of Protozoology, Ocean University of China, Qingdao, China, y reforzar mis conocimientos en la ciliatología.

Al Dr. Xiaozhong Hu, por su asesoramiento durante mi estancia de investigación en el Laboratory of Protozoology, Ocean University of China.

A Zhishuai Qu, Xiotian Luo, Chundi Wang y Mingjian Liu por el asesoramiento otorgado en el Laboratory of Protozoology (OUC).

AGRADECIMIENTOS

A mis tíos, Rocío M. H. y Sabas R. M., por su apoyo carismático, su amabilidad, sus enseñanzas y consejos; a su vez a Wendolyn y Brenda, quienes me hacían las tardes menos aburridas, y por último a los gatos Mini (†) y Gorda. Eternamente agradecido.

A mis compañeros de laboratorio Gerardo, Mireya, Jazmín, Carlos A., Jorge, Víctor, Uziel, Carlos D y Fernando por sus platicas y consejos en mis perspectivas, y por esas tardes de comida.

A Nayeli O. V. por acompañarme a comer helado y todos esos tacos que nos quitaban el hambre, y no olvidar el agua sagrada. A sus compañeros Dulce, Chucho, Martín, Roberto, Víctor y Alma por aceptarme en su laboratorio, y por supuesto a la Dra. Pilar Durán que me dio un espacio en su laboratorio siempre y cuando trabajara con ritmos en protistas.

A José A. M. S. (Beto) por sus sabios consejos y por esas platicas filosóficas que me confrontaban.

A Marisa F. G., Lorena V. R., Monserrat B. A. y Valeria L. C. por su apoyo moral, por dejarme compartir los momentos de estrés a distancia, y a por esas reuniones y convivencias de pláticas informativas. A Lázaro B. P., Susana G. S. y Abigail B. G. por dejarme ser parte de su familia durante esas convivencias, de igual manera a Daniel P. G. y Ana L. D. G. A por su apoyo moral.

A mis amigos de China Zhishuai Qu, Xiaotian Luo, Chundi Wang, Rui Wang, Mingjian Liu, Li Song, Weibo Zhang, Tengyue Zhang, Xiaoteng Lu, Jingyi Dong, Chunyu Lian, Tengteng Zhang y Lun Wang por adentrarme a la cultura China, por hacer de esos días en Qingdao super divertidos, además de no hacerme sentir lejos de casa y por mantenerse en contacto, muy agradecido.

A mis amigos internacionales, Poorna Sundaram, Jeeva S. Abraham (India), Hyun Cho (Corea del Sur), Hirokazu Sakamoto (Japón), Noemi M. F., Luiggia Girardi (Brasil), Jason Tarkington (USA) Zhuo Shen, Pu Wang (China), Brandon Seah (Singapur), Arina Angroskaya (Rusia), Juan Carlos Reyes (Chile), porque siempre es bueno conocer otras culturas.

A mis alumnos del CECyTEM-Ixtlahuaca, quienes me han motivado para formarme como docente.

En último quiero agradecer a todos aquellos que estuvieron presentes em algún momento de mi vida y que me animaron a crecer como persona, gracias.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a las siguientes personas por todo lo que hemos vivido juntos y porque los quiero.

A mis padres Alejandra Sánchez Vargas y Alberto Méndez Hernández por el apoyo que me han otorgado, porque me han enseñado a crecer como persona, por que sus esfuerzos para mantenerme en la travesía han sido fuertes y asombrosos, y además por todos esos momentos que hemos pasado juntos, papas los amo!

A mi amigo DarthDaniousIM, por no abandonarme durante esta travesía, por enseñarme valentía y por llamarme la atención en cada momento y a Starky (†), quien me enseñó a que los momentos son pasajeros.... Gracias amigo, ya no te echo de menos.

A mi amigo, carnal, bato, ese, broder, compadruitou, Jesús MS (RHSB) por estar ahí siempre, por tantos momentos que compartimos durante estos años de maestría, los anteriores y los que nos faltan; por esas platicas tan amenas que desvanecieron la distancia y por todo tu apoyo y confianza... chido barrio!

A mi amiga Yohary S. C., por ser mi consejera, y mi apoyo cada vez que lo necesito, gracias Yow.

Quizá mi curiosidad por las cosas que se observan comúnmente sea nula, sin embargo, mi curiosidad por los objetos invisibles es tan grande que mi propia ceguera puede desaparecer en el momento... .DMS

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS	I
AGRADECIMIENTOS TÉCNICOS	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Ciliados.....	3
Morfología y Caracteres de Importancia Taxonómica	3
Diversidad	6
Hábitat	6
Ecosistemas Acuáticos Lenticos	7
Distribución Espacial de los Ciliados en Lagos	9
Distribución Geográfica	9
Biogeografía y Regionalización	9
Regionalización Biogeográfica de México	10
Biogeografía en Ciliados	10
JUSTIFICACIÓN.....	12
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS PARTICULARES	13
ÁREA DE ESTUDIO.....	14
Zona de Transición Mexicana	14
Provincia Biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana.....	15
Lago Ocotál.....	15
Manantial Tiacaque	15
Provincia Biogeográfica Sierra Madre del Sur.....	16
Lago Analco	16
Presa La Azucena	16
Región Neotropical.....	16
Provincia Biogeográfica Chiapas	17
Lago Tziscáo	17
Lago Montebello	17
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Recolección de Muestras.....	20
Zona Litoral.....	20
Zona Limnética.....	20
Registro de Factores Físico-químicos	21
Procesamiento de Muestras	21
Identificación de Especies	22
Análisis Estadísticos.....	22

Riqueza de Especies y Similitud de los Cuerpos de Agua	22
Factores Físico-químicos y Ciliados	23
Distribución Geográfica	23
RESULTADOS	25
Taxonomía.....	25
Consideraciones Taxonómicas	43
Riqueza de Especies	46
Regiones y Provincias	46
Cuerpos de Agua	46
Lago Ocotál.....	49
Manantial Tiacaque	49
Lago Analco	50
Presa La Azucena	50
Lago Tzisco	51
Lago Montebello	51
Similitud de la Riqueza	52
Regiones y Provincias	52
Cuerpos de Agua	53
Factores Físico-químicos y Ciliados	54
Lago Ocotál.....	55
Manantial Tiacaque	59
Lago Analco	62
Presa La Azucena	65
Lago Tzisco	68
Lago Montebello	70
Categorización Trófica y Ocurrencia de las Especies	72
Distribución Geográfica	72
DISCUSIÓN	89
Taxonomía.....	89
Riqueza y Similitud de Especies	92
Regiones y Provincias	92
Cuerpos de Agua	93
Factores Físico-químicos y Ciliados	94
Zona Litoral.....	95
Zona Limnética (perfil vertical)	96
Distribución Geográfica	98
CONCLUSIONES	102
LITERATURA CITADA	103
ANEXO 1: Ecuaciones utilizadas	134
ANEXO 2: Bibliografía geográfica.....	136
ANEXO 3: Especies de ciliados.....	138
ANEXO 4: Factores físico-químicos	140
ANEXO 5: Características tróficas y ecológicas de los ciliados.....	146
ANEXO 6: Intervalos de tolerancia físico-química de los ciliados registrados	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Regionalización biogeográfica de México.

Figura 2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo.

Figura 3. Cuerpos de agua estudiados.

Figura 4. Representación topográfica de los cuerpos de agua.

Figura 5. *Loxodes striatus*, *Loxodes* sp.

Figura 6. *Blepharisma sinuosum*, *Spirostomum minus*, *Spirostomum teres*.

Figura 7. *Stentor coeruleus*, *Stentor roeselii*, *Stentor* sp.

Figura 8. *Euplotoides aediculatus*, *Euplotoides eurystomus*, *Euplotoides octocarinatus*, *Euplotoides patella*, *Euplotopsis* sp.

Figura 9. *Aspidisca lynceus*, *Aspidisca* sp., *Halteria* sp., *Oxytricha* sp.

Figura 10. *Caenomorpha* sp., *Brachonella spiralis*, *Metopus* sp.

Figura 11. *Lacrymaria* sp., *Litonotus cygnus*, *Litonotus* sp., *Chilodonella uncinata*.

Figura 12. *Colpoda ecaudata*, *Obertrumia aurea*, *Microthorax pusillus*.

Figura 13. *Coleps hirtus*, *Plagiopyla nasuta*, *Frontonia leucas*, *Lembadion lucens*.

Figura 14. *Paramecium bursaria*, *Paramecium caudatum*, *Paramecium multimicronucleatum*, *Paramecium* sp., *Urocentrum turbo*.

Figura 15. *Cinetochilum margaritaceum*, *Dexiotricha* sp., *Dexiotricha granulosa*, *Dexiotricha* cf. *granulosa*, *Cyclidium glaucoma*, *Glaucoma scintillans*.

Figura 16. Riqueza de especies en cada cuerpo de agua.

Figura 17. Riqueza de especies durante cada recolecta en el lago Ocotál y en el Manantial Tiacaque.

Figura 18. Riqueza de especies durante cada recolecta en el lago Analco y en presa La Azucena.

Figura 19. Riqueza de especies durante cada recolecta en los lagos Tziscáo y Montebello.

Figura 20. Dendrograma de similitud de la riqueza de especies en las provincias biogeográficas.

Figura 21. Dendrograma de similitud de la riqueza de especies en los cuerpos de agua.

Figura 22. Riqueza de especies en las zonas litorales del lago Ocotál.

Figura 23. Distribución de especies en la columna de agua del lago Ocotál.

Figura 24. Riqueza de especies en las muestras litorales del Manantial Tiacaque.

Figura 25. Distribución de especies en la columna de agua del Manantial Tiacaque.

Figura 26. Riqueza de especies en las muestras litorales del lago Analco.

Figura 27. Distribución de especies en la columna de agua del lago Analco.

Figura 28. Riqueza de especies en las muestras litorales de la presa La Azucena.

Figura 29. Distribución de especies en la columna de agua de la presa La Azucena.

Figura 30. Riqueza de especies en las muestras litorales del lago Tzisco.

Figura 31. Distribución de especies en la columna de agua del lago Tzisco.

Figura 32. Riqueza de especies en las muestras litorales del lago Montebello.

Figura 33. Distribución de especies en la columna de agua del lago Montebello.

Figura 34. Distribución geográfica de *Loxodes striatus*.

Figura 35. Distribución geográfica de *Blepharisma sinuosum*.

Figura 36. Distribución geográfica de *Spirostomum minus*.

Figura 37. Distribución geográfica de *Spirostomum teres*.

Figura 38. Distribución geográfica de *Stentor coeruleus*.

Figura 39. Distribución geográfica de *Stentor roeselii*.

Figura 40. Distribución geográfica de *Aspidisca lynceus*.

Figura 41. Distribución geográfica de *Euplotoides aediculatus*.

Figura 42. Distribución geográfica de *Euplotoides eurystomus*.

Figura 43. Distribución geográfica de *Euplotoides octocarinatus*.

Figura 44. Distribución geográfica de *Euplotoides patella*.

Figura 45. Distribución geográfica de *Brachonella spiralis*.

Figura 46. Distribución geográfica de *Litonotus cygnus*.

Figura 47. Distribución geográfica de *Chilodonella uncinata*.

Figura 48. Distribución geográfica de *Obertruria aurea*.

Figura 49. Distribución geográfica de *Microthorax pusillus*.

Figura 50. Distribución geográfica de *Colpoda ecaudata*.

Figura 51. Distribución geográfica de *Coleps hirtus*.

Figura 52. Distribución geográfica de *Plagiopyla nasuta*.

Figura 53. Distribución geográfica de *Frontonia leucas*.

Figura 54. Distribución geográfica de *Lembadion lucens*.

Figura 55. Distribución geográfica de *Paramecium bursaria*.

Figura 56. Distribución geográfica de *Paramecium caudatum*.

Figura 57. Distribución geográfica de *Paramecium multimicronucleatum*.

Figura 58. Distribución geográfica de *Urocentrum turbo*.

Figura 59. Distribución geográfica de *Cinetochilum margaritaceum*.

Figura 60. Distribución geográfica de *Dexiotricha granulosa*.

Figura 61. Distribución geográfica de *Cyclidium glaucoma*.

Figura 62. Distribución geográfica de *Glaucoma scintillans*.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Recolectas realizadas en cada cuerpo de agua.

Tabla 2. Datos morfométricos de los ciliados.

Tabla 3. Distribución de las especies en los seis cuerpos de agua durante las cuatro recolectas.

Tabla 4. Riqueza de especies calculada utilizando cinco estimadores.

Tabla 5. Similitud de la riqueza en cada cuerpo de agua.

Tabla 6. Características de los seis cuerpos de agua.

Tabla 7. Presencia-ausencia de las especies de ciliados en las regiones biogeográficas.

Tabla 8. Comparación morfológica y morfométrica de *Loxodes* sp. con otras especies de *Loxodes*.

Tabla 9. Comparación morfológica y morfométrica de *Oxytricha* sp. con especies similares.

Tabla 10. Comparación morfológica y morfométrica de *Microthorax pusillus* con otras poblaciones.

Tabla 11. Comparación morfológica y morfométrica de algunas especies del género *Dexiotricha*.

RESUMEN

Los ciliados son organismos que poseen cilios, dos tipos de núcleos y un proceso de intercambio genético denominado conjugación. Se han descrito cerca de 4,500 especies de vida libre en el mundo en ecosistemas acuáticos y terrestres. En México el mayor número de registros se encuentra en la región central mientras que en las regiones del norte y sur son escasos. El presente estudio tuvo como objetivo identificar las especies de ciliados en seis cuerpos de agua dulce ubicados en dos regiones biogeográficas de México: Zona de Transición Mexicana, provincias Faja Volcánica Transmexicana (Lago Ocotál y Manantial Tiacaque) y Sierra Madre del Sur (Lago Analco y presa La Azucena), y la Región Neotropical en la provincia de Chiapas (Lagos Tziscáo y Montebello). Se recolectaron muestras de agua en la zona litoral y en la zona limnética a tres profundidades en cada cuerpo de agua, registrando algunos factores físico-químicos. Los ciliados fueron identificados utilizando técnicas de tinción e impregnación. Se estimó la riqueza de especies y la similitud entre los cuerpos de agua y entre provincias biogeográficas. Se relacionaron los factores físico-químicos con las especies de ciliados encontradas, y se representó la distribución geográfica de aquellas especies con categoría binomial mediante registros previos de las especies disponibles en la literatura, los cuales fueron conjuntados para elaborar mapas de distribución geográfica a nivel mundial. Se determinaron 42 especies de ciliados, de las cuales *Microthorax pusillus* y *Dexiotricha* cf. *granulosa* tuvieron variación morfológica respecto a otras poblaciones descritas anteriormente. *Loxodes* sp. y *Oxytricha* sp. fueron morfológicamente diferentes a especies previamente descritas. *Obertrumia aurea* se registró por primera vez en México. En la Zona de Transición Mexicana se observaron 37 especies y en la Región Neotropical 25 especies. En el lago Analco se registraron 23 especies, en el lago Tziscáo 20 especies, y en el lago Ocotál 19 especies. El Manantial Tiacaque y la presa La Azucena tuvieron 18 especies cada uno y el lago Montebello 14 especies. Veinte especies fueron registradas en dos a cinco cuerpos de agua y *Spirostomum teres*, *Stentor coeruleus*, *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum* y *Urocentrum turbo* estuvieron presentes en todos los cuerpos de agua. Dichas especies mostraron intervalos amplios de tolerancia físico-química por lo que pueden ser consideradas de amplia distribución. Diecisiete especies se registraron solamente en un sitio atribuyéndose a que las condiciones físico-químicas del cuerpo de agua influyeron en su distribución temporal. En las muestras de las zonas litorales se observó el mayor número de especies en contraste con las muestras del perfil vertical, debido probablemente a que son zonas más productivas por la acumulación de materia orgánica de la vegetación acuática y áreas circundantes. La riqueza de especies en el perfil vertical fue mayor en los lagos Analco, Ocotál y Tiacaque que son lagos poco profundos e hipertróficos y eutróficos, a diferencia de los tres restantes que son lagos profundos y ultraoligotróficos, por lo que la riqueza fue afectada por las condiciones morfológicas y físico-químicas del cuerpo de agua. La mayoría de las especies presentaron una distribución geográfica cosmopolita y sólo *Blepharisma sinuosum* y *Euplotoides octocarinatus* mostraron una distribución restringida acoplándose al modelo de endemidad moderada.

ABSTRACT

Ciliates have been characterized by possession of cilia, two types of nucleus and conjugation, a genetic exchange process. Around 4,500 free-living species have been described in the world in both aquatic as terrestrial ecosystems. In Mexico, the highest number of ciliate species has been found in the central region, and in northern and southern areas are scarce. The goal of this study was to identify ciliate species in six water bodies from two biogeographic regions: Mexican Transition Zone, provinces Transmexican Volcanic Belt (Ocotal Lake and Tiacaque spring) and Sierra Madre del Sur (Analco Lake and reservoir pond La Azucena), and Neotropical Region at Chiapas Province (Tziscaco and Montebello Lakes). Water samples in littoral zones and limnetic zone at three different depths were taken and recording some physico-chemical factors. Samples were revised and ciliates were identified by using impregnation and staining protocols. Species richness and similarity degree between water bodies and between biogeographic provinces were estimated. Physico-chemical factors were considered with ciliate species distribution, and also for species with binomial status the geographic distribution was represented based on available records from literature; then data were plotted in global scale maps. Forty-two ciliate species were identified being *Microthorax pusillus* and *Dexiotricha* cf. *granulosa* the most variable species regarding previous populations. Morphological characters of *Loxodes* sp. and *Oxytricha* sp. did not fit species described previously. *Obertruria aurea* was recorded for first time in Mexico. Mexican Transition Zone presented 37 species and Neotropical Region 25 species. Analco Lake had 23 species, followed by Tziscaco lake with 20 species, Ocotal Lake showed 19 species, Tiacaque spring and reservoir La Azucena showed 18 species each one, and Montebello Lake just 14 species. Twenty species were recorded from 2-5 water bodies, and *Spirostomum teres*, *Stentor coeruleus*, *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum* and *Urocentrum turbo* inhabited all water bodies, these species were tolerant to wide range of physico-chemical factors and can be considered as wide distributed. Seventeen species were recorded in only one site, for which were species influenced by the physico-chemical conditions of water bodies. Water samples from littoral zones had the highest species number in comparison with water column samples, it could be due to littoral zones present a higher productivity for organic matter accumulation which is derived from aquatic macrophytes. The highest species richness in column water was observed in Analco and Ocotal Lakes and Tiacaque spring, which are shallow, hypertrophic and eutrophic lakes, in comparison with the other three water bodies which are depths and ultraoligotrophic, thus species richness was affected by morphological and physico-chemical conditions of water bodies. Most of species showed a cosmopolitan geographic distribution, and *Blepharisma sinuosum* and *Euplotoides octocarinatus* were geographically restricted agreeing to moderate endemism model.

INTRODUCCIÓN

Ciliados

El phylum Ciliophora es un grupo de eucariontes unicelulares que comprende organismos reconocibles por a) la presencia de cilios que se distribuyen en la célula conformando diversos arreglos y estructuras ciliares, y que se presentan durante todo el ciclo vital, aunque en algunos grupos como los suctores la fase trofante carece de ellos; b) poseen un sistema nuclear heterocariótico, comprendiendo al menos un macronúcleo y un micronúcleo, y c) un proceso de intercambio de material genético denominado conjugación (Lynn, 2008). Presentan una capa cortical compuesta por las cinetias (arreglo de los cinetosomas) y la película que abarca la membrana celular y debajo una serie de alveolos los cuales permiten ubicar a este phylum dentro del clado Alveolata (Adl *et al.*, 2012).

Lynn (2008), utilizando datos ultraestructurales (como la disposición y conformación de los cinetosomas y sus fibras asociadas) y filogenéticos, clasificó a las especies de ciliados en los subphyla Postciliodesmatophora e Intramacronucleata, y que en conjunto comprenden 11 clases, 19 subclases y 59 órdenes, siendo el esquema de clasificación más actual para este grupo.

Morfología y Caracteres de Importancia Taxonómica

Los ciliados son variables en forma (esféricos, aplanados o alargados), que pueden ser libres nadadores como *Paramecium*, *Euplotes*, *Spirostomum*, o sésiles ya sean solitarios o coloniales como *Acineta*, *Vorticella*, *Carchesium*. Sus tallas son variables entre los 10 μm y los 4,500 μm (Lynn, 2008). Son organismos heterótrofos con distintos hábitos alimenticios, existiendo formas bacterívoras, algívoras, detritívoras, omnívoras y depredadoras (Foissner & Berger, 1996) y algunas son mixótrofas por la presencia de algas simbióticas que son fotosintéticamente activas (Dolan, 1992; Johnson, 2011).

En el citoplasma pueden encontrarse gránulos corticales que pueden ser o no coloridos como en el género *Pseudokeronopsis* los cuales le confieren una coloración rojiza o rosada (Chen *et al.*, 2011), o como en algunas especies de los géneros *Stentor* y *Blepharisma* que presentan estentorina (azul) o blefarismina (rosa) respectivamente (Fernandes *et al.*, 2013; Foissner & Wöflfl, 1994). Estos gránulos además de ser fotosensibles (Giese, 1973) son de importancia taxonómica, ya que, en el grupo de los hipotricos, la presencia y la disposición permiten la discriminación de familias, géneros

e incluso especies (Berger, 1999). La coloración también es un caracter de importancia taxonómica (Foissner & Wölfl, 1994) y puede ser originada por gránulos corticales o pigmentos de la célula denominándose coloración endógena, mientras que aquellos ciliados que obtienen su color por el alimento que consumen o bien mediante organismos simbióticos se le denomina coloración exógena (Lynn, 2008), como *Paramecium chlorelligerum* (Kreutz *et al.*, 2012) o *Stentor polymorphus* (Fernandes *et al.*, 2014) que presentan algas verdes como endosimbiontes.

Debajo del epiplasma pueden tener extrusomas que son organelos que se proyectan fuera de la célula ante un estímulo físico, químico o eléctrico. Existen diferentes tipos de extrusomas, como los tricocistos en los penicúlidos utilizados como mecanismo de defensa, o los toxicistos en ciliados haptóridos como *Dileptus* y *Didinium* que les permiten inmovilizar a sus presas para consumirlas fácilmente (Aladro-Lubel, 2006; Lynn, 2008).

Los ciliados de agua dulce presentan vacuolas contráctiles que intervienen en los mecanismos de osmorregulación, con uno o más poros excretores y canales o vesículas colectoras, como en el género *Paramecium* (Fokin, 2010; Lynn, 2008); poseen un citoprocto que es una abertura que está reforzada por microtúbulos y que normalmente se encuentra en el extremo posterior de la célula (Lynn, 2008). La posición y el número de poros excretores, así como la ubicación del citoprocto permite la discriminación entre especies (Kreutz *et al.*, 2012; Fan *et al.*, 2014).

La infraciliatura, que es el conjunto de todas las cinétidas las cuales están conformadas por un cilio, el cinetosoma y sus fibras asociadas (fibra cinetodesmal, microtúbulos postciliares y microtúbulos transversales), está presente ya sea en toda la célula (ciliados holotricos) o en ciertas regiones de la misma, y se disponen en una ciliatura somática y una ciliatura oral. En algunos casos una cinétida puede estar constituida por dos o más cinetosomas, formando una dicinétida (dos cinetosomas) o una policinétida (más de dos cinetosomas) (Aladro-Lubel, 2006; Lynn, 2008).

La ciliatura somática incluye todos los cilios y sus estructuras asociadas que se distribuyen en la célula a excepción de la región oral; distribuida en hileras longitudinales formando cinetias, las cuales pueden estar interrumpidas, fragmentadas, intercaladas o acortadas. Los cilios somáticos intervienen en el desplazamiento tanto en libres nadadores p. ej. especies de los géneros *Colpoda*, *Paramecium* o en intersticiales p. ej. *Trachelocerca*, *Geleia*, *Loxodes*, *Spirostomum* (Lynn, 2008). Los cilios pueden conjuntarse en grupos de unos cuantos a más de 100 funcionando como una unidad (sin estar rodeados por una membrana) formando estructuras denominadas cirros que

intervienen en la locomoción en organismos de las subclases Hypotrichia y Stichotrichia. Otro tipo de cilios somáticos son las cerdas que intervienen en el movimiento, en la sensibilidad (tigmotácticos) o para la adhesión (Aladro-Lubel, 2006; Aladro-Lubel *et al.*, 1990; Lynn, 2008).

El argiroma es un carácter de importancia taxonómica a nivel de géneros y especies (Borror & Hill, 1995; Lynn, 2008), el cual no forma parte de la infraciliatura como tal y que sólo es revelado por técnicas de impregnación argéntica. El argiroma es un conjunto de estructuras argentófilas que se encuentran en la capa cortical y en la película de la célula y que algunas veces se sobrepone con la infraciliatura debido a que los cinetosomas se comparten en ambos sistemas.

La ciliatura oral se conforma de cilios simples o compuestos que están directamente asociados con el citostoma, formando estructuras como la membrana paroral, localizada al lado derecho de la región oral, o las membranelas (arreglo serial de policinétidas) que en conjunto forman una zona adoral de membranelas y que se ubica al lado izquierdo de la región oral (Aladro-Lubel, 2006; Lynn, 2008). Los ciliados de la clase Nassophorea y algunos de la clase Phyllopharyngea presentan una estructura denominada cirtos (también llamada nasa o canasta faríngea), el cual es un tubo rígido compuesto por el arreglo longitudinal de las fibras del nematodesma y los microtúbulos postciliares de los cinetosomas del área circumoral (Lynn, 2008). Todas estas estructuras permiten la captura de alimento, el cual es introducido hacia el citostoma y en el citoplasma es envuelto en vacuolas alimenticias. La organización de la región oral y sus estructuras asociadas denotan los hábitos alimenticios, en general los organismos filtradores consumen bacterias, p. ej. especies de las clases Scuticociliatia o Heterotrichea, y presentan una membrana paroral y una zona adoral de membranelas, creando corrientes de agua para la captura de bacterias; mientras que en los organismos depredadores el citostoma puede expandirse, como en algunas especies pertenecientes a la clase Prostomatea que ingieren otros protistas e incluso algunos metazoos (Lynn, 2008).

La posición del citostoma es variable en los organismos del phylum, pero es constante a nivel de especies, puede abrirse directamente en la superficie de la célula o en una depresión denominada cavidad oral (Lynn, 2008); en el caso de los succionadores que carecen de un citostoma, la captura de alimento se realiza mediante tentáculos con haptocistos que permiten atrapar a sus presas.

El macronúcleo es transcripcionalmente activo, controla las características fenotípicas del organismo y típicamente es poliploide, con excepción de los kariorelicteos donde es diploide y no es divisible. Su forma es variable (esférico, elipsoidal, acintado, moniliforme, dendrítico, con forma de “C” o

“3”). El micronúcleo esférico o elipsoide es diploide y se encarga del intercambio genético mediante la autogamia o la conjugación (Lynn, 2008). La disposición del sistema nuclear (número y forma de macronúcleos y micronúcleos) son caracteres considerados para la determinación taxonómica (Foissner & Wölfl, 1994; Foissner & Berger, 1996; Fokin, 2010).

Diversidad

Los ciliados están distribuidos en dos subphyla: Postciliodesmatophora e Intramacronucelata, con 11 clases, 57 órdenes y alrededor de 300 familias, basados en la estructura cortical y análisis filogenéticos (Lynn, 2008). Gao *et al.* (2016) utilizando secuencias de los genes SSU rDNA, LSU rDNA, ITS1-5.8S-ITS2 rDNA y alpha-tubulina propusieron una clasificación con nuevos taxa y además dan soporte a taxones que Lynn (2008) había propuesto.

Lynn (2008) mencionó que existen aproximadamente 8,000 especies de ciliados, de las cuales aproximadamente 200 son fósiles, cerca de 3,000 son simbioses y los restantes de vida libre, sin embargo, Foissner y colaboradores (2008a) estimaron un total de 40,000 especies, utilizando las tasas de sinonimias y datos genéticos-moleculares, por lo que sugirieron que se desconoce entre el 83-89 % de los ciliados de vida libre.

En México las primeras investigaciones sobre ciliados y otros protistas iniciaron en 1922 (López-Ochoterena, 1970); Mayén-Estrada y colaboradores (2014) estimaron un total de 959 especies de ciliados, siendo la provincia de la Faja Volcánica Transmexicana la más estudiada con 435 especies; recalando que el conocimiento de la diversidad de ciliados en México es parcial, debido a que gran parte del territorio mexicano no ha sido explorado, como las provincias biogeográficas de Oaxaca y los Altos de Chiapas. El ecosistema con el mayor número de ciliados de vida libre registrados en México, es el marino con un total de 266 especies, seguido por los ciliados dulceacuícolas con 235 especies y el salobre con 216 registros (Mayén-Estrada *et al.*, 2014).

Hábitat

Los ciliados ocupan una diversidad de nichos, por lo que se han registrado en distintos biotopos de un ecosistema (Lynn, 2008). Habitan en ambientes acuáticos dulceacuícolas, salobres y marinos, p. ej. lagos (Madoni, 1991; Al-Rasheid, 1996; Gomes & Godinho, 2003; Aladro-Lubel *et al.*, 2009; Babko *et al.*, 2010), ríos (Finlay *et al.*, 1993; Bradley *et al.*, 2010; Tirjaková & Vd'ačný, 2013), estuarios, lagunas costeras (Asadullayeva & Alekperov, 2007; Bulit & Díaz-Ávalos, 2009; Bulit *et*

al., 2011; Paiva & Silva-Neto, 2004; Aladro-Lubel & López-Ochoterena, 1967), ambientes terrestres como el suelo y musgo (Foissner *et al.*, 2008a; Foissner, 1999, 2016), y ambientes como el agua acumulada en el tanque de bromelias (Durán-Ramírez *et al.*, 2015). Establecen relaciones simbióticas (mutualismo, comensalismo o parasitismo), teniendo como huésped a invertebrados, vertebrados y plantas, p. ej. los ciliados sésiles (peritricos y suctores), los cuales se han registrado sobre pastos marinos y crustáceos (Martínez-Murillo & Aladro-Lubel, 1994; Mayén-Estrada & Aladro-Lubel, 1998; Fernández-Leborans *et al.*, 2006).

Su hábitat se ve afectado por factores bióticos y abióticos, como la disponibilidad de alimento, la concentración de oxígeno, el pH, la profundidad, la transparencia y la depredación entre otros (Bulit & Díaz-Ávalos, 2009; Meng *et al.*, 2012), y si las condiciones del hábitat no son adecuadas, muchas especies forman quistes, como estrategia para permanecer ante las condiciones adversas, dispersión y colonización de nuevos hábitats (Finlay *et al.*, 2004; Foissner, 2006; Lynn, 2008).

Ecosistemas Acuáticos Lenticos

Los ecosistemas acuáticos lenticos epicontinentales son cuerpos de agua estancada ocupando una cuenca y que no confluye con el océano, además no tienen un movimiento continuo, pero pueden presentar movimiento vertical, ya sea por turbulencia provocada por la acción del viento o por temperatura dependiendo principalmente por su profundidad y se pueden distinguir entre lagos, estanques, humedales y estanques fluviales adjuntos a ríos (Brönmark & Hansson, 2005; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012).

Las cuencas lacustres tienen distinta morfología y morfometría que pudieron ser originadas por diversos procesos geológicos como la actividad glaciaria, la tectónica de placas, el vulcanismo, derrumbes, eventos kársticos, efectos pluviales, de costa o de ríos, impactos meteóricos, o bien por procesos antropogénicos como construcción de presas, bordos o estanques (Löffler, 2004; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012). No obstante, todas las cuencas lacustres presentan una zonación en común, presentando una zona litoral, una zona profunda y una zona limnética en donde distintos procesos se llevan a cabo (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012).

Los sistemas lenticos presentan diversos procesos físicos que afectan los procesos verticales y horizontales y tienen consecuencias químicas y biológicas para su funcionamiento (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012). Además, los lagos con el paso del tiempo suelen convertirse en áreas

someras por la acumulación de sedimentos en el fondo, principalmente de manera autóctona como residuos de plancton, CaCO_3 y material inorgánico (Löffler, 2004).

Los lagos pueden ser productivos o muy productivos dependiendo de la concentración de nutrientes (fosforo, nitrógeno, y micronutrientes); generalmente un lago profundo tiende a ser menos productivo que un lago somero. Asimismo, dependiendo de la “edad” del lago, el nivel de productividad o eutrofización aumenta. En general los lagos extensos, profundos y claros son categorizados como oligotróficos (presentan baja cantidad de nutrientes) mientras que aquellos lagos someros con alta productividad y de color verde (debido a las altas densidades de fitoplancton) son llamados eutróficos (Bloesch, 2004; Lampert & Sommer, 2007). Además, sus comunidades bióticas son diferentes (Lampert & Sommer, 2007).

Los lagos pueden presentar dos capas dependiendo de la penetración de la luz, a) zona eufótica que es una capa completamente iluminada y generalmente la tasa fotosintética es mayor a la tasa respiratoria, y b) zona afótica, ubicada debajo de la zona eufótica, carente de luz y donde la tasa respiratoria es mayor a la fotosintética. Entre ambas capas existe una zona de compensación, donde las tasas fotosintética y respiratoria tienen un equilibrio (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012).

Los procesos térmicos pueden originar gradientes de temperatura en toda la columna de agua favoreciendo la formación de capas que no se mezclan (estratificación térmica) (Lewis, 1983; Löffler, 2004). Dichos estratos presentan distintas características, el epilimnion, que es el estrato superior, es más cálido (únicamente a temperaturas mayores a 4 °C), está iluminado, en constante movimiento por su contacto con el viento y generalmente oxigenado, mientras que la capa o estrato inferior denominado hipolimnion es más fría, carece de luz y movimiento y presenta un estado de hipoxia y/o anoxia; entre estas dos capas generalmente se forma un estrato denominado metalimnion que muestra una disminución gradual de temperatura (alrededor de 1 °C) con respecto al epilimnion y el hipolimnion, a este cambio abrupto de temperatura respecto a la profundidad en el metalimnion se le conoce como termoclina (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012).

Los sistemas lenticos pueden ser agrupados en varias categorías dependiendo de su patrón térmico vertical (estratificación y circulación) y su evolución durante un ciclo anual, siendo lagos monomícticos, dimícticos, polimícticos, meromícticos y holomícticos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2012).

El origen y la distribución de los sistemas lénticos mexicanos están fuertemente relacionados con la fisiografía y los cambios climáticos a través del tiempo geológico. Actualmente la mayoría de los sistemas lénticos presentan un estado avanzado de desecación, contaminación y eutrofización por causas antrópicas y procesos naturales (Alcocer & Bernal-Brooks, 2010).

Distribución Espacial de los Ciliados en Lagos

Diversos estudios han abordado la composición de ciliados y su conformación espacial en cuerpos de agua lénticos con distintas características respecto al estado trófico, a la salinidad (dulceacuículas o salobres), la concentración de oxígeno, la presencia de macrófitas acuáticas, al origen y a las estaciones climáticas entre otros (Beaver & Crisman, 1989; Madoni, 1991; Queimaliños *et al.*, 1999; Song, 2000; Pfister *et al.*, 2002; Macek *et al.*, 2008; Bulit *et al.*, 2011; Fenchel, 2014). Se ha observado que algunos ciliados se establecen en ciertas zonas de la columna de agua, como los ciliados mixótrofos en la zona eufótica (Queimaliños *et al.*, 1999), o los de la clase Armophorea que habitan en el hipolimnion, el cual es anóxico (Guhl *et al.*, 1996); por lo que se han definido distintas comunidades de ciliado: plancton, bentos o asociados al perifiton (Foissner & Berger, 1996; Patterson & Hedley, 1998).

Distribución Geográfica

Biogeografía y Regionalización

La biogeografía estudia los patrones espaciales y espacio-temporales de las especies, observando su distribución geográfica para tratar de explicar su origen geográfico a través del tiempo (Morrone & Escalante, 2012).

La composición de especies en ciertas áreas, ya sea en una escala local o global ha generado distintos niveles jerárquicos de regionalización geográfica (Escalante, 2009). El globo terráqueo ha sido regionalizado de diferentes maneras (Wallace, 1987; Cox, 2001; Kreft & Jetz, 2010; Morrone, 2009) utilizando distintos taxa, reconociendo tres reinos: Holártico, Holotropical y Austral, los cuales están divididos en regiones biogeográficas. Wallace (1987) propuso seis regiones: Neártica, Neotropical, Paleártica, Etiópica, Oriental y Australiana; Kreft & Jetz (2010) en un análisis más detallado mantuvieron estas seis regiones biogeográficas; no obstante, Morrone (2005, 2009) y Morrone & Escalante (2012) propusieron 12 regiones biogeográficas.

Regionalización Biogeográfica de México

México presenta tres componentes bióticos, a) la región Neártica que incluye las áreas áridas subtropicales del país; b) el componente transicional o la Zona de Transición Mexicana que abarca las zonas montañosas del país y c) la región Neotropical que incluye áreas húmedas y subhúmedas del sur de México (Morrone, 2005) (Fig. 1), por lo que México presenta una alta riqueza de especies y de endemismos de flora y fauna y es considerado como un país megadiverso (Llorente-Bousquets & Ocegueda, 2008). Esta alta riqueza se debe principalmente a la posición geográfica del territorio mexicano, ya que la latitud y la altitud provocan una serie de diferencias climáticas (García, 1973), además de que confluyen dos historias evolutivas en distinto tiempo geológico que permitieron el intercambio de biotas y la diversificación de linajes (Halffter *et al.*, 2008).

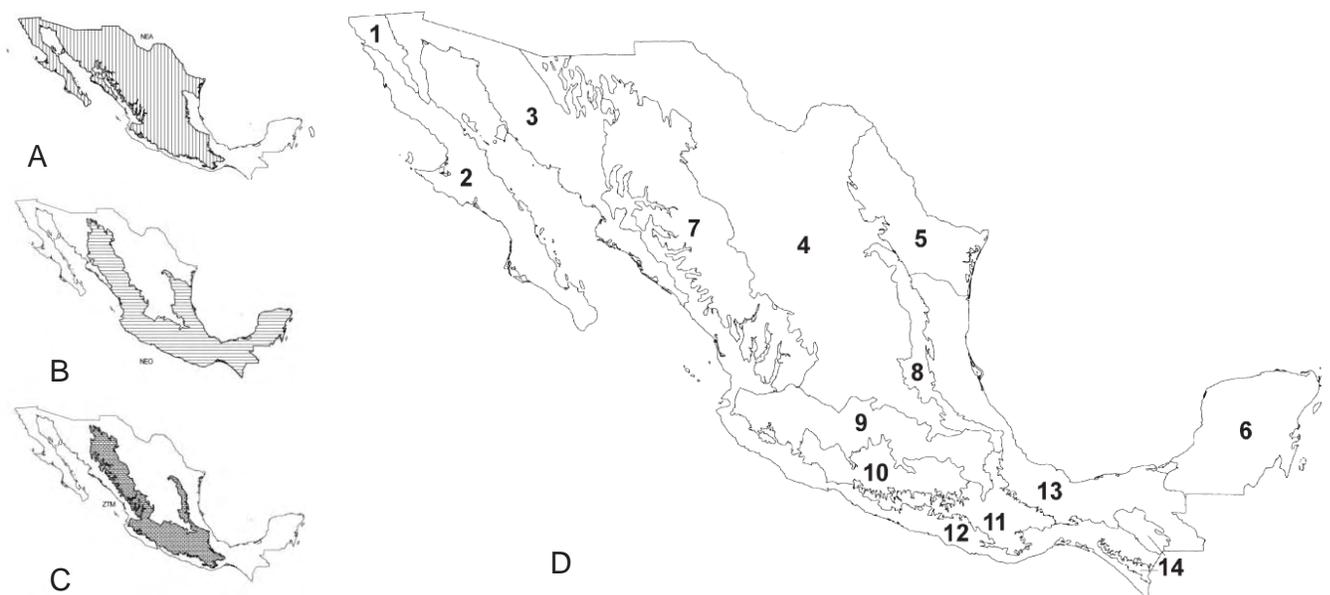


Figura 1. Regionalización biogeográfica de México. **A.** Región Neártica, **B.** Región Neotropical, **C.** Zona de Transición Mexicana (tomado de Escalante, 2009). **D.** Provincias biogeográficas de México. 1 California, 2 Baja California, 3 Sonora, 4 Altiplano Mexicano, 5 Tamaulipas, 6 Península de Yucatán, 7 Sierra Madre Occidental, 8 Sierra Madre Oriental, 9 Faja Volcánica Transmexicana, 10 Cuenca del Balsas, 11 Sierra Madre del Sur, 12 Costa Pacífica Mexicana, 13 Golfo de México, 14 Chiapas (Tomado de Morrone, 2005).

Biogeografía en Ciliados

Los patrones de distribución de vertebrados y plantas dan indicios de una historia evolutiva común (Morrone, 2011), sin embargo, en los protistas, y en particular los ciliados, los patrones de distribución y los procesos biogeográficos han sido poco estudiados (Esteban *et al.*, 2001; Dolan,

2005; Foissner *et al.*, 2008a; Mayén-Estrada & Aguilar-Aguilar, 2012). Algunos ciliados se restringen a las regiones que pertenecieron a los continentes de Gondwana y Laurasia (Foissner, 2008).

Foissner & O'Donoghue (1990), Foissner (2006), Foissner *et al.* (2008a), argumentaron que muchos ciliados presentan una distribución restringida y que no se acoplaban a la hipótesis “todo está en cualquier lugar” de Finlay (1998, 2004). Por ejemplo, *Frontonia vesiculosa* es considerado un ciliado gondwánico (distribuido en Sudamérica y África) (Foissner, 2006); *Stentor araucanus* solo ha sido registrado en lagos andinos de Sudamérica (Foissner & Wöfl, 1994) y *Loxodes rex* se ha registrado en África y en ciertas regiones de Tailandia (Esteban *et al.*, 2001). Foissner *et al.* (2008a) enlistaron 52 especies que son consideradas como “especies bandera” por tener una distribución geográfica altamente restringida, y la mayoría tiene una historia desde la ruptura del continente Pangea o continentalmente endémicas. Actualmente hay dos teorías que argumentan y explican los patrones de distribución en protistas (Caron, 2009; Foissner, 2008).

a) Modelo de ubicuidad

Este modelo explica que los microorganismos tienen una distribución mundial amplia, siendo cosmopolitas o ubicuos debido a que su abundancia absoluta es alta, lo que les permite tener tasas altas de migración; mientras que las tasas de especiación alopátrica son bajas por lo que los endemismos son escasos o nulos (Finlay, 1998, 2002, 2004; Finlay *et al.*, 2004).

b) Modelo de endemidad moderada

Este modelo menciona que la abundancia absoluta, las tasas de migración y las tasas de especiación alopátrica en más de un 90% de las especies son bajas al igual que el modelo de ubicuidad. Sin embargo, las tasas de especiación no alopátricas, como la parapatría y la microalelopatría son altas, dando como resultado un tiempo relativamente rápido para la especiación. Cerca de un 30% de especies son endémicas y algunas de ellas pueden presentar un origen histórico gondwánico y/o laurásico, además de que se ha documentado la introducción de especies por actividades antropogénicas (Foissner, 2006, 2007, 2008; Foissner *et al.*, 2008a).

JUSTIFICACIÓN

Si se considera la ausencia de registros taxonómicos, y de un análisis biogeográfico donde se observen posibles patrones de distribución de las especies, así como el conocimiento de algunos atributos ecológicos de ciliados de vida libre, el presente proyecto abordará estos aspectos en sistemas acuáticos epicontinentales ubicados en las provincias biogeográficas Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre del Sur pertenecientes a la Zona de Transición Mexicana, y en la provincia de Chiapas perteneciente a la Región Neotropical *sensu* Morrone (2005).

OBJETIVO GENERAL

Determinar las especies de ciliados de vida libre en cuerpos de agua dulce de las provincias biogeográficas de la Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre del Sur (Zona de Transición Mexicana) y Chiapas (Región Neotropical) y describir sus patrones de distribución geográfica, así como algunos atributos ecológicos.

OBJETIVOS PARTICULARES

Determinar taxonómicamente las especies de ciliados en cuerpos de agua dulce de las tres provincias biogeográficas.

Determinar la riqueza específica de ciliados en cada cuerpo de agua.

Determinar la similitud de la riqueza de especies entre los cuerpos de agua.

Caracterizar la distribución de las especies de ciliados en la columna de agua de cada cuerpo de agua y relacionarla con algunos factores fisico-químicos.

Representar la distribución geográfica de las especies y determinar sus posibles patrones de distribución mediante análisis biogeográficos.

ÁREA DE ESTUDIO

Se seleccionaron seis cuerpos de agua, cuatro de ellos en la Zona de Transición Mexicana, dos en la provincia biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana, dos en la provincia de la Sierra Madre del Sur y dos en la Región Neotropical en la provincia de Chiapas (Fig. 2).

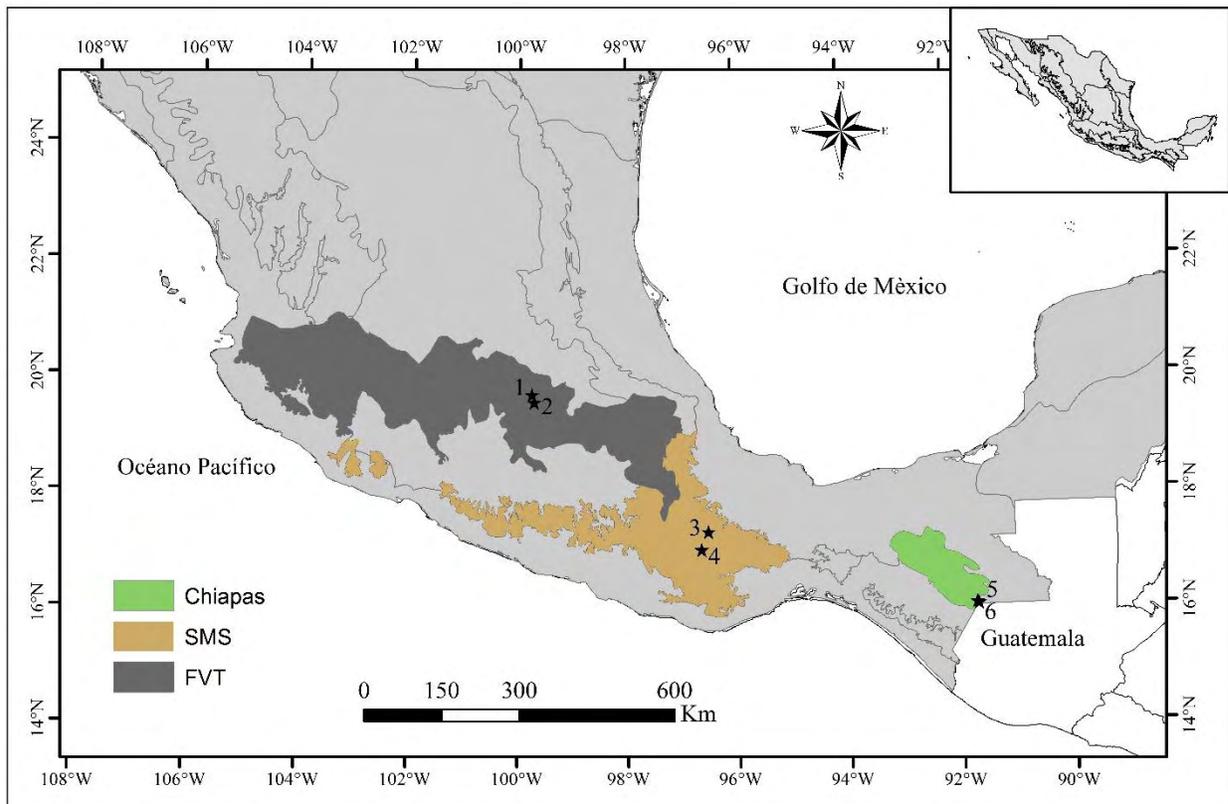


Figura 2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo (Estrellas). SMS: provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur. FVT: Faja Volcánica Transmexicana. 1 Lago Ocotal, 2 Manantial Tiacaque, 3 Lago Analco, 4 Presa La Azucena, 5 Lago Tziscaco, 6 Lago Montebello.

Zona de Transición Mexicana

Es la región de transición entre las regiones Neártica y Neotropical (Fig. 1 A-C), la cual comprende un área compleja donde los componentes bióticos de ambas regiones se superponen. Abarca desde el sudeste de Estados Unidos de América, México y América Central hasta las tierras bajas de Nicaragua. El territorio mexicano incluye las provincias Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Faja Volcánica Transmexicana, Cuenca del Balsas y Sierra Madre del Sur (Morrone, 2005; Morrone & Escalante, 2012).

Provincia Biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana

Se ubica en el centro de México, es un cinturón montañoso, situado entre los paralelos 19° y 20° de latitud norte, que atraviesa desde el occidente al oriente de México y abarca los estados de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Estado de México, Ciudad de México, Morelos, Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz (Morrone, 2005). Su origen comenzó en el Oligoceno, aproximadamente hace 20 millones de años (mda), pero su conformación actual terminó hasta el Holoceno. Posee las elevaciones más altas de México debido a la acumulación de grandes cantidades de lava y piroclastos, y que, junto con las zonas de extensión tectónica, propiciaron la formación de sistemas de drenaje (Arroyo-Cabrales *et al.*, 2008). Los climas predominantes son de tipo templado subhúmedo, el tipo de roca es ígnea extrusiva mayoritariamente.

Lago Ocotal

(Figs. 3A, 4A).

Es un cuerpo de agua artificial con una superficie de 0.2 km² y una profundidad aproximada de 3 m, ubicado en el parque estatal “El Ocotal” dentro del municipio de Timilpan, Estado de México (19°48’20”-19°48’30” N y 99°45’5”-99°44’55” O), y a una altitud de 2,700 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se encuentra entre lomeríos formados por la actividad volcánica, con rocas ígneas extrusivas y cubiertos por vegetación de tipo encino (Pérez *et al.*, 2009). El clima de la región es, C(w), templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano (García, 1973). Su categorización trófica no ha sido realizada. En este cuerpo de agua se ubicaron tres estaciones de muestreo, dos en la zona litoral y una en el centro donde se realizó un perfil vertical.

Manantial Tiacaque

(Figs. 3B, 4B).

Es un cuerpo de agua que abarca una superficie de 0.23 km² y tiene una profundidad máxima de 4.5 m (Nicasio-Ramírez, 2001), el cual es abastecido por un conjunto de manantiales originados por la captación pluvial de la cobertura forestal del cerro Xocotépetl. Se localiza en el parque ecoturístico Tiacaque también decretado como Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque, dentro del municipio de Jocotitlán, Estado de México (19°40’20”-19°40’20” N y 99°42’15”-99°42’40” O), a una altitud de 2,500 msnm. Su origen es de tipo tectónico-volcánico, sin embargo, el cuerpo de agua fue alterado para una mayor captación de agua; es un lago mesotrófico (Nicasio-Ramírez, 2001). El

clima que presenta es, C(w), templado subhúmedo con régimen de lluvias en verano (García, 1973; GEM, 2004). En este cuerpo de agua se ubicaron tres estaciones de muestreo, dos en la zona litoral y una hacia el centro.

Provincia Biogeográfica Sierra Madre del Sur

Se ubica en el centro-sur de México, desde el sur del estado de Michoacán hasta Guerrero, Oaxaca y parte de Puebla. Abarca un sistema montañoso que corre desde Jalisco hasta el Istmo de Tehuantepec, el cual está interrumpido por valles cuyos ríos se encuentran por encima de los 1,000 msnm. Su origen se aproxima a unos 70 mda debido a un evento laramídico (Morrone, 2005). El tipo de clima predominante es cálido, seguido por semicálidos.

Lago Analco

(Figs. 3C, 4C).

Es un cuerpo de agua natural, también denominado laguna Encantada, con una superficie de 0.2 km², ubicado en el municipio de San Juan Evangelista Analco, Oaxaca (17°24'10"-17°24'15" N y 96°31'45"-96°31'55" O), a una altitud de 2,300 msnm. Su profundidad aproximada es de 3 m y su estado trófico es desconocido. Su ubicación es una ladera cubierta por bosque de pino-encino, con un clima, C(w), templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973). El tipo de roca es sedimentaria. En este cuerpo de agua se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, tres en la zona litoral y una hacia el centro.

Presa La Azucena

(Figs. 3D, 4D).

Es un cuerpo de agua artificial con una superficie de 1.2 km² que se encuentra en el municipio de Tlaxiáctac de Cabrera (17°05'20"-17°05'40" N y 96°39'15"-96°39'30" O), a una altitud de 1,630 msnm. Su profundidad aproximada es de 9 m. Presenta un clima, A(C)w, semicálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1973). El tipo de roca es sedimentaria. En este cuerpo de agua se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, tres en la zona litoral y una hacia el centro.

Región Neotropical

Pertenece al reino Holotropical, que abarca América del Sur tropical, América Central y la parte central y sur de México, las Antillas y el sur de la península de Florida. En el territorio mexicano se

incluyen las provincias biogeográficas Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Chiapas y Península de Yucatán (Morrone, 2005; Morrone & Escalante, 2012).

Provincia Biogeográfica Chiapas

Se ubica en el sur de México, Guatemala, Honduras, El Salvador y Nicaragua, y comprende la Sierra Madre de Chiapas desde los 500 a los 4,000 msnm. La topografía consiste de volcanes y valles profundos. Incluye dos sistemas montañosos, el Macizo Central de Chiapas y la Sierra Madre de Chiapas. La vegetación comprende bosques de pino-encino, matorrales y sabanas (Morrone & Escalante, 2012).

Lago Tziscaco

(Figs. 3E, 4E).

Es un cuerpo de agua de origen kárstico con una superficie de 3.06 km², una profundidad máxima de 86 m y con un promedio de 28.9 m (Alcocer *et al.*, 2016). Se encuentra en el Parque Ecoturístico Natural Tziscaco, en el municipio de la Trinitaria, Chiapas (16°4'30"-16°5'30" N y 91°40'-91°41'35" O) a una altitud de 1,450 msnm. Su estado trófico es considerado como ultraoligotrófico (Vera-Franco *et al.*, 2015). El clima es, (A)Cm(w), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 1973). El tipo de roca es sedimentaria. El lago se encuentra rodeado por bosque de pino-encino-liquidámbar. En este cuerpo de agua se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, tres en la zona litoral y una hacia el centro.

Lago Montebello

(Figs. 3F, 4F).

Es un cuerpo de agua de origen kárstico y ultraoligotrófico (Vera-Franco *et al.*, 2015), con una superficie de 0.96 km², una profundidad máxima de 45 m y con un promedio de 12.3 m (Alcocer *et al.*, 2016). Se encuentra en el Parque Ecoturístico Natural Tziscaco, en el municipio de la Trinitaria, Chiapas (16°6'25"-16°7' N y 91°41'-91°42'20" O) a una altitud de 1,480 msnm. El lago se encuentra rodeado por bosque de pino-encino-liquidámbar. El clima que presenta es, (A)Cm(w), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (García, 1973). El tipo de roca es sedimentaria. En este cuerpo de agua se ubicaron cuatro estaciones de muestreo, tres en la zona litoral y una hacia el centro.

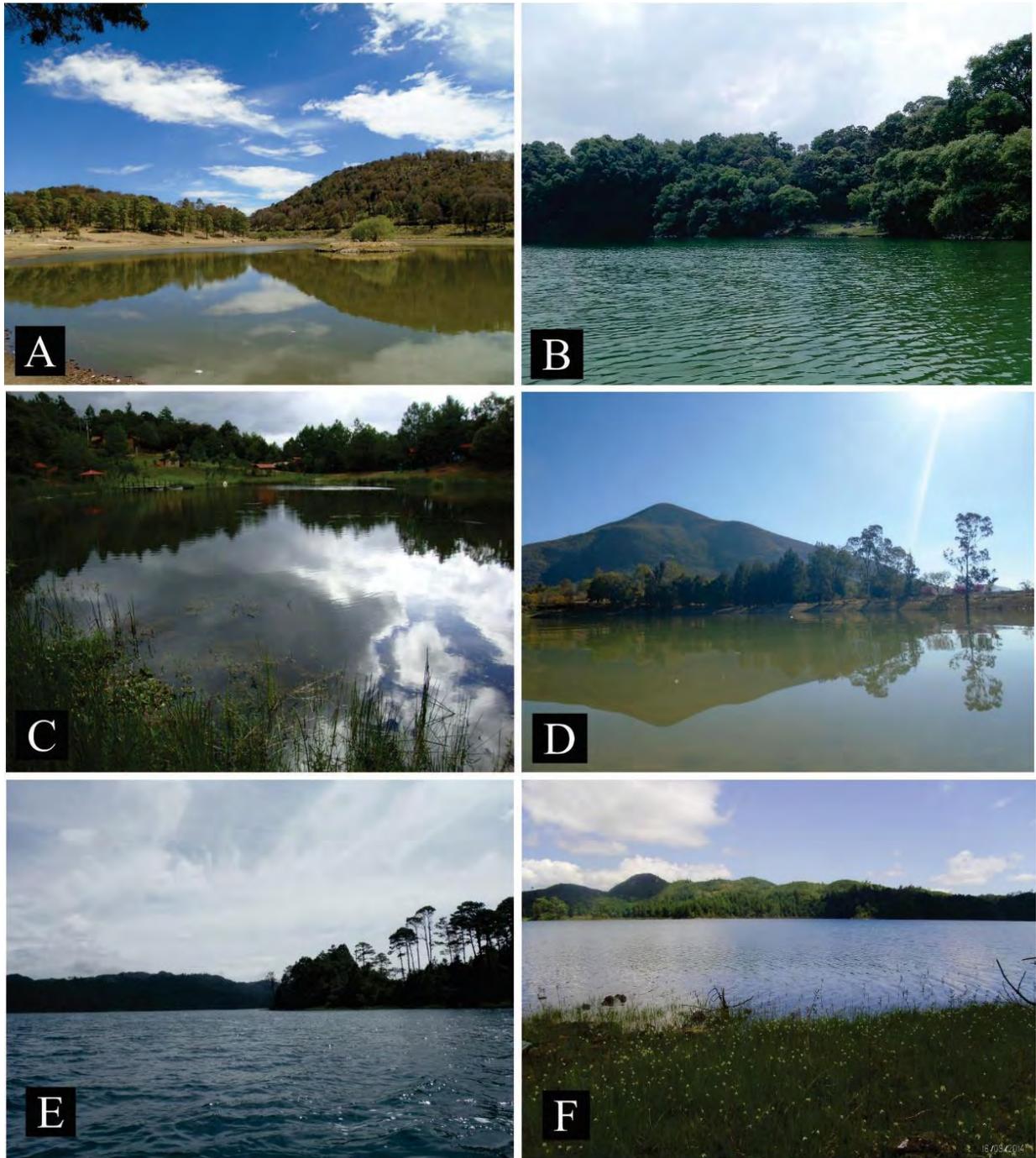


Figura 3. Cuerpos de agua estudiados. **A.** Lago Ocotal, **B.** Manantial Tiacaque, **C.** Lago Analco, **D.** Presa la Azucena, **E.** Lago Tzisco, **F.** Lago Montebello.

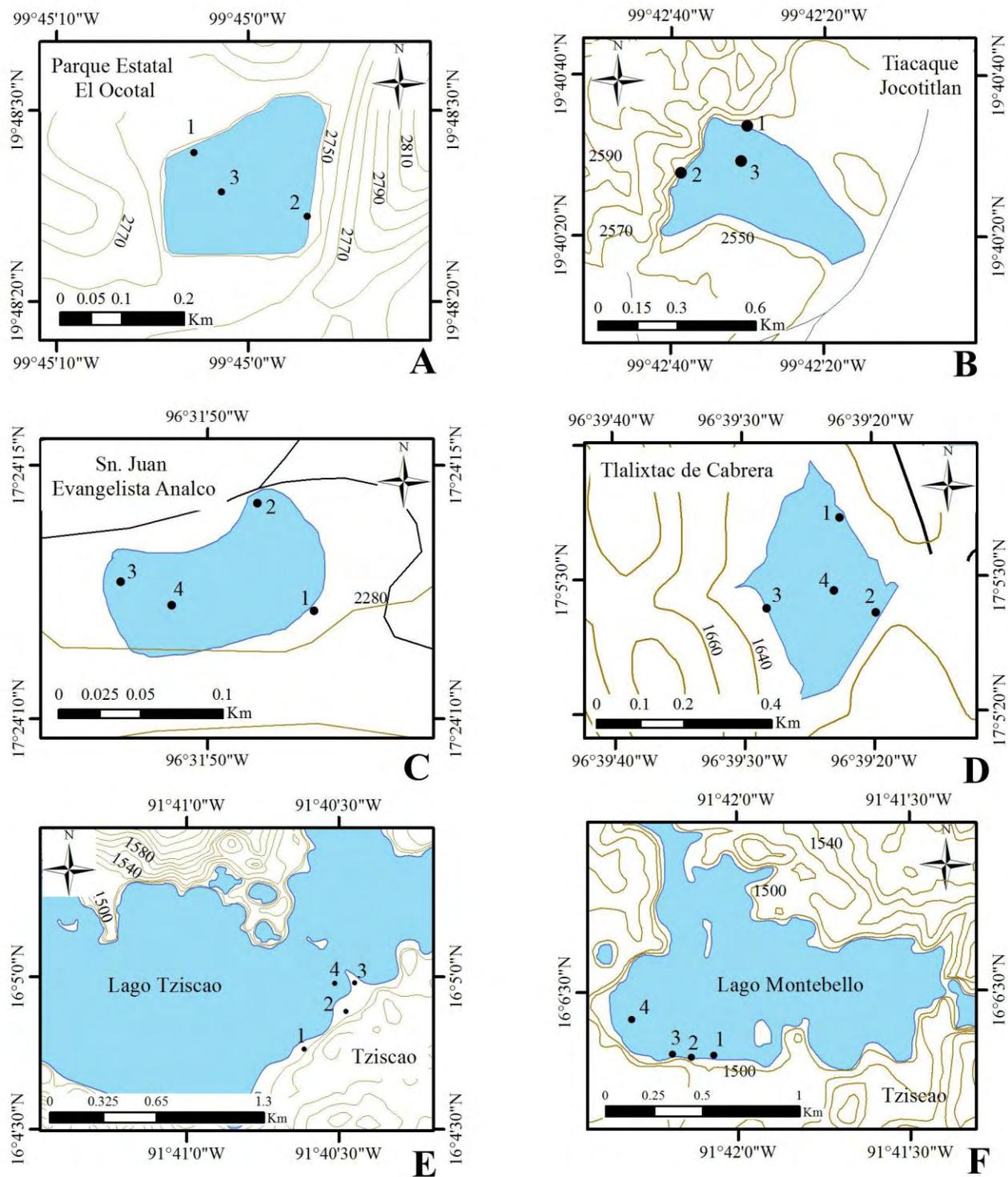


Figura 4. Representación topográfica de los cuerpos de agua estudiados. Las estaciones de muestreo se señalan con números. **A.** Lago Ocotal, **B.** Manantial Tiacaque, **C.** Lago Analco, **D.** Presa la Azucena, **E.** Lago Tzisco, **F.** Lago Montebello.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de Muestras

Se realizaron cuatro recolectas en cada cuerpo de agua (Tabla 1). En todos los cuerpos de agua se obtuvieron muestras en la zona litoral y la zona limnética (perfil vertical). Las muestras fueron almacenadas en frascos de boca ancha con capacidad de 200 ml.

Tabla 1. Recolectas realizadas en cada cuerpo de agua.

Fecha	Temporada	Cuerpo de agua					
		Ocotal	Tiacaque	Analco	Azucena	Tzisco	Montebello
Agosto, 2014	Lluviosa			✓	✓		
Septiembre, 2014	Lluviosa					✓	✓
Noviembre, 2014	Seca	✓	✓				
Enero, 2015	Seca					✓	✓
Febrero, 2015	Seca			✓	✓		
Abril, 2015	Seca	✓	✓				
Junio, 2015	Lluviosa					✓	✓
Agosto, 2015	Lluviosa			✓	✓		
Octubre, 2015	Seca					✓	✓
Enero, 2016	Seca	✓	✓				
Febrero, 2016	Seca			✓	✓		
Marzo, 2016	Seca	✓	✓				

Zona Litoral

En la orilla de los cuerpos de agua se obtuvieron dos muestras en cada estación de muestreo, una en la superficie y la otra en el fondo, en frascos de boca ancha, las cuales incluyeron vegetación acuática, detritos y parte del sedimento respectivamente; en algunas estaciones de muestreo solo se tomó una muestra debido a que la profundidad fue de sólo 20 cm aproximadamente.

Zona Limnética

En cada cuerpo de agua se ubicó una estación de muestreo hacia el centro para recolectar los ciliados a distintas profundidades. Se utilizó una botella van Dorn con capacidad de 2 L y se obtuvieron tres muestras de 100 ml cada una, una en la superficie, una en la mitad de la columna de agua y una en el fondo.

Registro de Factores Físico-químicos

En cada estación de muestreo se determinó la profundidad (m) y a cada muestra al momento de su recolecta se le registraron el pH con un potenciómetro BOYU PH-01, la temperatura (°C) y la concentración de oxígeno disuelto (mg/L) con un oxímetro YSI 55. Para el caso de las muestras, tanto litorales como de la zona limnética, de los lagos Tziscaco y Montebello se registraron también los datos de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

En los muestreos de la columna de agua se registraron la profundidad (m) y la transparencia (m) utilizando un disco de Secchi de 20 cm de diámetro. Con los datos del disco de Secchi se calculó el espesor de la capa eufótica (Luhtala & Tolvanen, 2013; Anexo 1); posteriormente se calculó el índice de estado trófico, TSI (DS) para cada cuerpo de agua (Carlson, 1977; Fuller *et al.*, 2011) (Anexo 1).

Procesamiento de Muestras

Las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Protozoología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM, y se mantuvieron a temperatura ambiente.

Las observaciones se realizaron con microscopía de contraste de fases (Carl Zeiss) y contraste diferencial de interferencia (DIC-Nikon Optiphot), durante las primeras cuatro semanas. En la observación en vivo se registraron la forma de la célula, el tipo de desplazamiento (libre nadador o reptante), la disposición de los cilios y cirros, la posición y forma de la región oral y el citostoma, la zona adoral de membranelas, la posición y el número de vacuolas contráctiles así como el tiempo en que permaneció en la fase de diástole, las vacuolas alimenticias y en algunos casos el tipo de alimento contenido, así como algunos detalles de la película como la disposición, el color y forma de los gránulos corticales y los extrusomas. También se llevó a cabo el registro iconográfico, microfotográfico (Nikon) y morfométrico, para este último se utilizó un ocular micrométrico calibrado.

Se elaboraron medios de cultivo en cajas de Petri colocando parte de la muestra original y uno o dos granos de trigo, arroz, o cebada, para favorecer la abundancia bacteriana que a su vez fue un recurso alimenticio para los ciliados.

Se elaboraron preparaciones permanentes con las técnicas de hematoxilina de Harris (HH) (Lee *et al.*, 1985), nigrosina-cloruro de mercurio-formol (NMF) Borrór (1969), nigrosina-butanol Borrór

(1969), técnica de nitrato de plata en seco (NPS) (Klein, 1958; Foissner, 2014), nitrato de plata húmedo (NPH) (Foissner, 2014), carbonato de plata piridinado (CPP) de Fernández-Galiano (1976) y protargol (PRO) de Wilbert (1975) con algunas modificaciones, para resaltar estructuras de carácter taxonómico como el número y disposición de las cinetias, cinetosomas, membranelas, cirros, macronúcleo, micronúcleos, entre otras.

Identificación de Especies

Se conjuntaron los datos obtenidos de la observación en vivo, con la morfometría y las características específicas resaltadas en las preparaciones permanentes, y se cotejaron con las descripciones provistas por Berger (1999); Borrór & Hill (1995), Boscaro *et al.* (2014); Carter (1972); Chen *et al.* (2010); Curds (1975); Dragesco & Dragesco-Kernéis (1986); Fan *et al.* (2014); Fernandes *et al.* (2013); Foissner (2013); Foissner & Adam (1981); Foissner & Berger (1996); Foissner & O'Donoghue (1990); Foissner & Rieder (1983); Foissner & Wölfl (1994); Foissner *et al.* (1991, 1992a, 1994, 1995, 1999, 2002, 2008b); Fokin (2010); Gong & Song (2008); Guinea *et al.* (1990); Jankowski (1964); Kreutz *et al.* (2012); Leitner & Foissner (1997) Tirjaková *et al.* (2015); Qu *et al.* (2015), y Wu & Curds (1979).

Análisis Estadísticos

Riqueza de Especies y Similitud de los Cuerpos de Agua

El número de especies observadas en cada cuerpo de agua, por temporada, recolecta y por cada muestra se consideró como la riqueza específica (Magurran, 2004); además se estimó la riqueza de especies esperada para cada cuerpo de agua mediante los estimadores de riqueza Chao 2, Jackknife de primer y segundo orden y Bootstrap (Magurran, 2004; Anexo 1) con el software Past 2.04 (Hammer *et al.*, 2001).

Una prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov se utilizó para conocer la distribución de los datos en cada prueba estadística utilizada (Zar, 1984).

Dada la distribución de los datos se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis con el software Statgraphics centurión XVI.I. para analizar si existían diferencias significativas de la riqueza de especies entre los cuerpos de agua.

Para comparar la riqueza de especies de cada cuerpo de agua por recolectas se aplicaron pruebas de ANOVA de una vía y posteriormente se aplicó una prueba de diferencia mínima significativa (LSD); dado que los datos de riqueza para los Lagos Tziscaco y Montebello resultaron no provenir de una distribución normal, se utilizó la prueba contrastante de Kruskal-Wallis y se compararon las medianas (Zar, 1984).

Para comparar la riqueza de especies entre las temporadas lluviosa y seca, se utilizaron pruebas de U de Mann-Whitney (Zar, 1984).

Se utilizó el índice de similitud de Jaccard (Magurran, 2004; Anexo 1) para analizar la similitud de la riqueza de especies entre las dos regiones biogeográficas, las tres provincias biogeográficas y los seis cuerpos de agua. Se obtuvo un dendrograma con el método de agrupamiento UPGMA y el software PAST 2.04.

Factores Físico-químicos y Ciliados

Muestras de la Zona Litoral

La riqueza de especies y los factores físico-químicos, temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y conductividad fueron graficados para mostrar la variación por recolecta en cada estación de muestreo de cada cuerpo de agua.

Muestras de la Zona Limnética (Perfil vertical)

Para caracterizar la distribución de las especies de ciliados y su relación con los factores en la columna de agua se graficaron los datos de profundidad, temperatura del agua, oxígeno, pH, conductividad y penetración de la luz, y se representaron esquemas de las especies observadas.

Distribución Geográfica

Se realizó una búsqueda bibliográfica (Anexo 2) para aquellas especies identificadas con un epíteto específico de: los registros previos de las especies, incluyendo sinónimos, de las localidades donde fueron observadas y de las coordenadas geográficas. Las localidades referidas sin coordenadas geográficas fueron georreferenciadas con GoogleEarth®. Todos los datos fueron conjuntados en una base de datos en Office Excel® y Access®.

Solo las especies con más de 10 registros geográficos fueron consideradas para representar su distribución geográfica en mapas elaborados en el software ArcGis 10.0.2. Se realizó un análisis corológico (Espinosa-Organista *et al.*, 2005) de los patrones de distribución geográfica de cada una de las especies sobre un mapa con la propuesta de las seis regiones biogeográficas propuestas por Wallace (1876).

RESULTADOS

Taxonomía

Se determinaron 42 especies de ciliados (Figs. 5-15). La ubicación taxonómica está basada en Lynn (2008) y es la siguiente:

Phylum Ciliophora Doflein, 1901

Subphylum Postciliodesmatophora Gerassimova & Seravin, 1976

- Clase Karyorelictea Corliss, 1974
 - Orden Loxodida Jankowski, 1980
 - Familia Loxodidae Bütschli, 1889
 - *Loxodes striatus* (Engelmann, 1862) Penard, 1917
 - *Loxodes* sp.
- Clase Heterotrichea Stein, 1859
 - Orden Heterotrichida Stein, 1859
 - Familia Blepharismidae Jankowski in Small & Lynn, 1985
 - *Blepharisma sinuosum* Sawaya, 1940
 - Familia Spirostomidae Stein, 1867
 - *Spirostomum teres* Cláparède & Lachmann, 1858
 - *Spirostomum minus* Roux, 1901
 - Familia Stentoridae Carus, 1863
 - *Stentor coeruleus* (Pallas, 1766) Ehrenberg, 1831
 - *Stentor roeselii* Ehrenberg, 1835
 - *Stentor* sp.

Subphylum Intramacronucleata Lynn, 1996

- Clase Spirotrichea Bütschli, 1889
- Subclase Hypotrichia Stein, 1859
 - Orden Euplotida Small & Lynn 1985
 - Suborden Euplotina Jankowski, 1979
 - Familia Aspidiscidae Ehrenberg, 1830
 - *Aspidisca lynceus* (Müller, 1773) Ehrenberg, 1831
 - *Aspidisca* spp.

- Familia Euplotidae Ehrenberg, 1838
 - *Euplotoides aediculatus* (Pierson, 1943) Borror & Hill, 1995
 - *Euplotoides eurystomus* (Wrzesniowski, 1870) Borror & Hill, 1995
 - *Euplotoides octocarinatus* (Carter, 1972) Borror & Hill, 1995
 - *Euplotoides patella* (Müller, 1773) Borror & Hill, 1995
 - *Euplotopsis* sp.
- Subclase Stichotrichia Small & Lynn, 1985
 - Orden Sporadotrichida Fauré-Fremiet, 1961
 - Familia Halteriidae Cláparède & Lachmann, 1858
 - *Halteria* sp.
 - Familia Oxytrichidae Ehrenberg, 1830
 - *Oxytricha* sp.
 - Orden Armophorida Jankowski, 1964
 - Familia Caenomorphidae Poche, 1913
 - *Caenomorpha* spp.
 - Familia Metopidae Kahl, 1927
 - *Brachonella spiralis* (Smith, 1897) Jankowski, 1964
 - *Metopus* sp.
- Clase Litostomatea Small & Lynn, 1981
- Subclase Haptoria Corliss, 1974
 - Orden Haptorida Corliss, 1974
 - Familia Lacrymariidae de Fromentel, 1876
 - *Lacrymaria* sp.
 - Orden Pleurostomatida Schewiakoff, 1896
 - Familia Litonotidae Kent, 1882
 - *Litonotus cygnus* (Müller, 1773) Foissner, Blatterer, Berger & Kohmann, 1995
 - *Litonotus* sp.
- Clase Phyllopharyngea de Puytorac, Batisse, Bohatier, Corliss, Deurox, Didier, Dragesco, Fryd-Versavel, Grain, Grolière, Hovasse, Iftode, Laval, Roque, Savoie & Tuffrau, 1974

- Subclase Cyrtophoria Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 - Orden Chlamyodontida Deroux, 1976
 - Familia Chilodonellidae Deroux, 1970
 - *Chilodonella uncinata* (Ehrenberg, 1838) Strand, 1928
- Clase Nassophorea Small & Lynn, 1981
 - Orden Nassulida Jankowski, 1967
 - Familia Nassulidae de Fromentel, 1874
 - *Obertruria aurea* (Ehrenberg, 1833) Foissner, 1987
 - Orden Microthoracida Jankowski, 1967
 - Familia Microthoracidae Wrzesniowski, 1870
 - *Microthorax pusillus* Engelmann, 1862
- Clase Colpodea Small & Lynn, 1981
 - Orden Colpodida de Puytorac, Batisse, Bohatier, Corliss, Deurox, Didier, Dragesco, Fryd-Versavel, Grain, Grolière, Hovasse, Iftode, Laval, Roque, Savoie & Tuffrau, 1974
 - Familia Colpodidae Bory de St. Vincent, 1826
 - *Colpoda ecaudata* (Liebmann, 1936) Foissner, Blatterer, Berger & Kohmann, 1991
- Clase Prostomatea Schewiakoff, 1896
 - Orden Prorodontida Corliss, 1974
 - Familia Colepidae Ehrenberg, 1838
 - *Coleps hirtus* (Müller, 1786) Nitzsch, 1827
- Clase Plagiopylea Small & Lynn, 1985
 - Orden Plagiopylida Jankowski, 1978
 - Familia Plagiopylidae Schewiakoff, 1896
 - *Plagiopyla nasuta* Stein, 1860
- Clase Oligohymenophorea de Puytorac, Batisse, Bohatier, Corliss, Deurox, Didier, Dragesco, Fryd-Versavel, Grain, Grolière, Hovasse, Iftode, Laval, Roque, Savoie & Tuffrau, 1974
 - Subclase Peniculia Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 - Orden Peniculida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 - Familia Frontoniidae Kahl, 1926
 - *Frontonia leucas* (Ehrenberg, 1833) Ehrenberg, 1838
 - Familia Lembadionidae Jankowski in Corliss, 1979

- *Lembadion lucens* Maskell, 1887
- Familia Parameciidae Dujardin, 1840
 - *Paramecium bursaria* Focke, 1836
 - *Paramecium caudatum* Ehrenberg, 1833
 - *Paramecium multimicronucleatum* Powers & Mitchel, 1910
 - *Paramecium sp.*
- Orden Urocentrida Jankowski, 1980
 - Familia Urocentridae Claparède & Lachmann, 1858
 - *Urocentrum turbo* (Müller, 1786) Nitzsch, 1827
- Subclase Scuticociliatia Small, 1967
 - Orden Philasterida Small, 1967
 - Familia Cinetochilidae Perty, 1852
 - *Cinetochilum margaritaceum* (Ehrenberg, 1831) Perty, 1849
 - Familia Loxocephalidae Jankowski, 1964
 - *Dexiotricha granulosa* (Kent, 1881) Foissner, Berger & Kohmann, 1994
 - *Dexiotricha cf. granulosa* Fan, Al-Farraj, Gao & Gu, 2014
 - *Dexiotricha sp.*
 - Orden Pleuronematida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 - Familia Cyclidiidae Ehrenberg, 1838
 - *Cyclidium glaucoma* Müller, 1773
- Subclase Hymenostomatia Delagè & Hérouard, 1896
 - Orden Tetrahymenida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 - Familia Glaucomidae Corliss, 1971
 - *Glaucoma scintillans* Ehrenberg, 1830

En las figuras 5-15 se muestran microfotografías de los organismos en vivo y en preparaciones permanentes pertenecientes a las 42 especies de ciliados identificadas.

Las preparaciones permanentes se depositaron en la colección del Laboratorio de Protozoología, Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, UNAM, con los números de acceso LP/VL1225-1420.

Los datos morfométricos se muestran en la tabla 2. La tabla 3 muestra la distribución de los taxa en los seis cuerpos de agua estudiados.

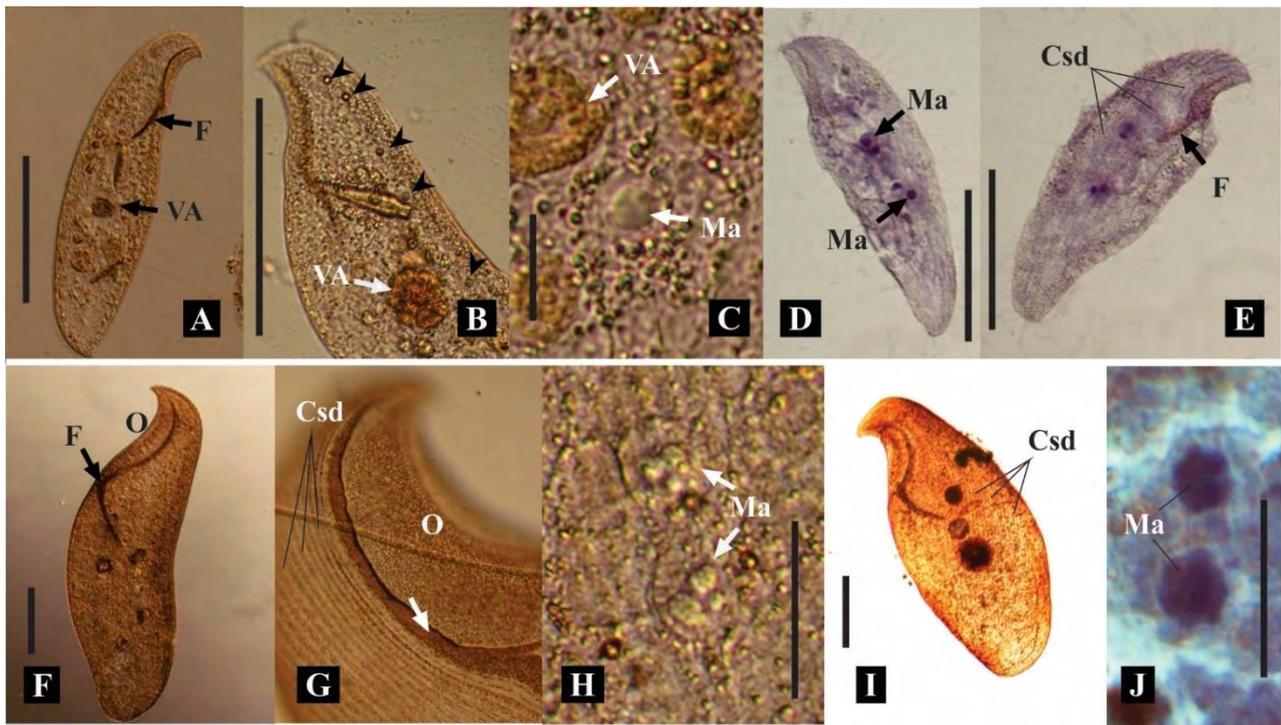


Figura 5. A-E *Loxodes striatus*, en vivo (A-C), HH (D-E). A. Forma de un organismo. B. Región anterior, se observan los cuerpos de Müller (puntas de flecha). C. Macronúcleo y vacuola alimenticia. D. Vista lateral izquierda mostrando los macronúcleos. E. Vista lateral derecha mostrando las cinetias somáticas derechas. F-J *Loxodes* sp., en vivo (F-H), CPP (I), HH (J) F. Forma de un organismo. G. Región anterior, la flecha apunta la acumulación de gránulos corticales. H. Macronúcleos. I. Vista lateral izquierda. J. Macronúcleos. Abreviaturas: CSd: Cinetias somáticas derechas, F: Tubo faríngeo, Ma: Macronúcleo, O: Región oral, VA: Vacuola alimenticia. Barra = 100 μ m, C, H, J = 30 μ m.

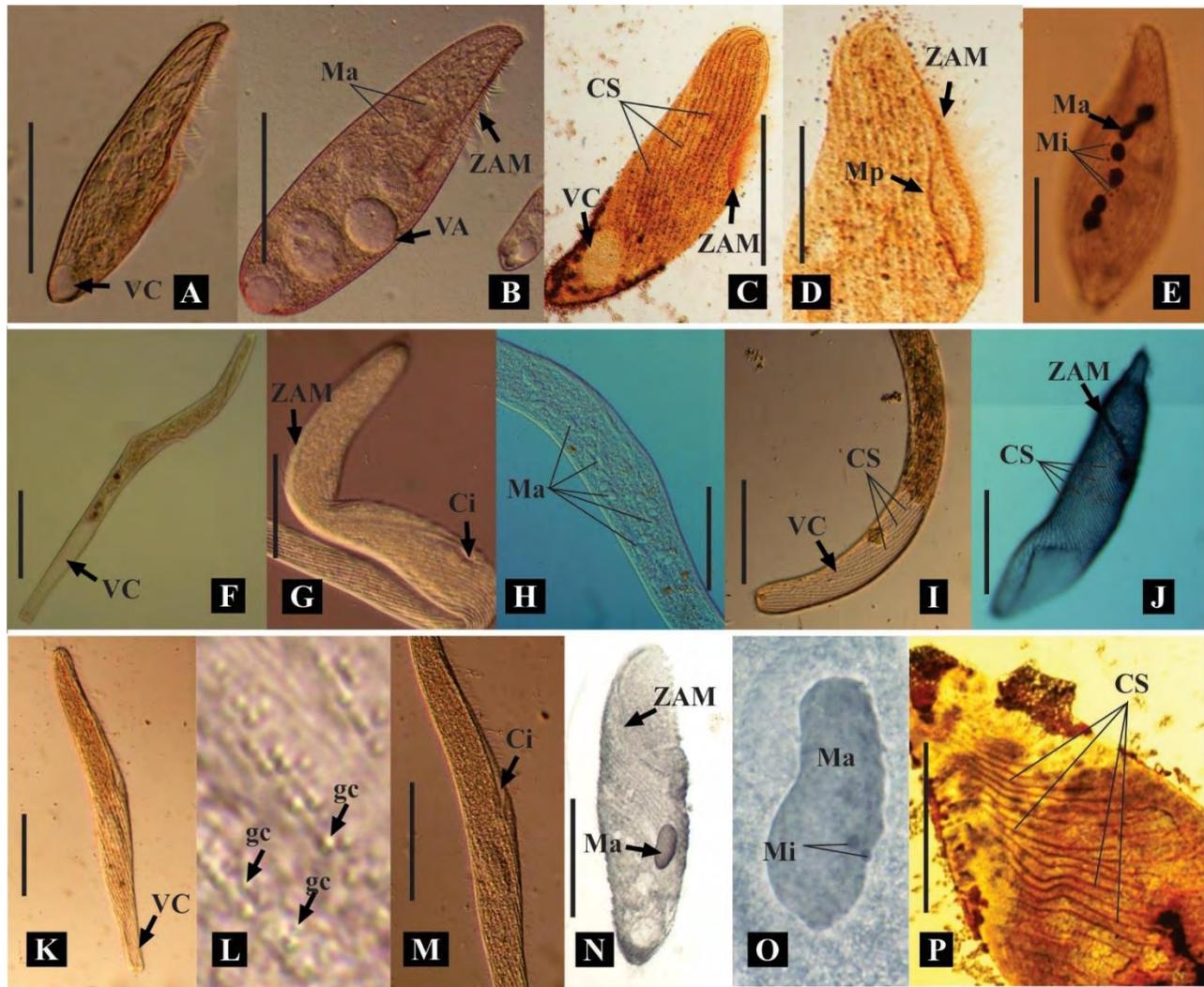


Figura 6. A-E *Blepharisma sinuosum*, en vivo (A-B), NPS (C-D), CPP (E). A-B. Forma de un individuo. C. Ciliatura somática. D. Región anterior mostrando la ciliatura bucal. E. Macronúcleo moniliforme y micronúcleos. F-J *Spirostomum minus*, en vivo (F-I), NMF (J). F. Forma de un individuo. G. Localización del citostoma. H. Macronúcleo moniliforme. I. Región posterior mostrando la vacuola contráctil J. Ciliatura somática y ZAM. K-P *Spirostomum teres*, K. Forma de un individuo. L. Gránulos corticales. M. Citostoma. N-O. Macronúcleo y micronúcleo. P. Ciliatura somática. Abreviaturas: Ci: Citostoma, CS: Cinetias somáticas, gc: Gránulos corticales, Ma: Macronúcleo, Mi: Micronúcleo, Mp: Membrana paroral, VA: Vacuola alimenticia, VC: Vacuola contráctil, ZAM: Zona adoral de membranelas. Barra = 100 μ m.

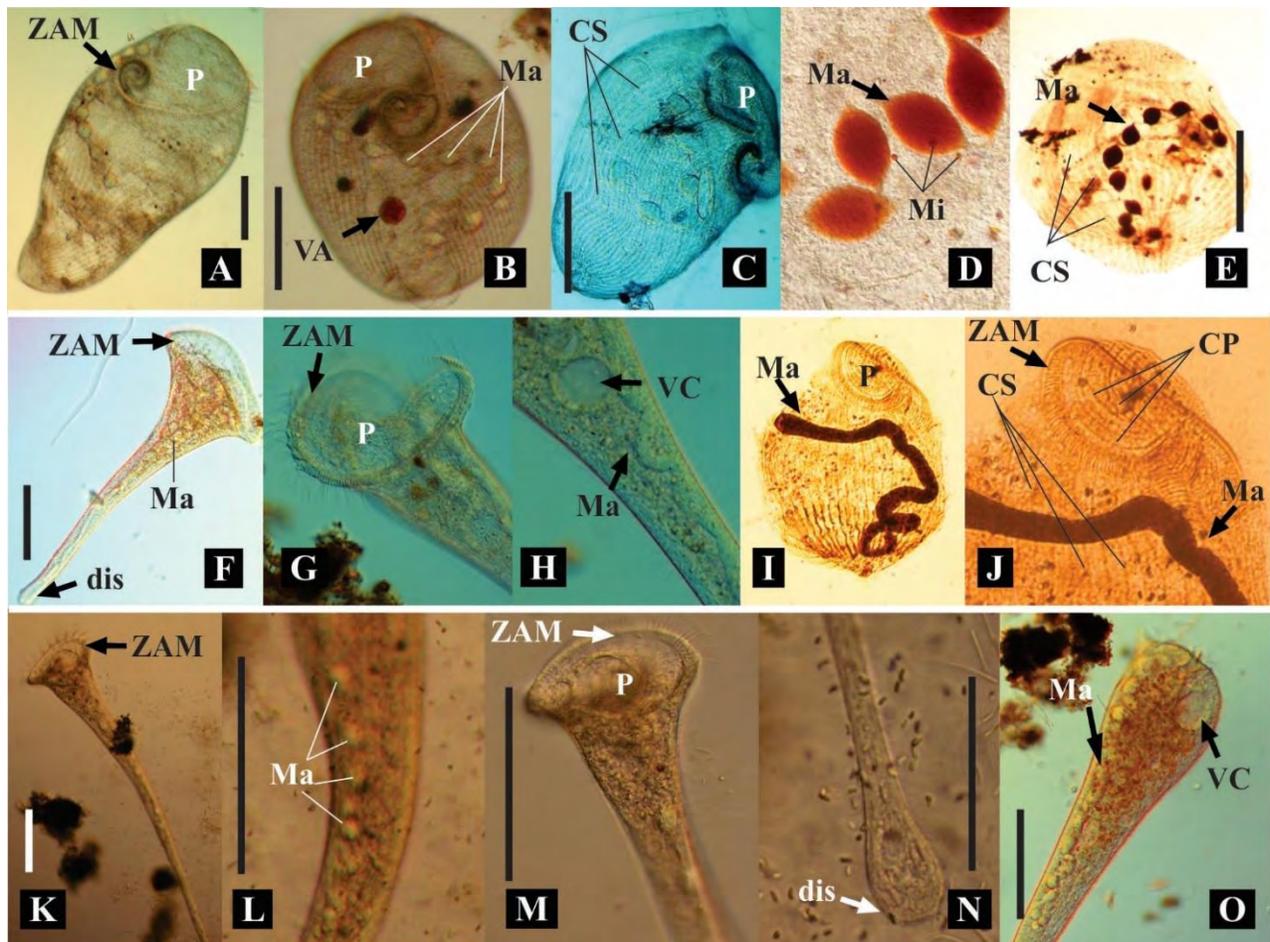


Figura 7. A-E *Stentor coeruleus*, en vivo (A-B), NMF (C), CPP (D), PRO (E). A-B. Forma de un individuo. C. Ciliatura somática. D. Macronúcleo moniliforme y micronúcleos. E. Cinetias somáticas y macronúcleo. F-J *Stentor roeselii*, en vivo (F-H), CPP (I-J). F. Forma de un individuo. G. Región oral. H. Vacuola contráctil y macronúcleo. I. Ciliatura somática. J. Región anterior mostrando la ciliatura oral. K-O. *Stentor* sp. en vivo. K. Forma de un individuo. L. Macronúcleo. M. Región oral. N. Región posterior. O. Vacuola contráctil y el macronúcleo. Abreviaturas: CP: Cinetias peristomales, CS: Cinetias somáticas, dis: Disco adhesivo, FV: Vacuola alimenticia, Ma: Macronúcleo, Mi: Micronúcleo, P: Campo peristomático, VC: Vacuola contráctil, ZAM: Zona adoral de membranelas. Barra = 100 μ m.

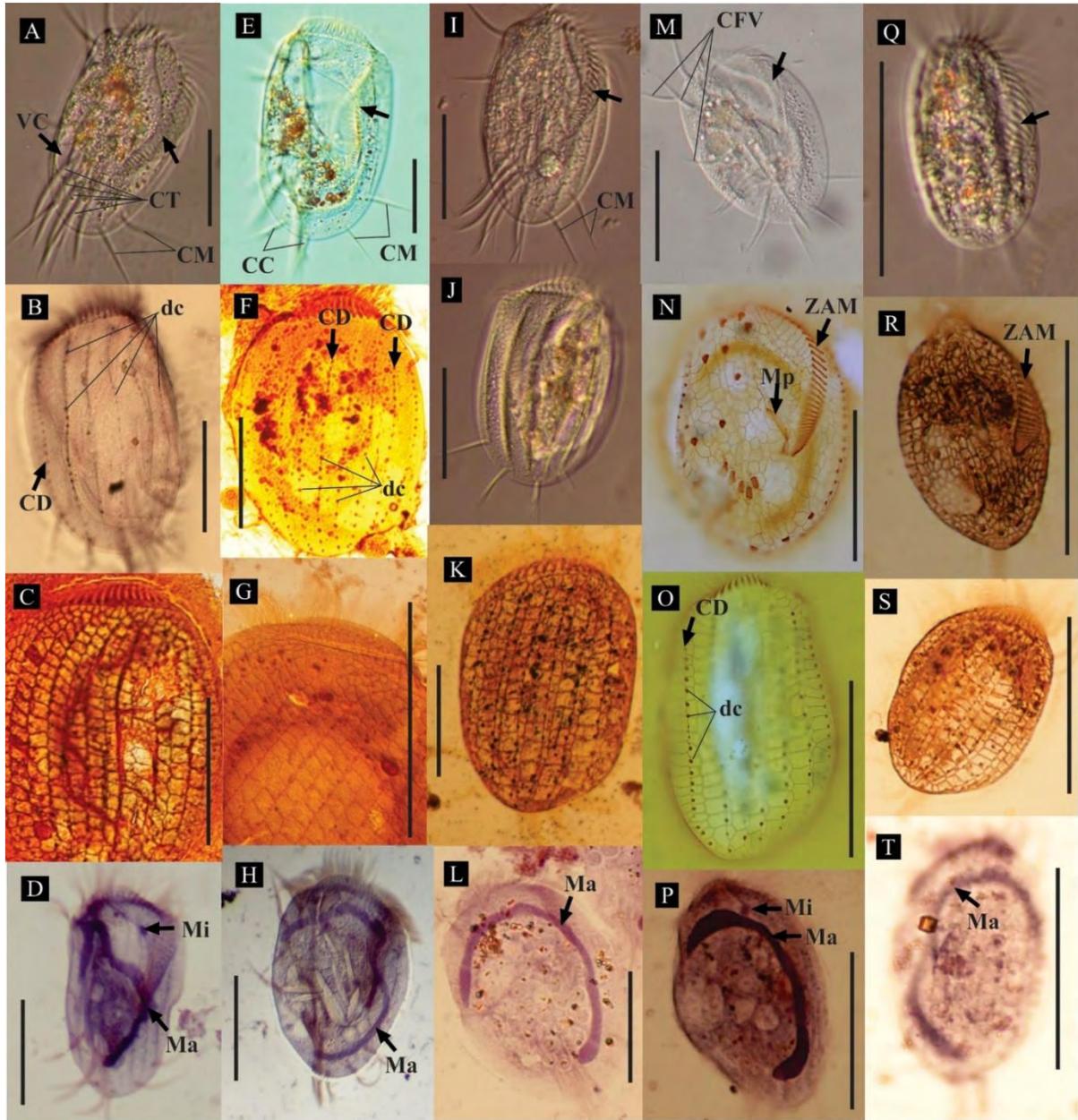


Figura 8. A-D *Euplotoides aediculatus*, en vivo (A), NMF (B), NTS (C), HH (D). A. Vista ventral. B. Vista dorsal mostrando las cinetias dorsales. C. Argiroma doble tipo *eurystomus*. D. Macronúcleo y micronúcleo. E-H *Euplotoides eurystomus*, en vivo (E), NPS (F-G) HH (H). E. Vista ventral. F. Cinetias dorsales. G. Argiroma doble tipo *eurystomus*. H. Macronúcleo. I-L *Euplotoides patella*, en vivo (I-J), NPS (K), HH (L). I-J. Vista ventral (I) y dorsal (J). K. Argiroma doble tipo *patella*. L. Macronúcleo. M-P *Euplotoides octocarinatus*, en vivo (M) NPH (N-O), HH (P). M-N. Vista ventral. O. Argiroma doble tipo *patella*. P. Macronúcleo. Q-T *Euplotopsis* sp. en vivo (Q), NPS (R-S), HH (T). Q-R. Vista ventral. S. Argiroma doble tipo *patella*. T. Macronúcleo. Abreviaturas: CC: Cirros caudales, CD: Cinetias dorsales, CFV: Cirros frontoventrales, CM: Cirros marginales, CT: Cirros transversales, dc: Dicinétida, Ma: Macronúcleo, Mi: Micronúcleo, Mp: Membrana paroral, VC: Vacuola contráctil, ZAM: Zona adoral de membranelas. Barra = 50 μ m.

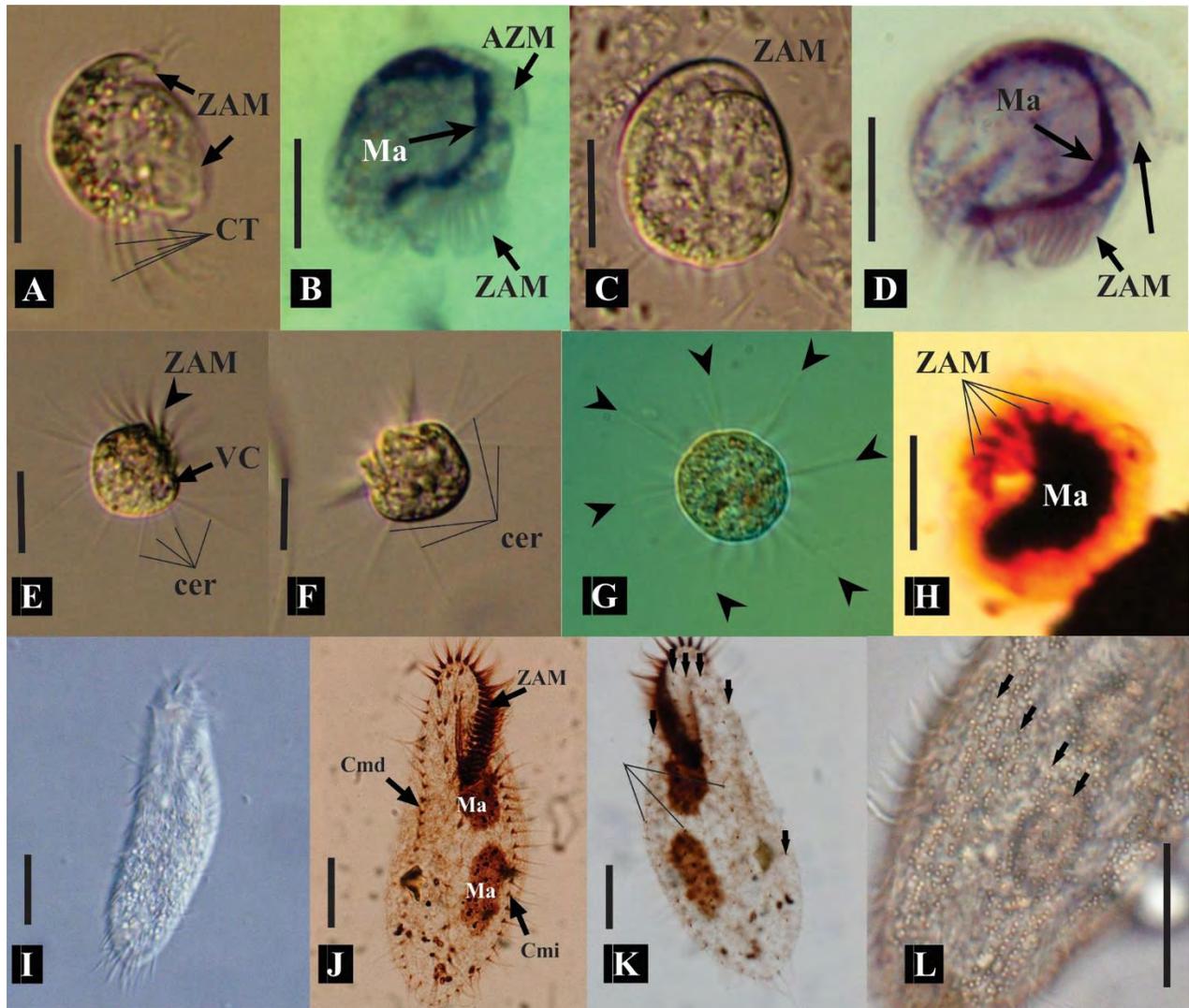


Figura 9. A-B *Aspidisca lynceus*, en vivo (A), HH (B). A. Vista ventral. B. Macronúcleo. C-D *Aspidisca* sp., en vivo (C), HH (D). C. Vista ventral. D. Macronúcleo. E-H *Halteria* sp., en vivo (E-G), CPP (H). E-F. Forma de un individuo. G. Vista apical donde se muestran los siete conjuntos de cerdas (puntas de flecha) ecuatorialmente. H. Vista apical donde se destaca la ZAM y el macronúcleo. I-L *Oxytricha* sp., en vivo (I, L), PRO (J-K). I. Forma de un individuo. J. Vista ventral de la infraciliatura. K. Vista dorsal de la infraciliatura mostrando las cinetias dorsales (flechas). L. Disposición (flechas) de los gránulos corticales. Abreviaturas: ZAM: Zona adoral de membranelas, CT: Cirros transversales, Ma: Macronúcleo, VC: Vacuola contráctil, cer: Cerdas, Cmd: Hilera de cirros marginales derechos, Cmi: Hilera de cirros marginales izquierdos. Barra = 30 μ m.

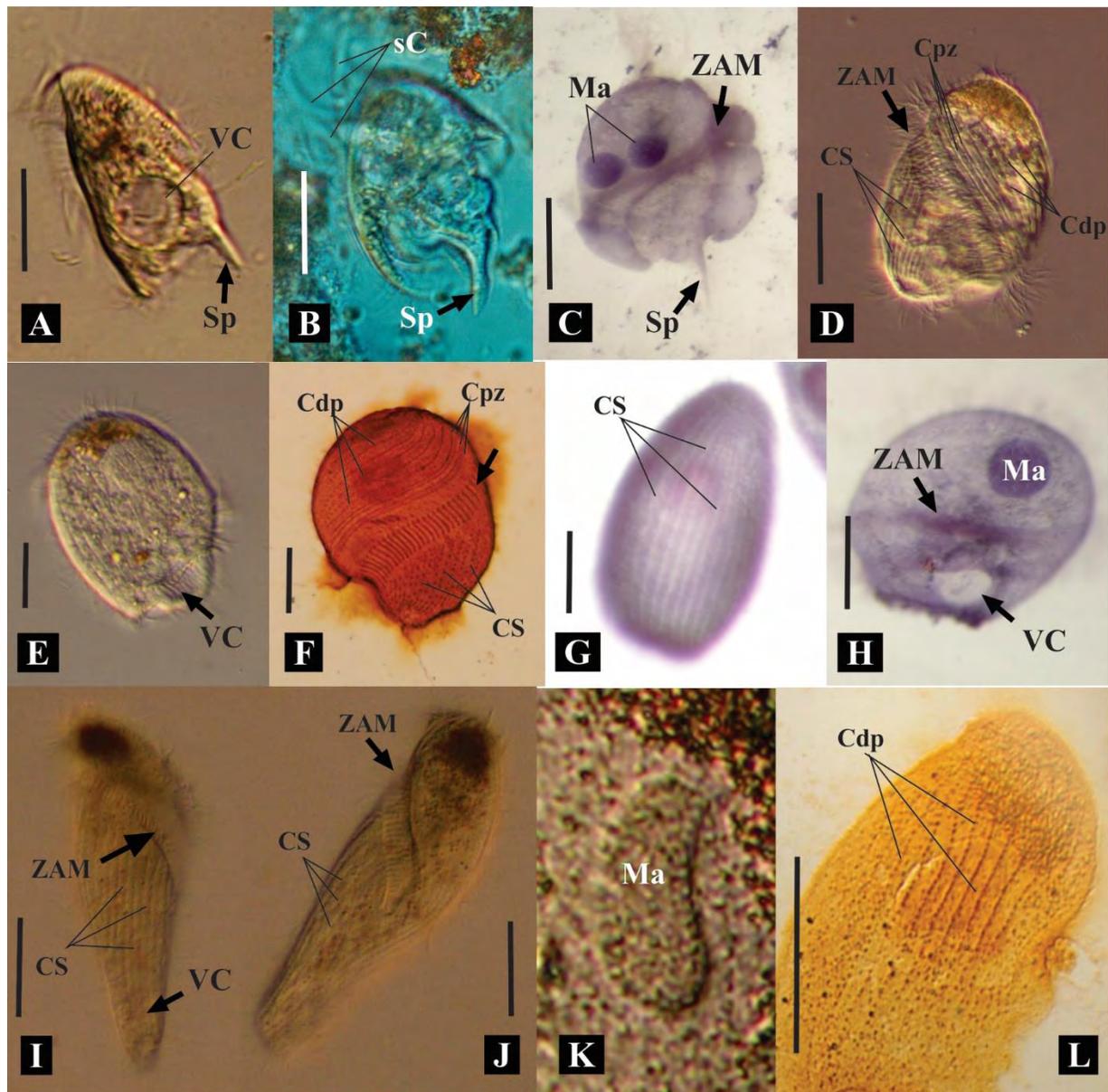


Figura 10. A-C *Caenomorpha* sp., en vivo (A-B), HH (C). A-B. Forma de un individuo. C. Macronúcleo. D-H *Brachonella spiralis*, en vivo (D-E), NPS (F), NMF (G), HH (H). D-E. Vista ventral (D) y vista dorsal (E). F-G. Vista ventral (F) y dorsal (G) de la infraciliatura. H. Posición del macronúcleo y vacuola contráctil. I-L. *Metopus* sp., en vivo (I-K), NPS (L). I-J. Forma de un individuo mostrando la torsión anterior y la ZAM. K. Macronúcleo. L. Vista dorsal de la infraciliatura. Abreviaturas: Cdp: Cinetias del domo preoral, Cpz: Cinetias perizonales, CS: Cinetias somáticas, Ma: Macronúcleo, sC: Serie de cirros, Sp: Espina, VC: Vacuola contráctil, ZAM: Zona adoral de membranelas. Barra = 30 μm .

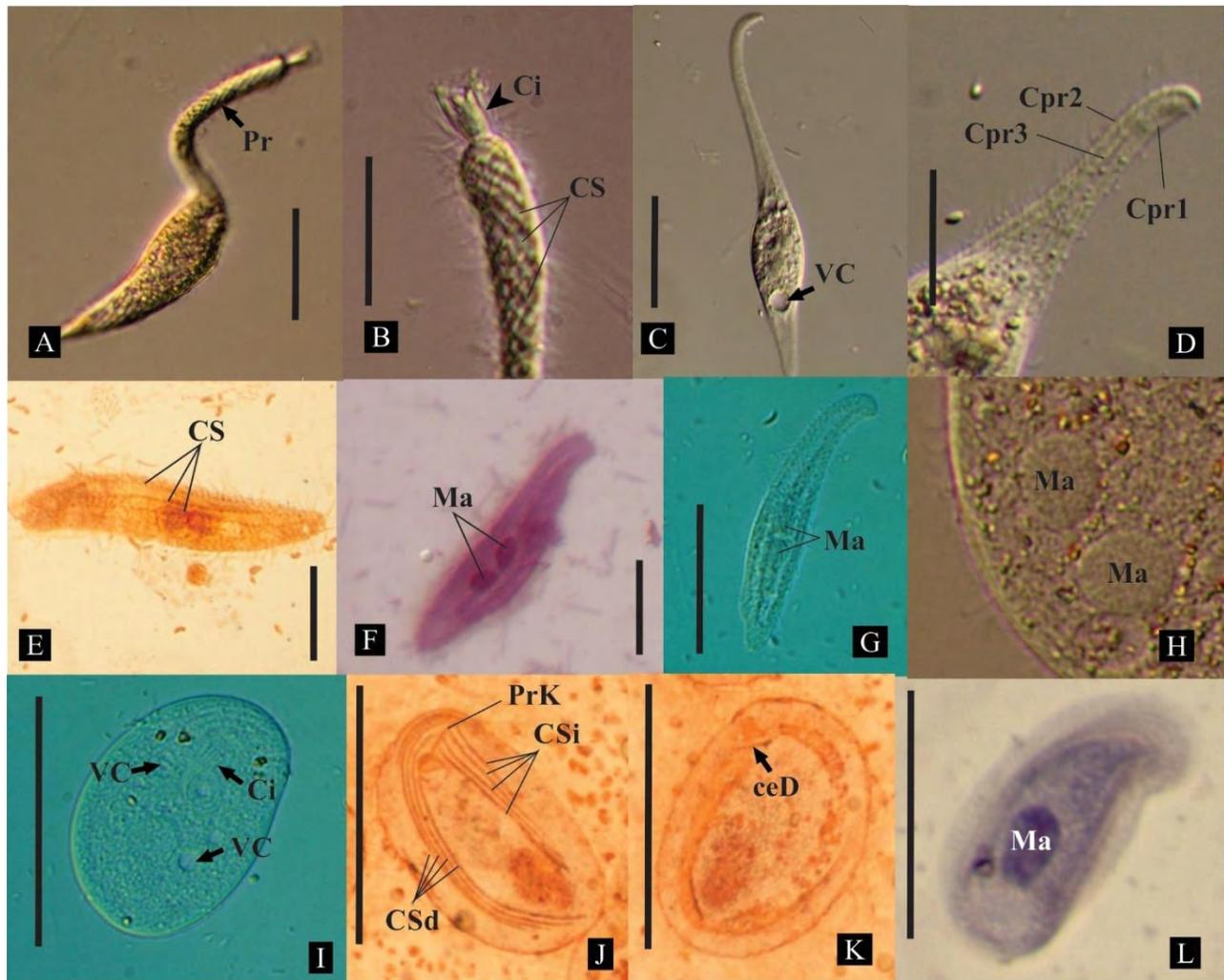


Figura 11. A-B *Lacrymaria* sp., en vivo (A-B). A. Forma de un individuo. B. Porción terminal de la probóscide. C-F *Litonotus cygnus*, en vivo (C-D), NPS (E), HH (F). C. Forma de un individuo. D. Región anterior. E. Ciliatura somática. F. Posición del macronúcleo. G-H. *Litonotus* sp. en vivo (G-H), G. Forma de un individuo. H. Posición del macronúcleo. I-L *Chilodonella uncinata*, en vivo (N), NPS (O-P), HH (Q) NPS (L). N. Vista ventral de un individuo. J-K. Vista ventral (J) y dorsal (K) de la infraciliatura. L. Macronúcleo. Abreviaturas: ceD: Cepillo dorsal, Ci: Citostoma, Cpr1-3: Cinetias periorales, CS: Cinetias somáticas, CSd: Cinetias somáticas derechas, CSi: Cinetias somáticas izquierdas, Ma: Macronúcleo, Pr: Probóscide, PrK: Cinetia preoral, VC: Vacuola contráctil. Barra = 30 μ m.

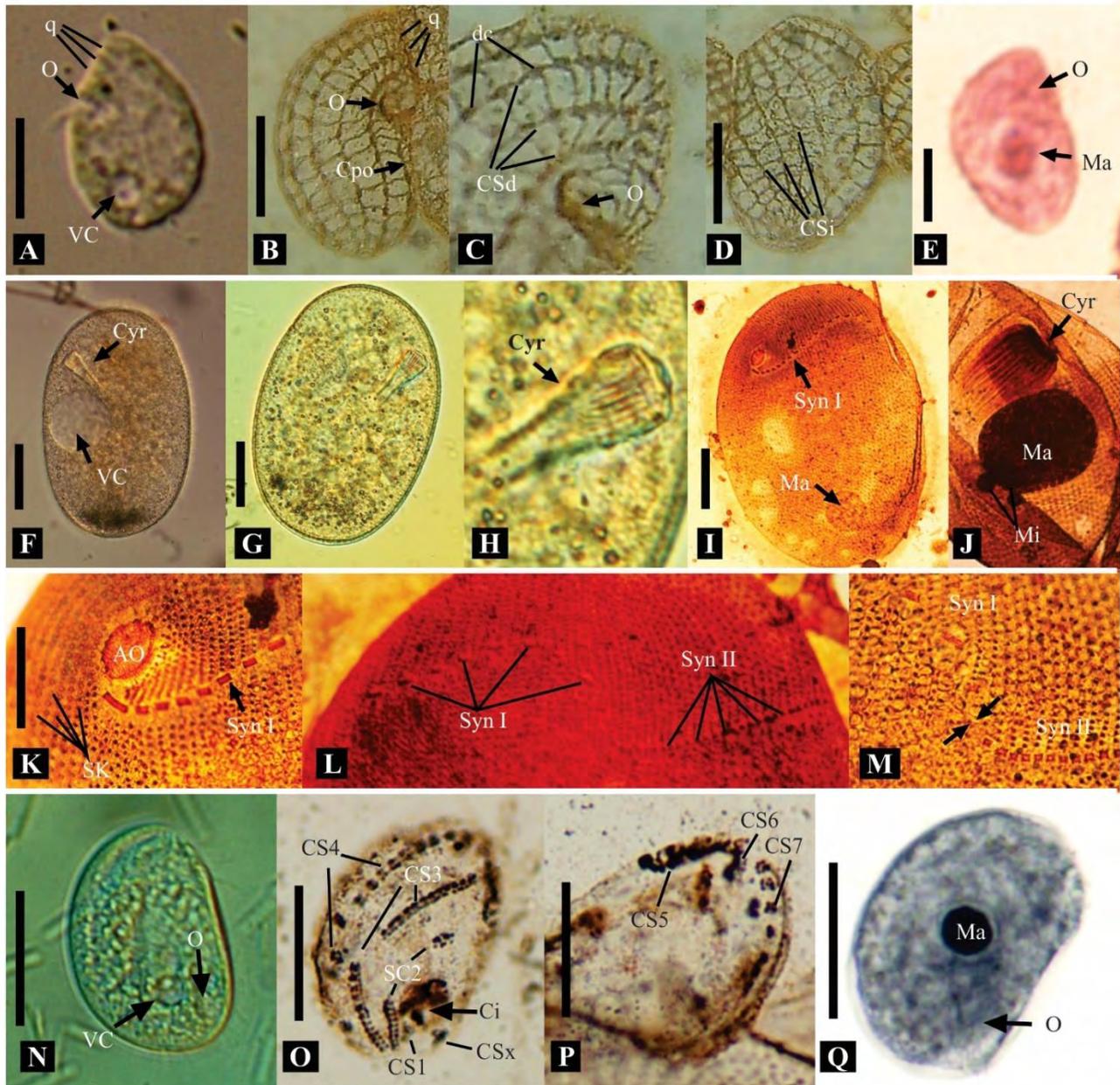


Figura 12. A-E *Colpoda ecaudata*, en vivo (A), NPS (B-D), HH (E). A. Vista de un individuo. B. Vista lateral derecha del argiroma. C. Región anterior. D. Vista lateral izquierda del argiroma. E. Macronúcleo. F-M, *Obertrumia aurea*, en vivo (F-H), NPS (I, K-M), CPP (J). F-G. Forma de un individuo. H. Aparato oral (cirtos). I. Infraciliatura ventral. J. Macronúcleo y cirtos. K. Vista ventral de la región oral. L-M. Vista dorsal, disposición de los organelos hipostomiales. N-Q *Microthorax pusillus*, en vivo (N), NPS (O-P), NMF (Q). N. Forma de un individuo. O-P. Vista ventral (O) y dorsal (P) de la infraciliatura. Q. Macronúcleo. Abreviaturas: AO: Abertura oral, Cpo: Cinetias postorales, CS: Cinetias somáticas, CS1-7: Cinetias somáticas 1-7, CSd: Cinetias somáticas derechas, CSi: Cinetias somáticas izquierdas, CSx: Cinetia somática x, Cyr: Cirtos, dc: Dicinétida, Ma: Macronúcleo, Mi: Micronúcleo, O: Región oral, q: Quillas, SynI-II: Banda de organelos hipostomiales 1-2, VC: Vacuola contráctil. Barra A-E, K, N-Q = 25 μ m, F, G I = 50 μ m.

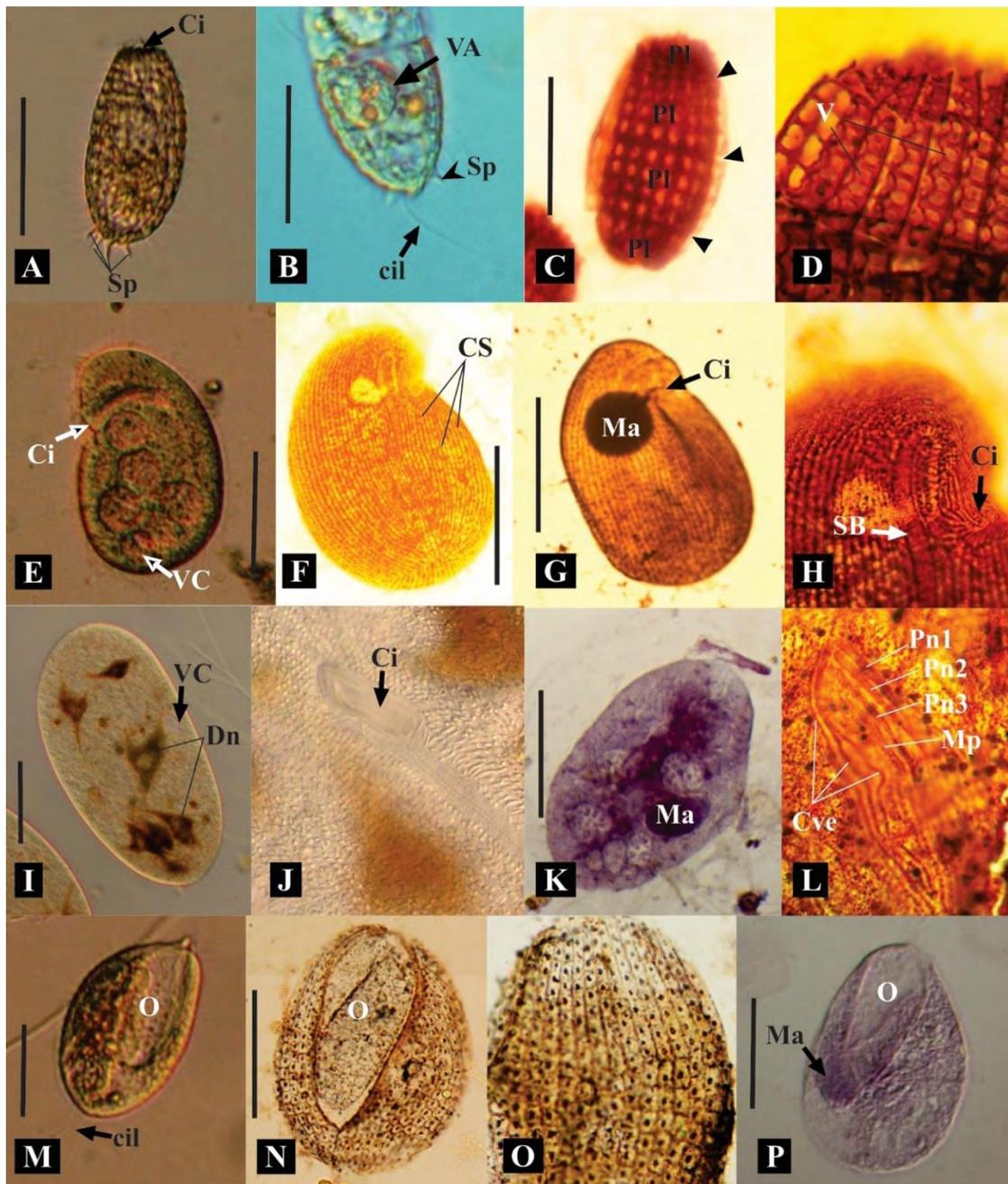


Figura 13. A-D *Coleps hirtus*, en vivo (A-B), NPS (C-D). A. Forma de un individuo. B. Región posterior mostrando espinas y cilio caudal. C. Disposición de las placas. D. Vista detallada de las placas. E-H, *Plagiopyla nasuta*, en vivo (E), NPS (F, H), CPP (G). E. Forma de un individuo. F. Ciliatura somática. G. Macronúcleo. H. Región oral. I-L *Frontonia leucas*, en vivo (I-J), HH (K), NPS (L). I. Forma de un individuo. J. Vista ventral mostrando la región oral. K. Macronúcleo. L. Organización de la región oral. M-P *Lembadion lucens*, en vivo (M), NPS (N-O), HH (P). M. Forma de un individuo. N-O. Vista ventral (N) y dorsal (O) de la infraciliatura y el argiroma. P. Macronúcleo. Abreviaturas: Ci: Citostoma, CS: Cinetias somáticas, cil: Cilio caudal, Cve: Cinetias vestibulares, Dn: Dinoflagelados, Ma: Macronúcleo, Mp: Membrana paroral, O: Región oral, Pl: Placas, Pn1-3: Peniculus 1-3, SB: Banda estriada, Sp: espinas, V: Ventanas, VA: Vacuola alimenticia, VC: Vacuola contráctil. Barra A-D, M-P = 30 μ m, E-L = 50 μ m.

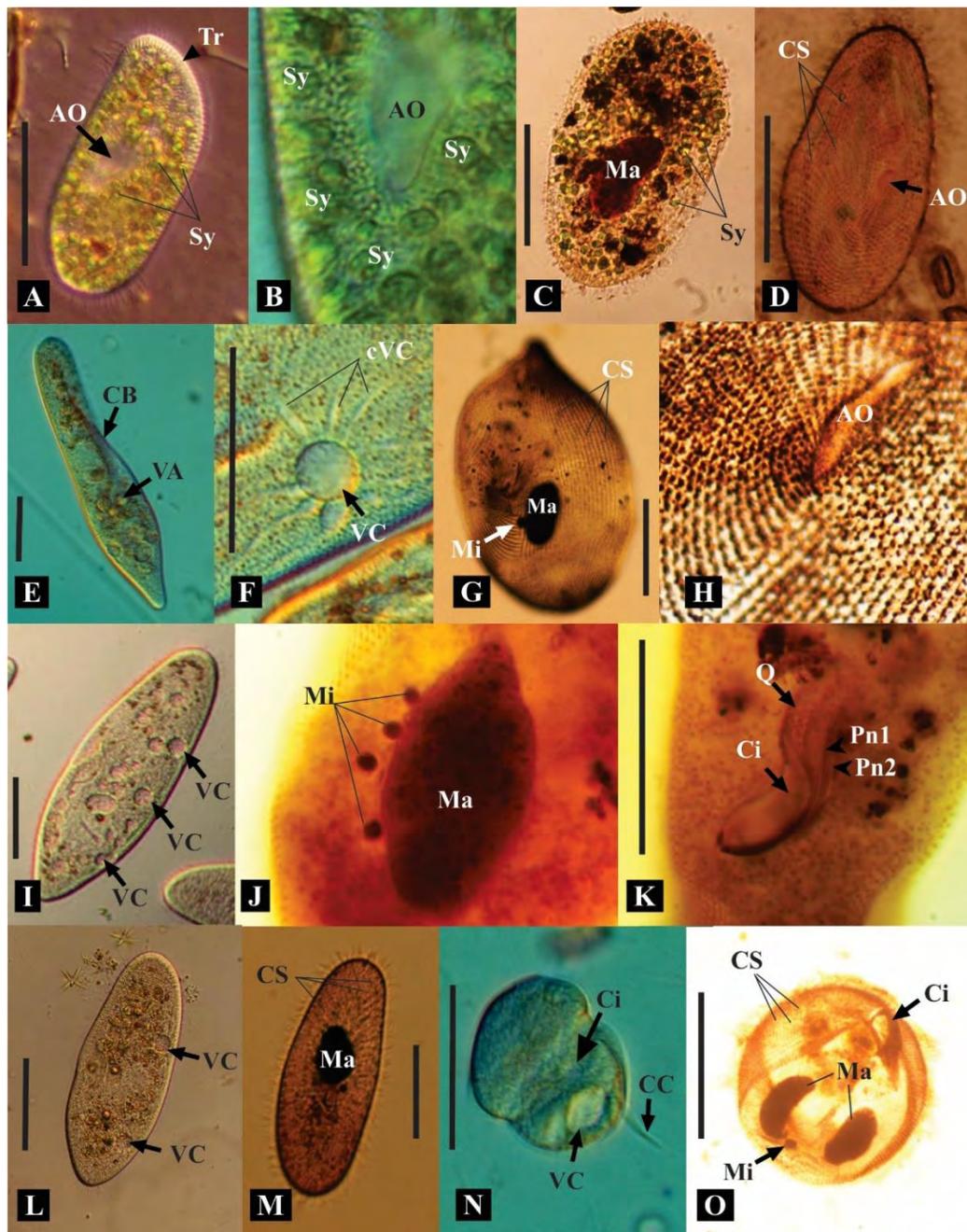


Figura 14. A-D *Paramecium bursaria*, en vivo (A-B), CPP (C) NPS (D). A. Forma de un individuo. B. Algas simbiotes. C. Macronúcleo. D. Infraciliatura. E-H, *Paramecium caudatum*, en vivo (E-F), CPP (G), NPS (H). E. Forma de un individuo. F. Vacuola contráctil. G. Macronúcleo y micronúcleo. H. Apertura oral. I-K *Paramecium multimicronucleatum*, en vivo (I), CPP (J-K). I. Forma de un individuo. J. Macronúcleo y micronúcleos. K. Infraciliatura oral. L-M *Paramecium* sp., en vivo (L), CPP (M). L. Forma de un individuo. M. Macronúcleo. N-O *Urocentrum turbo*, en vivo (N), CPP (O). N. Forma de un individuo. O. Infraciliatura. Abreviaturas: AO: Abertura oral, CB: Cavidad bucal, CC: Cirro caudal, Ci: Citostoma, CS: Cinetias somáticas, cVC: Canal de la vacuola contráctil, Ma: Macronúcleo, Mi: Micronúcleo, O: Región oral, Pn1-2: Peniculus 1-2, Q: Cuadrulus, Sy: Algas simbiotes, Tr: Tricocistos, VA: Vacuola alimenticia, VC: Vacuola contráctil. Barra = 50 μ m.

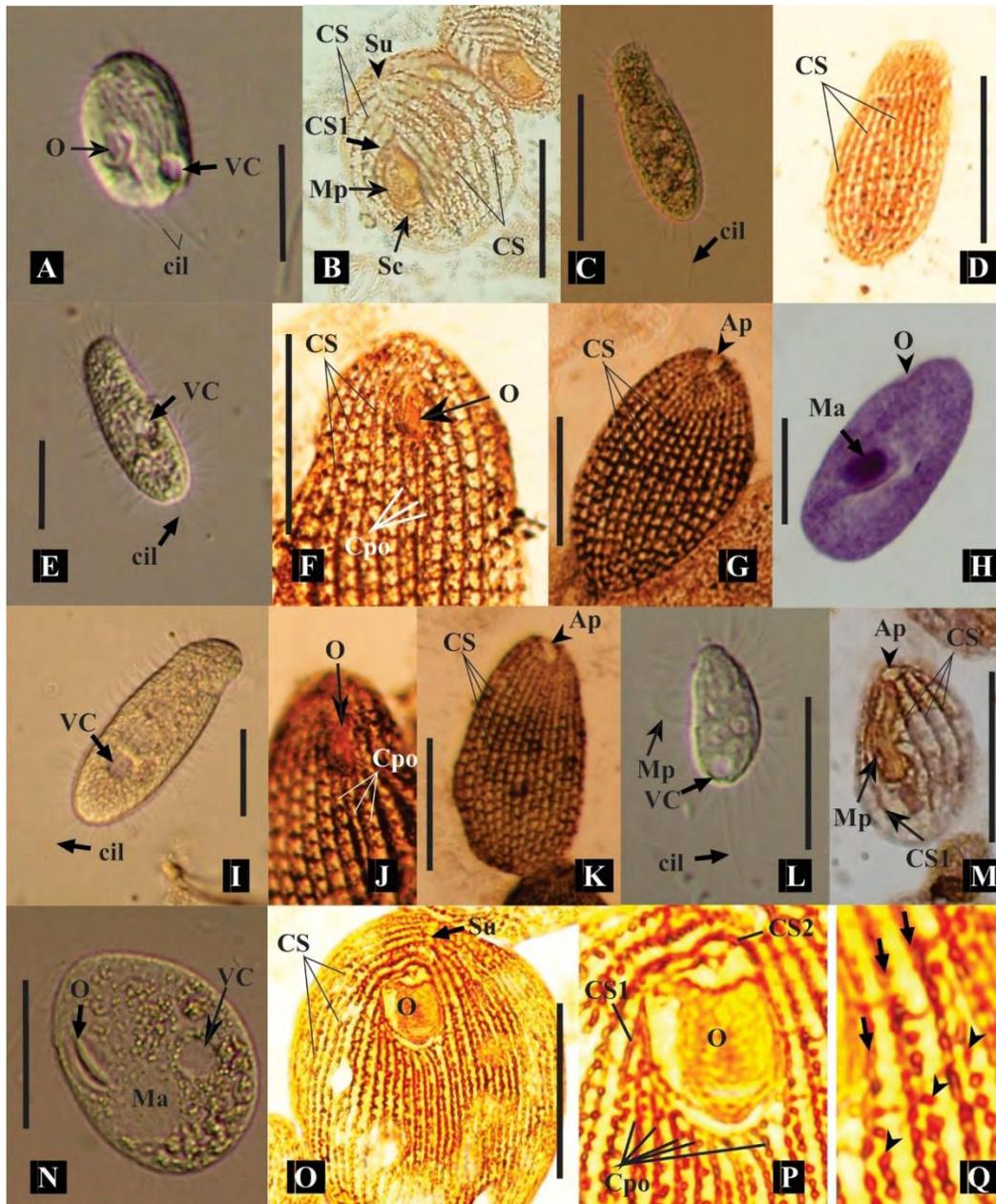


Figura 15. A-B *Cinetochilum margaritaceum*, en vivo (A), NPS (B). A. Forma de un individuo. B. Infraciliatura somática y oral. C-D *Dexiotricha* sp., en vivo (C), NPS (D). C. Forma de un individuo. D. Infraciliatura somática. E-H, *Dexiotricha granulosa*, en vivo (E), NPS (F-G), HH (H). E. Forma de un individuo. F. Región anterior. G. Argiroma dorsal. H. Macronúcleo. I-K *Dexiotricha* cf. *granulosa*, en vivo (I), NPS (J-K). I. Forma de un individuo. J-K. Vista ventral (J) y dorsal (K) del argiroma. L-M *Cyclidium glaucoma*, en vivo (L), NPS (M). M. Forma de un individuo. N. Ciliatura somática y región oral. N-Q *Glaucoma scintillans*, en vivo (N), NPS (O-Q). N. Forma de un individuo. O. Argiroma y ciliatura somática. P. Cinetias postorales. Q. Argiroma, las flechas indican los meridianos primarios y las puntas de flecha los secundarios. Abreviaturas: Ap: Plano apical, cil: Cilio caudal, Cpo: Cinetias postorales, CS: Cinetias somáticas, CS1: Cinetia somática no. 1, CS2: Cinetia somática no. 2, Ma: Macronúcleo, Mp: Membrana paroral, O: Región oral, Sc: Escutica, Su: Sutura, VC: Vacuola contráctil. Barra = 30 µm.

Tabla 2. Datos morfométricos de las especies. P: Promedio, M: Mediana, DE: Desviación estándar, CV: Coeficiente de variación, Min: Valor mínimo, Max: Valor máximo, n: número de individuos.

Especies	Caracter	P	M	DE	CV	Min	Max	n
<i>Loxodes sp.</i>	Longitud del cuerpo	505.1	489.1	77.1	15.8	408.0	657.0	10
	Ancho del cuerpo	157.7	146.0	27.4	18.7	116.8	219.0	10
	No. cinetias somáticas derechas	23.7	24.0	3.1	13.0	20.0	29.0	10
	No. macronúcleos	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. cuerpos de Müller	18.4	19.5	2.8	14.5	13.0	21.0	8
<i>Loxodes striatus</i>	Longitud del cuerpo	242.9	233.7	24.7	10.6	214.3	286.0	13
	Ancho del cuerpo	65.8	65.9	9.3	14.1	49.6	78.1	10
	No. cinetias somáticas derechas	9.9	9.5	1.1	11.6	9.0	12.0	10
	No. macronúcleos	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. cuerpos de Müller	4.8	5.0	0.9	18.4	3.0	6.0	10
<i>Blepharisma sinuosum</i>	Longitud del cuerpo	192.4	180.0	35.8	19.9	144.0	252.0	18
	Ancho del cuerpo	56.0	52.2	18.8	36.0	36.0	86.4	18
	Longitud de la ZAM	88.4	79.2	21.3	26.9	54.0	126.0	16
	No. cinetias somáticas	33.4	32.5	3.6	11.0	28.0	40.0	14
	No. nódulos macronucleares	4.4	4.0	1.1	27.2	2.0	6.0	16
<i>Spirostomum minus</i>	Longitud del cuerpo	861.9	868.5	22.1	2.5	803.0	883.0	12
	No. cinetias somáticas	31.0	30.0	3.5	11.7	26.0	36.0	6
	No. nódulos macronucleares	22.4	23.0	3.3	14.3	18.0	29.0	9
	Longitud de la ZAM	423.2	425.0	11.2	2.6	403.2	438.0	8
<i>Spirostomum teres</i>	Longitud del cuerpo	385.3	394.2	65.3	16.6	277.4	480.0	15
	No. cinetias somáticas	26.6	26.0	2.0	7.5	24.0	30.0	10
	longitud de la ZAM	171.6	166.7	31.4	18.8	138.6	255.8	12
<i>Stentor coeruleus</i>	Longitud del cuerpo	1,218.8	1,215.0	124.4	10.2	1,001.0	1,482.0	17
	No. cinetias somáticas	61.1	59.0	10.4	17.6	48.0	84.0	8
	No. membranelas adorales	160.0	160.0	9.9	6.2	153.0	167.0	2
	No. cinetias orales	22.8	22.5	1.0	4.4	22.0	24.0	6
	No. nódulos macronucleares	17.8	17.0	3.1	18.0	15.0	22.0	6
<i>Stentor roeselii</i>	Longitud del cuerpo	557.9	585.3	191.4	32.7	210.0	842.3	8
	No. cinetias somáticas	48.7	46.0	8.3	18.1	42.0	58.0	3
	No. membranelas adorales	168.7	169.0	3.5	2.1	165.0	172.0	3
	No. cinetias orales	17.0	17.0	1.0	5.9	16.0	18.0	3
<i>Aspidisca lynceus</i>	Longitud del cuerpo	25.4	25.5	1.9	7.6	21.6	28.8	8
	Ancho del cuerpo	21.1	21.6	2.2	10.0	18.0	25.2	8
	No. cirros frontoventrales	7.0	7.0	0.0	0.0	7.0	7.0	8
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	8
<i>Aspidisca sp.</i>	Longitud del cuerpo	24.0	24.5	1.2	4.8	21.6	24.5	6
	No. cirros frontoventrales	7.0	7.0	0.0	0.0	7.0	7.0	6
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	6
<i>Euplotoides aediculatus</i>	Longitud del cuerpo	138.0	138.8	16.0	11.5	108.0	169.2	16
	Ancho del cuerpo	81.2	81.1	11.5	14.2	57.6	100.8	16
	No. cinetias dorsales	7.8	8.0	0.6	7.5	7.0	9.0	11
	No. cinetosomas en la cinetia media dorsal	22.5	23.0	0.8	3.7	21.0	23.0	10
	No. cirros frontoventrales	9.0	9.0	0.0	0.0	9.0	9.0	13
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	13
	No. cirros marginales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	13
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	13
	No. membranelas adorales	44.6	45.0	1.7	3.9	42.0	47.0	11
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	9
<i>Euplotoides eurystomus</i>	Longitud del cuerpo	163.7	175.0	15.7	9.0	136.5	175.0	9
	Ancho del cuerpo	99.1	99.2	4.2	4.2	90.0	103.2	9
	No. cinetias dorsales	8.9	9.0	0.3	3.7	8.0	9.0	9
	No. cinetosomas en la cinetia media dorsal	19.7	19.0	1.7	8.7	17.0	22.0	9
	No. cirros frontoventrales	9.0	9.0	0.0	0.0	9.0	9.0	9
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	9
	No. cirros marginales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	9
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	9
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	9
	No. membranelas adorales	36.5	37.5	2.8	7.5	30.0	39.0	10
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	Longitud del cuerpo	87.4	82.8	16.9	20.4	60.3	118.0	10
	Ancho del cuerpo	53.5	51.2	14.0	27.3	31.2	75.0	10
	No. cinetias dorsales	7.9	8.0	0.3	4.0	7.0	8.0	10
	No. cinetosomas en la cinetia media dorsal	14.1	13.0	1.5	11.3	13.0	16.0	7
	No. cirros frontoventrales	9.0	9.0	0.0	0.0	9.0	9.0	10
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	10
	No. cirros marginales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. membranelas adorales	36.5	37.5	2.8	7.5	30.0	39.0	10

Tabla 2. Continuación

Especies	Caracter	P	M	DE	CV	Min	Max	n
<i>Euplotoides patella</i>	Longitud del cuerpo	159.9	158.4	13.3	8.4	146.0	175.2	6
	Ancho del cuerpo	94.8	88.8	15.4	17.4	79.0	122.4	6
	No. cinetias dorsales	9.0	9.0	0.0	0.0	9.0	9.0	6
	No. cinetosomas en la cinetia media dorsal	14.3	14.5	1.2	8.4	13.0	16.0	6
	No. cirros frontoventrales	9.0	9.0	0.0	0.0	9.0	9.0	6
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	6
	No. cirros marginales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	6
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	6
	No. membranelas adorales	46.5	45.5	4.7	10.2	42.0	53.0	4
<i>Euplotopsis sp.</i>	Longitud del cuerpo	49.8	49.9	4.4	8.8	43.4	57.6	10
	Ancho del cuerpo	29.0	28.2	4.5	16.0	21.7	36.0	10
	No. cinetias dorsales	7.6	8.0	0.5	6.5	7.0	8.0	8
	No. cirros frontoventrales	8.5	9.0	0.8	9.4	7.0	9.0	10
	No. cirros transversales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	10
	No. cirros marginales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
	No. cirros caudales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
<i>Halteria sp.</i>	Longitud del cuerpo	25.8	26.3	5.1	19.5	18.0	35.0	18
	Longitud de las cerdas	1.5	1.5	0.0	0.0	1.5	1.5	14
	No. conjuntos de cerdas	7.0	7.0	0.0	0.0	7.0	7.0	12
<i>Oxytricha sp.</i>	Longitud del cuerpo	101.2	103.4	15.1	14.6	79.2	128.7	15
	Ancho del cuerpo	45.3	41.8	10.0	24.0	30.8	66.0	15
	No. cirros fronto-ventral-transverales	18.0	18.0	0.0	0.0	18.0	18.0	15
	No. cirros marginales izquierdos	25.7	26.0	2.6	10.1	22.0	31.0	15
	No. cirros marginales derechos	25.1	25.0	2.3	9.1	21.0	30.0	15
	No. cinetias dorsales	5.6	6.0	0.5	8.5	5.0	6.0	15
	No. cirros caudales	3.0	3.0	0.0	0.0	3.0	3.0	15
	No. macronúcleos	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	15
	No. micronúcleos	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	15
<i>Brachonella spiralis</i>	Longitud del cuerpo	96.1	90.0	17.8	19.8	64.8	136.8	14
	Ancho del cuerpo	57.5	55.7	7.6	13.6	50.4	72.0	6
	No. total de cinetias somáticas	23.7	24.0	2.1	8.8	20.0	27.0	9
	No. cinetias perizonales	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5
<i>Metopus sp.</i>	Longitud del cuerpo	141.9	136.8	20.5	15.0	116.8	173.8	7
	Ancho del cuerpo	46.5	43.4	12.2	28.2	29.2	65.2	7
<i>Litonotus cygnus</i>	Longitud del cuerpo	161.1	154.3	20.4	13.2	130.3	195.3	12
	No. cinetias somáticas derechas	9.4	9.0	1.5	16.7	7.0	12.0	12
	No. macronúcleos	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	12
<i>Litonotus sp.</i>	Longitud del cuerpo	81.0	82.8	6.5	7.9	71.6	86.8	4
<i>Chilodonella uncinata</i>	Longitud del cuerpo	42.5	41.4	3.3	8.0	39.6	46.8	10
	Ancho del cuerpo	25.6	25.2	1.1	4.5	25.2	28.8	10
	No. cinetias somáticas derechas	5.0	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0	10
	No. cinetias somáticas izquierdas	5.8	6.0	0.4	7.0	5.0	6.0	10
<i>Obertruria aurea</i>	Largo del cuerpo	221.6	221.4	23.0	10.4	180.0	262.8	18
	Ancho del cuerpo	147.6	144.0	23.8	16.5	115.2	198.0	17
	No. cinetias somáticas	115.6	118.0	8.3	7.1	100.0	128.0	11
	No. organelos hipostomiales en el Syn I	17.3	17.0	1.5	8.8	16.0	19.0	4
	No. organelos hipostomiales en el Syn II	22.0	22.0	1.8	8.3	20.0	24.0	4
<i>Microthorax pusillus</i>	Longitud del cuerpo	34.3	35.0	3.1	8.9	28.0	39.6	15
	Ancho del cuerpo	19.8	21.0	1.7	8.1	17.5	21.0	15
	No. cinetias somáticas	7.0	7.0	0.0	0.0	7.0	7.0	12
	No. cuerpos basales en la cinetia 1	2.9	3.0	0.4	12.6	2.0	3.0	7
	No. cuerpos basales en la cinetia 2	12.7	13.0	0.5	4.0	12.0	13.0	6
	No. cuerpos basales en la cinetia 3	35.6	35.5	0.7	2.1	35.0	37.0	8
	No. cuerpos basales en la cinetia 4	19.4	19.0	1.0	5.1	18.0	21.0	7
<i>Colpoda ecaudata</i>	Longitud del cuerpo	35.6	36.0	2.7	7.4	32.4	39.6	10
	Ancho del cuerpo	22.0	21.6	2.7	12.3	18.0	25.2	10
	No. cinetias somáticas derechas	4.6	5.0	0.5	10.3	4.0	5.0	10
	No. cinetias somáticas izquierdas	8.5	8.5	1.3	14.9	7.0	10.0	10
	No. dicinetidas en una cinetia derecha	14.0	14.0	1.6	11.7	12.0	17.0	10
	No. cinetias postorales	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	10
<i>Coleps hirtus</i>	Longitud del cuerpo	46.0	43.2	5.6	13.0	36.0	54.8	23
	Ancho del cuerpo	32.0	32.4	4.7	14.6	21.6	36.0	16
	No. espinas posteriores	3.8	4.0	0.4	10.5	3.0	4.0	23
	No. de placas	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	4.0	23
	No. filas en la PPA	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	4.0	23
	No. filas en la PSA	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	23
	No. filas en la PPP	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	4.0	23
	No. filas en la PSP	2.0	2.0	0.0	0.0	2.0	2.0	23

Tabla 2. Continuación

Especies	Caracter	P	M	DE	CV	Min	Max	n
<i>Plagiopyla nasuta</i>	Longitud del cuerpo	115.2	108.0	23.0	21.3	97.2	147.6	4
	Ancho del cuerpo	75.6	73.8	10.6	14.4	64.8	90.0	4
	No. cinetias somáticas	81.8	81.5	1.7	2.1	80.0	84.0	4
<i>Frontonia leucas</i>	Longitud del cuerpo	291.1	278.2	38.5	13.9	260.8	365.0	7
	Ancho del cuerpo	108.3	113.0	20.9	18.5	86.9	146.0	7
	No. cinetias somáticas	118.7	118.0	5.4	4.6	111.0	126.0	7
<i>Lembadion lucens</i>	Longitud del cuerpo	64.4	64.8	2.8	4.3	61.2	68.4	9
	Ancho del cuerpo	41.6	39.6	2.6	6.6	39.6	46.8	9
	No. cinetias somáticas	16.2	16.0	1.2	7.5	15.0	18.0	9
<i>Paramecium bursaira</i>	Longitud del cuerpo	98.0	95.3	12.0	12.6	82.8	126.0	10
	Ancho del cuerpo	41.7	39.6	8.0	20.3	36.0	60.8	10
	No. cinetias somáticas	108.6	102.0	11.4	11.2	98.0	126.0	7
<i>Paramecium caudatum</i>	Longitud del cuerpo	234.7	227.5	27.2	12.0	196.0	288.0	19
	Ancho del cuerpo	58.4	58.4	2.3	4.0	56.7	60.0	2
	No. cinetias somáticas	79.3	80.0	4.9	6.1	70.0	86.0	11
	No. micronúcleos	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	11
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	Longitud del cuerpo	183.7	180.3	30.5	16.9	143.3	228.2	11
	Ancho del cuerpo	58.2	57.2	10.8	18.9	46.8	78.0	11
	No. cinetias somáticas	88.2	86.0	14.8	17.2	64.0	108.0	9
	No. micronúcleos	4.0	4.0	0.0	0.0	4.0	4.0	8
	No. vacuolas contráctiles	2.8	3.0	0.5	15.1	2.0	3.0	12
<i>Paramecium sp.</i>	Longitud del cuerpo	114.7	115.2	12.0	10.5	90.0	129.6	8
	Ancho del cuerpo	35.6	36.0	5.9	16.4	25.2	46.8	8
<i>Urocentrum turbo</i>	Longitud del cuerpo	58.8	57.6	6.3	10.9	50.4	72.0	19
	No. cinetias en el cinturón anterior	48.4	49.0	2.1	4.2	45.0	50.0	5
	No. cinetias en el surco ecuatorial	120.2	125.0	8.5	6.8	110.0	128.0	5
	No. cinetias en el cinturón posterior	10.4	10.0	1.3	12.7	9.0	12.0	7
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	Longitud del cuerpo	28.4	28.2	3.2	11.2	23.8	34.5	16
	Ancho del cuerpo	21.2	20.5	4.4	21.6	16.2	28.5	12
	No. cinetias somáticas	21.0	21.0	1.0	4.8	19.0	22.0	15
<i>Dexiotricha granulosa</i>	Longitud del cuerpo	40.6	39.6	4.3	10.9	36.0	46.8	13
	Ancho del cuerpo	18.0	18.0	0.0	0.0	18.0	18.0	13
	No. cinetias somáticas	33.6	35.0	2.8	8.0	30.0	37.0	13
<i>Dexiotricha cf. granulosa</i>	Longitud del cuerpo	52.1	52.5	7.7	14.6	42.0	64.8	16
	Ancho del cuerpo	19.8	19.8	1.9	9.4	18.0	21.6	14
	No. cinetias somáticas	28.5	28.0	1.6	5.8	26.0	30.0	11
<i>Dexiotricha sp.</i>	Longitud del cuerpo	48.9	47.8	5.7	11.9	41.3	57.6	10
	Ancho del cuerpo	16.0	15.8	1.7	10.5	14.4	18.4	10
	No. cinetias somáticas	22.1	22.0	1.6	7.3	20.0	24.0	10
<i>Cyclidium glaucoma</i>	Longitud del cuerpo	25.7	25.2	3.8	15.0	21.6	36.0	15
	Ancho del cuerpo	11.6	10.8	1.6	14.7	10.8	14.4	9
	No. cinetias somáticas	10.1	10.0	0.6	6.0	9.0	11.0	9
	Longitud de la membrana paroral	9.3	9.0	0.7	7.3	9.0	10.5	9
<i>Glaucoma scintillaans</i>	Longitud del cuerpo	47.1	46.7	6.0	12.9	40.2	57.6	13
	Ancho del cuerpo	33.7	30.4	7.0	23.1	26.0	46.8	13
	No. cinetias somáticas	31.4	31.0	1.4	4.7	30.0	34.0	13
	No. cinetias postorales	8.3	9.0	0.9	9.5	7.0	9.0	13

Medidas en μm . Syn I-II: Hilera de organelos hipostomiales I y II, PPA: Placa principal anterior, PSA: Placa secundaria anterior, PPP: Placa principal posterior, PSP: Placa secundaria posterior.

Consideraciones Taxonómicas

Las características citológicas de las especies identificadas fueron cotejadas con los datos previamente señalados en la literatura.

Loxodes striatus difiere de otras especies por tener dos macronúcleos separados (Fig.5D, E), *L. vorax* y *L. rostrum* tienen dos macronúcleos en la región media del cuerpo, mientras que *Loxodes striatus orientalis*, *L. magnus*, *L. kahli* y *L. rex* presentan más de dos macronúcleos. *Loxodes* sp. fue muy similar a *L. magnus*, sin embargo, *L. magnus* posee de 9-13 macronúcleos en comparación con *Loxodes* sp. que presentó dos macronúcleos (Fig. 5H, J).

Blepharisma sinuosum cuyo sinónimo es *Blepharisma americanum* (Fernandes *et al.*, 2013), se caracteriza principalmente por presentar tallas más grandes y un mayor número de cinetias somáticas en comparación con *B. percisinum*, *B. muscorum*, *B. wardsi*, *B. gieseii* y *B. dawsoni*, sin embargo, el carácter que la diferencia de estas especies es la longitud de la membrana paroral (50% vs. 33% o menos).

Spirostomum minus difiere de *Spirostomum ambiguum*, por la longitud de la zona adoral de membranelas (50% vs 75 % respectivamente) (Fig. 6J) y por la longitud de 1 mm en *S. ambiguum* y 800 μm en *S. minus*. *Spirostomum teres* difiere de otras especies del género principalmente por la presencia de un macronúcleo elipsoidal en la región media del cuerpo (Fig. 6N, O), y difiere de *S. caudatum* por carecer de una cola en la región posterior.

Stentor coeruleus tiene tallas mayores a 1 mm y se caracteriza por la presencia de gránulos corticales de color verde-azul y un macronúcleo moniliforme (Fig. 7A, D, E). Por su talla, el macronúcleo y la forma del campo peristomático es similar a *S. polymorphus*, pero difiere por la presencia de algas simbiotas que le proporcionan la coloración verde. *Stentor roeselii* difiere de otras especies por la ausencia de color en los gránulos corticales, la forma del campo peristomático (Fig. 7F, G) y un macronúcleo vermiforme (Fig. 7I).

Aspidisca lynceus presentó un patrón de cirros frontoventrales de tipo *lynceus* al igual que *A. cicada*, *A. herbicola* y *A. turrita*, pero *Aspidisca lynceus* difiere de estas especies por la ausencia de costillas en la superficie dorsal.

Euplotoides aediculatus es muy similar a *E. eurystomus*, siendo la zona adoral de membranelas (recta vs sigmoide) y el macronúcleo (forma de 3 vs forma de 3 inconspicuo) los caracteres que

distinguen a estas especies (Fig. 8A, D, E, H). *Euplotoides amieti* es muy similar a *E. eurystomus* y *E. aediculatus*, pero difieren de *E. amieti* por tener un menor número de cinetias dorsales (12-15 vs 8-12). *Euplotoides patella* difiere de *Euplotoides octocarinatus* en tallas (146-175 μm vs 60-118 μm).

Brachonella spiralis se distingue de *B. darwini* por la terminación de la región posterior (truncada vs puntiaguda en forma de cola), de *B. mitriformis* por tener menos cinetias somáticas (25 vs 35) y de las especies restantes por poseer un mayor número de cinetias somáticas (25 vs < 15) (Fig. 10D-H) (Jankowski, 1964; Alekperov, 2005).

Litonotus cygnus puede ser confundido con *L. paracygnus* ya que poseen características muy similares, sin embargo *L. paracygnus* posee 1-4 vacuolas contráctiles y sólo ha sido registrado en ambientes marinos (Kim & Min, 2009), mientras que *L. cygnus* tiene una sola vacuola contráctil (Fig. 11C) y ha sido registrado tanto en ambientes dulceacuícolas como marinos (Foissner *et al.*, 1994).

Chilodonella uncinata es muy similar a *C. parauncinata* en el número de cinetias somáticas, pero difiere por presentar una talla menor (39-46 μm vs 60 μm), por presentar menor número de cinetosomas en las cinetias y la posición posterior de las cinetias izquierdas (subposterior vs posterior).

Colpoda ecaudata es muy similar a *Emarginatophrya aspera* [anteriormente *Colpoda aspera* Foissner, 2016], pero son diferenciadas por la forma y disposición de la estructura oral y el número de cuerpos basales en las cinetias somáticas derechas, *C. ecaudata* 12-17 vs *E. aspera* 9-13, (Fig. 12A-E).

Obertrumia aurea puede ser distinguida fácilmente de las cuatro especies restantes por su tamaño mayor y el número de cinetias somáticas (180-262 μm y 100-128 cinetias).

Microthorax pusillus es muy similar a *M. transversus*, pero difiere de éste por presentar un menor número de cuerpos basales en la cinetia 3 (35-37 vs 39-54) (Fig. 12O). *Microthorax pusillus* difiere de *M. australis* por un mayor número de cuerpos basales en las cinetias 2 y 3. Las tallas de la población estudiada resultaron coincidir con las de *M. leptopharyngiformis* y *M. simplex*, sin embargo, se consideró el número de cuerpos basales de las cinetias somáticas.

Los géneros de la familia Colepidae difieren por la forma de las ventanas y la presencia de espinas posteriores en la armadura, *Coleps hirtus* presentó ventanas de tipo doble (Fig. 13D) y posee cuatro hileras de ventanas tanto en la placa principal anterior como en la posterior y se distingue de *C. spetai* y *C. elongatus* por un número desigual en ambas placas (4:4 vs 5:4).

Plagiopyla nasuta difiere de *Plagiopyla frontata* por un mayor número de cinetias somáticas y *P. nasuta* es la única especie del género que ha sido documentada en ambientes dulceacuícolas a diferencia de las demás que son marinas y endosimbiontes de erizos.

Frontonia leucas y *F. microstoma* presentan tallas y un número de cinetias similares y difieren en la amplitud y longitud del aparato oral (conspicuo en *F. microstoma* y pequeño en *F. leucas*); *Frontonia leucas* se distingue por presentar canales colectores largos en la vacuola contráctil.

Lembadion lucens es más pequeño (50-70 μm) y posee un menor número de cinetias somáticas (30-35) en comparación con *L. bullinum* y *L. magnum*, las dos especies con las que comparte algunos caracteres.

El género *Paramecium* comprende alrededor de 18 especies las cuales pueden ser distinguidas por la forma y número de micronúcleos y la vacuola contráctil. *Paramecium bursaria* que posee endosimbiontes fotosintéticos (Fig. 14A, B) se diferencia de *P. chlorelligerum*, que también presenta algas simbiotes, por la presencia de cilios caudales cortos casi indistinguibles y el número de cinetias somáticas (98-126 en *P. bursaria* y 79-115 en *P. chlorelligerum*). *Paramecium caudatum* posee un micronúcleo esférico adyacente al macronúcleo (Fig. 14G), caracter que lo diferencia de *Paramecium schewiakoffi*. *Paramecium multimicronucleatum* tiene la misma forma que *Paramecium caudatum*, pero difieren en el número de micronúcleos adyacentes al macronúcleo (Fig. 14J) y de vacuolas contráctiles (Fig. 14E, I).

El género *Urocentrum* es monoespecífico, y en *Urocentrum turbo* la ciliatura somática se divide en tres regiones: un cinturón anterior, un cinturón ecuatorial y un cinturón posterior; la región posterior comprende un conjunto de cilios caudales (Fig. 14N).

Cinetochilum margaritaceum difiere de otras especies por la disposición de la infraciliatura, principalmente por la ausencia de kinetrofragmentos, un solo macronúcleo, el número de cinetias somáticas y la disposición de la escutica (Fig. 15B).

Dexiotricha granulosa difiere de *Dexiotricha colpidiopsis* por un mayor número de cinetias somáticas (30-37 vs 24-28) y la posición de la vacuola contráctil (media vs subcaudal). *Dexiotricha* cf. *granulosa* fue similar a una población aislada en China, la cual se distingue de *D. granulosa* por el número de cinetias y la disposición de la vacuola contráctil (26-30 vs 30-38 y subcaudal vs media).

Las especies del género *Cyclidium* se diferencian principalmente por la estructura de la infraciliatura bucal (Guggiari & Peck, 2008); el número de cinetias somáticas y el tamaño de la membrana paroral diferencian a *Cyclidium glaucoma* (Fig. 15L-M) de *C. citrullus*.

Glaucoma scintillans y *Glaucoma reniformis* son muy similares, pero difieren por el tipo de argiroma, en *G. reniformis* consiste de meridianos simples y en *G. scintillans* de meridianos dobles (Fig. 15Q), además la cinetia número 2 rodea la región oral en *G. scintillans* a diferencia de *G. reniformis*.

Riqueza de Especies

Regiones y Provincias

La mayor riqueza de especies se obtuvo en la Zona de Transición Mexicana (37 especies) comparada con la Región Neotropical (25 especies).

La provincia biogeográfica con el mayor número de especies fue la Sierra Madre del Sur (29 especies), seguida de la Faja Volcánica Transmexicana (27 especies) y Chiapas (25 especies).

Cuerpos de Agua

El cuerpo de agua con el mayor número de taxa fue el lago Analco con 23 especies, seguido por el lago Tzisco con 20, el lago Ocotál con 19, el manantial Tiacaque y la presa La Azucena con 18 especies cada uno, y el lago Montebello con 14 especies (Tabla 3, Fig. 16). La riqueza específica entre los seis cuerpos de agua mostró diferencias significativas ($H= 30.934$, $p<0.05$).

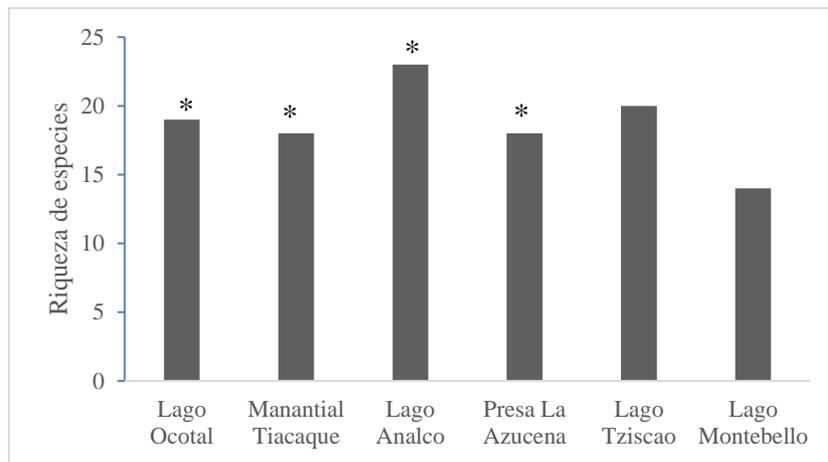


Figura 16. Riqueza total de especies en cada cuerpo de agua. Asteriscos muestran que fueron significativamente diferentes.

Los estimadores de riqueza fueron similares a la riqueza de especies observada, sin embargo, en el lago Montebello, dichos índices arrojaron un valor más alto (Tabla 4).

En el anexo 3 se muestra la composición de las especies por temporada en cada cuerpo de agua.

Tabla 3. Composición de la riqueza de especies en cada cuerpo de agua durante cada recolecta.

Provincia biogeográfica	FVT								SMS								Ch							
Estado	Edo. Méx								Oaxaca								Chiapas							
Cuerpo de agua	Ocotal				Tiacaque				Analco				Azucena				Tziscoa		Montebello					
Especies/Recolecta	Noviembre 15	Abril 15	Enero 16	Marzo 16	Noviembre 15	Abril 15	Enero 16	Marzo 16	Agosto 14	Febrero 15	Agosto 15	Febrero 16	Agosto 14	Febrero 15	Agosto 15	Febrero 16	Septiembre 14	Enero 15	Junio 15	Octubre 15	Septiembre 14	Enero 15	Junio 15	Octubre 15
<i>Loxodes striatus</i>	X	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-
<i>Loxodes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	-
<i>Blepharisma sinuosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Spirostomum minus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-
<i>Spirostomum teres</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	X
<i>Stentor coeruleus</i>	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-
<i>Stentor roeselii</i>	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Stentor</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidisca lynceus</i>	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidisca</i> sp.	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	-	X	X	-	X	X
<i>Euplotoides aediculatus</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X
<i>Euplotoides eurytomus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	X
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euplotoides patella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Euplotopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halteria</i> sp.	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-
<i>Oxytricha</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Caenomorpha</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brachionella spiralis</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-
<i>Metopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lacrymaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Litonotus cygnus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Litonotus</i> sp.	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chilodonella uncinata</i>	-	X	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Colpoda ecaudata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Obertrumia aurea</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microthorax pusillus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coleps hirtus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X
<i>Plagiopyla nasuta</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Frontonia leucas</i>	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lembadion lucens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-
<i>Paramecium bursaria</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paramecium caudatum</i>	X	-	X	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X	X	X	-	-	-
<i>P. multimicronucleatum</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paramecium</i> sp.	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Urocentrum turbo</i>	X	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	X	-	X	-
<i>C. margaritaceum</i>	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Dexiotricha granulosa</i>	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclidium glaucoma</i>	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Glaucoma scintillans</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza por recolecta	13	9	11	11	6	13	15	11	13	16	9	11	11	11	12	10	16	8	13	8	8	0	10	6
Riqueza de especies (S)	19				18				23				18				20				14			

FVT: Faja Volcánica Transmexicana, SMS: Sierra Madre del Sur, Ch: Chiapas. *P.* *Paramecium*, *C.* *Cinetochilum*.

Tabla 4. Riqueza de especies calculada en cada cuerpo de agua utilizando cinco estimadores de riqueza de especies.

	Ocotal	Tiacaque	Analco	Azucena	Tzisco	Montebello
Riqueza observada	19	18	23	18	20	14
Chao 2	19.23	19.43	23.12	18.19	20.41	16.40
Jackknife 1	20.82	20.87	24.92	19.92	22.90	18.80
Jackknife 2	20.16	22.75	20.54	18.22	20.29	20.76
Bootstrap	20.24	19.35	24.78	19.35	22.06	16.31

Lago Ocotal

Las pruebas de ANOVA y LSD mostraron que la riqueza de especies fue significativamente diferente en noviembre 2014 ($F=4.03$, $p<0.05$) cuando se presentó el mayor número de especies (13 especies), seguida de marzo, enero 2016 y abril 2015 (Fig. 17A). *Spirostomum teres*, *Frontonia leucas*, *Coleps hirtus* y *Cyclidium glaucoma* fueron registrados en las cuatro recolectas, y sólo *Stentor roeselii*, *Chilodonella uncinata*, *Obertrumia aurea*, *Paramecium bursaria* y *Paramecium* sp. fueron registrados en una sola recolecta (Tabla 3). Todos los muestreos correspondieron a la estación seca.

Manantial Tiacaque

Con la prueba de ANOVA, la riqueza de especies no mostró diferencias significativas ($F= 0.96$; $p>0.05$) durante las cuatro recolectas. La mayor riqueza de especies se registró en enero 2016 (15 especies), seguida por abril 2015 y marzo 2016 (13 y 11), mientras que noviembre 2014 sólo se registraron seis especies (Fig. 17B). Las especies que se presentaron en las cuatro recolectas fueron *Spirostomum teres*, *Halteria* sp., *Litonotus cygnus* y *Coleps hirtus*, mientras que *Stentor coeruleus*, *Euplotoides aediculatus*, *Paramecium caudatum* y *Urocentrum turbo* sólo se registraron en una sola recolecta (Tabla 3). Todos los muestreos correspondieron a una estación seca.

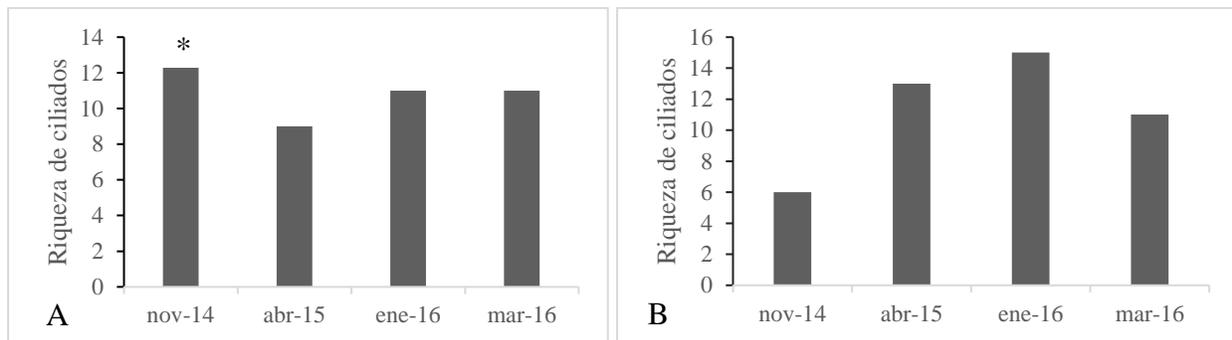


Figura 17. Riqueza total de especies durante cada recolecta. **A.** Lago Ocotal. **B.** Manantial Tiacaque. * indica que muestra fue significativamente diferente.

Lago Analco

Las pruebas de ANOVA y de U MannWithney mostraron que la riqueza de especies no fue significativamente diferente entre las cuatro recolectas realizadas y entre ambas temporadas climáticas ($F=2.65$, $p>0.05$ y $U:88.5$, $p>0.05$). De las 23 especies registradas *Coleps hirtus* y *Paramecium caudatum*, estuvieron presentes en las cuatro recolectas, mientras que *Blepharisma sinuosum*, *Aspidisca lynceus*, *Caenomorpha* sp., *Lacrymaria* sp. y *Litonotus* sp. estuvieron presentes en una sola recolecta. El mayor número de especies se registró en febrero 2015 (correspondiente a la temporada seca) con un total de 16 especies (Fig. 18A). En la temporada lluviosa se registraron menos especies (15 especies) que en la temporada seca (20 especies).

Presa La Azucena

Las pruebas de ANOVA y U MannWithney mostraron que la riqueza de especies no fue significativamente diferente entre las cuatro recolectas realizadas y entre ambas temporadas climáticas ($F=1.17$, $p>0.05$ y $U=67.0$, $p>0.05$). La riqueza de especies osciló entre 10 y 12 especies durante las cuatro recolectas (Fig. 18B), de estas especies *Chilodonella uncinata* se registró en febrero 2015, *Spirostomum minus* en agosto 2015 y *Cinetochilum margaritaceum* en febrero 2016. Cuatro especies fueron registradas en las cuatro recolectas *Loxodes striatus*, *Spirostomum teres*, *Aspidisca* sp. y *Coleps hirtus*. En las dos temporadas, lluviosa y seca, se registró un número similar de especies, 14 y 15 especies respectivamente.

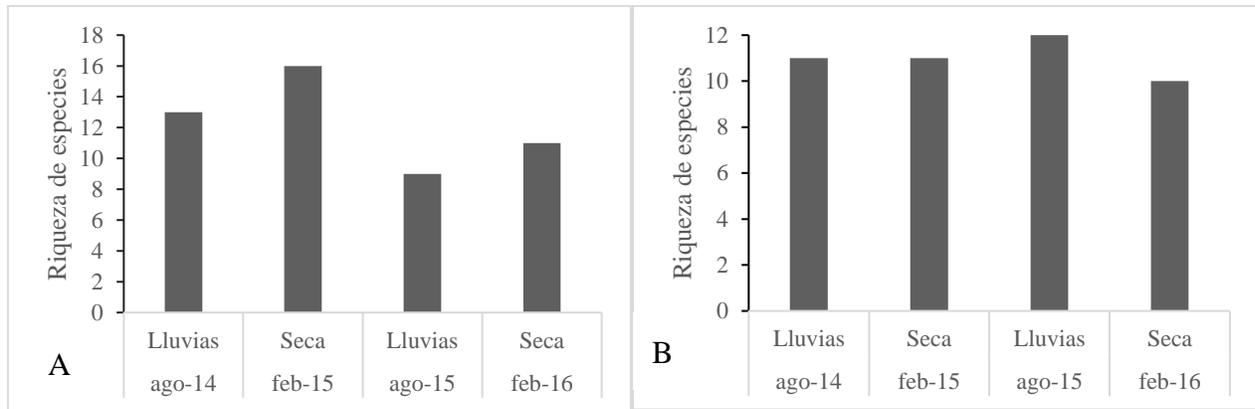


Figura 18. Riqueza total de especies durante cada recolecta. **A.** Lago Analco. **B.** Presa La Azucena.

Lago Tziscaco

Las pruebas de Kruskal Wallis y U MannWithney mostraron que la riqueza de especies no fue significativamente diferente entre las cuatro recolectas realizadas y entre ambas temporadas climáticas ($H=7.62$, $p>0.05$ y $U=84.0$, $p>0.05$). En septiembre 2014 y junio 2015 (temporada lluviosa) se registró el mayor número de especies (16 y 13 especies), mientras que en enero y octubre (temporada seca) 2015 solo se observaron ocho especies en cada mes (Fig. 19A). *Loxodes striatus* y *Euplotoides eurystomus* estuvieron presentes en las cuatro recolectas, y solo *Caenomorpha* sp., *Colpoda ecaudata*, *Plagiopyla nasuta* y *Lembadion lucens* se registraron en una sola recolecta. En la temporada de lluvias se registró el mayor número de especies (18 especies).

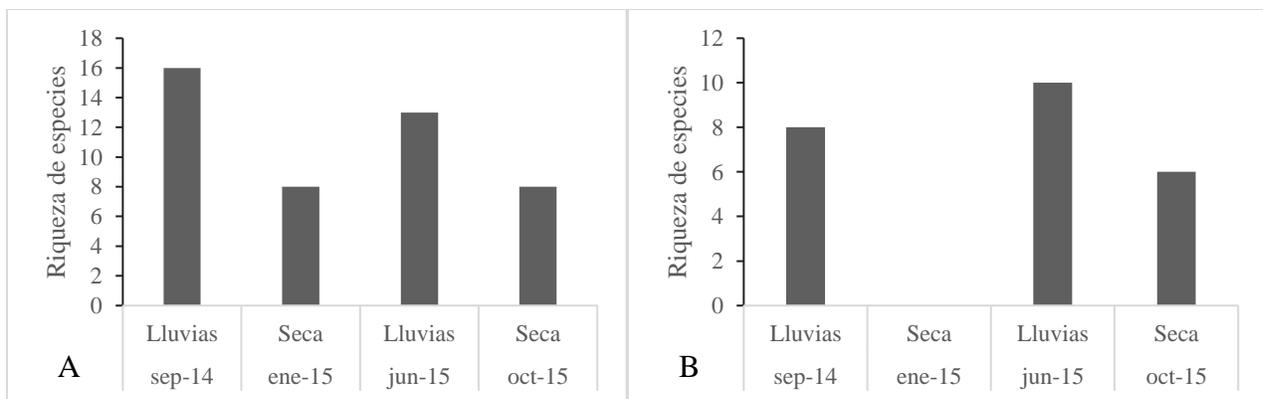


Figura 19. Riqueza total de especies por recolecta. **A.** Lago Tziscaco. **B.** Lago Montebello

Lago Montebello

Las pruebas de Kruskal Wallis y U MannWithney mostraron que la riqueza de especies no fue significativamente diferente entre las cuatro recolectas realizadas y entre ambas temporadas

climáticas ($H=75.52$, $p>0.05$ y $U=53.0$, $p>0.05$). En junio 2015 (correspondiente a una temporada lluviosa) se registró el mayor número de especies (10), mientras que en enero 2015 (temporada seca) no se observó ninguna especie (Fig. 19B). Seis de las 14 especies registradas estuvieron presentes en al menos una recolecta (*Stentor coeruleus*, *Euplotoides eurystomus*, *Euplotoides patella*, *Oxytricha* sp., *Cinetochilum margaritaceum* y *Paramecium caudatum*) y ninguna especie fue observada en las cuatro recolectas. En la temporada de lluvias se registró un mayor número de especies con respecto a la temporada seca (12 vs 6 especies).

Similitud de la Riqueza

Regiones y Provincias

La Zona de Transición Mexicana fue similar a la Región Neotropical con un 47% de las especies (índice de Jaccard = 0.47), correspondiendo a 20 especies compartidas.

La similitud de las comunidades de ciliados entre las tres provincias biogeográficas fue de 15 especies (35%). Entre la Faja Volcánica Transmexicana y la Sierra Madre del Sur se obtuvo un valor de 51%, entre la Sierra Madre del Sur y Chiapas del 58%, y entre Chiapas y la Faja Volcánica Transmexicana de 40% (Fig. 20).

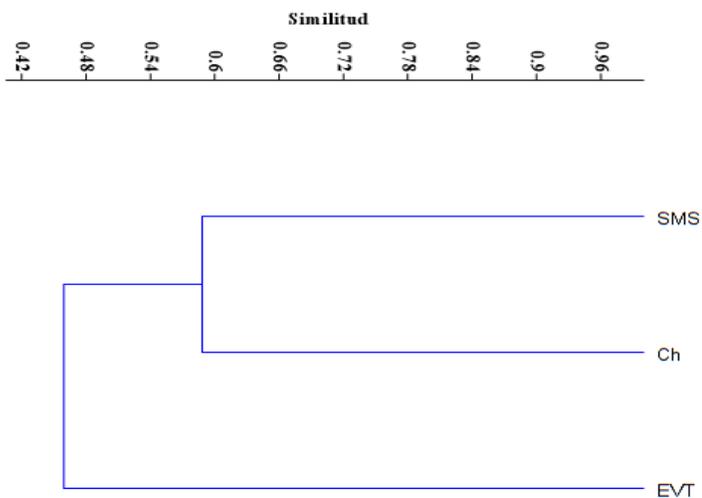


Figura 20. Dendrograma del índice de similitud de Jaccard de las especies de ciliados entre las tres provincias biogeográficas. FVT: Faja Volcánica Transmexicana, SMS: Sierra Madre del Sur, Ch: Chiapas.

Cuerpos de Agua

El valor del índice de similitud de Jaccard entre las comunidades de ciliados de los lagos Analco y Ocotál fue de 50%, y para la presa La Azucena y lago Montebello fue de 60% (Tabla 5). El dendrograma mostró dos grupos: el primero se conformó por los lagos Ocotál y Analco, mientras que el segundo grupo incluyó los cuatro cuerpos de agua restantes (Fig. 21).

Tabla 5. Similitud de la riqueza de especies en los seis cuerpos de agua.

	Ocotál	Tiacaque	Analco	Azucena	Tziscáo	Montebello
Ocotál	-	10	14	12	10	8
Tiacaque	0.37	-	10	12	10	9
Analco	0.50	0.32	-	12	13	8
Azucena	0.48	0.50	0.41	-	14	12
Tziscáo	0.34	0.35	0.43	0.58	-	9
Montebello	0.32	0.39	0.27	0.60	0.36	-

Valores arriba del guion muestran el número de especies compartidas, y los valores por debajo el valor del índice de similitud de Jaccard.

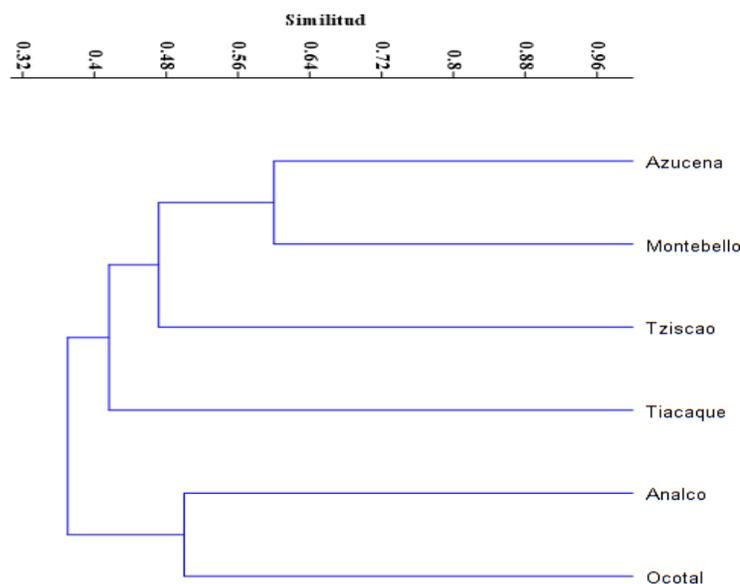


Figura 21. Dendrograma del índice de similitud de Jaccard de la riqueza de especies entre los seis cuerpos de agua.

De las 42 especies determinadas, 17 especies estuvieron presentes solamente en uno de los cuerpos de agua (*Loxodes* sp., *Stentor* sp., *Euplotoides patella*, *Euplotopsis* sp., *Oxytricha* sp., *Metopus* sp., *Lacrymaria* sp., *Litonotus cygnus*, *Colpoda ecaudata*, *Obertrumia aurea*, *Microthorax pusillus*, *Frontonia leucas*, *Paramecium multimicronucleatum*, *Dexiotricha granulosa*, *Dexiotricha* cf. *granulosa*, *Dexiotricha* sp. y *Glaucoma scintillans*). Por el contrario, *Spirostomum teres*, *Stentor coeruleus*, *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum* y *Urocentrum turbo* se observaron en los seis cuerpos de agua (Tabla 3).

Factores Físico-químicos y Ciliados

Los datos obtenidos por el disco de Secchi, así como el índice del estado trófico TSI(SD) de Carlson (1977) aparentan clasificar a los lagos Ocotál y Tiacaque como hipertróficos, a los lagos Analco y La Azucena como eutróficos y a los lagos Tziscaco y Montebello como oligotróficos (Tabla 6, Anexo 4).

Tabla 6. Características de los seis cuerpos de agua.

	Lago Ocotál	Manantial Tiacaque	Lago Analco	Presa La Azucena	Lago Tziscáo	Lago Montebello
Prov. Bio.	FVT	FVT	SMS	SMS	Ch	Ch
Estado	Edo. México	Edo. México	Oaxaca	Oaxaca	Chiapas	Chiapas
Altitud msnm	2700	2500	2300	1600	1500	1500
Tipo	Artificial	Natural	Natural	Artificial	Natural	Natural
Origen geológico	NA	Tectónico- volcánico ²	-	NA	Kárstico ¹	Karstico ¹
Z _{max} (m)	~ 3	4.5 ²	~ 3	~9	86 ¹	45 ¹
Transparencia (m)	0.2±0.1(3)	0.6±0.3(4)	1±0.2(3)	2.1±0.7(3)	6.6±1.5(3)	5.1±1.9(3)
Temperatura del agua (°C)	19±2.81 (17)	19.9±2.33 (24)	20.47±4.18 (27)	21.74±2.63 (26)	22.08±1.59 (30)	24.11±3.14 (26)
Oxígeno disuelto (mg/L)	7.2±2.08 (17)	8.94±2.9 (24)	6.66±2.46 (27)	7.56±1.16 (26)	9.95±1.81 (21)	9.42±1.35 (26)
pH	5.58±1.15 (17)	6.27±0.92 (24)	6.47±1.46 (19)	6.67±1.02 (26)	8.13±0.96 (30)	8.15±1.06 (26)
Conductividad (µS/cm)	-	-	-	-	227.55±10 (27)	181.17±27.66 (23)
Estado trófico TSI(SD) *	83.2	66.2	60	49.2	32.7	36.4
Categoría trófica	Hipertrófico	Hipertrófico	Eutrófico	Eutrófico	Ultraoligotrófico ¹	Ultraoligotrófico ¹

* Calculado de a la penetración de la luz usando el disco de Secchi y Carlson, 1977 (ANEXO 1). ¹ Tomado de Alcocer *et al.*, 2016 y Vera-Franco *et al.*, 2015. ² Tomado de Nicasio-Ramírez, 2001. Los valores entre paréntesis indican el número de mediciones. Z_{max}: Profundidad máxima, FVT: Provincia del Faja Volcánica Transmexicana, SMS: Provincia de la Sierra Madre del Sur, Ch: Provincia de Chiapas, NA: No aplica.

Lago Ocotál

Zona litoral (Fig. 22)

La temperatura del agua fue más alta en marzo 2016 en la estación 1 (24.8 °C) donde solamente se observó *Paramecium* sp. en los muestreos de abril 2015 y enero 2016 y la riqueza de especies y la temperatura del agua se incrementaron. El valor de pH fue más alto en abril 2015 (7.5) a diferencia de los demás muestreos, en los que osciló entre 5-6, pero la riqueza de especies no se vio afectada por este cambio. El oxígeno disuelto osciló entre 4.7-11.3 mg/L, aparentemente pudo tener un efecto sobre la riqueza de especies. La mayor riqueza de ciliados se registró en noviembre 2014 (11 especies).

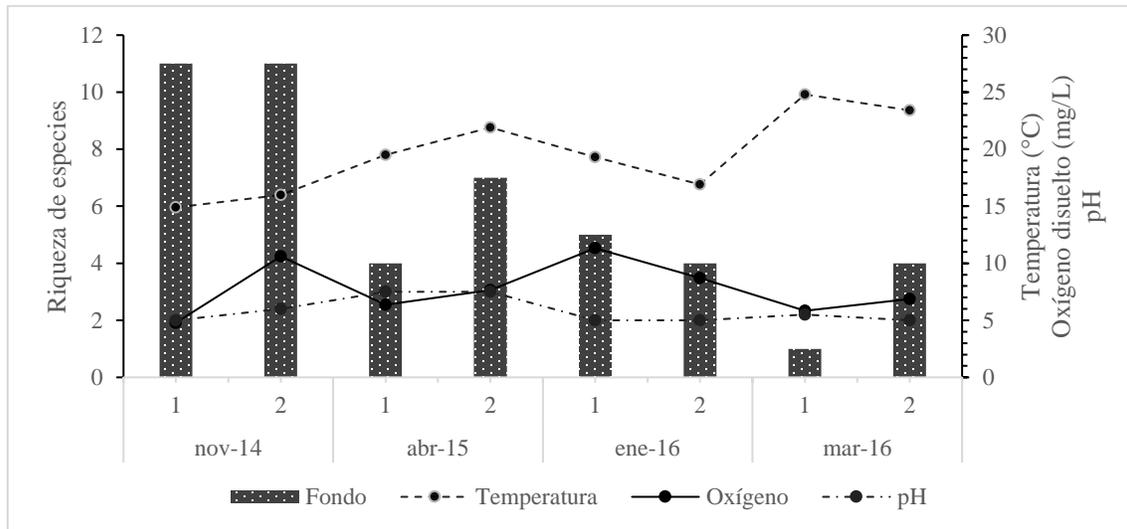


Figura 22. Número de especies de ciliados y factores físico-químicos en la zona litoral del lago Ocotlal por estación de muestreo y recolecta. Los números en la abscisa corresponden a las estaciones de muestreo.

Zona limnética (perfil vertical) (Fig. 23)

La columna de agua presentó una zona eufótica y una afótica. La riqueza de especies fue menor en abril 2015 (seis especies) donde las concentraciones de oxígeno fueron bajas (~5 mg/L) a diferencia de enero y marzo 2016 (10 y 11 especies y >7 mg/L). *Coleps hirtus* estuvo presente en los tres estratos de la columna (superficie, mitad y fondo) durante las tres recolectas. En la mitad de la columna de agua hubo un mayor número de especies con respecto a la superficie y el fondo.

En abril 2015 y marzo 2016 la concentración de oxígeno disuelto disminuyó desde la superficie hacía el fondo (6.6 a 3.5 y 9.0 a 6.5 mg/L). El valor de pH fue más alto en abril (7.5) donde se observaron seis especies, y en enero y marzo el pH fue más bajo (~5.5), con 10 y 11 especies registradas respectivamente.

En abril 2015 *Spirostomum teres* y *Coleps hirtus* se registraron en los tres estratos; en la mitad de la columna donde la temperatura fue mayor a la superficie y fondo (17.7 vs ~16 °C) fueron observadas cuatro especies, *Frontonia leucas*, *Halteria* sp., *Loxodes striatus* y *Dexiotricha granulosa*, y en el fondo donde las condiciones de oxígeno fueron más bajas que en la columna y superficie (3.6 vs >4.5 mg/L) solo estuvieron presentes *Loxodes striatus* y *Dexiotricha granulosa*.

En enero 2016 *Aspidisca lynceus*, *Coleps hirtus*, *Frontonia leucas*, *Paramecium caudatum* y *Cyclidium glaucoma* estuvieron presentes en los tres estratos. En la mitad de la columna la temperatura del agua fue mayor (19.8 vs ~16.6 °C) y el oxígeno disuelto disminuyó (7.8 vs ~8.2

mg/L) con respecto a la superficie y el fondo, en este último se registraron ocho especies, *Stentor coeruleus* y *Dexiotricha granulosa* como exclusivas. *Cinetochilum margaritaceum* fue exclusivo en la superficie y *Urocentrum turbo* lo fue en el fondo.

En marzo 2016 se registraron 11 especies. En la columna donde se registraron nueve especies la temperatura del agua fue mayor (21.4 °C) y el oxígeno disuelto fue más bajo (5.8 mg/L), mientras que en la superficie y el fondo el número de especies fue menor, una especie y siete especies respectivamente, y los valores de temperatura fueron menores y de oxígeno mayores. Las especies exclusivas en la mitad de la columna fueron *Aspidisca lynceus*, *Cyclidium glaucoma*, *Litonotus* sp. y *Cinetochilum margaritaceum* y en el fondo *Dexiotricha granulosa* y *Loxodes striatus*.

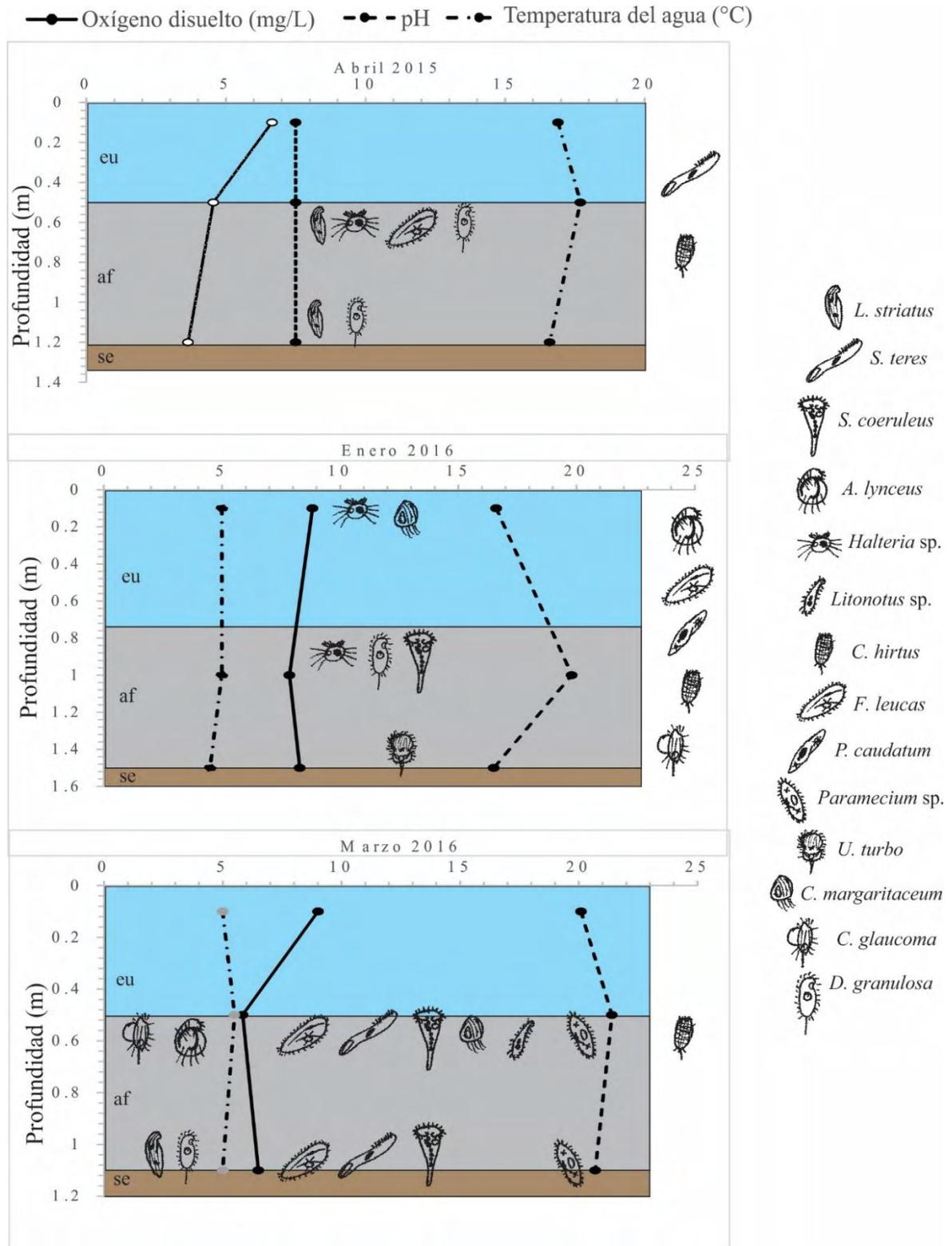


Figura 23. Distribución vertical de los ciliados en la estación 3 del lago Ocotlal. Figuras del lado derecho de cada gráfica indican las especies que se presentaron en los tres estratos (superficie, mitad y fondo). eu: zona eufótica (azul), af: zona afótica (gris), se: sedimento (café).

Manantial Tiacaque

Muestras litorales (Fig. 24)

El pH en abril 2015 estuvo entre valores de 7.5-7.6, mientras que en enero y marzo 2016 el valor disminuyó entre los 5 y 6.

Estación 1: En la superficie en abril 2015 y marzo 2016 donde se registraron cuatro especies la temperatura del agua osciló entre 21-23 °C y el oxígeno disuelto entre 8.4-8.6 mg/L, en enero 2016 la temperatura del agua fue más baja (19.7 °C) y la concentración de oxígeno más alta (12 mg/L) y se registraron cinco especies. En el fondo los factores disminuyeron con respecto a los de la superficie en las tres recolectas; en abril 2015 y marzo 2016 donde la temperatura del agua fue más alta (20-22 °C) y la concentración de oxígeno fue más baja (~7 mg/L) se registraron cuatro y cinco especies respectivamente, y en enero la temperatura disminuyó (19.2 °C) y el oxígeno se incrementó (12 mg/L) registrándose once especies.

Estación 2: Durante las tres recolectas la temperatura del agua y el oxígeno disuelto fueron mayores en la superficie que en el fondo (19.9-22.7 vs 18.9-21.1 °C y 9.3-14.7 vs 8.9-9.7 mg/L), pero la riqueza de especies fue diferente. En enero 2016 se encontraron cuatro especies tanto en la superficie como en el fondo, en abril 2015 la riqueza fue más alta en la superficie que en el fondo (5 vs 3 especies) y en marzo 2015 el fondo presentó más especies que la superficie (7 vs 2 especies).

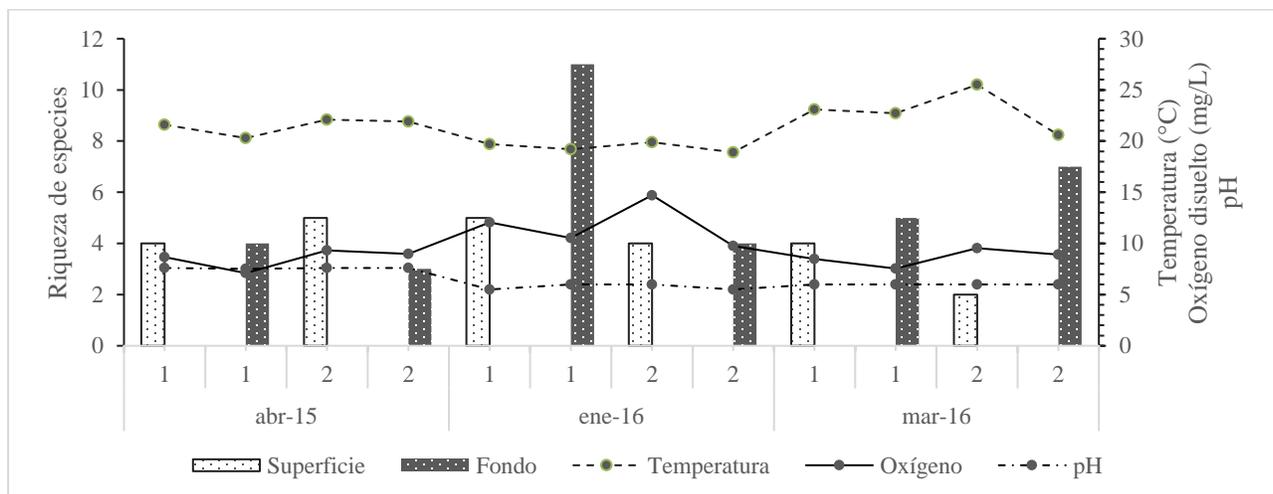


Figura 24. Número de especies de ciliados y factores físico-químicos en la zona litoral del manantial Tiacaque por estación de muestreo y recolecta. Los números en la abscisa corresponden a las estaciones de muestreo.

Zona limnética (perfil vertical) (Fig. 25)

En los cuatro muestreos realizados, la columna de agua estuvo dividida en una zona eufótica y una afótica, con un espesor de la capa eufótica diferente. En enero y marzo 2016 el espesor fue menor (0.7 y 1.1 m) a diferencia de noviembre 2014 y abril 2015 donde el espesor fue de 2.7 y 2 m respectivamente. La concentración de oxígeno y la temperatura del agua disminuyeron al aumentar la profundidad en los cuatro muestreos.

En noviembre 2014 en la superficie la concentración de oxígeno fue de 10.5 mg/L y la temperatura de 18.1 °C, dichos valores disminuyeron en la mitad de la columna (9.6 mg/L y 17.7 °C) y más aún en el fondo (8.2 mg/L y 17.2 °C). Se registraron seis especies de las cuales solo *Aspidisca* sp. se observó en los tres estratos sobre cúmulos de algas, mientras que *Brachonella spiralis*, *Spirostomum teres*, *Litonotus cygnus*, *Coleps hirtus* y *Halteria* sp. fueron exclusivas del fondo. El pH tuvo valores de 6 en la superficie y en el fondo, pero en la mitad de la columna fue de 5.

En abril 2015 las concentraciones de oxígeno disminuyeron bruscamente desde la superficie hacia el fondo (10.1 a 2.7 mg/L) y la temperatura disminuyó de 21 a 19.8 °C y solo se observaron a *S. teres*, *Halteria* sp. y *Coleps hirtus* en el fondo. El pH se mantuvo entre valores de 7.5 y 7.6.

En enero 2016 el oxígeno disuelto disminuyó desde la superficie al fondo (13.3 a 2.1 mg/L), la temperatura del agua disminuyó de la superficie a la mitad de la columna y se mantuvo constante hasta el fondo (18.2 a 15.6 °C); la riqueza de especies fue mayor en la superficie con cinco especies, en la mitad sólo se observaron a *Cyclidium glaucoma* y *Cinetochilum margaritaceum* y en el fondo a *Spirostomum teres* y *Litonotus cygnus*. *Halteria* sp., *Dexiotricha* sp. y *Glaucoma scintillans* fueron exclusivas de la superficie.

En marzo 2016 la temperatura, el oxígeno disuelto y el pH disminuyeron de la superficie al fondo, (21-18.3 °C, 11 a 3.5 mg/L y pH 6 a 5), *Coleps hirtus* se observó en los tres estratos, *Halteria* sp. en la superficie y *Cinetochilum margaritaceum* en la mitad de la columna.

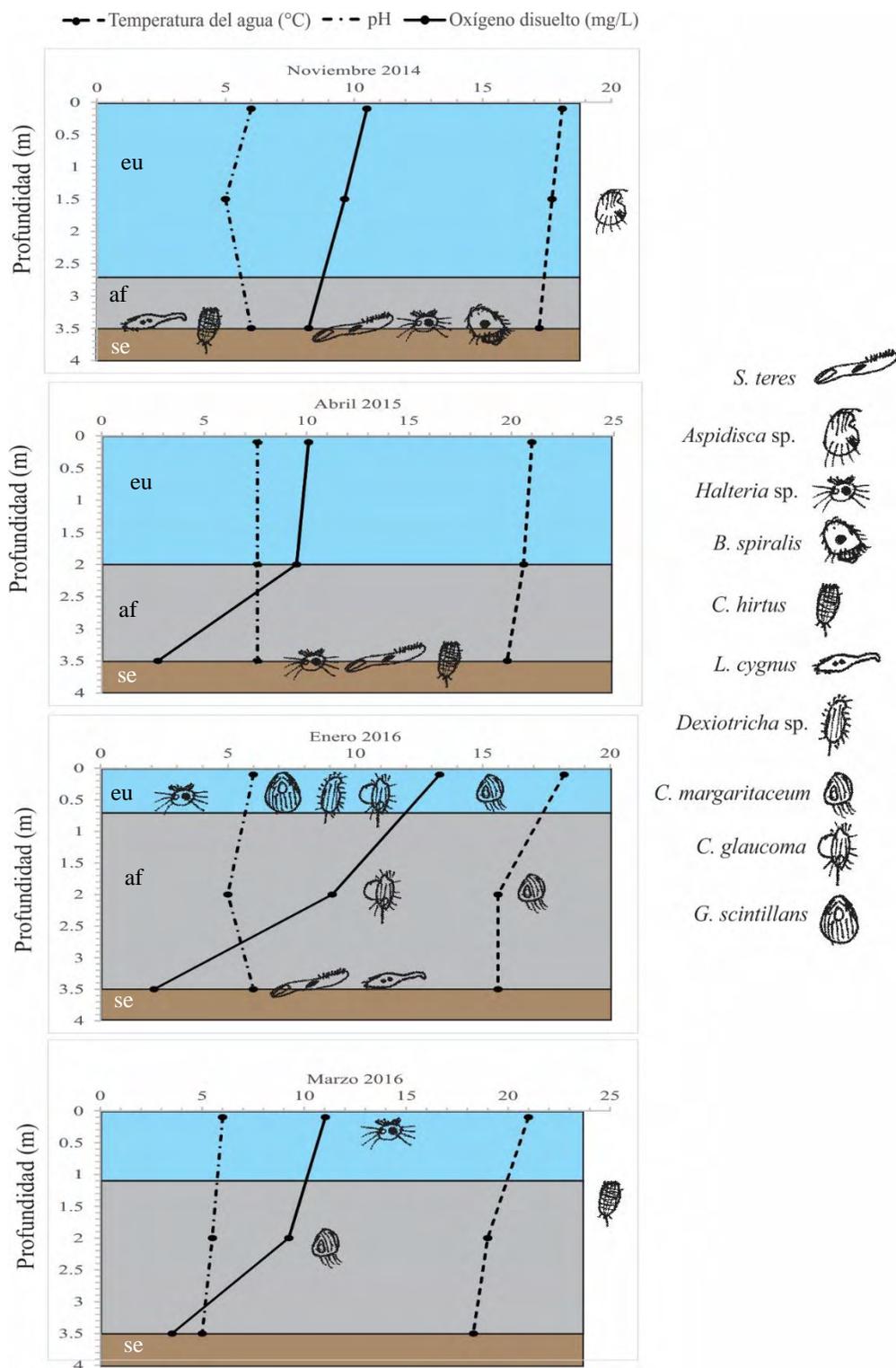


Figura 25. Distribución vertical de los ciliados en la estación 3 del Manantial Tiacaque. Figuras del lado derecho de cada gráfica indican las especies que se presentaron en los tres estratos (superficie, mitad y fondo). eu: zona eufótica (azul), af: zona afótica (gris), se: sedimento (café).

Lago Analco

Muestras litorales (Fig. 26)

Estación 1: El oxígeno disuelto disminuyó de la superficie al fondo en las recolectas de febrero 2015 a febrero 2016, la temperatura del agua en febrero 2015 fue más alta en la superficie que en el fondo (23 vs 21.2 °C) y la riqueza de especies fue de siete especies en la superficie y seis en el fondo. En agosto 2015 la temperatura del agua fue de 23 °C tanto en la superficie como en el fondo, pero en la superficie donde hubo 6.35 mg/L de oxígeno disuelto, sólo fue observado *Cyclidium glaucoma*, y en el fondo donde el oxígeno disminuyó (5.7 mg/L) se registró a *Brachonella spiralis*, *Metopus* sp. y *Cyclidium glaucoma*. En febrero de 2016 la temperatura tanto en la superficie como en el fondo osciló entre los 14.2 y 14.9 °C, el oxígeno disuelto fue 5.6 mg/L en la superficie y 4.6 mg/L en el fondo; en la superficie se registró a *Coleps hirtus* y *Lembadion lucens*, y en el fondo solamente a *Stentor coeruleus*. En agosto 2014 el oxígeno mostró las concentraciones más bajas (0.19 mg/L) y se registraron nueve especies, entre ellas *Brachonella spiralis* y *Caenomorpha* sp.

Estación 2: La concentración de oxígeno disuelto disminuyó de la superficie hacia el fondo en las tres recolectas realizadas. En la superficie la temperatura del agua en febrero 2015 y agosto 2015 osciló entre 25.5 y 26 °C y el oxígeno disuelto osciló entre 6.3 y 9.9 mg/L y sólo se registró una especie en cada recolecta. En febrero 2016 la temperatura y el oxígeno disminuyeron (14.8 °C y 6.5 mg/L) y no fue registrada ninguna especie. En el fondo, en febrero 2015 y 2016 se registraron seis y siete especies respectivamente, con condiciones de temperatura y oxígeno de 22.3 °C y 5.6 mg/L (2015) y 15.5 °C y 1.9 mg/L (2016) mientras que, en agosto 2015, donde la temperatura y el oxígeno fueron similares a febrero de 2015 (25 °C y 6.5 mg/L), no se registró ningún ciliado.

Estación 3: Las condiciones de temperatura, oxígeno disuelto y de pH fueron diferentes en las cuatro recolectas (Anexo 4), la riqueza de especies fue similar en agosto 2014, febrero 2015 y 2016 (siete y ocho especies), mientras que en agosto 2015 la riqueza fue de tres especies.

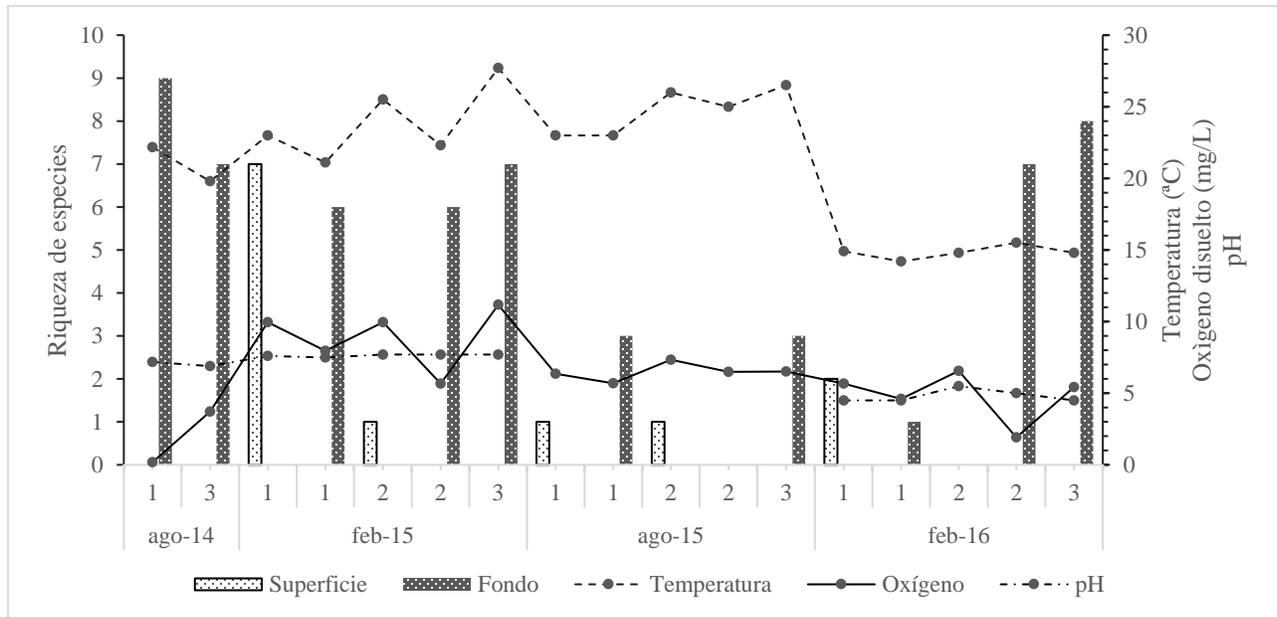


Figura 26. Número de especies de ciliados y factores físico-químicos en la zona litoral del lago Analco por estación de muestreo y recolecta. Los números en la abscisa corresponden a las estaciones de muestreo.

Zona limnética (perfil vertical) (Fig. 27)

La columna de agua estuvo totalmente iluminada en febrero y agosto 2015 y en febrero 2016 hubo una zona de penumbra con un espesor de 0.2 m con una profundidad total de 2 m.

En febrero 2015 la concentración de oxígeno y el pH se mantuvieron constantes (~9 mg/L y 7.7 pH) con respecto a la profundidad, la temperatura del agua fue de 21 y 22 °C en la superficie y en el fondo, mientras que en la columna fue de 20.7 °C. Diez especies fueron registradas, de las cuales *Coleps hirtus* estuvo en los tres estratos y las nueve especies restantes se observaron en el fondo.

En agosto 2015 se registraron siete especies, *Cyclidium glaucoma* se presentó en la columna y en el fondo, y las especies restantes se observaron en el fondo. La concentración de oxígeno fue similar en la superficie y en el fondo (5.8 y 6.0 mg/L) y en el estrato medio la concentración fue mayor (7.25 mg/L). La temperatura del agua mostró el mismo patrón que el oxígeno, siendo más alta en la columna (23°C) que en la superficie y el fondo (19 y 20 °C).

En febrero 2015 sólo se registró a *Loxodes striatus* en el fondo (zona afótica). El pH se incrementó de 4.5 a 5.5, desde la superficie al fondo. La temperatura y la concentración de oxígeno se mantuvieron similares en la columna de agua (15 °C y 6-6.6 mg/L).

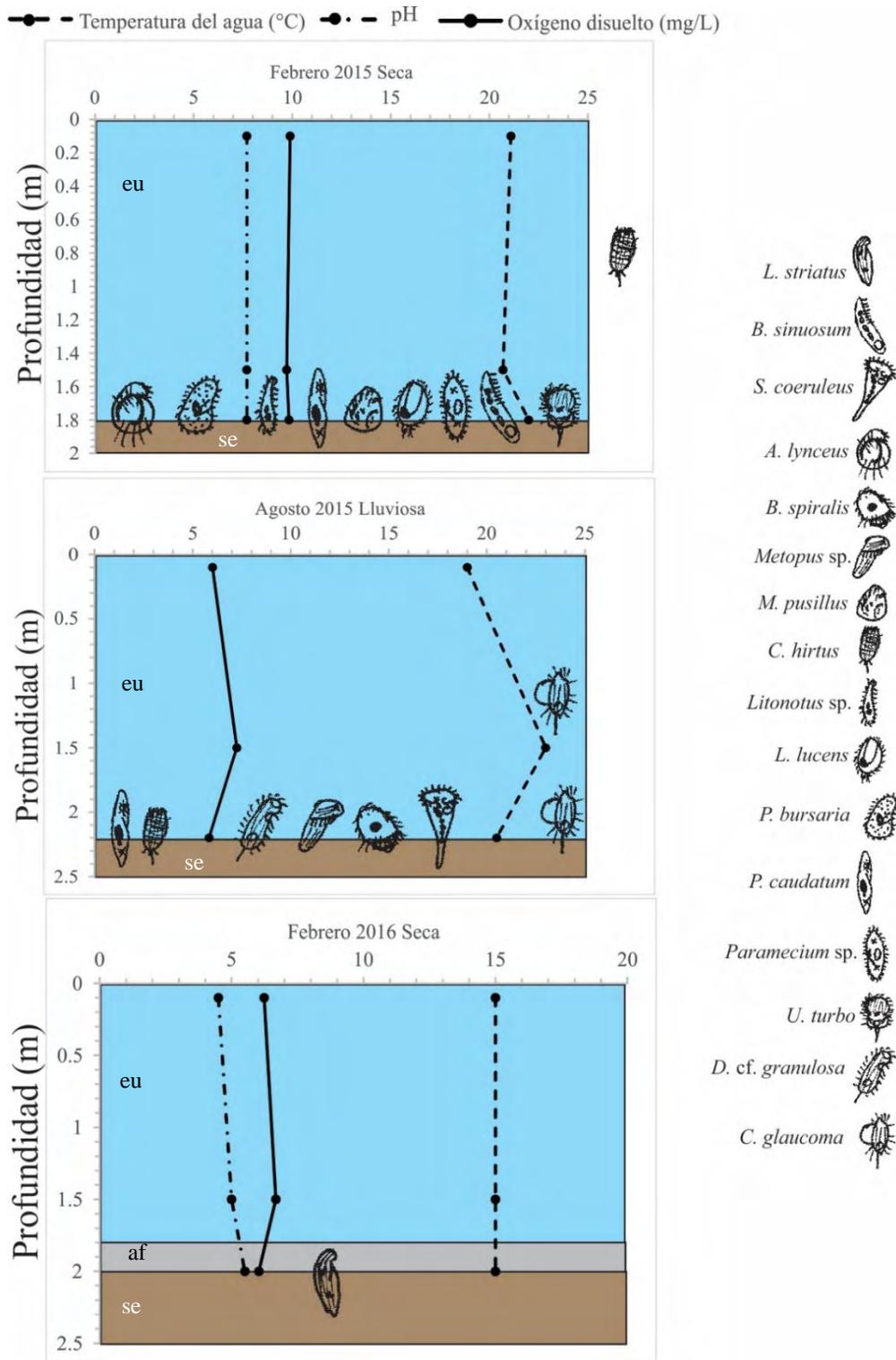


Figura 27. Distribución vertical de los ciliados en la estación 4 del lago Analco. Figuras del lado derecho de cada gráfica indican las especies que se presentaron en los tres estratos (superficie, mitad y fondo). eu: zona eufótica (azul), af: zona afótica (gris), se: sedimento (café).

Presa La Azucena

Muestras litorales (Fig. 28)

Estación 1: En agosto 2014, 2015 y febrero 2015 la temperatura osciló entre los 23 y 25 °C, y en febrero 2016 fue de 19.5 °C. La concentración de oxígeno fue más alta en febrero 2015 (9.6 mg7L⁻¹) y fueron registradas 10 especies de ciliados; en agosto 2015 y febrero 2016 las concentraciones fueron alrededor de 7 mg/L con cinco y siete especies registradas respectivamente; en agosto 2014 la concentración fue de 5 mg/L y se registraron nueve especies. El pH tuvo valores neutros (7), y en febrero 2015 disminuyó a 5.

Estación 2: En febrero 2015 y 2016 la temperatura del agua disminuyó de la superficie al fondo alrededor de 1 °C, en agosto 2015 la temperatura y el oxígeno se mantuvieron constantes en ambos estratos. En febrero 2015 en la superficie la concentración de oxígeno fue de 8.8 mg/L y se observó a *Coleps hirtus*, en las demás recolectas la concentración osciló entre los 6 y 7 mg/L y no se registraron ciliados. En el fondo la mayor riqueza de especies (once) se registró en agosto 2015 (temporada lluviosa) con concentraciones de oxígeno de 7.9 mg/L y 25 °C; en febrero 2015 y 2016 (temporada seca) estos factores fueron disminuyeron (~6 mg/L y 17.2-20.2 °C) y la riqueza de especies fue de siete y cinco especies respectivamente.

Estación 3: En la superficie en agosto 2015 se registró una temperatura de 25 °C y una concentración de oxígeno disuelto de 7.2 mg/L y no se observó ningún ciliado; en febrero 2015 y 2016 la temperatura disminuyó (22 y 19 °C) y el oxígeno se incrementó (8.6-9.3 mg/L) habiéndose registrado una y dos especies respectivamente, entre ellas *Coleps hirtus*. En el fondo en agosto 2014 y 2015 (temporada lluviosa) donde la concentración de oxígeno fue entre 5-6 mg/L se registraron 5-6 especies y en febrero 2015 y 2016 (temporada seca) cuando la concentración de oxígeno se incrementó (7-9 mg/L), la riqueza fue de una y dos especies, entre ellas *Coleps hirtus* y *Spirostomum teres*.

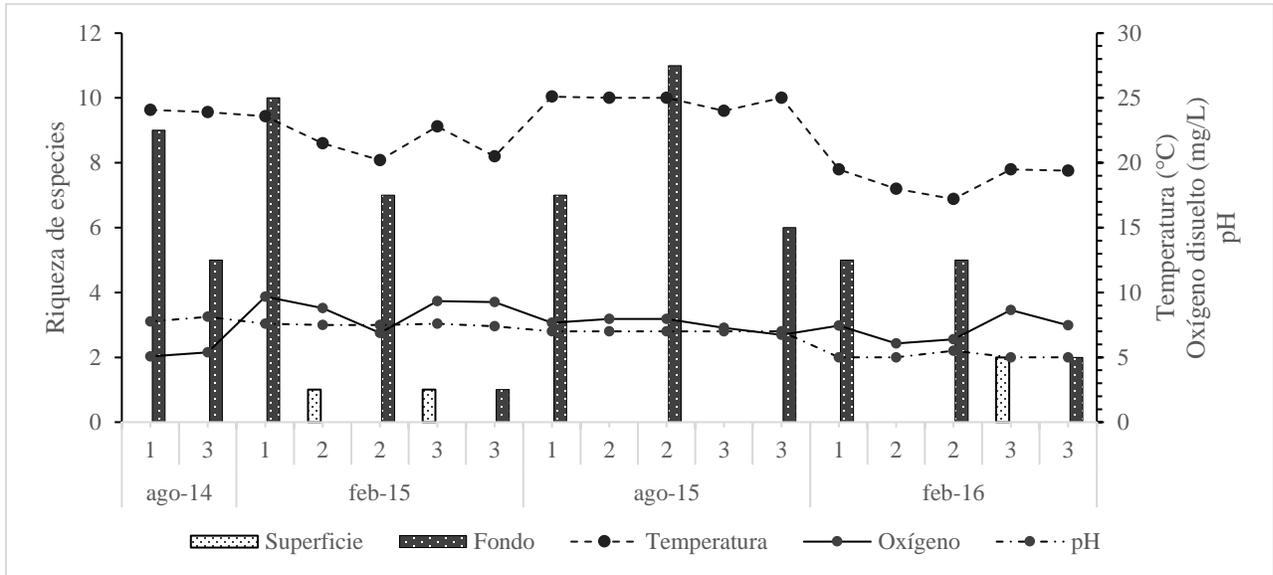


Figura 28. Número de ciliados y factores físico-químicos de las zonas litorales de la presa La Azucena por estación de muestreo y recolecta. Los valores de la abscisa indican las estaciones de muestreo.

Columna de agua (Fig. 29)

Sólo en febrero 2015 la columna de agua se presentó totalmente iluminada, y en agosto 2015 y febrero 2016 se formó una zona de penumbra a 3.0 m y 2.8 m respectivamente.

En febrero 2015 la temperatura del agua y el oxígeno disuelto disminuyeron de la superficie al fondo (21.6 a 20.3 °C y 8.7 a 6.6 mg/L), el pH se mantuvo constante (7.4); la única especie registrada fue *Aspidisca* sp. en el fondo.

En agosto 2015 la temperatura disminuyó de la superficie al estrato medio y se mantuvo constante hasta el fondo (25 y 24 °C), el oxígeno disuelto disminuyó desde la superficie al fondo (7.3 a 6.8 mg/L), el pH se mantuvo neutro desde la superficie al fondo (7). *Coleps hirtus* y *Cyclidium glaucoma* fueron observados en el fondo.

En febrero 2016 la temperatura y el pH disminuyeron de la superficie al fondo (19 a 18 °C y 6 a 5.5 de pH), la concentración de oxígeno osciló entre 7 mg/L en toda la columna de agua. Únicamente *Aspidisca* sp. y *Coleps hirtus* fueron observadas en el fondo.

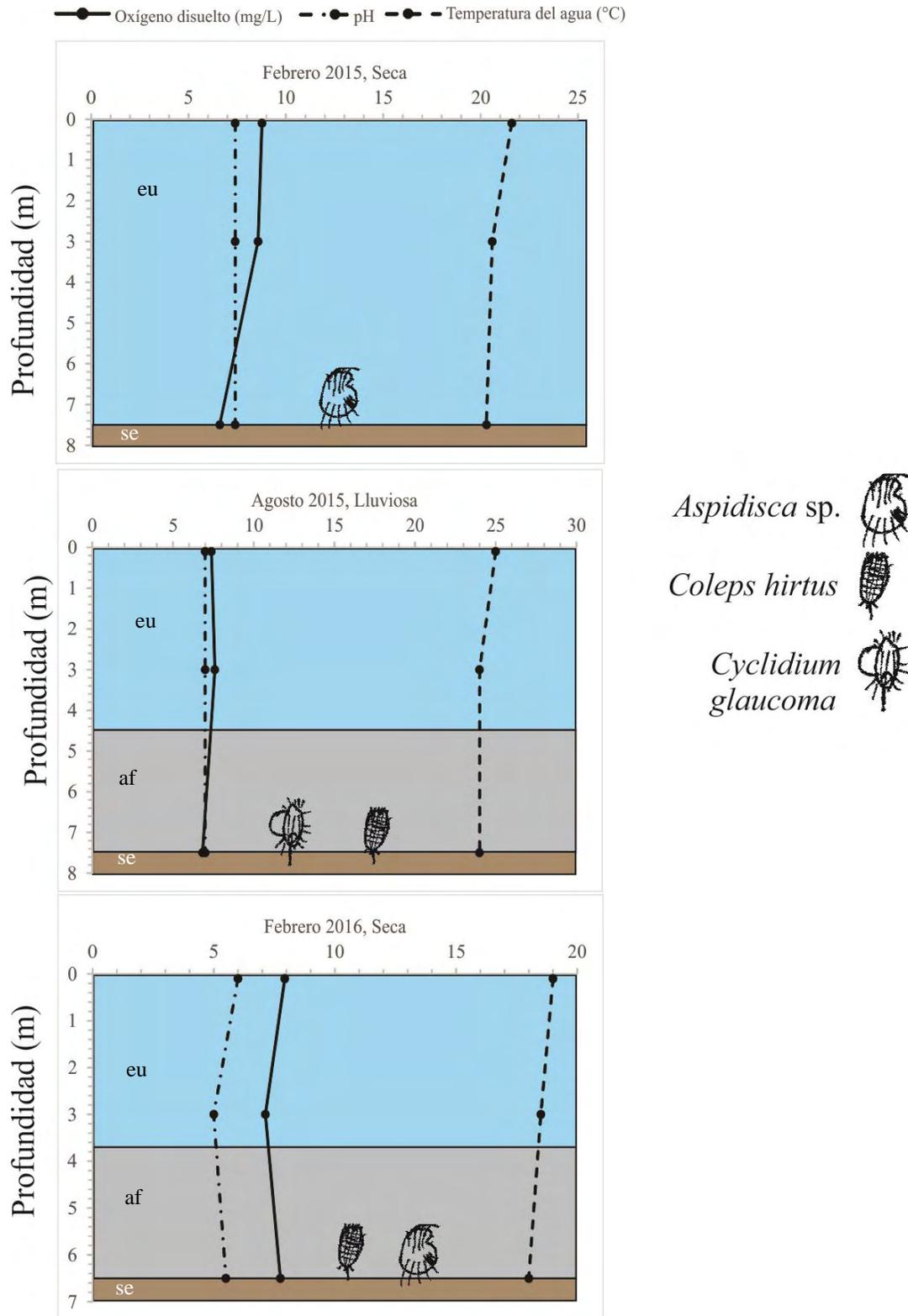


Figura 29. Distribución vertical de los ciliados en la estación 4 de la presa La Azucena. eu: zona eufótica (azul), af: zona afótica (gris), se: sedimento (café).

Lago Tziscaco

Muestras litorales (Fig. 30)

Durante las cuatro recolectas sólo en las muestras de sedimento se registraron ciliados.

Estación 1: En septiembre 2014 y junio 2015 (temporada lluviosa) donde la temperatura fue de 23 °C hubo un mayor número de especies (10 y 6 especies) con respecto a la temporada seca (enero 2015 y octubre 2015) donde se registraron tres especies en cada una y con una temperatura menor (19.4 y 22.4). El pH fue más alcalino en septiembre 2014 y enero 2015 (9 y 8) y más neutro (7-7.5) en junio y octubre 2015. La conductividad osciló entre 217 y 233 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El oxígeno disuelto fue más alto en enero 2015 (12.18 mg/L) y en septiembre 2014 y octubre 2015 fue de 9.8 y 8 mg/L.

Estación 2: En enero 2015 se registró la temperatura más baja (20.7 °C), la concentración de oxígeno más alta (10.9 mg/L) y la mayor riqueza de especies (siete) comparado con los demás muestreos, donde la temperatura osciló entre 22-23 °C. El oxígeno fue menor en septiembre 2014 (9.7 mg/L) donde se registraron cuatro especies, mientras que en octubre 2015 la concentración de oxígeno fue más baja (6.4 mg/L) y solo se observó a *Halteria* y *Loxodes striatus*. La conductividad osciló entre 219-234 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Estación 3: En septiembre 2014 y junio 2015 (temporada lluviosa) la temperatura del agua fue de 25.4 y 23.5 °C respectivamente, donde se registró un mayor número de especies (10 especies), a diferencia de enero y octubre 2015 donde la temperatura fue menor 20.4 y 22.1 °C y se registraron dos y cuatro especies respectivamente. En enero la concentración de oxígeno disuelto fue de 10.9 mg/L y en septiembre 2014 y octubre 2015 fue menor (9.3 y 8.0 mg/L). La conductividad osciló entre 226-253 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Zona limnética (perfil vertical) (Fig. 31)

En las tres recolectas realizadas la columna de agua estuvo dividida en una zona eufótica y una afótica. Los valores de los factores fisico-químicos (temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH y conductividad) se mantuvieron similares desde la superficie al fondo en los tres muestreos (Anexo 4). En octubre 2015 se registró una especie, *Colpoda ecaudata*, la cual se distribuyó en la superficie a una temperatura de 21.4 °C, concentración de oxígeno de 9 mg/L, pH de 8.5 y conductividad de 215 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

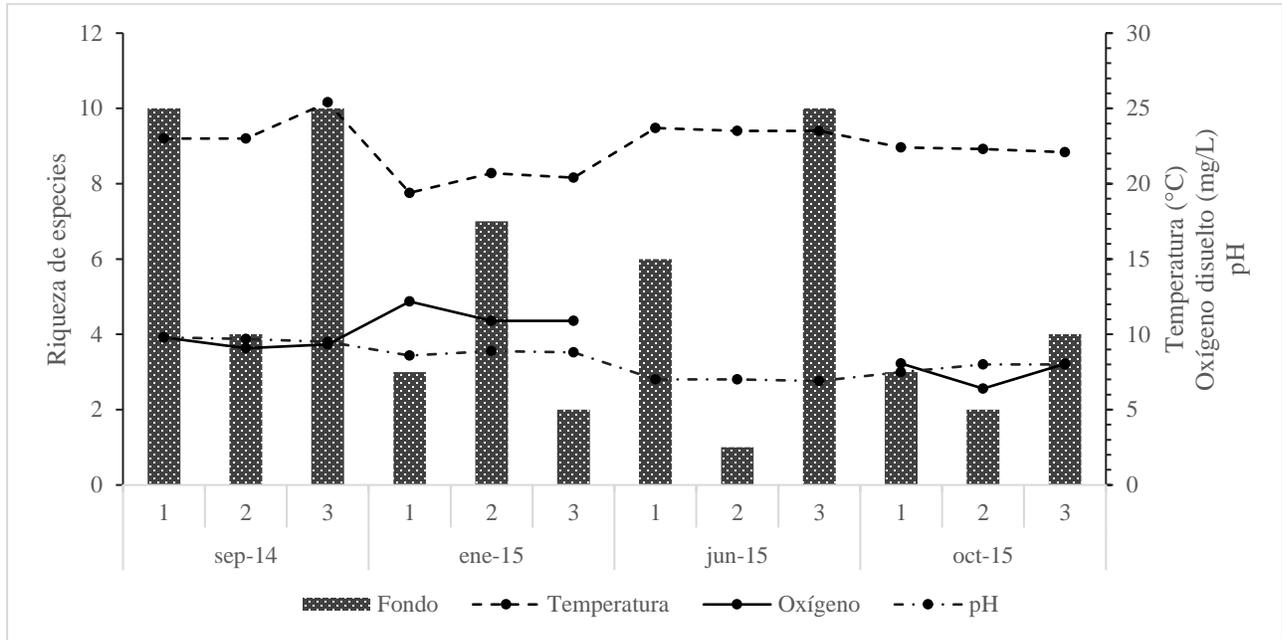


Figura 30. Número de especies de ciliados y factores físico-químicos en las zonas litorales del lago Tziscaco por estación de muestreo y recolecta. Los valores en la abscisa corresponden a las estaciones de muestreo.

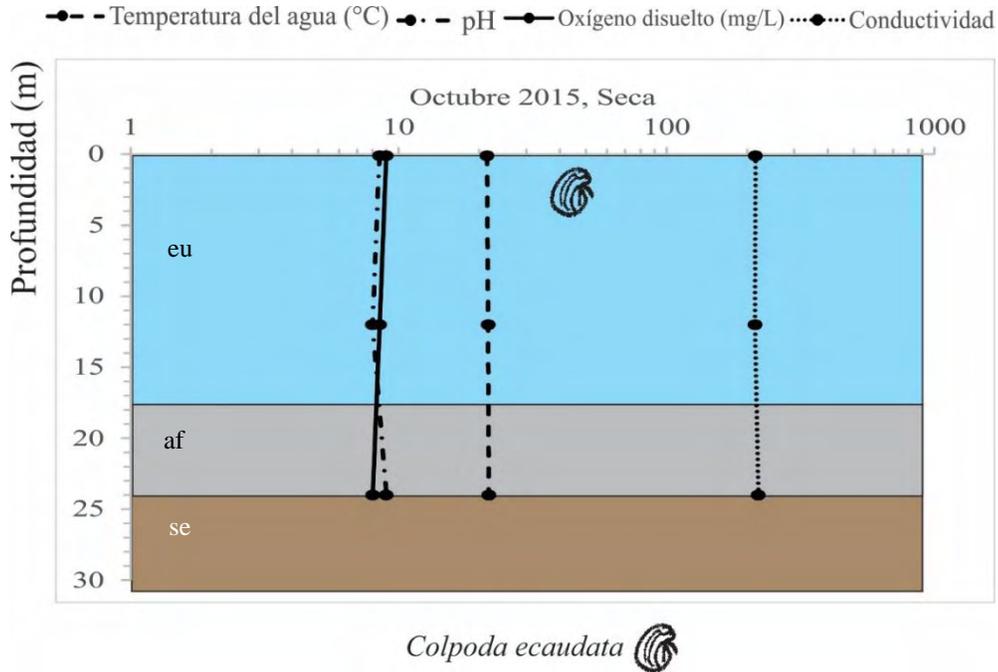


Figura 31. Distribución vertical de los ciliados en la estación 4 del lago Tziscaco en octubre 2015. eu: zona eufótica (azul), af: zona afótica (gris), se: sedimento (café). La abscisa está graficada en escala logarítmica base 10 para visualizar la conductividad.

Lago Montebello

Muestras litorales (Fig. 32)

Los ciliados fueron observados únicamente en las muestras de fondo, excepto en enero 2014 fecha en la que no se registró ninguna especie.

Estación 1: La temperatura del agua osciló entre 25.1 y 28.2 °C en las tres recolectas, la concentración más alta de oxígeno disuelto (9.15 mg/L) y el valor más alto de pH (9.5) se presentaron en septiembre 2014, donde únicamente *Lembadion lucens* fue registrado. En junio y octubre 2015 el oxígeno fue de 8.6 mg/L y el pH disminuyó (7-7.5), con tres y dos especies observadas respectivamente. La conductividad fue mayor en octubre 2015 comparada con junio 2014 (242 vs 173 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Estación 2: En septiembre 2014 y junio 2015 la concentración de oxígeno osciló entre 8 mg/L, la temperatura del agua fue de 25°C y la riqueza de especies fue de siete y cinco especies respectivamente. En octubre 2015 la concentración de oxígeno y la temperatura del agua fueron más altas (9.6 mg/L y 26.4 °C) y la riqueza de especies fue menor (tres especies). El pH fue más alcalino en septiembre 2014 (9.5) y en junio 2015 fue neutro (6.9).

Estación 3: En septiembre 2014 la temperatura del agua fue de 25 °C y el pH de 9.5 y no se observaron ciliados. En junio y octubre 2015 la temperatura del agua y el pH disminuyeron (26.3-28.6 °C y 7 y 8 de pH) y la riqueza de especies fue de seis y cinco especies respectivamente. El oxígeno osciló entre 8.6 y 9.5 mg/L. La conductividad fue menor en junio 2015 que en octubre 2015.

Zona limnética (perfil vertical) (Fig. 33)

Durante los tres muestreos la columna de agua estuvo totalmente iluminada. Los factores fisico-químicos fueron similares en toda la columna de agua durante los muestreos (Anexo 4).

En junio 2015 la temperatura del agua disminuyó de la superficie al estrato medio y se mantuvo constante hasta el fondo (26.6 y 25.4 °C), El oxígeno disuelto se incrementó de la superficie al fondo (8.5 a 9.7 mg/L). La conductividad disminuyó de la superficie al fondo (172 a 168 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El pH se mantuvo neutro. La única especie registrada fue *Aspidisca* sp. distribuida en el fondo.

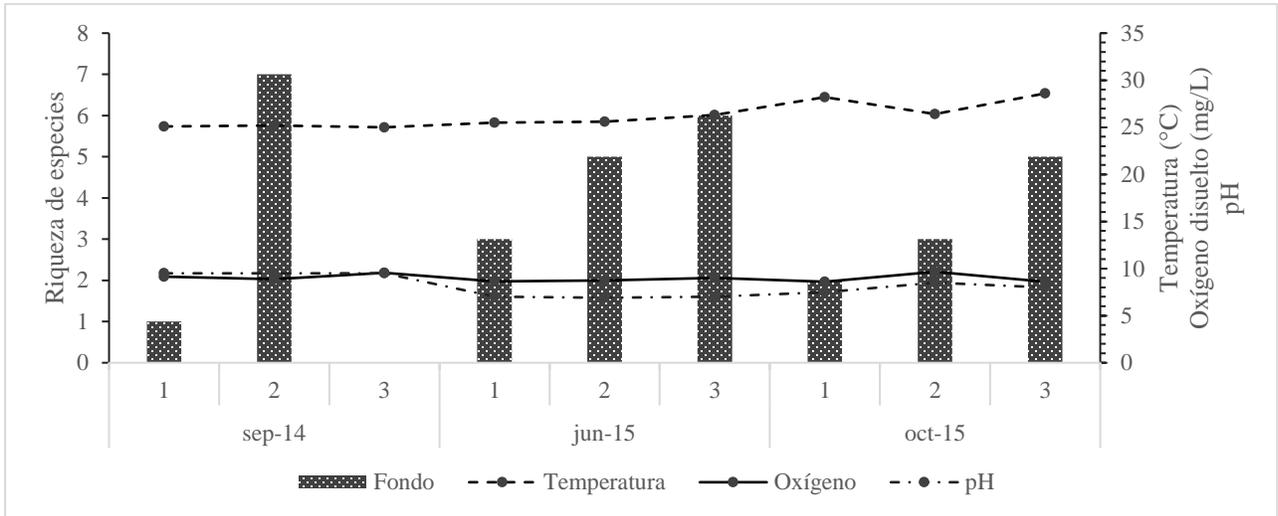


Figura 32. Número de ciliados y factores físico-químicos de las zonas litorales del lago Montebello por estación de muestreo y recolecta. La abscisa corresponde a las estaciones de muestreo.

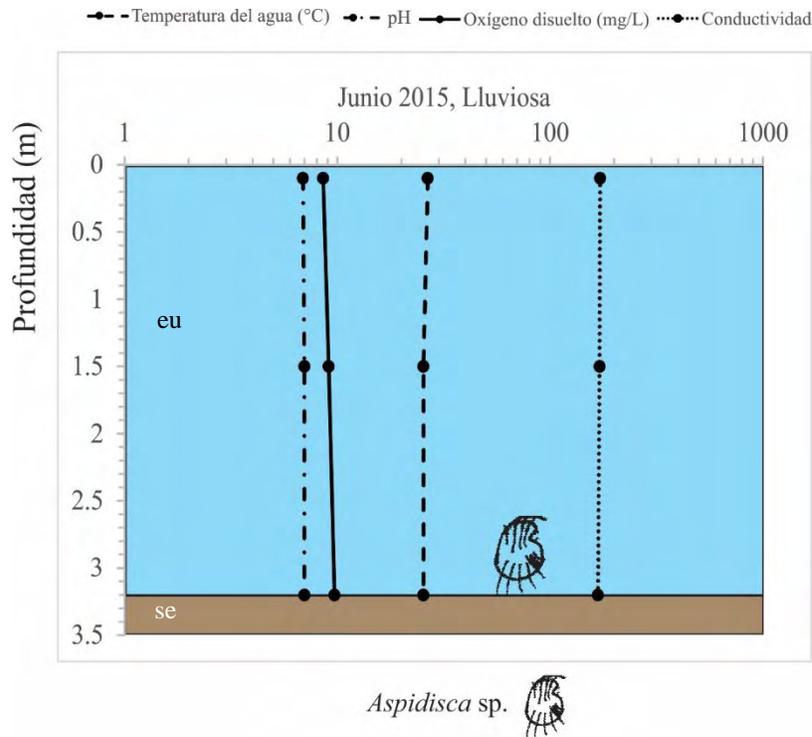


Figura 33. Distribución vertical de los ciliados en la estación 4 del lago Montebello durante junio 2015. eu: zona eufótica (azul), se: sedimento (café). La abscisa está graficada en escala logarítmica base 10 para visualizar la conductividad.

Categorización Trófica y Ocurrencia de las Especies

En el anexo 5 se muestran las características tróficas y ecológicas de las 29 especies de ciliados con categoría binomial.

Veinte especies resultaron ser bacterívoras, mientras que ocho especies fueron omnívoras, y una especie fue de hábito depredador. La mayoría de las especies tienen preferencia por el sedimento y el perifiton, aunque algunas pueden presentarse tanto en el plancton como en el sedimento.

En el anexo 6 se muestran los intervalos de tolerancia de las especies.

Temperatura (°C): Prácticamente la mayoría de las especies estuvieron en una temperatura promedio de 21.3 °C. Sin embargo, algunas especies, p. ej. *Obertrumia aurea*, *Colpoda ecaudata*, *Paramecium bursaria*, estuvieron presentes a una temperatura entre los 15 y 18 °C, y *Caenomorpha* sp., *Blepharisma sinuosum*, *Spirostomum minus*, *Euplotoides patella* estuvieron a una temperatura entre 23 y 27 °C.

Oxígeno disuelto (mg/L): Las especies estuvieron a una concentración de oxígeno promedio de 8 mg/L. Veinte especies fueron observadas en un intervalo de concentración de oxígeno entre 5-12 mg/L y sólo 14 especies, p. ej. *Brachonella spiralis*, *Euplotoides octocarinatus*, *Loxodes striatus*, *Spirostomum teres*, además de ser observadas en concentraciones mayores a 5 mg/L, fueron registradas en condiciones menores a 3 mg/L.

pH: La mayoría de las especies se registraron en aguas con pH casi neutro (6.9) y tuvieron un intervalo entre 4.5 y 9.8. Únicamente *Metopus* sp. fue registrado con un valor ligeramente ácido (4.5), mientras que *Euplotoides patella* y *Stentor* sp. fueron observados en condiciones alcalinas (8-9.8).

Distribución Geográfica

Un total de 2,535 registros fueron obtenidos para las 29 especies de ciliados determinadas con una categoría de nombre binomial, incluyendo sinónimos, obtenidos de 231 referencias bibliográficas (Anexo 2) y los datos del presente estudio.

Cinetochilum margaritaceum fue la única especie que se documentó en las seis regiones biogeográficas y además en el continente Antártico.

Para cuatro especies de ciliados, *Spirostomum minus*, *S. teres*, *Coleps hirtus* y *Cyclidium glaucoma*, se documentó su distribución en seis regiones biogeográficas, para 15 especies en cinco regiones, para siete especies en cuatro regiones y dos especies, *Blepharisma sinuosum* y *Euplotoides octocarinatus* solo en dos regiones (Figs. 34-62).

Las regiones biogeográficas con el mayor número de especies fueron la Paleártica y la Neotropical con 28 y 27 especies cada una, seguidas por las regiones Neártica y Oriental con 25 y 24 especies cada una y la Etiópica con 22. La región Australiana presentó nueve especies y por último en el continente Antártico se documentaron tres especies, *Cinetochilum margaritaceum*, *Cyclidium glaucoma* y *Chilodonella uncinata* (Tabla 7).

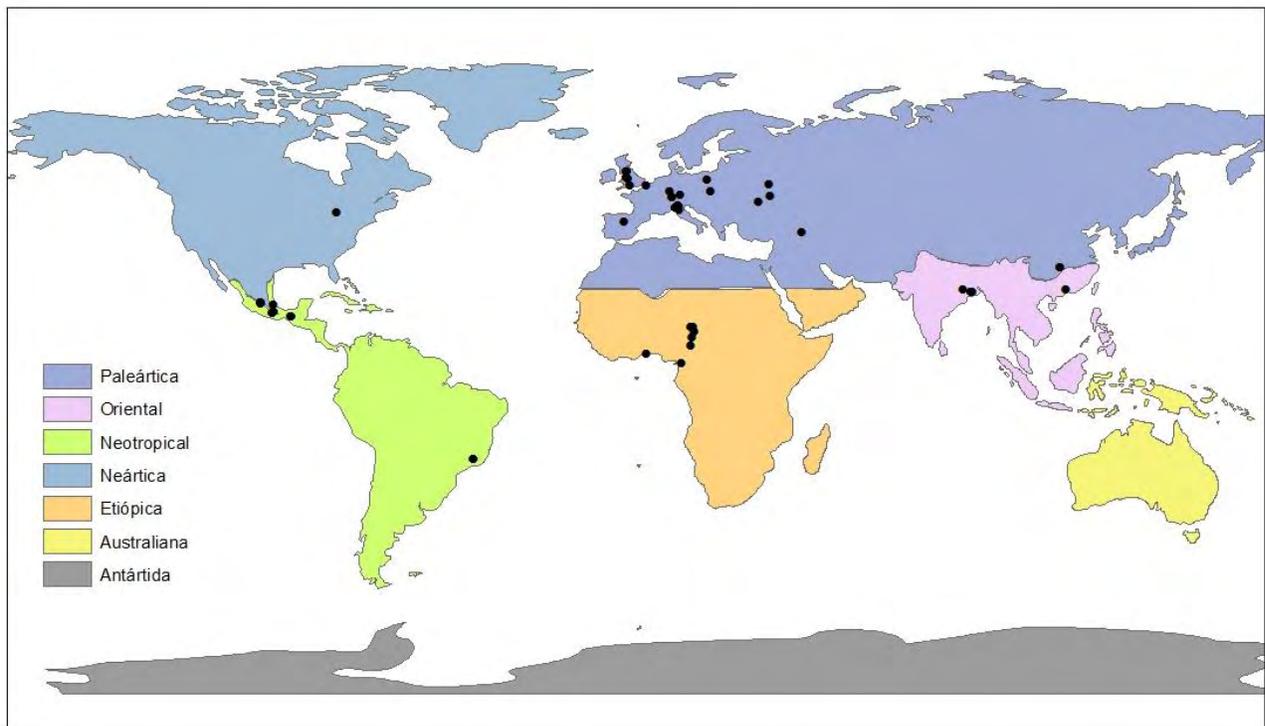


Figura 34. Distribución geográfica de *Loxodes striatus*.

Tabla 7. Presencia-ausencia de ciliados en siete regiones biogeográficas.

Especie	Na	Nt	Pa	Et	Or	Au	An	Total de regiones
<i>Loxodes striatus</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Blepharisma sinuosum</i>	-	X	-	-	-	X	-	2
<i>Spirostomum minus</i>	X	X	X	X	X	X	-	6
<i>Spirostomum teres</i>	X	X	X	X	X	X	-	6
<i>Stentor coeruleus</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Stentor roeselii</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Aspidisca lynceus</i>	X	X	X	-	X	X	-	5
<i>Euplotoides aediculatus</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Euplotoides eurystomus</i>	X	X	X	X	-	X	-	5
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	X	X	-	-	-	-	-	2
<i>Euplotoides patella</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Brachonella spiralis</i>	X	X	X	X	-	-	-	4
<i>Litonotus cygnus</i>	-	X	X	X	X	-	-	4
<i>Chilodonella uncinata</i>	-	X	X	X	X	-	X	5
<i>Colpoda ecaudata</i>	X	X	X	X	-	-	-	4
<i>Obertruria aurea</i>	X	-	X	X	X	-	-	4
<i>Microthorax pusillus</i>	-	X	X	-	X	X	-	4
<i>Coleps hirtus</i>	X	X	X	X	X	X	-	6
<i>Plagiopyla nasuta</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Frontonia leucas</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Lembadion lucens</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Paramecium bursaria</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Paramecium caudatum</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	X	X	X	-	X	-	-	4
<i>Urocentrum turbo</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	X	X	X	X	X	X	X	7
<i>Dexiotricha granulosa</i>	X	X	X	-	X	-	-	4
<i>Cyclidium glaucoma</i>	X	X	X	-	X	X	X	6
<i>Glaucoma scintillans</i>	X	X	X	X	X	-	-	5
Total de especies	25	28	27	22	24	9	3	

Na: Neártica, Nt: Neotropical, Pa: Paleártica, Et: Etiópica, Or: Oriental, Au: Australiana, An: Antártida.

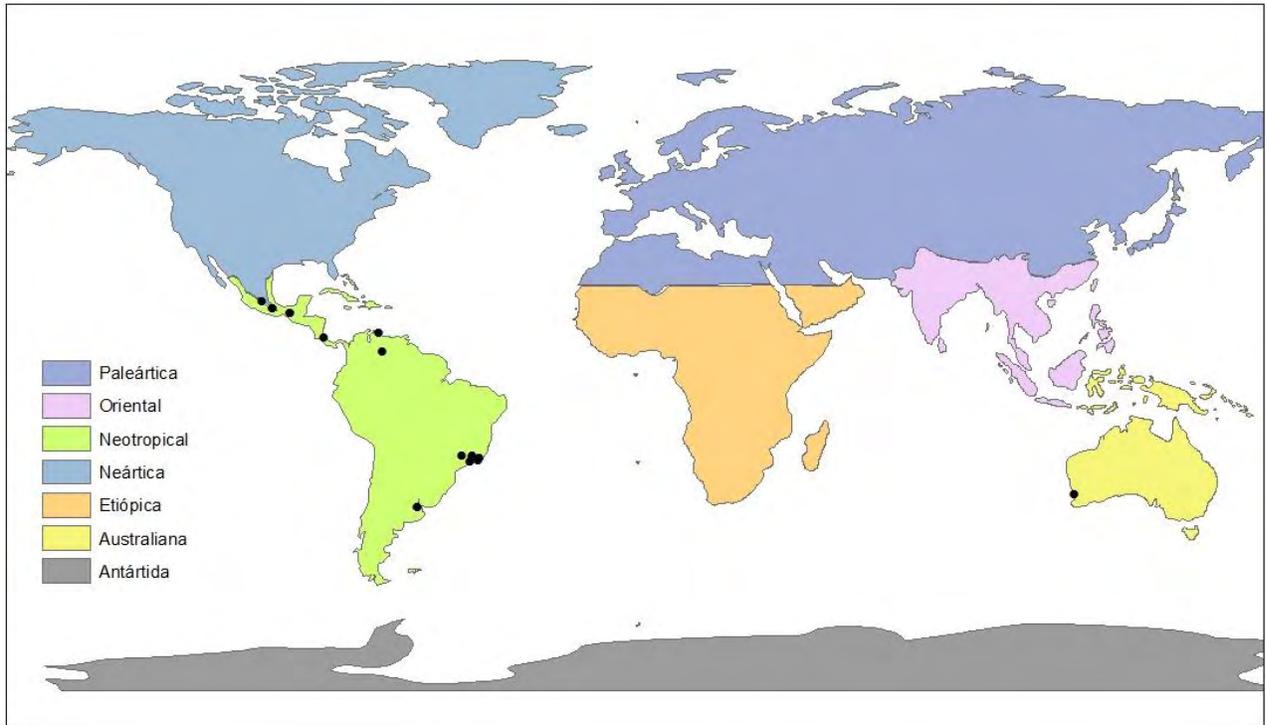


Figura 35. Distribución geográfica de *Blepharisma sinuosum*.

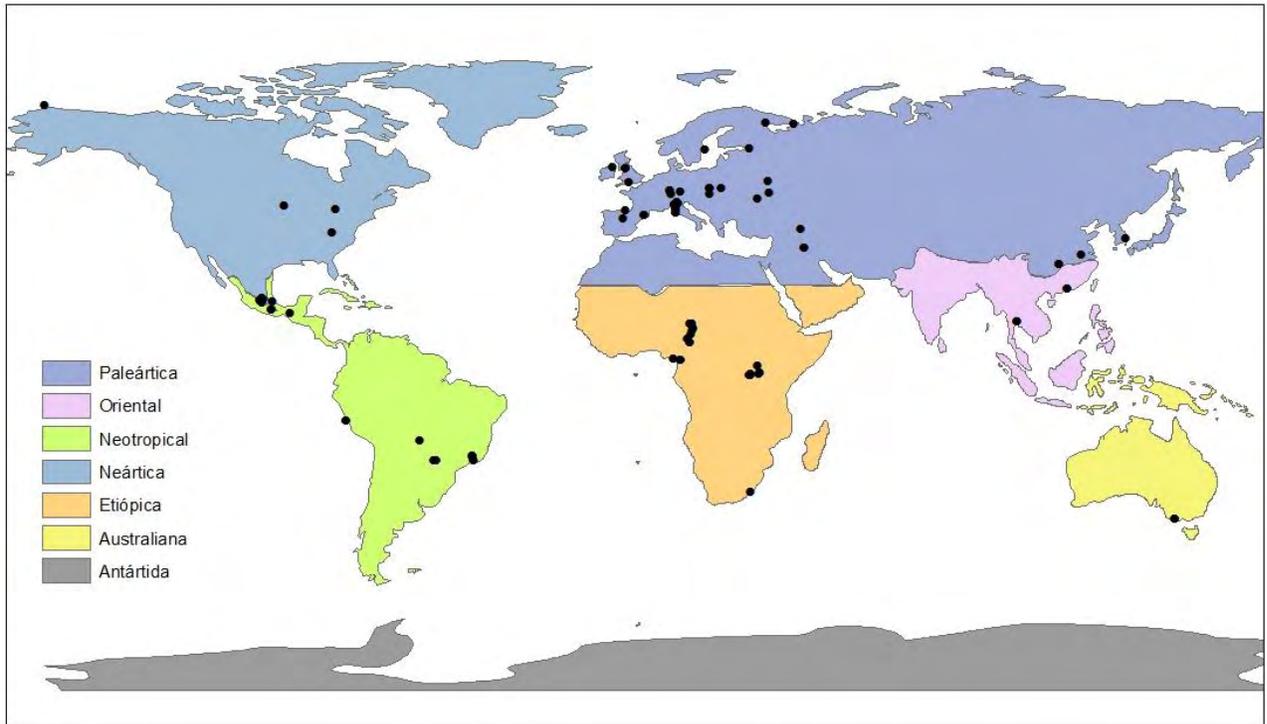


Figura 36. Distribución geográfica de *Spirostomum minus*.

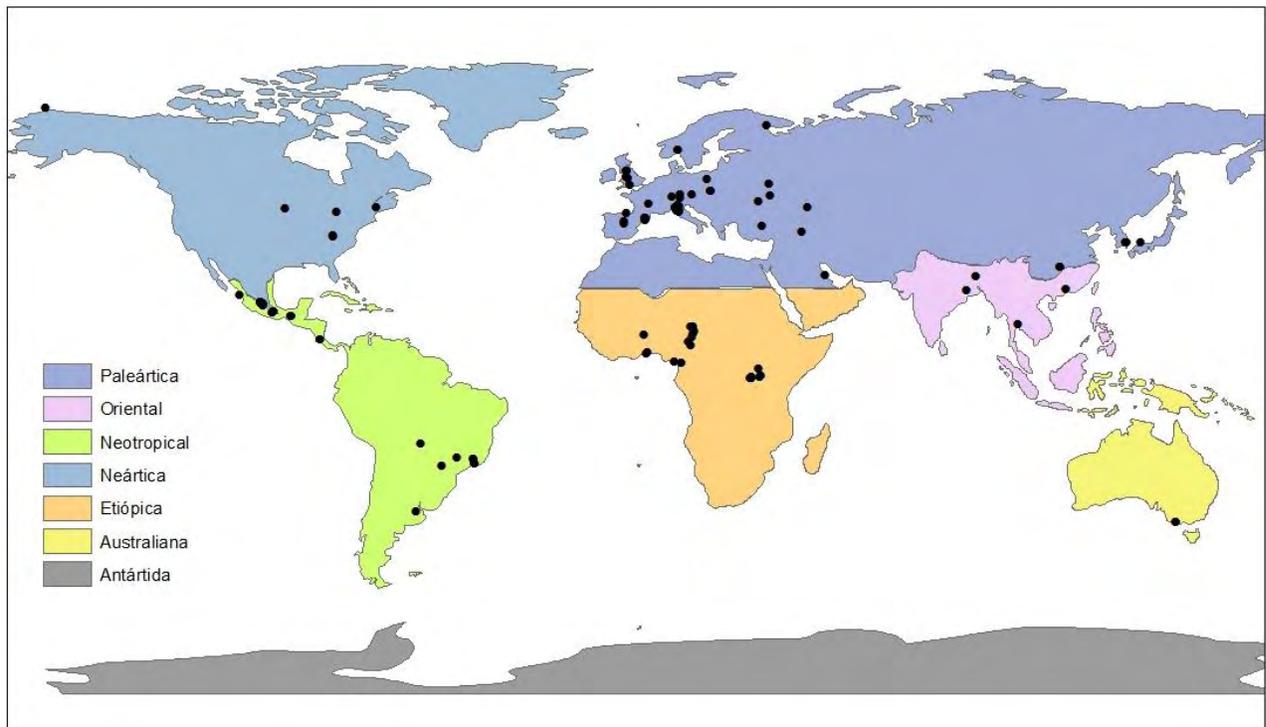


Figura 37. Distribución geográfica de *Spirostomum teres*.

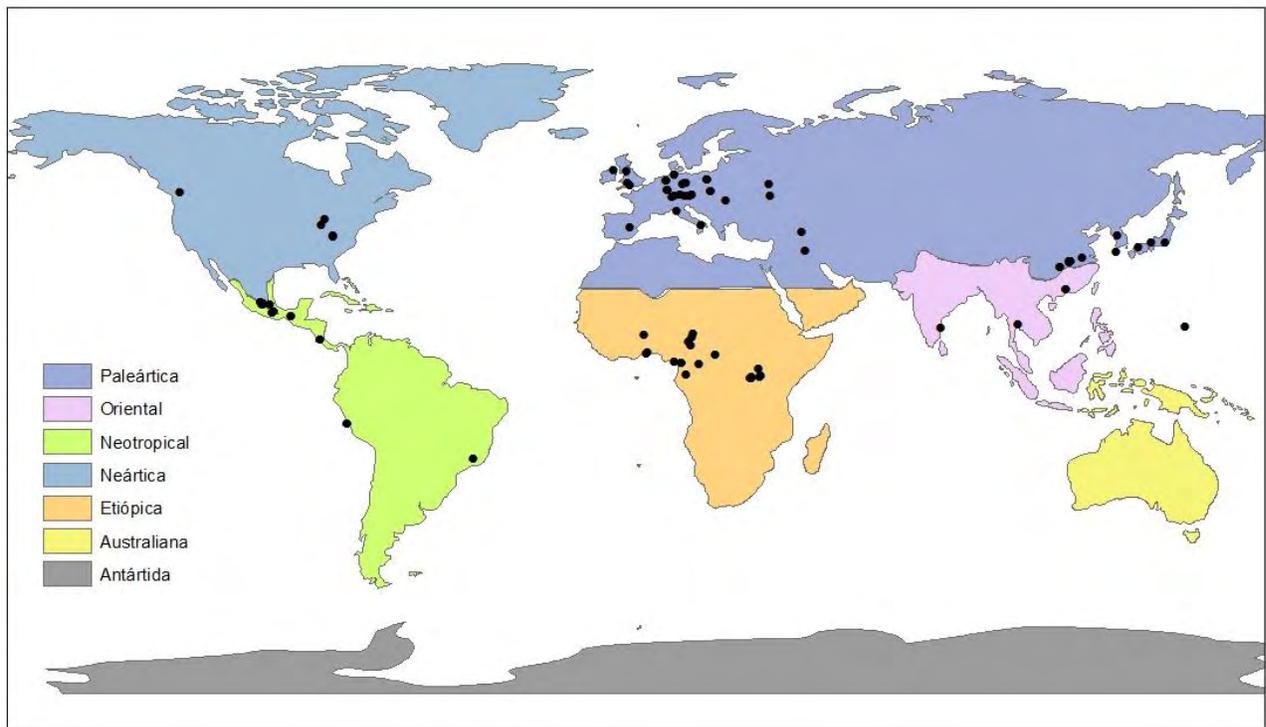


Figura 38. Distribución geográfica de *Stentor coeruleus*.

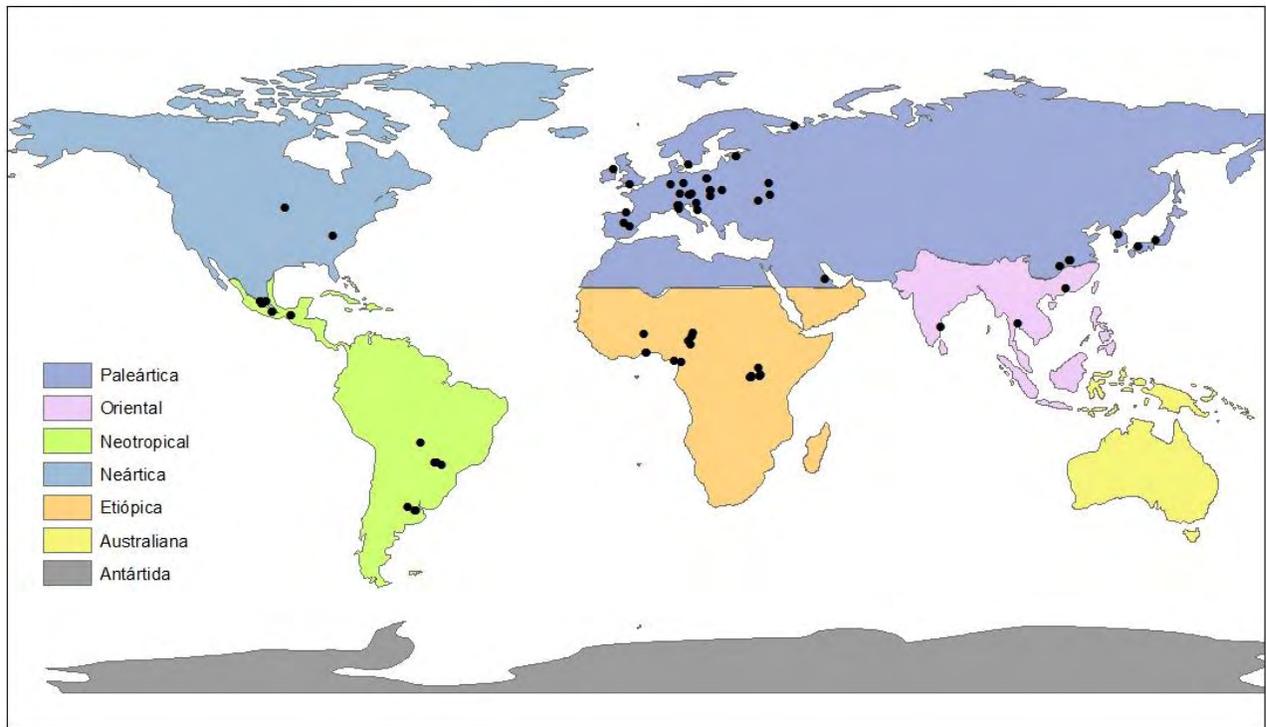


Figura 39. Distribución geográfica de *Stentor roeselii*.

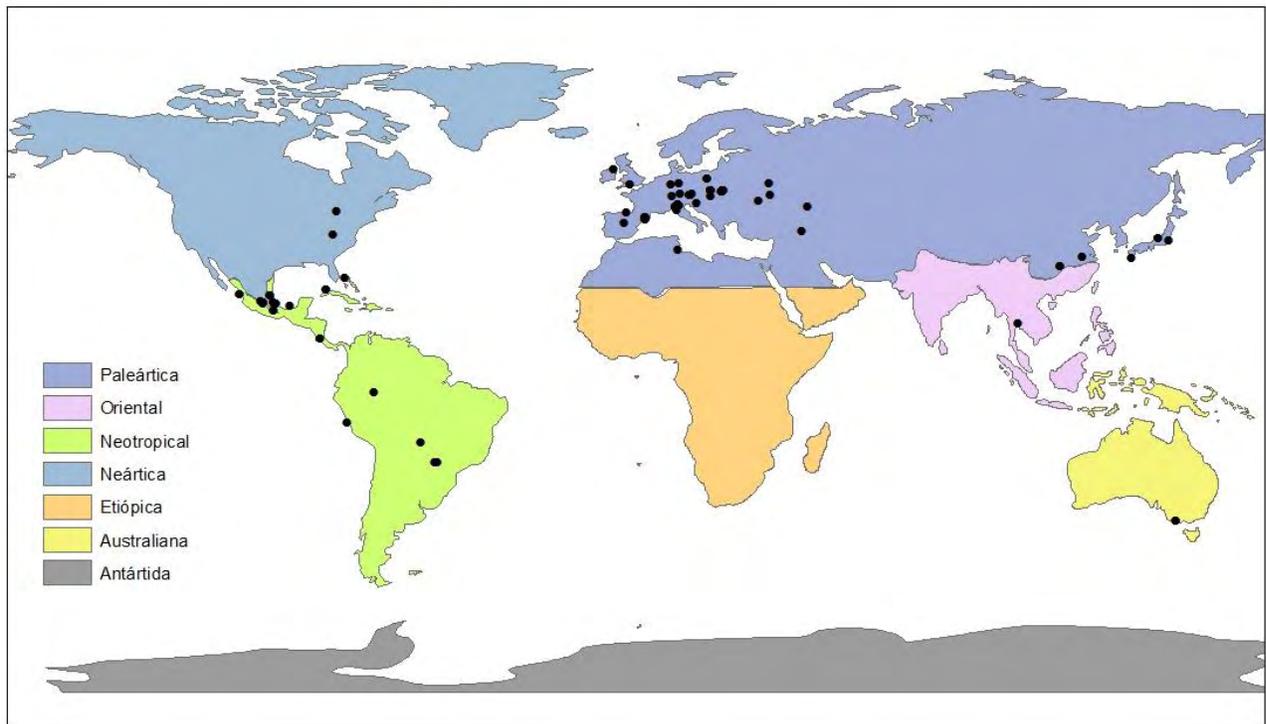


Figura 40. Distribución geográfica de *Aspidisca lynceus*.

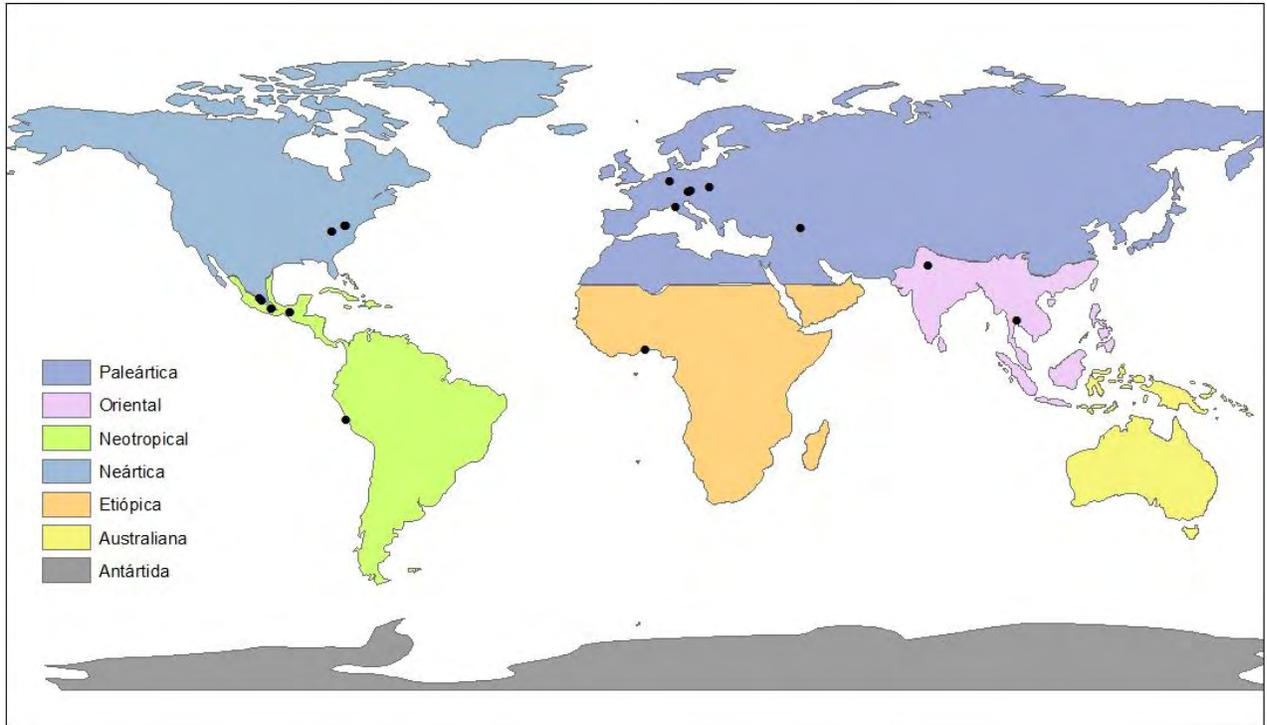


Figura 41. Distribución geográfica de *Euplotoides aediculatus*.

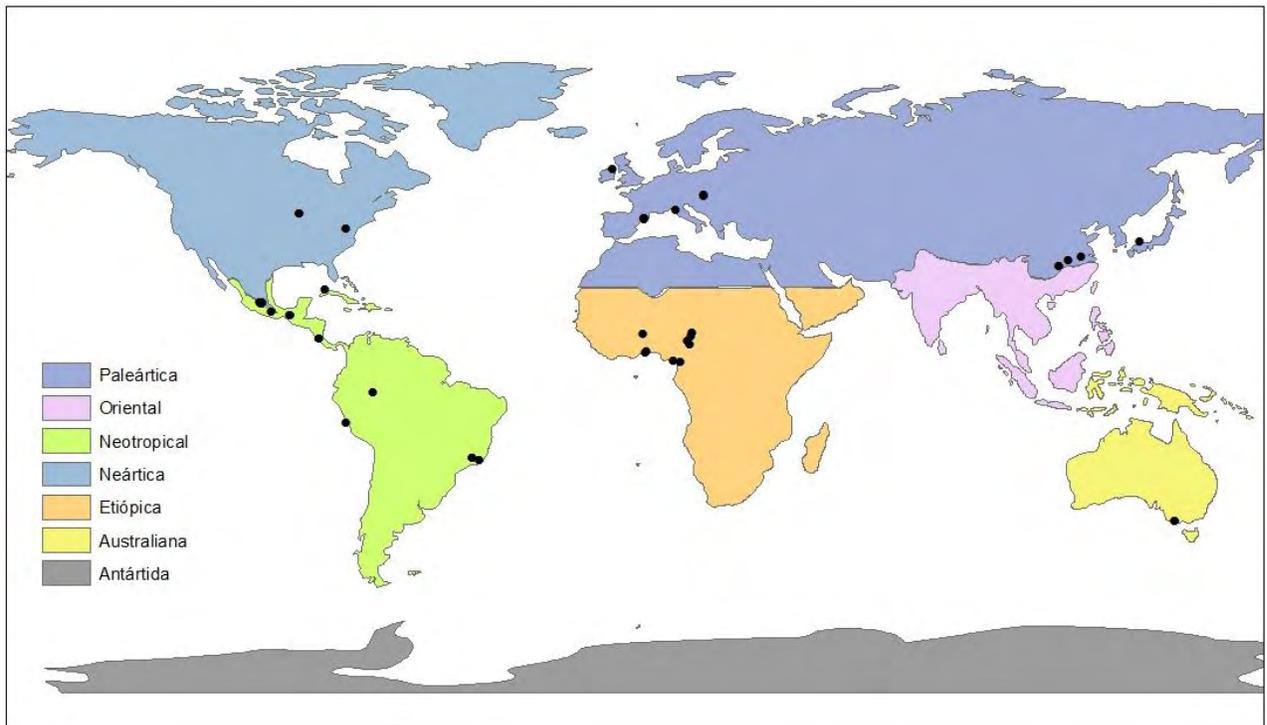


Figura 42. Distribución geográfica de *Euplotoides eurystomus*.

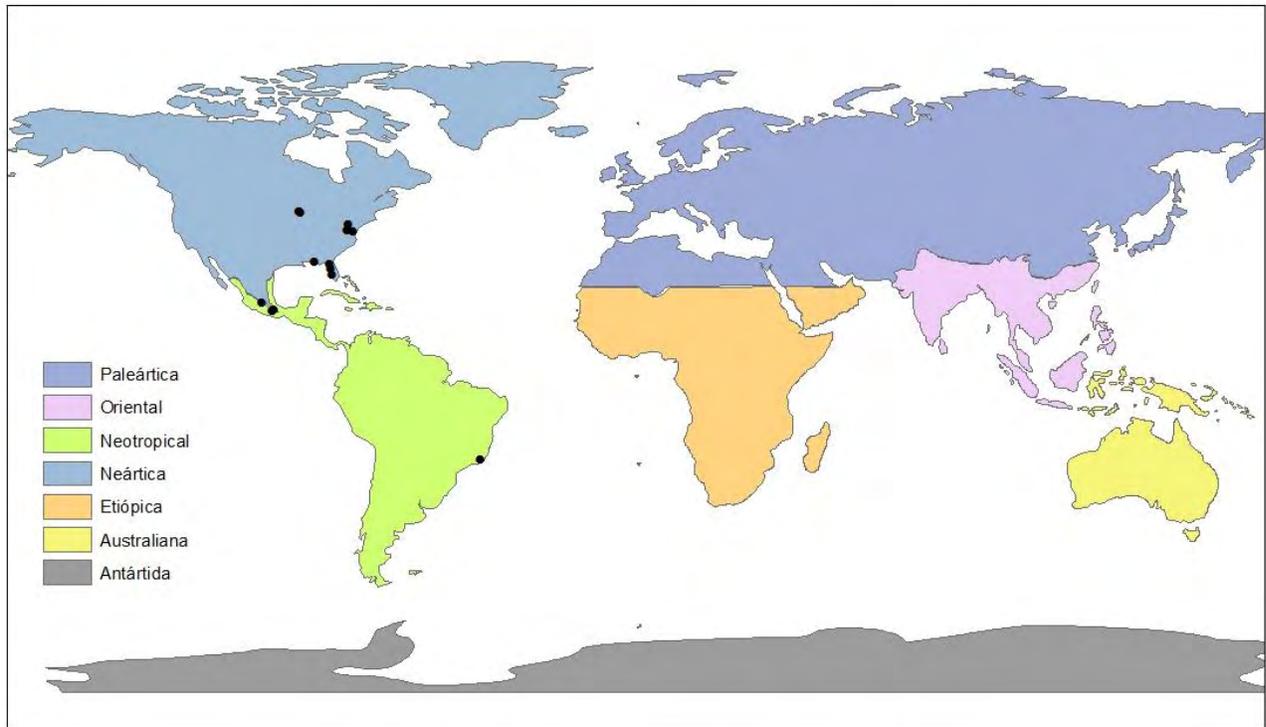


Figure 43. Distribución geográfica de *Euplotoides octocarinatus*.

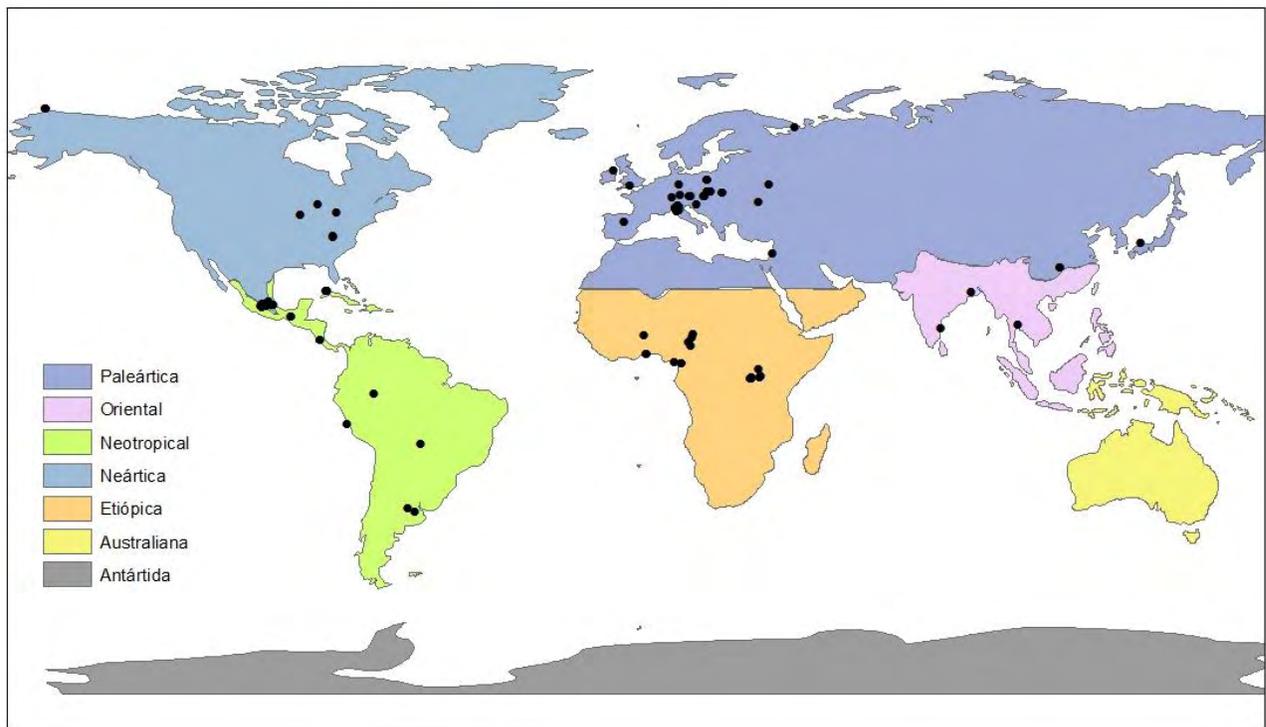


Figura 44. Distribución geográfica de *Euplotoides patella*.

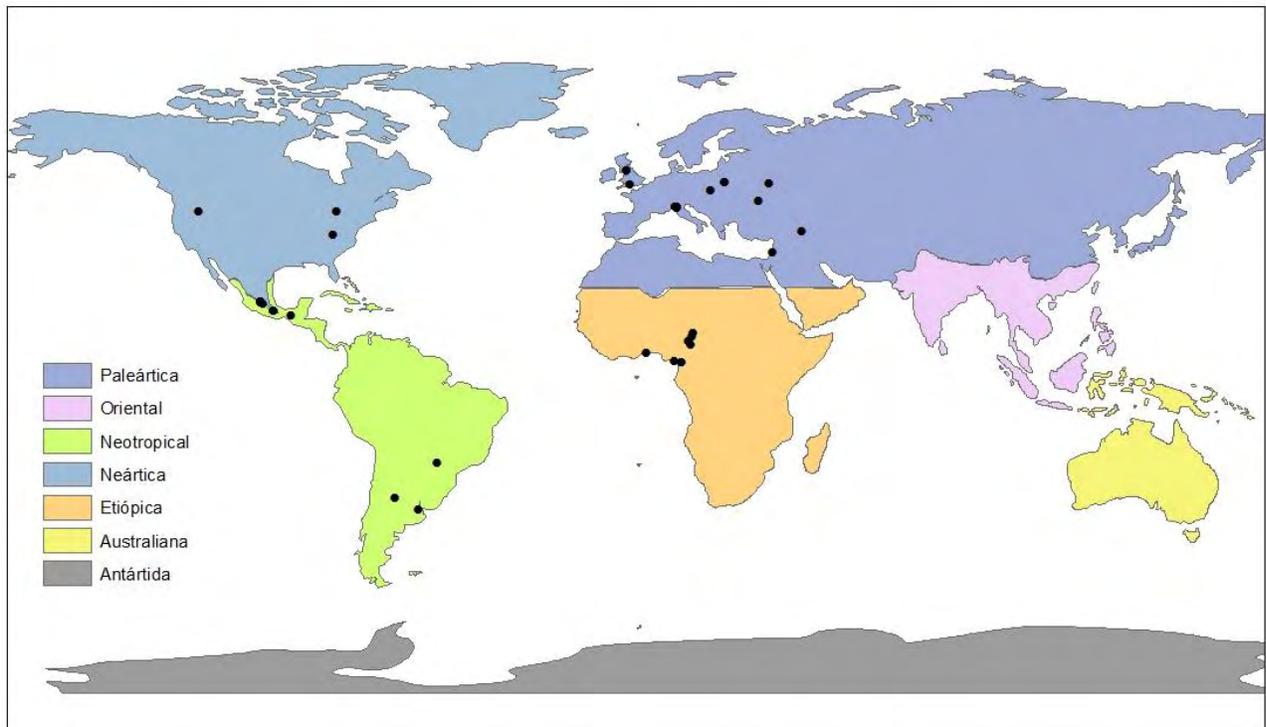


Figura 45. Distribución geográfica de *Brachonella spiralis*.

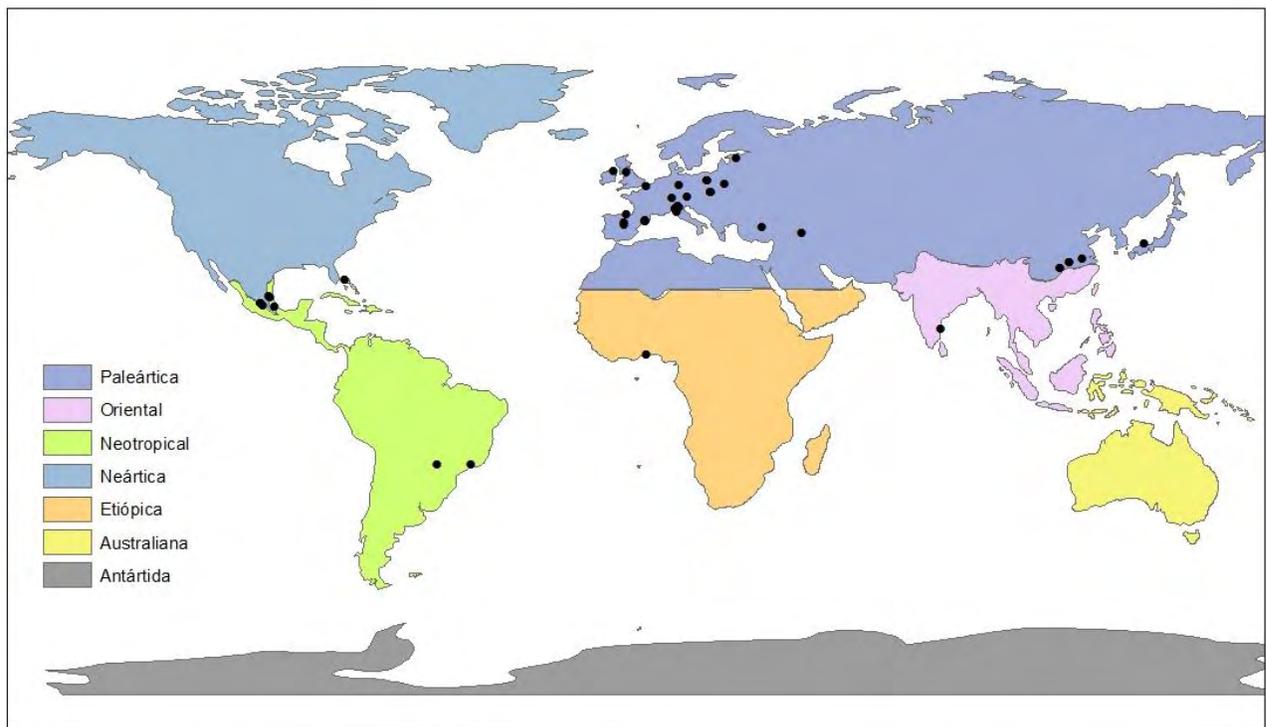


Figura 46. Distribución geográfica de *Litonotus cygnus*.

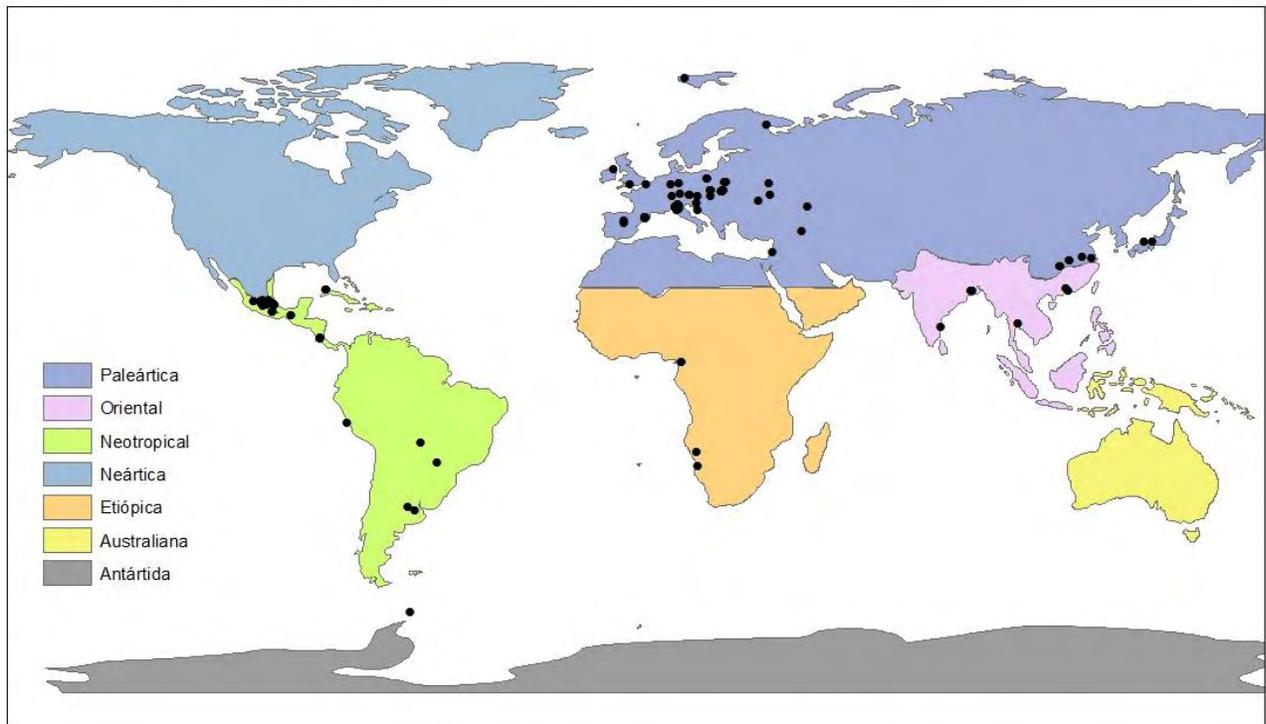


Figura 47. Distribución geográfica de *Chilodonella uncinata*.

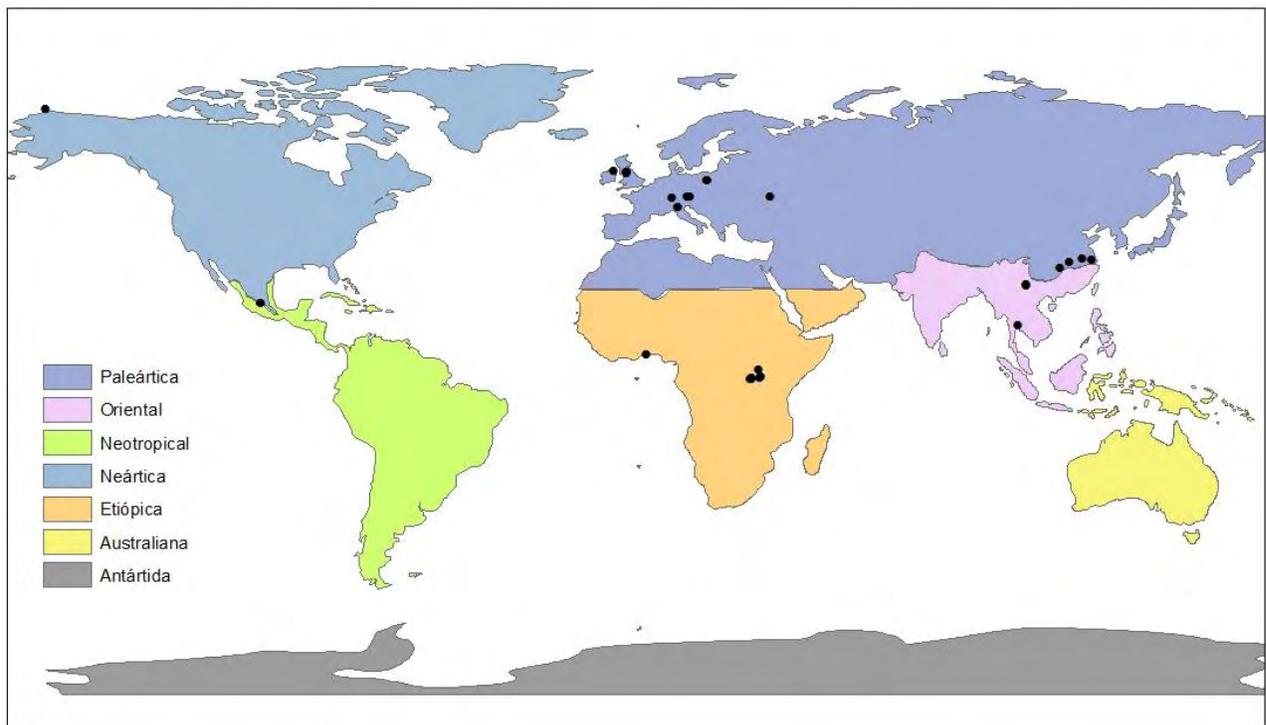


Figura 48. Distribución geográfica de *Obertrumia aurea*.

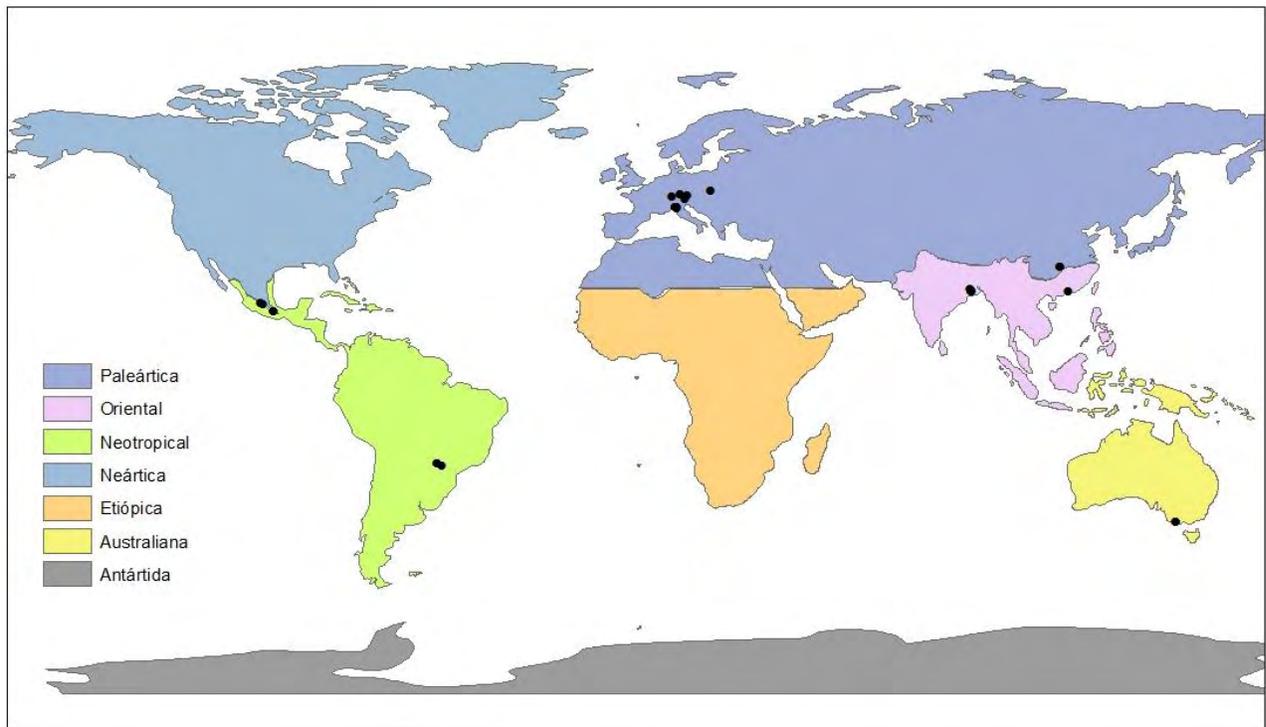


Figura 49. Distribución geográfica de *Microthorax pusillus*.

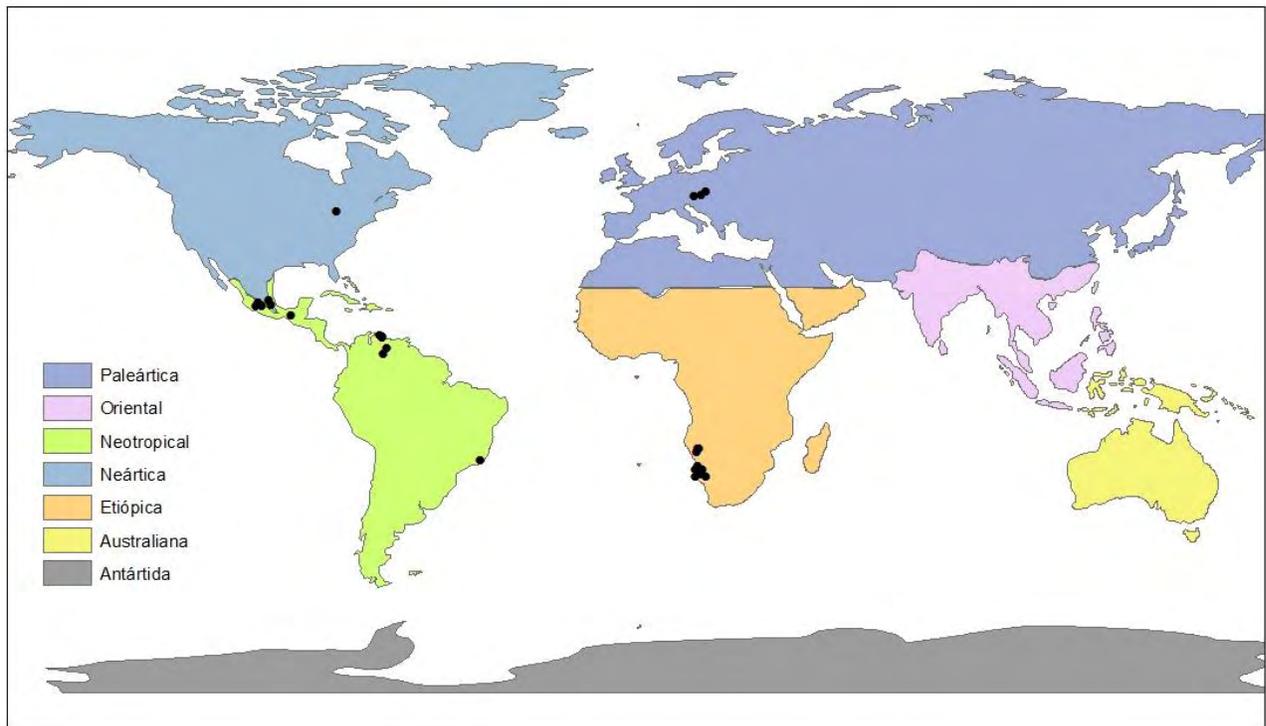


Figura 50. Distribución geográfica de *Colpoda ecaudata*.

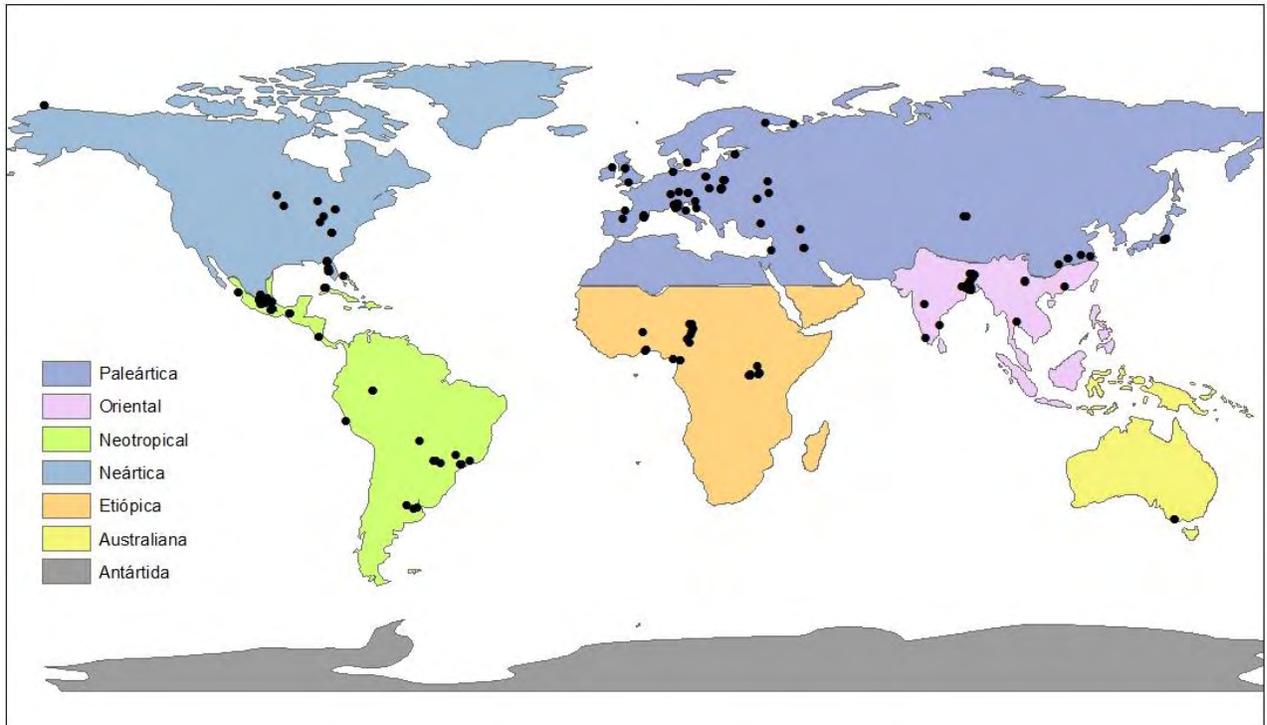


Figura 51. Distribución geográfica de *Coleps hirtus*.

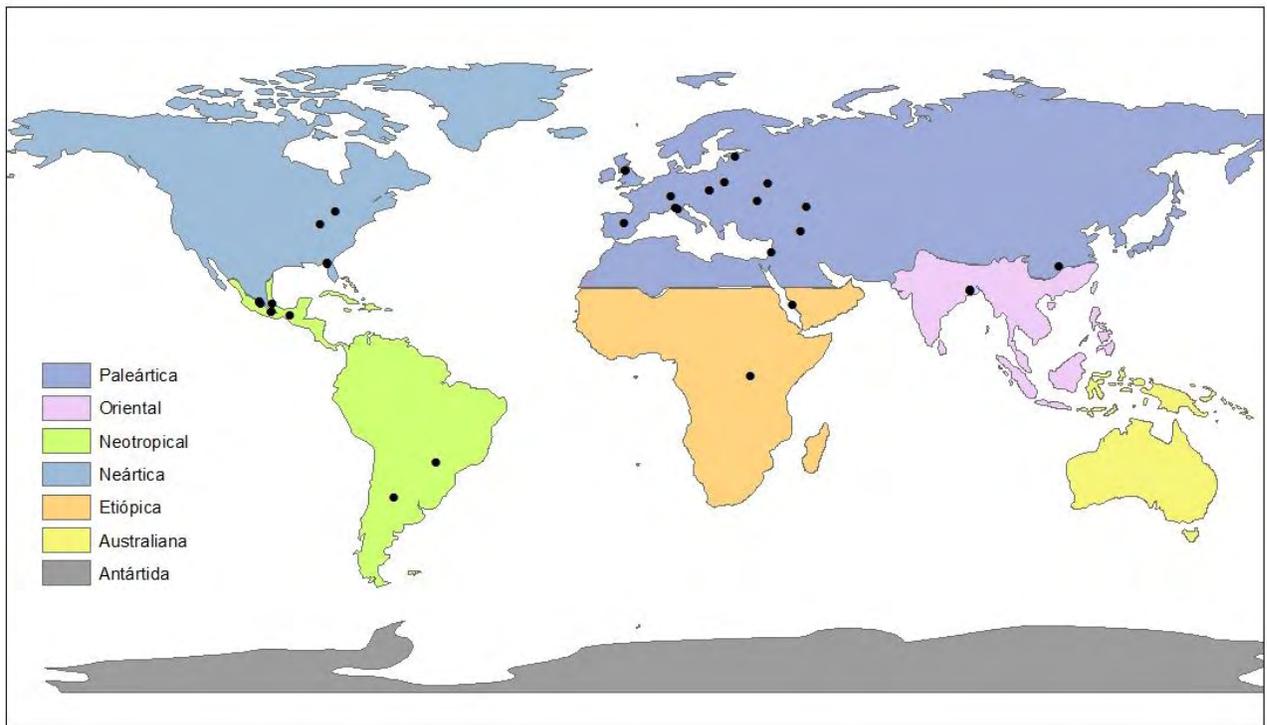


Figura 52. Distribución geográfica de *Plagiopyla nasuta*.

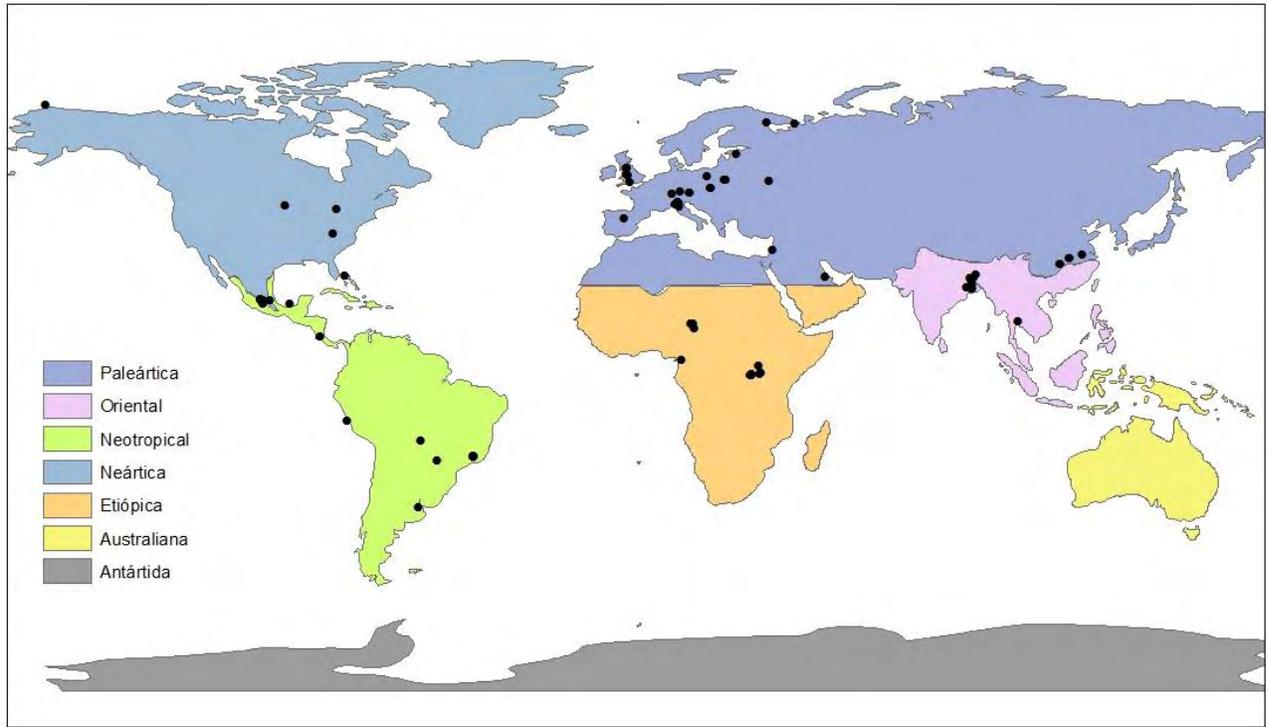


Figura 53. Distribución geográfica de *Frontonia leucas*.

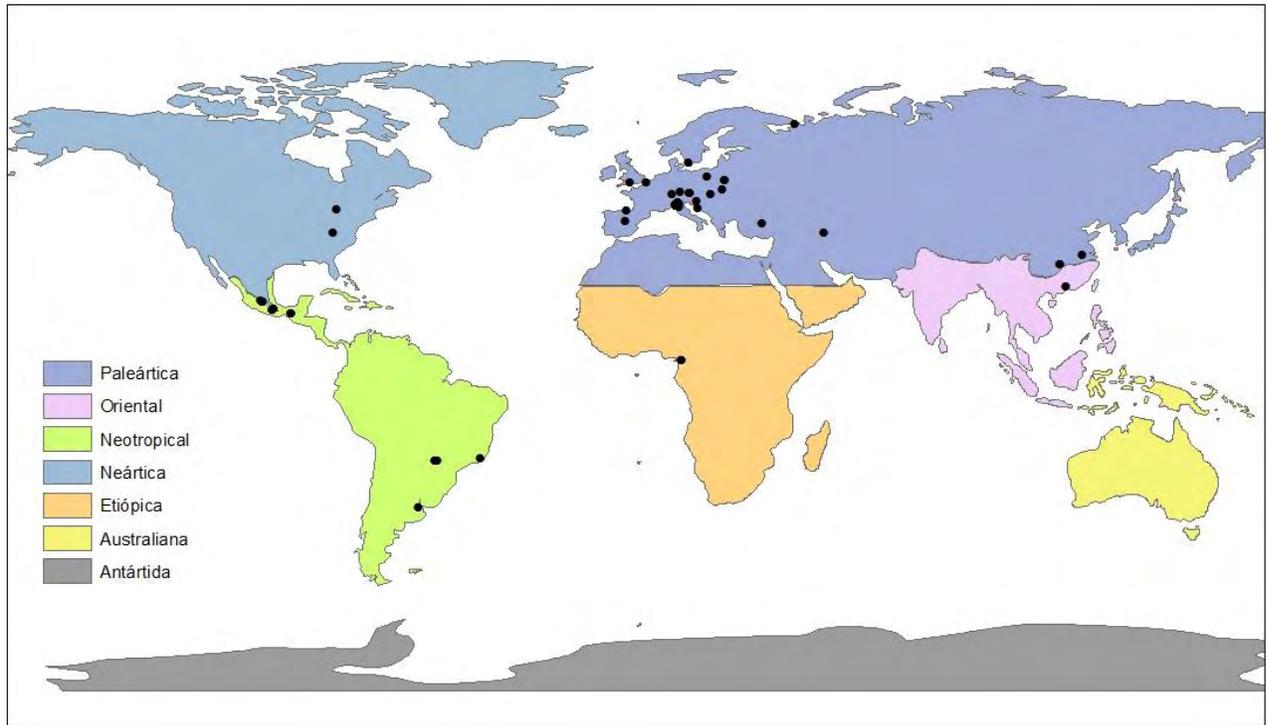


Figura 54. Distribución geográfica de *Lembadion lucens*.

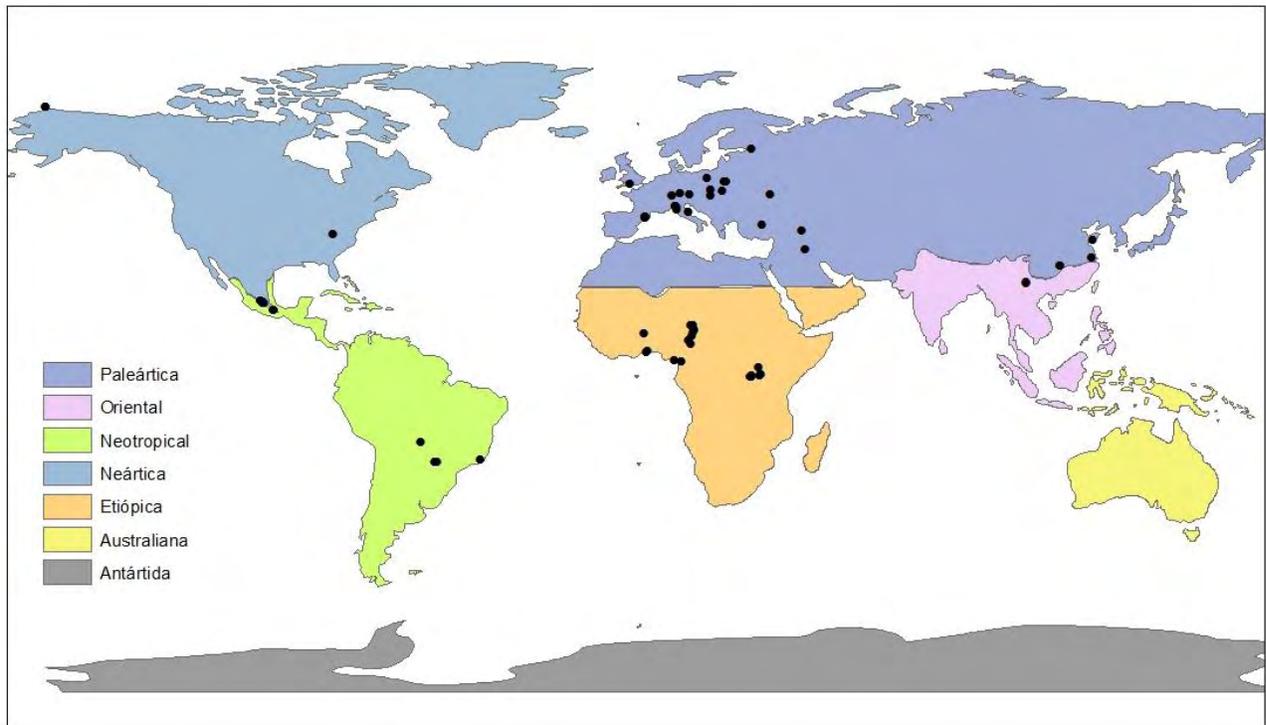


Figura 55. Distribución geográfica de *Paramecium bursaria*.

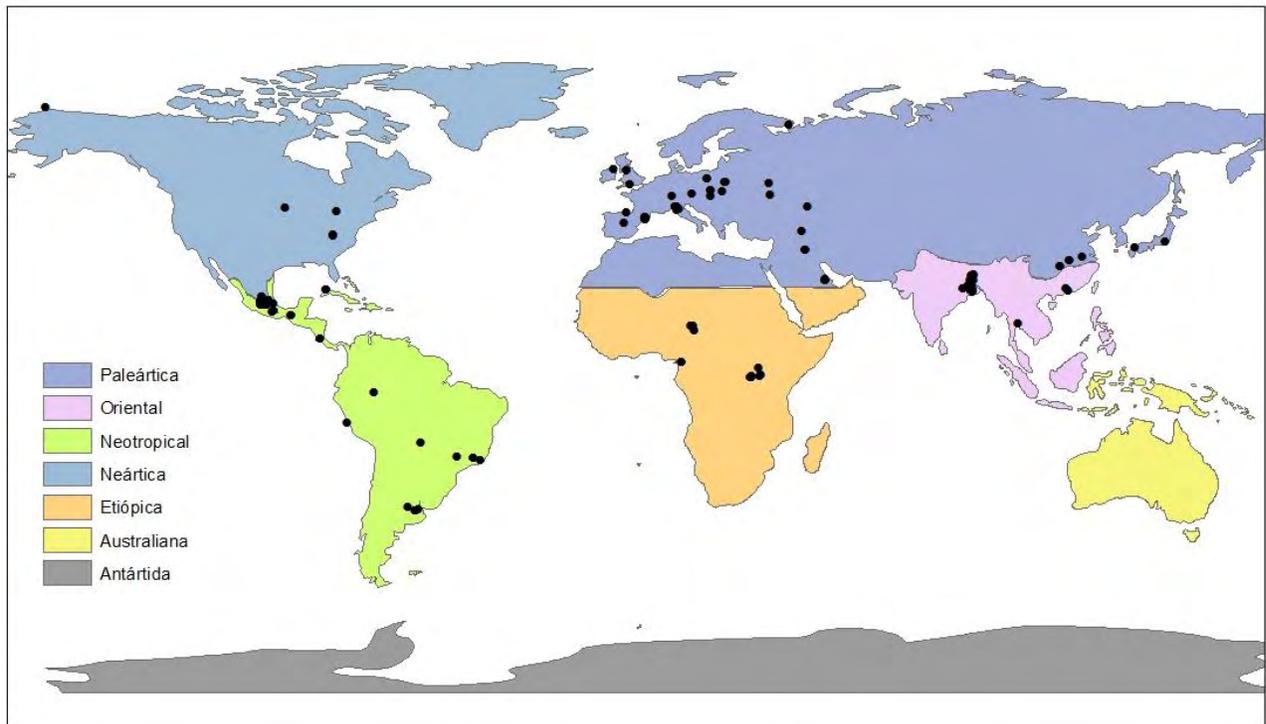


Figura 56. Distribución geográfica de *Paramecium caudatum*.

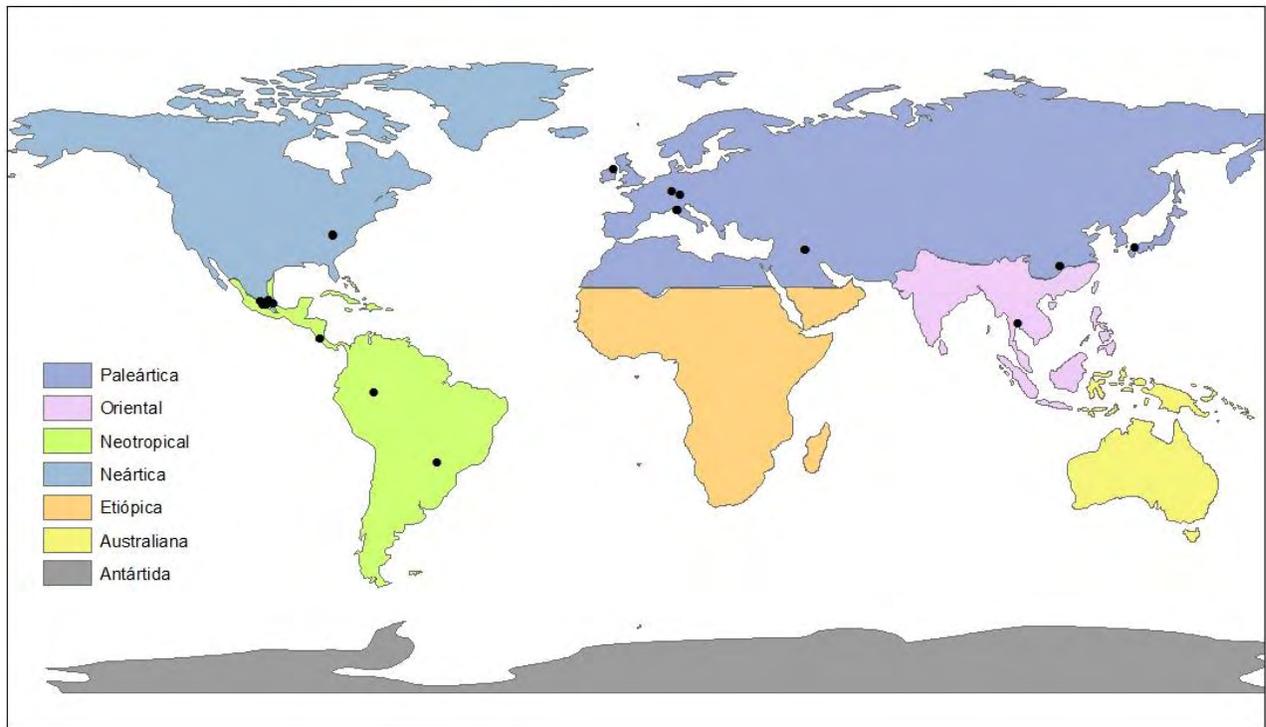


Figura 57. Distribución geográfica de *Paramecium multimicronucleatum*.

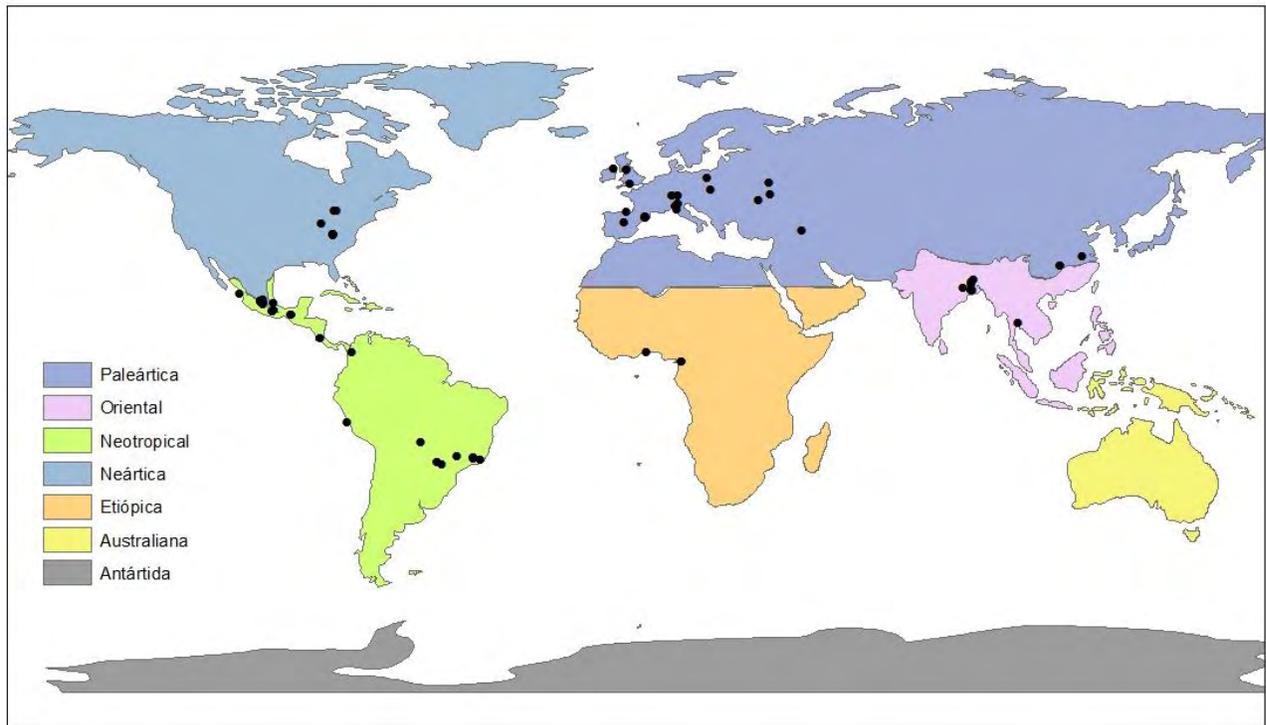


Figura 58. Distribución geográfica de *Urocentrum turbo*.

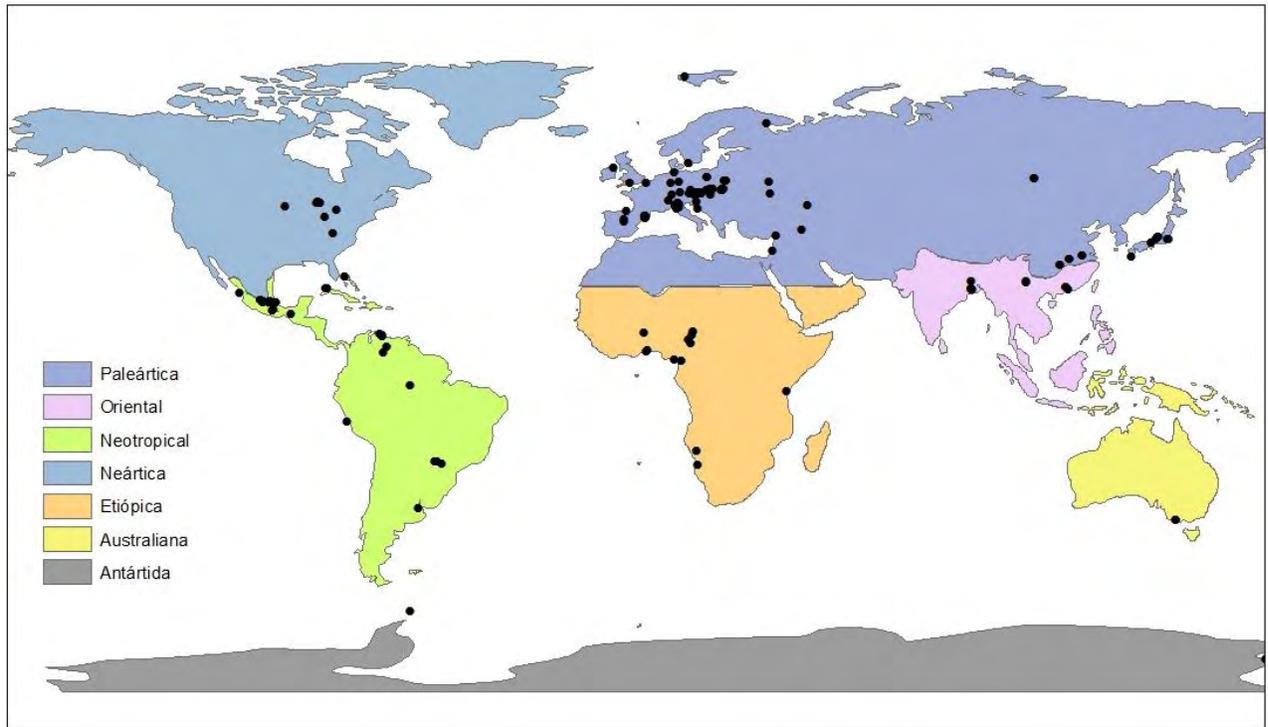


Figura 59. Distribución geográfica de *Cinetochilum margaritaceum*.

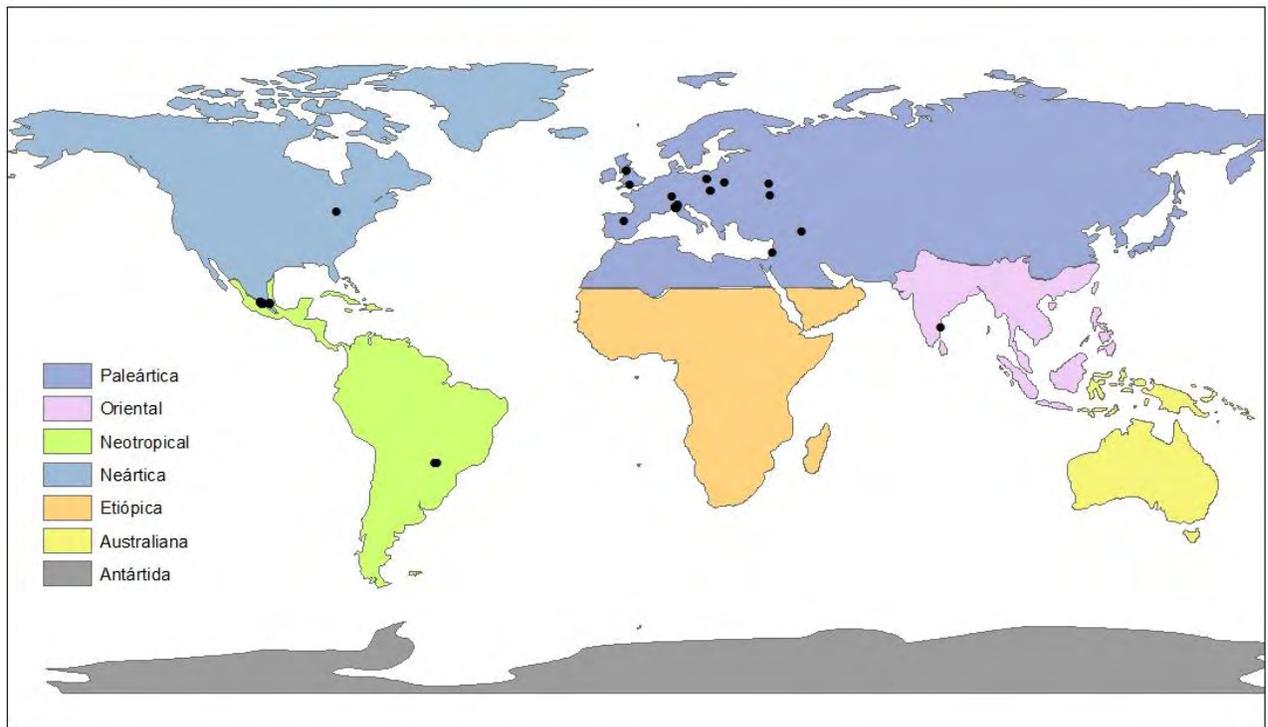


Figura 60. Distribución geográfica de *Dexiotricha granulosa*.

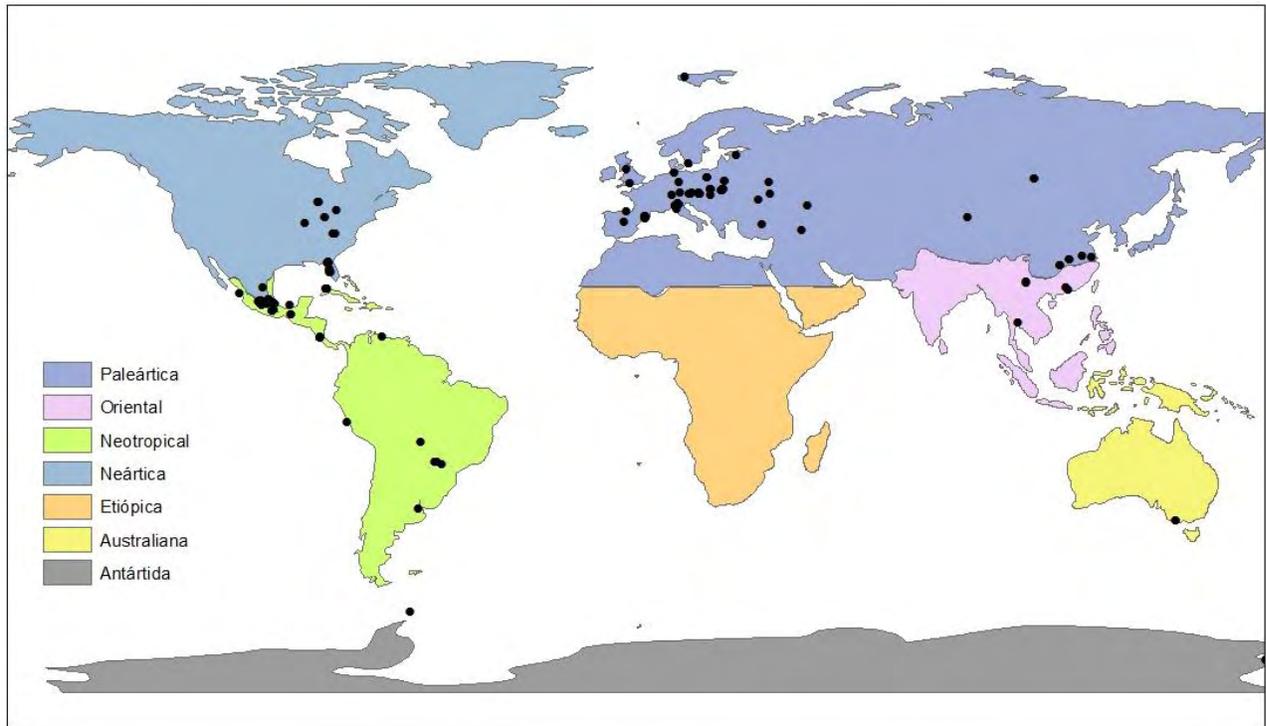


Figura 61. Distribución geográfica de *Cyclidium glaucoma*.

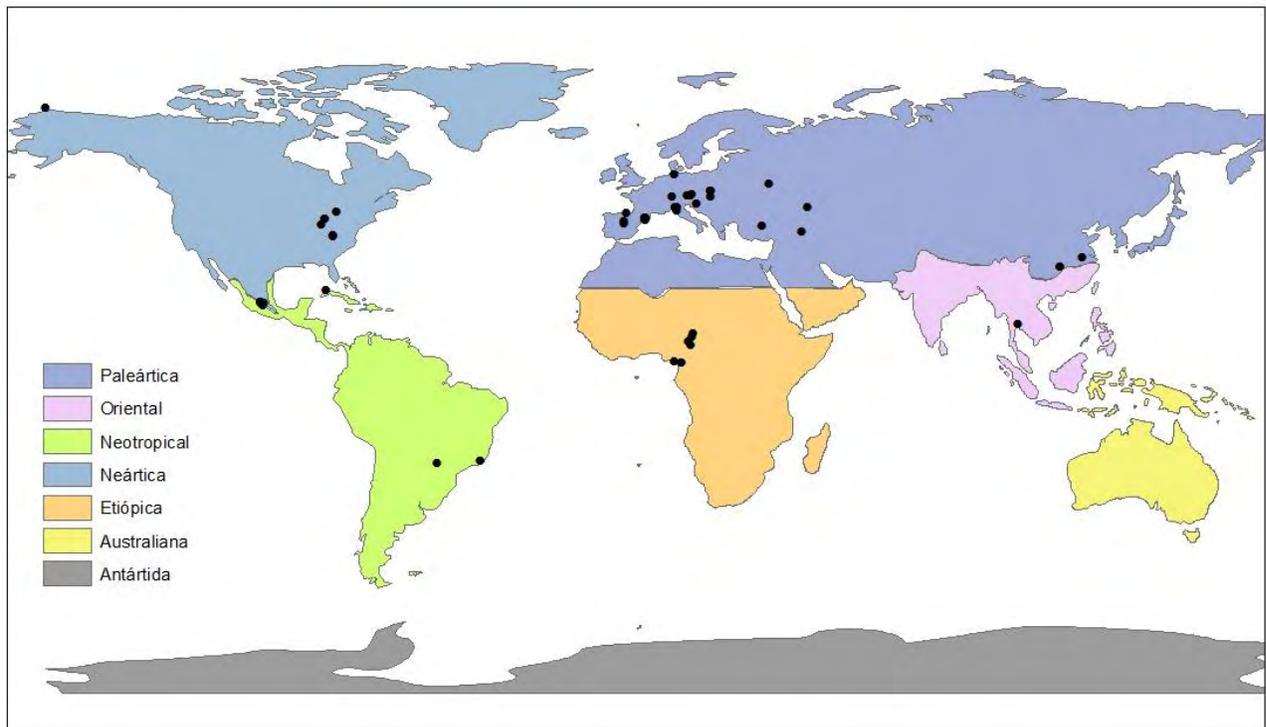


Figura 62. Distribución geográfica de *Glaucoma scintillans*.

DISCUSIÓN

Taxonomía

En México el mayor número de estudios taxonómicos de ciliados de vida libre se han realizado en ambientes marinos, seguido por los dulceacuícolas en la zona centro, por lo que algunas de las provincias biogeográficas de México y muchos ecosistemas dentro de ellas, no cuentan con este tipo de registros (Aladro-Lubel *et al.*, 2006; Mayén-Estrada *et al.*, 2014). En este estudio se contribuye con los primeros registros de ciliados de vida libre en ambientes dulceacuícolas de la provincia biogeográfica de Chiapas, y complementan el estudio de la riqueza de ciliados en las provincias Sierra Madre del Sur y Faja Volcánica Transmexicana.

Todas las especies observadas representan los primeros registros para cada cuerpo de agua estudiado, entre ellos los lagos Tziscaco y Montebello que pertenecen a áreas naturales protegidas (DOF, 1959) y que también son considerados como sitios RAMSAR (González del Castillo, 2003). El registro de ciliados de vida libre en Chiapas es de 24 especies, de las cuales 18 poseen un nombre binomial.

En Oaxaca los únicos registros de ciliados de vida libre corresponden al agua contenida en bromelias tipo tanque en la Sierra de Ixtlán (Durán-Ramírez *et al.*, 2015) con un total de diez especies, por lo que el listado taxonómico de ciliados de vida libre, con las 29 especies determinadas en el presente estudio asciende a 39 especies.

En el Estado de México se cuenta con los registros de Aladro-Lubel *et al.* (2006), Gallegos-Neyra *et al.* (2009), Flores-Flores (2012) y Méndez-Sánchez (2014) con un total de 73 especies de ciliados de vida libre. En este estudio se registran por primera vez las especies *Euplotoides aediculatus*, *Litonotus cygnus*, *Obertrumia aurea*, *Paramecium multimicronucleatum* y *Cinetochilum margaritaceum*. Con el presente registro el listado taxonómico para el estado de México es de 78 especies de ciliados de vida libre.

Obertrumia aurea representa un nuevo registro para México. Esta especie fue observada en el lago Ocotál, un cuerpo de agua somero hipertrófico con presencia de cianobacterias, un ambiente similar a otros cuerpos de agua donde ha sido previamente registrada (Foissner & Adam, 1981; Canter *et al.*, 1990). El lago Ocotál pertenece a la provincia biogeográfica Faja Volcánica Transmexicana.

Mayén-Estrada *et al.* (2014) señalaron que en México el conocimiento de la riqueza de especies es parcial dado que muchos ecosistemas no han sido explorados.

De las 42 especies de ciliados, 12 fueron determinadas a nivel genérico, considerando los caracteres citológicos evidenciados. Por ejemplo, *Lacrymaria* sp. se diferenció de los géneros *Phialina* y *Pelagolacrymaria* (Foissner *et al.*, 1994, 1999) por presentar una probóscide extensible y el citostoma en la región apical (Fig. 11A, B). *Aspidisca* sp. presentó una zona adoral de membranelas dividida y no tuvo cirros caudales y marginales (Fig. 9C, D) a diferencia de los géneros de la familia Euplotidae (Borror & Hill, 1995).

Loxodes sp. (Fig. 5F-J, Tabla 2) y *Oxytricha* sp. (Fig. 9I-L, Tabla 2), presentaron diferencias con las especies descritas y los caracteres no coincidieron con dichas descripciones (Tablas 8 y 9).

Tabla 8. Comparación morfológica de las especies del género *Loxodes*.

Caracter	<i>Loxodes striatus</i>	<i>Loxodes magnus</i>	<i>Loxodes rostrum</i>	<i>Loxodes rex</i>	<i>Loxodes vorax</i>	<i>Loxodes kahli</i>	<i>Loxodes striatus</i>	<i>Loxodes</i> sp.
Longitud de la célula (µm)	209-250	340-440	70-300	500-1200	100-180	470-600	214-286	408-657
No. de cinetias derechas	10-13	25-32	10-12	79-84	8	13-25	9-12	20-29
No. de macronúcleos	2	18-26	2	132-181	2	6-8	2	2
Referencia	Foissner & Rieder, 1983	Foissner & Rieder, 1983	Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986	Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986	Xu <i>et al.</i> , 2015	Dragesco & Kernéis, 1986	Presente estudio	Presente estudio

Tabla 9. Comparación morfológica de algunas especies del género *Oxytricha*.

Caracter	<i>O. granulifera</i>	<i>O. paragranelifera</i>	<i>Oxytricha</i> sp.
Longitud de la célula (µm)	80-130	71-106	60-120
No. de cirros marginales izquierdos	27-40	18-25	21-30
No. de cirros marginales derechos	29-41	18-25	21-31
No. de macronúcleos	2	2	2
No. de micronúcleos	2	2	2
No. de cinetias dorsales	5	6	6
Patrón de la MP y ME	<i>Oxytricha</i>	<i>Stylonychia</i>	<i>Stylonychia</i>
Hábitat	Terrestre	Terrestre	Agua dulce
Referencia	Foissner & Adam, 1983	Shao <i>et al.</i> , 2014	Presente estudio

Los ciliados hipotricos, y particularmente los del género *Oxytricha*, han sido considerados complicados de determinar (Berger, 1999), debido a que la mayoría de sus caracteres se sobrelapan

entre especies, por lo que es preciso considerar la disposición de las cinetias dorsales, los gránulos corticales, los cirros y de las membranas ondulantes, e incluso datos ontogenéticos.

Las poblaciones de la mayoría de las especies de ciliados con categoría de un nombre binomial registradas en este trabajo (Figs. 5-15, Tabla 2), coincidieron citológica y morfométricamente con descripciones de otras poblaciones (Jankowski, 1964; Curds, 1975; Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986; Foissner, 1993; Foissner *et al.*, 1991, 1992, 1994, 1995, 1999; Boscaro *et al.*, 2014), sugiriendo que poblaciones distantes son muy similares morfológicamente. *Microthorax pusillus* y *Dexiotricha* cf. *granulosa*, tuvieron algunas diferencias citológicas respecto a algunas descripciones, p. ej. la longitud y el ancho de la célula (Tablas 10, 11).

Tabla 10. Comparación morfológica de algunas poblaciones de *Microthorax pusillus* y especies relacionadas.

	<i>M. leptopharyngiformis</i>	<i>M. pusillus</i>	<i>M. pusillus</i>
Longitud del cuerpo (µm)	30-40	20-35	28-39
Ancho del cuerpo (µm)	20-25	13-25	17-21
No. cinetias ventrales	4	4	4
No. de cinetias dorsales	3	3	3
No. de cuerpos basales en la cinetia 1	4-5	3-5	2-3
No. de cuerpos basales en la cinetia 1	18-26	10-15	12-13
No. de cuerpos basales en la cinetia 3	40-47	23-36	35-37
No. de cuerpos basales en la cinetia 4	11-15	16-20	18-21
Localidad	Salzburgo, Austria	Salzburgo, Austria	Lago Analco, México
Referencia	Foissner, 1985	Leitner & Foissner, 1997	Presente estudio

Microthorax pusillus del lago Analco presentó tallas similares a *M. leptopharyngiformis*. Sin embargo, el patrón de la infraciliatura coincidió con el de *M. pusillus* de Austria (Tablas 2, 10). Los datos de *Microthorax pusillus* se complementan con los individuos de la población de Analco, son células con tamaños de 20 a 39 µm, la cinetia 1 presenta de 2 a 5 cuerpos basales, y la cinetia 4 de 16 a 21 cuerpos basales; los demás caracteres se mantienen de acuerdo con la descripción proporcionada por Leitner & Foissner (1997).

Se determinaron tres especies del género *Dexiotricha* (Fig. 15C-K, Tabla 2), entre ellas *Dexiotricha* cf. *granulosa* (Fig. 15 I-K) que fue muy similar a la especie descrita por Fan *et al.* (2014) y que difiere de *D. granulosa* por presentar un menor número de cinetias somáticas y la vacuola contráctil en posición subcaudal (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación morfológica de algunas especies del género *Dexiotricha*.

	<i>Dexiotricha</i> <i>granulosa</i>	<i>Dexiotricha</i> <i>granulosa</i>	<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	<i>Dexiotricha</i> sp.
Longitud del cuerpo (μm)	40-80	36-46	45-50	42-64	41-57
Ancho del cuerpo (μm)	15-30	18	15-20	18-21	14-18
No. de cinetias somáticas	30-38	30-37	28-30	26-30	20-24
Posición de la VC	Media	Media	Subcaudal	Subcaudal	Subcaudal
Localidad	Austria	Lago Ocotol, México	Shanghai, China	Lago Analco, México	Manantial Tiacaque, México
Referencia	Foissner <i>et al.</i> , 1994	Presente estudio	Fan <i>et al.</i> , 2014	Presente estudio	Presente estudio

Riqueza y Similitud de Especies

Regiones y Provincias

Begon *et al.* (2006) y Brönmark & Hansson (2005) mencionaron que la riqueza de especies es influenciada por diversos factores, entre ellos los geográficos (latitud, altitud), variabilidad climática, productividad en el ambiente, y factores que se encuentran dentro de la comunidad como depredación, parasitismo o competencia por los recursos. Se ha documentado que la riqueza de especies en grupos de vertebrados y plantas aumenta conforme la latitud se acerca al ecuador (Begon *et al.*, 2006). En este estudio la riqueza de especies fue mayor en la Zona de Transición Mexicana (37 especies) que en la Región Neotropical (25 especies), y el índice de similitud fue de 47% (20 especies compartidas), con 17 especies exclusivas de la ZTM y cinco de la Región Neotropical. La riqueza de especies de ciliados de vida libre no se acopla a lo mencionado por Begon *et al.* (2006), pero hay que considerar que en la región Neotropical solo se estudiaron dos cuerpos de agua y en la ZTM cuatro, por tal motivo una comparación entre estos dos componentes no es adecuada.

La riqueza de especies en las tres provincias biogeográficas fue de 25-29 especies. La Sierra Madre del Sur presentó más especies, seguida de la Faja Volcánica Transmexicana y Chiapas. Sin embargo, la similitud de especies entre las tres provincias fue de 44% (Fig. 20), lo que indica que la composición de ciliados es distinta en las tres provincias biogeográficas, sugiriendo que los ciliados no son totalmente ubicuos como propusieron Finlay *et al.* (2004).

Cuerpos de Agua

La riqueza de especies fue mayor en los lagos Analco y Tzisco, y en Montebello la riqueza obtenida fue más baja (14 especies); los métodos no paramétricos para estimar la riqueza teórica de especies (Tabla 4), presentaron valores similares a la riqueza observada, con la excepción del lago Montebello donde el resultado de la prueba fue de 20 especies. Magurran (2004) mencionó que al aplicar estos métodos de estimación las muestras deben ser homogéneas y bien conocidas. Además, algunos de estos métodos implican la presencia de las especies raras que son obtenidas a través del esfuerzo de muestreo. Sin embargo, los ciliados al no ser favorecidos por las condiciones ambientales suelen enquistarse (Lynn, 2008; Foissner *et al.*, 2008a), lo que dificulta conocer el número de especies en la muestra. Foissner *et al.* (2008a) señalaron que no existe un índice para estimar la diversidad de ciliados de vida libre.

Los cuerpos de agua de cada provincia biogeográfica tuvieron diferentes áreas de superficie, profundidades, orígenes y con distintas condiciones físico-químicas como la transparencia de la columna de agua, el pH, las concentraciones de oxígeno disuelto y la temperatura. Aparentemente su estado trófico también fue diferente (Tabla 6). De acuerdo con Pfister *et al.* (2002) y Beaver & Crisman, (1989) las comunidades de ciliados y la riqueza de especies son diferentes dependiendo de las características del hábitat (someros, profundos, eutróficos, oligotróficos, ácidos o alcalinos). Dichas condiciones (Tabla 6) permitieron el establecimiento de distintos ciliados en los seis cuerpos de agua repercutiendo en su agrupamiento respecto a la riqueza de especies.

Aquellas especies que fueron observadas en más de dos cuerpos de agua, han sido registradas en intervalos amplios de temperatura, oxígeno disuelto y pH, entre otras condiciones físico-químicas (Foissner *et al.*, 1991, 1992, 1994, 1995, 1999; Pfister *et al.*, 2002), lo que coincide con los resultados obtenidos (Anexo 6) y permiten categorizarlas como especies comunes capaces de colonizar distintos cuerpos de agua y por ende tener una distribución geográfica amplia (Foissner & Berger, 1996; Foissner *et al.*, 2008a).

De las 17 especies exclusivas de cada cuerpo de agua (Tabla 3), *Litonotus cygnus* y *Frontonia leucas* estuvieron presentes en las cuatro recolectas de su respectivo sitio. *Litonotus cygnus* es una especie depredadora (Foissner & Berger, 1996) y fue favorecida en el manantial Tiacaque por la presencia de protistas como flagelados que fueron un recurso alimenticio para este ciliado. *Frontonia leucas* es una especie eurioica (Foissner *et al.*, 1999; Dias & D'Agosto, 2006) y

omnívora, y se ha documentado que ingiere desde flagelados heterótrofos hasta amebas testadas grandes. En el lago Ocotál, se observaron dinoflagelados que fueron una fuente de alimento (Fig. 13I) para que este ciliado se encontrara en las cuatro recolectas realizadas.

Aquellas especies que fueron observadas en una sola recolecta p. ej. *Euplotoides patella*, *Colpoda ecaudata* y *Obertruria aurea*, probablemente se encontraron en las condiciones óptimas para su establecimiento. *Obertruria aurea* es consumidor de cianobacterias (Foissner *et al.*, 1999), y se ha documentado que el sistema depredador-presa en esta especie es dependiente de la densidad y biomasa de cianobacterias (Canter *et al.*, 1990). *Colpoda ecaudata* es una especie indicadora de condiciones con altas cantidades de materia orgánica, y tiene preferencia por ambientes terrestres y por lodos activados de plantas tratadoras de aguas residuales (Foissner, 1993; Foissner & Berger, 1996). Sígala-Regalado (2011) registró a esta especie en cuevas de México en biotopos de agua, suelo, musgo e incluso guano, por lo que esta especie puede colonizar otros ambientes como el lago ultraoligotrófico Tzisco.

Respecto a las cuatro recolectas realizadas en cada cuerpo de agua la riqueza de especies no mostró diferencias significativas, a excepción del lago Ocotál donde la riqueza de especies en noviembre 2014 fue de 13 especies y en las restantes recolectas de 9 y 11 especies. Esta diferencia pudo estar ligada a la presencia de macrófitas flotantes en la superficie del lago en ese muestreo, respecto a los otros donde estuvieron ausentes. De acuerdo con Song (2000) y Madoni (1991), la riqueza de especies es mayor si hay colonización de macrófitas en el cuerpo de agua, lo que coincide con los resultados obtenidos.

La riqueza de especies en cada cuerpo de agua durante la temporada lluviosa y seca no fue significativamente diferente si se compara con otros cuerpos de agua de México (Bulit & Díaz-Ávalos, 2009; Méndez-Sánchez, 2014). Sin embargo, la composición de especies en los seis cuerpos de agua fue diferente, a excepción de algunas especies que se observaron en ambas temporadas como *Coleps hirtus*, *Spirostomum teres* o *Cyclidium glaucoma* (Anexo 3), lo que indica que los ciliados dependen de condiciones provocadas por el cambio estacional como se ha observado en varios estudios (Madoni, 1991; Bark, 1985).

Factores Físico-químicos y Ciliados

Beaver & Crisman (1989) y Pfister *et al.* (2002), demostraron que la composición de ciliados es diferente en cuerpos de agua con distintas características como la profundidad, la presencia de

vegetación acuática, el estado trófico, la presencia de anoxia, así como los factores físico-químicos, tal como se observó en los seis cuerpos de agua estudiados.

La temperatura del agua, el pH y el oxígeno disuelto, así como la conductividad estuvieron en los intervalos de tolerancia de la mayoría de las especies observadas, coincidiendo con Foissner *et al.* (1991, 1992, 1994, 1995) y Pfister *et al.* (2002) que las categorizaron como especies comunes; sin embargo, de acuerdo con Bark & Watts (1984), Henebry & Cairns (1984), Beaver & Crisman (1989) Madoni (1989, 1990, 1991), Song (2000), Bulit & Díaz-Ávalos (2009) y Velho *et al.* (2013) los ciliados son influenciados por los cambios físico-químicos y bióticos en su ambiente, coincidiendo con los resultados obtenidos.

No existen datos de ocurrencia ecológica para algunas especies de ciliados. Por lo tanto, en este estudio se aportan datos para *Blepharisma sinuosum*, *Brachonella spiralis*, *Euplotoides octocarinatus* y *Paramecium multimicronucleatum* (Anexo 6).

Zona Litoral

Todos los cuerpos de agua están rodeados por una zona terrestre con comunidades vegetales que son fuente de nutrimentos, siendo las zonas litorales más productivas que la zona pelágica (Wetzel, 2001; Reynolds, 2004). De acuerdo con estos autores y con Lugo-Vázquez *et al.* (1998b) las zonas litorales contienen y reciclan una mayor cantidad de nutrimentos y propician el incremento de la biomasa bacteriana y por ende la riqueza de ciliados, que fue más alta en las zonas litorales que en las zonas limnéticas.

En general, en las muestras de superficie la riqueza de los ciliados fue menor que en las muestras del fondo, resultado que coincide con los datos de Madoni (1989) y Weisse (2004), quienes mencionaron que la materia orgánica se acumula en el fondo y es procesada por los organismos heterótrofos (principalmente bacterias) beneficiando a las poblaciones de ciliados que son un componente principal de los sedimentos por sus estrategias alimenticias, tanto en ambientes de agua dulce como salobres y marinos (Lei *et al.*, 2014). Las especies *Spirostomum* spp., *Stentor* spp., *Aspidisca* spp., *Euplotoides* spp., *Loxodes* spp. *Chilodonella uncinata* y *Oxytricha* sp. que fueron observadas en las muestras de fondo, son habitantes del bentos (Foissner & Berger, 1996; Patterson & Hedley, 1998; Lei *et al.*, 2014). *Cinetochilum margaritaceum*, *Dexiotricha* sp., *Halteria* sp., *Metopus* sp., *Microthorax pusillus*, *Plagiopyla nasuta* y *Paramecium caudatum* se han observado en

comunidades bentónicas como libres nadadores y también se han observado en el bentos (Madoni, 1989). Estas especies fueron observadas en el fondo como libres nadadores.

Coleps hirtus, *Cyclidium glaucoma*, *Chilodonella uncinata*, *Paramecium caudatum* y *Halteria* sp., fueron observadas en la superficie de las muestras litorales, principalmente del Manantial Tiacaque. Madoni & Sartore (2003), consideraron a estas especies como cosmopolitas que pueden habitar en las comunidades bentónicas, como se observó.

En el Manantial Tiacaque en las zonas litorales se presentó una capa superficial de algas. Brönmark & Hansson (2005) mencionaron que la biomasa algal produce cantidades de carbono orgánico que permite la colonización bacteriana y puede desarrollar una cadena trófica estable (desde consumidores primarios como secundarios), por lo que la capa algal en el manantial influyó en el incremento de la biomasa bacteriana permitiendo que algunos ciliados bacterívoros como *Chilodonella uncinata*, *Glaucoma scintillans*, *Cyclidium glaucoma* y *Dexiotricha* sp. colonizaran este estrato; probablemente la misma influencia bacteriana incidió en la presencia de flagelados heterótrofos que a su vez facilitaron el establecimiento del ciliado depredador *Litonotus cygnus* (Foissner & Berger, 1996).

Zona Limnética (perfil vertical)

En los lagos Analco, Ocotal y el manantial Tiacaque hubo una riqueza específica de ciliados alta (16, 14 y 10 especies) en comparación con la presa La Azucena (tres especies) y los lagos Montebello y Tzisco (una especie cada uno) (Figs. 23, 25, 27, 29, 31, 33). Esta riqueza de especies en estos lagos puede relacionarse con su estado trófico (Beaver & Crisman, 1989) ya que los lagos eutróficos presentan una mayor riqueza de especies que los oligotróficos. El índice del estado trófico (TSI, DS) de los cuerpos de agua Ocotal, Analco y Tiacaque fue alto (mayor a 60) y los datos de transparencia del disco de Secchi fueron menores a 1 m (Tabla 6, Anexo 4). De acuerdo con Fuller *et al.* (2011) los valores de transparencia y el índice del estado trófico de Carlson (1977) permiten clasificar a los lagos como eutróficos, mesotróficos y oligotróficos, por lo que estos cuerpos de agua podrían ser categorizados como eutróficos e hipertróficos (Tabla 6, Anexos 1, 4). Beaver & Crisman (1989) y Pfister *et al.* (2002), observaron que la riqueza de ciliados planctónicos y su diversidad, se incrementa proporcionalmente al aumento del estado trófico lo hace (de oligotrófico a hipertrófico), y que los lagos someros presentan una mayor diversidad de especies comparados con lagos

profundos. Esto se observó en la presa La Azucena y en los lagos Tzisco y Montebello, que tuvieron una mayor profundidad (Tabla 6) y presentaron menos de tres especies.

En el lago Analco, donde toda la columna de agua se mostró iluminada en febrero y agosto 2015, y en febrero 2016 presentó una zona afótica de 0.2 m, las especies de ciliados se concentraron en el fondo, probablemente la presencia de macrófitas enraizadas con hojas flotantes en el cuerpo de agua generaron materia orgánica y detritos que se acumulan en el sedimento (Wetzel, 2001; Brönmark & Hansson, 2005), favoreciendo su colonización.

Por otra parte, la iluminación total de la columna de agua pudo influir en la distribución de *Paramecium bursaria* en el fondo, ya que al ser una especie mixótrofa puede obtener su energía a través de las clórelas simbiotas (Fig. 14A, B) absorbiendo la luz en el fondo, o bien mediante la ingestión de bacterias, algas y flagelados heterótrofos que se acumularon en el fondo (Dolan, 1992; Foissner & Berger, 1996).

En el lago Ocotac se observaron especies en las distintas profundidades de la columna de agua, entre ellas *Spirostomum teres*, *Frontonia leucas*, *Loxodes striatus*, *Dexiotricha granulosa* y *Coleps hirtus*, lo que coincide con observaciones previas en el hipolimnion en cuerpos de agua eutróficos y someros (Bark, 1981; Madoni & Sartore, 2003; Webb, 1961). Estas especies son aerobias, pero pueden tolerar bajas concentraciones de oxígeno (Guhl *et al.*, 1994; Madoni, 1991), condiciones que se presentaron en abril de 2015. Las comunidades de ciliados y las características limnológicas (presencia de una zona anóxica) de este cuerpo de agua pueden sugerir un patrón similar a los cuerpos de agua eutróficos que se han estudiado en Europa (Bark, 1981, Guhl *et al.*, 1994, 1996; Webb, 1961).

En el Manantial Tiacaque también se observaron condiciones de hipoxia en el fondo (concentraciones menores a 5 mg/L) donde se observaron algunas especies tolerantes a bajas concentraciones de oxígeno, entre ellas *Brachonella spiralis* que es un ciliado anaerobio (Foissner *et al.*, 1992a; Bark, 1981). Por el contrario, en enero 2016 las concentraciones de oxígeno fueron mayores a 12 mg/L, consideradas condiciones de sobresaturación (Chapman, 1996), las cuales pudieron ser provocadas por la presencia de una capa de algas, donde fueron observados ciliados bacterívoros, lo que indica que la presencia de algas es un factor relacionado con la presencia de ciliados en la superficie.

En la presa La Azucena se registró una baja riqueza de ciliados (1-2 especies) y solo como componentes de la comunidad del fondo. Estas especies, *Coleps hirtus* y *Cyclidium glaucoma* son de hábitos bacterívoros (Foissner & Berger, 1996) y con amplia distribución geográfica (Figs. 51, 61). Esta baja riqueza de especies puede ser resultado a las condiciones del cuerpo de agua que no fueron adecuadas para la colonización de otras especies de ciliados. *Coleps hirtus* ha sido considerada una especie eurioica capaz de alimentarse de detritos, flagelados bacterias e incluso otros protistas.

En los dos lagos ultraoligotróficos, Tzisco y Montebello, solo fue observada una especie en los perfiles verticales y en una sola recolecta (Figs. 31, 33). En lago Tzisco *Colpoda ecaudata* fue observado en una sola muestra superficial. De acuerdo con Foissner & Berger (1996) esta especie es indicadora de ambientes polisaprobios e isosaprobios (altamente contaminados con materia orgánica), mientras que los lagos oligotróficos suelen ser lagos con bajo contenido en materia orgánica, por lo que el lago Tzisco no concuerda con las características de un ambiente polisaprobio (García, 2010); además *Colpoda ecaudata* ha sido registrado en muestras de suelo y tiene la capacidad de formar quistes (Foissner, 1993) por lo que puede ser una especie eurioica.

Las especies de *Aspidisca* tienen un hábito de tipo rastrero que se deslizan sobre el sedimento o sobre el perifiton (Song, 2000; Wu & Curds, 1979). En el lago Montebello *Aspidisca* sp. fue la única especie observada en una muestra del fondo, a diferencia de los cuerpos de agua Ocotál y Tiacaque, que presentaron materia orgánica y filamentos de cianobacterias u otras algas en la columna de agua y en la superficie donde fue observada *Aspidisca* spp., corroborando que estas especies se asocian al perifiton o al sedimento.

Distribución Geográfica

Pocos estudios han sido llevados a cabo acerca de la distribución geográfica en ciliados de vida libre (Foissner, 2006; Foissner *et al.*, 2008a; Esteban *et al.*, 2001; Petz *et al.*, 2007; Boscaro *et al.*, 2014). A excepción de las especies *Spirostomum teres* y *Spirostomum minus*, cuya distribución geográfica ha sido representada por Boscaro *et al.*, (2014), los mapas de las 27 especies con categoría binomial incluidas en esta investigación son los primeros mapas de distribución geográfica y complementan los dos existentes de los espirostomátidos (Figs. 34-62).

La distribución geográfica de la mayoría de los ciliados observados correspondió a un patrón de amplia distribución, sin embargo, sus distribuciones fueron disyuntas debido a que distintas

poblaciones han sido observadas en diferentes localidades de América, Europa, Asia, África, Australia e incluso en la Antártida (Figs. 34-62), siendo los océanos una barrera geográfica para especies de agua dulce, evitando su dispersión (Espinosa *et al.*, 2005; Cox & Moore, 2005). Foissner (2006) mencionó que muchos protistas, principalmente de suelo y limnéticos, tienen la capacidad de formar quistes los cuales son dispersados por viento o animales, sin embargo, los quistes como un estado de latencia dependen de las condiciones adecuadas para la colonización de nuevos hábitats.

De acuerdo con Espinosa *et al.* (2005), las distribuciones disyuntas pueden clasificarse de acuerdo con las regiones biogeográficas, categorizando a las especies como endémicas si solo se encuentran en una provincia biogeográfica, o como especies cosmopolitas si se encuentran en cinco o seis regiones. Los resultados arrojaron que al menos 20 especies se distribuyeron en cinco regiones biogeográficas por lo que pueden ser consideradas de amplia distribución geográfica con carácter cosmopolita.

Finlay *et al.* (1999) sugirieron que los ciliados son ubicuos al demostrar que muchas especies de agua dulce, registradas en Europa Central, fueron observadas en un lago cráter del continente Australiano. Sin embargo, los datos presentados documentaron que no todos los ciliados habitaron los seis cuerpos estudiados, por lo que los factores que limitaron su distribución son las características de su hábitat. Petz *et al.* (2007) realizaron un estudio comparativo de ciliados del suelo y limnéticos en las regiones de la Antártida y el Ártico y sugirieron que las comunidades de ciliados limnéticos son altamente diferentes a las del suelo, y que los ciliados de agua dulce no se distribuyen ubicuamente, debido a que las capacidades de dispersión en distancias muy largas (polo a polo) son restringidas.

Kush (1998) demostró que existe un intercambio genético entre poblaciones del ciliado *Stentor coeruleus* entre distancias de hasta 400 km. Por el contrario, Zagata *et al.* (2015) demostraron que las diferencias genéticas entre distintas cepas de *Paramecium bursaria* están correlacionadas con la distribución geográfica y que las poblaciones separadas por continentes no presentan un intercambio genético.

La mayoría de las especies que presentaron una amplia distribución geográfica como *Coleps hirtus*, *Frontonia leucas*, *Cinetochilum margaritaceum*, *Paramecium caudatum*, *Euplotoides aediculatus* y *Spirostomum* spp., debido a su tolerancia a los cambios fisico-químicos en ecosistemas limnéticos (Anexo 6) (Foissner *et al.*, 1991, 1992, 1994, 1995, 1999; Foissner & Berger, 1996; Pfister *et al.*,

2002), incluyendo la salinidad, ya que han sido registradas incluso en estuarios (Finlay *et al.*, 1999; Asadullayeva & Alekperov, 2007).

Cinetochilum margaritaceum fue la única especie que se documentó en las seis regiones biogeográficas y además en el continente Antártico (Fig. 59) por lo que es una de las especies con amplia distribución geográfica.

Spirostomum minus, *Spirostomum teres* y *Coleps hirtus* estuvieron presentes en las seis regiones biogeográficas propuestas por Wallace (1876), categorizándose como especies cosmopolitas, tal como otros autores las han considerado (Boscaro *et al.*, 2014; Foissner *et al.*, 1992, 1994, 1999).

Los presentes resultados de *Spirostomum teres* y *Spirostomum minus* complementan sus datos de distribución geográfica (Boscaro *et al.*, 2014).

Coleps hirtus es una especie que no forma quistes (Foissner *et al.*, 1999). Sin embargo, tiene la capacidad de tolerar variaciones físico-químicas en diversos ecosistemas acuáticos de agua dulce e incluso salobres, lo que repercute en su capacidad para colonizar nuevos hábitats, como lo muestran sus registros a nivel mundial.

Paramecium bursaria, *P. caudatum*, y *P. multimicronucleatum* fueron consideradas por Fokin (2010) como especies de amplia distribución al documentarlas en los seis continentes (Europa, Asia, Norte América, Sudamérica, África y Australia), sin detalles de su ubicación geográfica.

El continente Antártico es un lugar poco explorado. Sin embargo, Petz *et al.* (2007) registraron algunos ciliados en dicho continente, entre ellos *Cyclidium glaucoma* y *Chilodonella uncinata*, lo que sugiere que estas especies son de amplia distribución geográfica.

Brachonella spiralis, *Litonotus cygnus*, *Colpoda ecaudata*, *Obertruria aurea* y *Dexiotricha granulosa*, se han registrado en cuatro regiones biogeográficas, por lo que de acuerdo con Espinosa-Organista *et al.* (2005) son consideradas como especies semicosmopolitas. *Brachonella spiralis* es un ciliado que tiene preferencia por ambientes anóxicos (Lynn, 2008) y *Colpoda ecaudata*, que es una especie con el mayor número de registros en hábitats terrestres (Foissner *et al.*, 2002), se distribuyeron en Europa, África, América del Norte y América del Sur y estuvieron ausentes en los continentes asiático y australiano.

La distribución de *Obertrumia aurea*, primer registro para México en la Zona de Transición Mexicana, estuvo ausente en Australia y Sudamérica, y el consumo de cianobacterias por este ciliado puede ser un factor que limite su distribución (Canter *et al.*, 1990).

Dos especies tuvieron una distribución restringida. Una de ellas fue *Blepharisma sinuosum* (Fig. 35), que sólo estuvo presente en las regiones Neotropical y Australiana, con un patrón de distribución austral o notogeica, que abarca América del sur, Australia y Nueva Zelanda (Ringuelet, 1961). La otra especie fue *Euplotoides octocarinatus* que estuvo restringida a las regiones Neártica y Neotropical (Fig. 43) y que de acuerdo con Foissner (2006), no ha sido observada en la región central de Europa, por lo que corresponde a una especie de origen americano.

De acuerdo con Foissner (2008), no todos los ciliados son ubicuos tal como el modelo de ubicuidad sugiere (Finlay *et al.*, 2004), por lo cual *Blepharisma sinuosum* y *Euplotoides octocarinatus* se catalogan de distribución restringida.

La altitud no puede considerarse un factor limitante en la distribución de las especies de ciliados, como sucede en animales y plantas (Begon *et al.*, 2006), ya que las 29 especies determinadas en esta investigación han sido registradas a altitudes que van desde los 0 hasta los 2700 msnm, e incluso hasta los 4000 m (Bovee, 1960; Madoni, 1990; Mazei & Burkovsky, 2005).

La categoría sistemática en un análisis biogeográfico arroja distintos resultados, por ejemplo, el género *Obertrumia* está distribuido mundialmente, pero cada especie tiene distinta distribución, ya que *O. aurea* es considerada de amplia distribución y *O. xanta* está restringida a África (Foissner *et al.*, 1999); el género *Frontonia* también tiene una amplia distribución en las seis regiones biogeográficas, *Frontonia leucas* es una especie cosmopolita y *F. vesiculosa* tiene una distribución Gondwánica (Foissner, 2006; Foissner *et al.*, 1999).

CONCLUSIONES

Se determinaron 42 especies de ciliados en los seis cuerpos de agua distribuidas en dos subphyla, 11 clases, 18 órdenes, 26 familias y 28 géneros. En la Zona de Transición Mexicana se registró el mayor número de especies (37 especies). En la Región Neotropical se observaron 25 especies.

Obertrumia aurea se registró por primera vez en México, en el lago Ocotál, ubicado en la provincia biogeográfica de la Faja Volcánica Transmexicana.

La mayor riqueza de especies se registró en el lago Analco con 23 especies, seguido por el lago Tzisco con 20 especies, el lago Ocotál con 19 especies, el manantial Tiacaque y la presa La Azucena con 18 especies cada uno. El lago Montebello presentó la menor riqueza de especies (14 especies).

De acuerdo con la riqueza de especies, los cuerpos de agua con mayor similitud fueron Analco con Ocotál y La Azucena con Montebello. *Spirostomum teres*, *Stentor coeruleus*, *Coleps hirtus*, *Paramecium caudatum* y *Urocentrum turbo* fueron las especies encontradas en los seis cuerpos de agua, mientras que 17 especies sólo se observaron en un cuerpo de agua.

Las zonas litorales mostraron una mayor riqueza de especies en comparación con las zonas limnéticas. Los lagos Analco, Ocotál y Tiacaque mostraron más especies en la columna de agua que la presa La Azucena y los lagos Tzisco y Montebello.

La distribución de los ciliados a distintas profundidades en la columna de agua fue diferente en los seis cuerpos de agua, por lo que los factores físico-químicos y las características de cada cuerpo de agua pueden influir en la presencia de especies.

Las especies que estuvieron presentes en los tres estratos de la columna de agua fueron *Coleps hirtus*, *Frontonia leucas*, mientras que *Brachonella spiralis* se encontró solo en el fondo. Los factores físico-químicos y las características del cuerpo de agua tienen influencia en la presencia de las especies.

La mayoría de las especies presentaron un patrón de distribución geográfica de tipo cosmopolita. *Blepharisma sinuosum* y *Euplotoides octocarinatus* mostraron una distribución restringida.

LITERATURA CITADA

- 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., MacManus, H., A. Mitchell, E. D., Mozley-Standridge, S. E., Parfrey, L. W., Pawlowski, J., Rueckert, J., Shadwick, L., Schoch, C. L., Smirnov, A. & Spiegel, F. W. 2012. The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59:429-493.
- Aescht, E. & Foissner, W. 1998. Divisional morphogenesis in *Blepharisma americanum*, *B. undulans*, and *B. hyalinum* (Ciliophora: Heterotrichida). *Acta Protozoologica*, 37:71-92.
- Ahmed-Shazib, S. U., Vd'ačný, P., Kim, J. H., Jang, S. W. & Shin, M. K. 2014. Phylogenetic relationships of the ciliate class Heterotrichea (Protista, Ciliophora, Postciliodesmatophora) inferred from multiple molecular markers and multifaceted analysis strategy. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 78:118-135.
- Aladro-Lubel, M. A. 1967. Sistemática y morfología de algunos protozoarios ciliados, colectados en la laguna de Mandinga, Veracruz. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 51 p.
- Aladro-Lubel, M. A. 1981. Ciliados intersticiales de la Isla de Enmedio, Veracruz. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 181 p.
- Aladro-Lubel, M. A. 1984. Algunos ciliados intersticiales de la Isla de Enmedio, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 55:1-59.
- Aladro-Lubel, M. A. 2006. *Principales clasificaciones de los protozoos*. Las Prensas de Ciencias. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.
- Aladro-Lubel, M. A. & López-Ochoterena, E. 1967. Protozoarios ciliados de México XIV. Algunos aspectos biológicos de quince especies colectadas en la laguna de Mandiga, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 28:55-71.
- Aladro-Lubel, M. A. & Sánchez-Calderón, G. 2005. *Ciliados epibiontes de la vegetación sumergida y de los invertebrados de la Laguna de Tecocomulco*. En: Huízar-Álvarez, A., Jiménez-Fernández, E. & Juárez-López, C. (Eds.). *La Laguna de Tecocomulco geo-ecología de un desastre*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 169-178.

Aladro-Lubel, M. A., Martínez-Murillo, M. E. & Mayén-Estrada, R. 1986. Ciliados del sedimento de la laguna de Mandinga, Veracruz. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México*, 57:1-30.

Aladro-Lubel, M. A., Martínez-Murillo, M. E. & Mayén-Estrada, R. 1990. *Manual de ciliados psamófilos marinos y salobres de México*, Cuadernos 9, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 174 p.

Aladro-Lubel, M. A., Reyes-Santos, M. & Olvera-Bautista, F. 2009. *Diversidad de los protozoos ciliados*. En: A. Lot. (Ed.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 97-122.

Aladro-Lubel, M. A., Mayén-Estrada, R. & Reyes-Santos, M. 2006. Listados Faunísticos de México XI. Registro actualizado de Ciliados (agosto, 2004). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 97 p.

Alcocer, J. & Bernal-Brooks, F. W. 2010. Limnology in Mexico. *Hydrobiologia*, 644:15-68.

Alcocer, J., Oseguera, L. A., Sánchez, G., González, C. G., Martínez, J. R. & González, R. 2016. Bathymetric and morphometric surveys of the Montebello lakes, Chiapas. *Journal of Limnology*, 75(S1):56-65.

Alekperov, I. 2005. *Atlas of free-living infusoria (Class Kinetofragminophora, Colpodea, Oligohymenophora, Polyhymenophora)*. Azeribijan National Academy of Sciences, Institute of Zoology of Azeirbaijan. Baku. 310 p.

Alekperov, I., Obolkina, L. & Wilbert, N. 2012. Ciliates of the coastal zone in the southern basin of lake Baikal (Part 1). *Protistology*, 7(1):5-33.

Al-Rasheid, K. A. S. 1996. Records of free-living ciliates in Saudi Arabia. II. Freshwater benthic ciliates of Al-Hassa Oasis, Eastern Region. *Arab Gulf Journal for Scientific Research*, 15(1): 187-205.

Al-Rasheid, K. A. S. 1999. Records of marine interstitial Heterotrichida (Ciliata) from the Saudi Arabian Juabail Marine Wildlife Sanctuary in the Arabian Gulf. *The Arabian Gulf Journal of Scientific Research*, 17(1):127-141.

Al-Rasheid, K. A. S. 2001. New records of interstitial ciliates (Protozoa Ciliophora) from the Saudi coasts of the Red Sea. *Tropical Zoology*, 14:133-156.

- Andrushchyshyn, O., Wilson, K P. & Williams, D. D. 2007. Ciliate communities in shallow groundwater: seasonal and spatial characteristics. *Freshwater Biology*, 52:1745-1761.
- Arroyo-Cabrales, J., Carreño, A. L., Lozano-García, S. & Montellano-Ballesteros, M. 2008. *La diversidad en el pasado*. En: Soberón J., Halffter G. & Llorente-Bousquets, J. (Eds.). *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*, CONABIO. México. pp. 227-262.
- Asadullayeva, E. & Alekperov, I. 2007. Free-living ciliates of the Anzali wetland of the Caspian Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 31:143-149.
- Ávila-Reyes, E. 2013. Efecto de la relación nitrógeno/fósforo sobre los ciliados y bacterias en un lago hipertrófico. Tesis de licenciatura, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 68 p.
- Babko, R. V. & Kuzmina, T. M. 1999. Spatial distribution of ciliates (Protista, Ciliophora) in the river Bitzya (Dnieper basin). *Vestnik Zoologii*, 33(6):83-39.
- Babko, R., Fyda, J., Kuzmina, T. & Hutorowicz, A. 2010. Ciliates on the macrophytes in industrially heated lakes (Kujawy Lakeland, Poland). *Vestnik Zoologii*, 44(6):1-11.
- Badea, A. B., Gagy-Palfy, A., Stoian, L. C. & Stan, G. 2010. Preliminary studies of quality assessment of aquatic environments from Cluj suburban areas, based on some invertebrates bioindicators and chemical indicator. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*, 3(1): 35-42.
- Barbieri, S. M. & Godinho-Orlandi, M. J. L. 1989. Ecological studies on the planktonic protozoa of a eutrophic reservoir (Rio Grande Reservoir - Brazil). *Hydrobiologia*, 183:1-10.
- Bark, A. W. 1981. The temporal and spatial distribution of planktonic and benthonic protozoan communities in a small pond productive lake. *Hydrobiologia*, 85:239-255.
- Bark, A. W. 1985. Studies on ciliated protozoa in eutrophic lakes: 1. Seasonal distribution in relation to thermal stratification and hypolimnetic anoxia. *Hydrobiologia*, 124:167-176.
- Bark, A. W. & Watts, J. M. 1984. Comparison of the growth characteristics and spatial distribution of hypolimnetic ciliates in a small lake and an artificial lake ecosystem. *Journal of General Microbiology*, 130:3112-3122.

- Bark, A. W. & Goodfellow, J. G. 1985. Studies on ciliated protozoa in eutrophic lakes: 2. Field and laboratory studies on the effects of oxygen and other chemical gradients on ciliate distribution. *Hydrobiologia*, 124:177-188.
- Bartošová, P. & Tirjaková, E. 2008. Diversity and ecology of ciliates (Alveolata: Ciliophora) living in the bark and decaying wood mass in Slovakia. *Acta Protozoologica*, 47:173-187.
- Basurto-Padilla, C. 1970. Estudio edafológico y protozoológico de tres muestras de andosol forestal con clima templado. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 31 p.
- Beaver, J. R. & Crisman, T. L. 1989. Analysis of the community structure of planktonic ciliated protozoa relative to trophic state in Florida lakes. *Hydrobiologia*, 174:177-184.
- Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. *Ecology, From individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing. Australia. 759 p.
- Berger, H. 1999. *Monograph of the Oxytrichidae (Ciliophora, Hypotrichia)*. Springer-Sciences. United Kingdom. 1079 p.
- Berger, J. & Thompson, J. J. C. 1960. A redescription of *Cyclidium glaucoma* O. F. M., 1786 (Ciliata: Hymenostomatida), with particular attention to the buccal apparatus. *Journal of Protozoology*, 7 (3): 256-262.
- Bindu, L. 2009. Notes on Free-living ciliates in freshwater ponds of Kolkata. *Records of Zoological Surveys India*, 109:113-116.
- Bindu, L. 2010. Freshwater ciliates (Protozoa) from Kolkata wetlands. *Records of Zoological Surveys India*, 110(2):81-88.
- Bloesch, J. 2004. *Sedimentation and lake sediment formation*. En: O'Sullivan, P. E. & Reynolds, C. S. (Eds.). *The lakes handbook limnology and limnetic ecology, Vol I*. Blackwell Publishing. Australia. pp. 197-229.
- Borrow, A. C. 1969. Application for stain-fixative nigrosin-HCl₂-formalin to fragile or contractile ciliates. *Transactions of the American Microscopical Society*, 88(3):454-458.
- Borrow, A. C. & Hill, B. F. 1995. The order Euplotida (Ciliophora): Taxonomy, with division of *Euplotes* into several genera. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 42(5):457-466.

- Boscaro, V., Carducci, D., Barbieri, G., Senra, M. V. X., Andreoli, I., Erra, F., Petroni, G., Verni, F. & Fokin, S. I. 2014. Focusing on genera to improve species identification: Revised systematics of the ciliate *Spirostomum*. *Protist*, 165:527-541.
- Bourland, W. A., Wendell, L. & Hampikian, G. 2014. Morphologic and molecular description of *Metopus fuscus* Kahl, from North America and new rDNA sequences from seven metopids (Armophorea, Metopidae). *European Journal of Protistology*, 50:213-230.
- Bovee, E. 1957. Protozoa of Amazonian and Andean waters of Colombia, South America. *Journal of Protozoology*, 4:63-66.
- Bovee, E. C. 1960. Protozoa of the Mountain Lake Region, Giles County, Virginia. *Journal of Protozoology*, 7(4):352-361.
- Bradley, M. W., Esteban, G. F. & Finlay, B. J. 2010. Ciliates in chalk-stream habitats congregate in biodiversity hot spots. *Research in Microbiology*, 161: 619-625.
- Brönmark, C. & Hansson, L. A. 2005. *The biology of lakes and ponds*. Oxford University Press. New York. 285 p.
- Bulit, C. & Díaz-Ávalos, C. 2009. Patrones de diversidad de ciliados del plancton en la laguna de Chautengo, Guerrero, México. *Hidrobiológica*, 19(2):109-118.
- Bulit, C., Díaz-Ávalos, C. & Montagnes, D. 2011. Estructura espacial de la abundancia y diversidad de ciliados del microplancton en una laguna costera. *Interciencia*, 36(8):593-599.
- Buonanno, F., Guella, G., Strim, C. & Ortenzi, C. 2012. Chemical defence by mono-prenyl hydroquinone in a freshwater ciliate, *Spirostomum ambiguum*. *Hydrobiologia*, 684: 97-107.
- Buosi, P. R. B., Pauleto, G. M., Lansac-Toha, F. A. & Machado-Velho, L. F. 2011. Ciliate community associated with aquatic macrophyte roots: Effects of the nutrient enrichment on the community composition and species richness. *European Journal of Protistology*, 47:86-102.
- Buosi, P. R. B., Utz, L. R. P., Ramos de Meira, B., da Silva, B. T. S., Lansac-Toha, F. M., Lansac-Toha, F. A. & Velho, L. F. M. 2014. Rainfall influence on species composition of the ciliate community inhabiting bromeliad phytotelmata. *Zoological Studies*, 53:1-32.
- Cairns, J. J. & Ruthven, J. A. 1972. A test of the cosmopolitan distribution of freshwater protozoans. *Hydrobiologia*, 39(3):405-427.

- Canter, H. M., Heaney, S. I. & Lund, J. W. G. 1990. The ecological significance of grazing on planktonic populations of cyanobacteria by the ciliate *Nassula*. *New Phytologist*, 114:247-263.
- Çapar, S. D. 2016. Freshwater ciliates from Beytepe pond in Ankara with new records for Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40:1-12.
- Carlson, R. E. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2):361-369.
- Caron, D. A. 2009. Past President's address: Protistan biogeography: Why all the fuss?. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56(2):105-112.
- Carter, H. P. 1972. Infraciliature of eleven species of the genus *Euplotes*. *Transactions of the American Microscopical Society*, 91(4):466-492.
- Chadwick, A. 1961. The fate of radiactively labelled glycine introduced into *Amoeba proteus* and *Stentor coeruleus*. *Experimental Cell Research*, 25:131-148.
- Chapman, D. 1996. *Water quality assessment – A guide to use the biota, sediments and water in environmental monitoring*. E&FN Spon. Cambridge. 609 p.
- Chen, Q. H., Xu, R. L., Tam, N. F. Y., Cheung, S. G. & Shin, P. K. S. 2008. Use of ciliates (Protozoa: Ciliophora) as bioindicator to assess sediment quality of two constructed mangrove sewage treatment belts in Southern China. *Marine Pollution Bulletin*, 57: 689-694.
- Chen, Q., Tam, N., Shin, P. K. S., Cheung, S. G. & Xu, R. L. 2009. Ciliate communities in a constructed mangrove wetland for wastewater treatment. *Marine Pollution Bulletin*, 58:711-719.
- Chen, X., Wang, Y., Long, H., Al-Rasheid, K. A. S., Warren, A. & Song, W. 2010. Morphological studies on two marine ciliates from Qingdao, China, *Nolandia orientalis* spec. nov. and *Pinacocoleps similis* (Kahl, 1933) comb. nov. (Ciliophora, Colepidae). *European Journal of Protistology*, 46:254-262.
- Chen, X., Clamp, J. C. & Song, W. 2011. Phylogeny and systematic revision of the family Pseudokeronopsidae (Protista, Ciliophora, Hypotricha), with description of a new estuarine species of *Pseudokeronopsis*. *Zoologica Scripta*, 40:659-671.
- Chilpa-Navarrete, A. 1998. Relación entre protozoarios (ciliados y flagelados) y las condiciones de operación de un sistema biológico para el tratamiento de las aguas residuales del río de los Remedios. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 75 p.

- Claps, M. C., Gabbellone, N. A. & Neschuk, N. C. 2009. Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: The Salado river (Buenos Aires Province, Argentina). *River Research and Applications*, 25:453-471.
- Cole, G. A. 1955. An ecological study of the microbenthic fauna of two Minnesota lakes. *American Midland Naturalist*, 35:213-230.
- Coronado-Gutiérrez, R. 1973. Estudio protozoológico e hidrológico de algunas piscinas del D.F. y del estado de Morelos. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 51 p.
- Cox, C. B. 2001. The biogeographic regions considered. *Journal of Biogeography*, 28:511-523.
- Cox, C. B. & Moore, P. D. 2005. *Biogeography. An ecological and evolutionary approach*. Blackwell Publishing. Australia. 482 p.
- Curds, 1975. A guide to the species of the genus *Euplotes* (Hypotrichida, Ciliata). *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 28:1-61.
- Dai, L., Gong, Y., Li, X., Feng, W. & Yu, Y. 2014. Influence of environmental factors on zooplankton assemblages in Bosten Lake, a large oligosaline lake in arid northwestern China. *Science Asia*, 40:1-10.
- Das, A. K., Mandal, A. K. & Sarkar, N. C. 1993. State Fauna Series 3: Fauna of West Bengal, Part 12: Freelifing Protozoa. *Zoological Survey of India*, 12:1-133.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 1959. Decreto por el que se declara Parque Nacional la región de las lagunas de Montebello, ubicadas en los municipios de Independencia y La Trinitaria, del Estado de Chipas. Miércoles 16 de diciembre, 4-6.
- Dias, R. J. P. & D'Agosto, M. 2006. Feeding behavior on *Frontonia leucas* (Ehreberg) (Protozoa, Ciliophora, Hymenostomatida) under different environmental conditions in a lotic system. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(3):758-763.
- Dias, R. J. P., Wieloch, A. H., & D'Agosto, M. 2008. The influence of environmental characteristics on the distribution of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an urban stream of Southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68(2):287-295.
- Dolan, J. 1992. Mixotrophy in ciliates: A review of *Chlorella* symbiosis and chloroplast retention, *Marine Microbial Food Webs*, 6(2):115-132.

- Dolan, J. R. 2005. An introduction to the biogeography of aquatic microbes. *Aquatic Microbial Ecology*, 41:39-48.
- Dragesco, J. & Dragesco-Kernéis, A. 1986. Ciliés libres de l'Afrique intertropicale. Introduction á la connaissance et á l'étude des ciliés. *Faune tropicale*, 26:1-559.
- Durán-Ramírez, C. A., García-Franco, J. G., Foissner, W. & Mayén-Estrada, R. 2015. Free-living ciliates from epiphytic tank bromeliads in Mexico. *European Journal of Protistology*, 51:15-33.
- Escalante, T. 2009. Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 551-560.
- Espinosa-Organista, D., Morrone, J. J., Llorente-Bousquets, J. & Flores-Villela, O. 2005. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 139 p.
- Esteban, G. F., Finlay, B. J., Olmo, J. L. & Tyler, P. A. 2000. Ciliated protozoa from a volcanic crater-lake in Victoria, Australia. *Journal of Natural History*, 34:159-189.
- Esteban, G. F., Finlay, B. J., Charubhun, N. & Charubhun, B. 2001. On the geographic distribution of *Loxodes rex* (Protozoa, Ciliophora) and other alleged endemic species of ciliates. *Journal of Zoology, London*, 255:139-143.
- Ettl, M. 2000. The ciliate community (Protozoa: Ciliophora) of a municipal activated sludge plant: Interactions between species and environmental factors. *Protozoological Monographs*, 1:1-62.
- Fan, X., Al-Farraj, S. A., Gao, F. & Gu, F. 2014. Morphological reports on two species of *Dexiotricha* (Ciliophora, Scuticociliatia), with a note on the phylogenetic position of the genus. *International Journal of Systematic Microbiology*, 64:680-688.
- Fenchel, T. 2014. Protozoa and oxygen. *Acta Protozoologica*, 53:3-12.
- Fernandes, N. M. & da Silva-Neto, I. D. 2013. Morphology and 18S rDNA gene sequence of *Spirostomum minus* and *Spirostomum teres* (Ciliophora: Heterotrichea) from Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologica*, 30:72-79.
- Fernandes, N. M., Dias, R. J. P., Senra, M. V. X., Gomes, S. C. A. & da Silva-Neto, I. D. 2013. Morphology and 18S rDNA gene sequence of *Blepharisma sinuosum* Sawaya, 1940 (Ciliophora: Heterotrichea) from Brazil. *European Journal of Protistology*, 49: 623-633.

Fernandes, N. M., da Silva Neto, I. D. & Schrago, C. G. 2014. Morphology and phylogenetic position of an usual *Stentor polymorphus* (Ciliophora: Heterotrichea) without symbiotic algae. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 61:305-312.

Fernández-Galiano, D. 1976. Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Transactions of the American Microscopical Society*, 95:557-560.

Fernandez-Leborans, G., Zitzler, C. & Gabilondo, R. 2006. Protozoan ciliate epibionts on the freshwater shrimp *Caridina* (Crustacea, Decapoda, Atyidae) from the Malili lake system on Sulawesi (Indonesia). *Journal of Natural History*, 40:35-37.

Finlay, B. J. 1998. The global diversity of protozoa and other small species. *International Journal for Parasitology*, 28:29-48.

Finlay, B. J. 2002. Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. *Science*, 296: 1061-1063.

Finlay, J. B. 2004. Protist taxonomy: an ecological perspective. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 359:599-610.

Finlay, B. J. & Esteban, G. F. 1998. Planktonic ciliates species diversity as an integral component of ecosystem function in a freshwater pond. *Protist*, 149:155-165.

Finlay, B. J., Téllez, C. & Esteban, G. 1993. Diversity of free-living ciliates in the sandy sediment of a Spanish stream in winter. *Journal of General Microbiology*, 139:2855-2863.

Finlay, B. J., Esteban, G. F., Olmo, J. L. & Tyler, P. A. 1999. Global distribution of free-living microbial species. *Ecography*, 22:138-144.

Finlay, B. J., Esteban, G. F. & Fenchel, T. 2004. Protist diversity is different?. *Protist*, 155:15-22.

Flores-Flores, M. A. 2012. Estudio taxonómico de protozoos de vida libre (ciliados, rizópodos y euglenoideos) de un manantial y una caída de agua del Estado de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 81 p.

Foggetta, M. & Boltovskoy, A. 1995. Ciliated protozoa from oxygen depleted waters from Cassaffousth Reservoir (Córdoba, Argentina). *Revista de Asociación de las Ciencias Naturales del Litoral*, 26:25-31.

Foissner, W. 1979. Taxonomische studien über die ciliaten des Großglocknergebietes (Hohe Tauern, Österreich). Familien Microthoracidae, Chilodonellidae und Furgasoniidae. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Wien*, 188:27-43.

Foissner, W. 1984. Taxonomie und ökologie einiger ciliaten (Protozoa, Ciliophora) des saprobiensystems. I: Genera *Litonotus*, *Amphileptus*, *Opisthodon*. *Hydrobiologia*, 119:193-208.

Foissner, W. 1985. Morphologie und infraciliatur der genera *Microthorax* und *Stammeridium* und klassifikation der Microthoracina Jankowski, 1967 (Protozoa; Ciliophora). *Zoologischer Anzeiger*, 214:33-53.

Foissner, W. 1993. Colpodea (Ciliophora). *Protozoenfauna*, 4:1-798.

Foissner, W. 1997. Soil ciliates (Protozoa: Ciliophora) from evergreen rain forests of Australia, South America and Costa Rica: Diversity and description of new species. *Biology and Fertility Soils*, 25:317-339.

Foissner, W. 1999. Notes on the soil ciliate biota (Protozoa, Ciliophora) from the Shimba Hills in Kenya (Africa): diversity and description of three new genera and ten new species. *Biodiversity and Conservation*, 8:319-389.

Foissner, W. 2006. Biogeography and dispersal of micro-organisms: A review emphasizing protists. *Acta Protozoologica*, 45:111-136.

Foissner, W. 2007. Dispersal and biogeography of protists: Recent advances. *Japan Journal of Protozoology*, 40:1-16.

Foissner, W. 2008. Protist diversity and distribution: some basic considerations. *Biodiversity and Conservation*, 17(2):235-242.

Foissner, W. 2013. Description of *Glaucomides bromelicola* n. gen., n. sp. (Ciliophora, Tetrahymenida), a macrostoma forming inhabitant of bromeliads (Bromeliaceae), including redescrptions of *Glaucoma scintillans* and *Glaucoma reniformis*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 60:137-167.

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*, 64:271-292.

- Foissner, W. 2016. Terrestrial and semiterrestrial ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Venezuela and Galapagos. *Denisia*, 35:1-912.
- Foissner, W. & Adam, H. 1981. Morphologie und infraciliatur von *Parafurgasonia soresz* (Penard, 1922) nov. gen. und *Obertrumia georgiana* (Dragesco, 1972) nov. gen. (Protozoa: Ciliophora). *Zoologischer Anzeiger*, 207(5/6S): 303-319.
- Foissner, W. & Adam, H. 1983. Morphologie und Morphogenese des Bondenciliaten *Oxytricha granulifera* sp. n. (Ciliophora, Oxytrichidae). *Zoologica Scripta*, 12:1-11.
- Foissner, W. & Rieder, N. 1983. Light and scanning electromicroscopical studies about the infraciliature of *Loxodes striatus* (Engelmann, 1862) and *Loxodes magnus* Stokes, 1887 (Protozoa: Ciliophora). *Zoologischer Anzeiger*, 210:3-13.
- Foissner, W. & O'Donoghue, P. J. 1990. Morphology and infraciliature of some freshwater ciliates (Protozoa: Ciliophora) from Western and South Australia. *Invertebrate Taxon*, 3:661-696.
- Foissner, W. & Moog, O. 1992. Die gewässergüte der unteren Traun im spiegel ihrer wimpertier-gesellschaften. *Kataloge des Landesmuseums*, 54:99-108.
- Foissner, W. & Wölfl, S. 1994. Revision of the genus *Stentor* Oken (Protozoa, Ciliophora) and description of *S. araucanus* nov. spec. from South America lakes. *Journal of Plankton Research*, 16(3):255-289.
- Foissner, W. & Berger, H. 1996. A user friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology*, 35:375-482.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. & Kohmann, F. 1991. *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea*. Informationsberichte Bayer. Landesamtes für wasserwirtschaft. 471 p.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. & Kohmann, F. 1992a. *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida*. Informationsberichte Bayer. Landesamtes für wasserwirtschaft. 502 p.
- Foissner, W., Unterweger, A. & Henschel, T. 1992b. Beitrag zur ciliatenfauna (Protozoa: Ciliophora) einiger seltenbäche der Amper (Oberbayern, Deutschland). *Lauterbornia*, 9:45-57.

- Foissner, W., Berger, H. & Kohmann, F. 1994. *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida*. Informationsberichte Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. 417 p.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. & Kohmann, F. 1995. *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems – Band IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctorina*. Informationsberichte Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. 540 p.
- Foissner, W., Berger, H. & Schaumburg, J. 1999. *Identification and ecology of limnetic plankton ciliates*. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft. Munich. 793 p.
- Foissner, W., Agatha, S. & Berger, H. 2002. Soil ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Namibia (Southwest Africa), with emphasis on two contrasting environments, the Etosha Region and Namib desert. *Denisia*, 5:1-1459.
- Foissner, W., Berger, H., Xu, K. & Zechmeister-Boltenstern, S. 2005. A huge, undescribed soil ciliate (Protozoa: Ciliophora) diversity in natural forest stands of Central Europe. *Biodiversity and Conservation*, 14:617-701.
- Foissner, W., Chao, A. & Katz, L. A. 2008a. Diversity and geographic distribution of ciliates (Protista: Ciliophora). *Biodiversity and Conservation*, 17(2):345-363.
- Foissner, W., Kusuoka, Y. & Shimano, S. 2008b. Morphology and gene sequence of *Levicoleps biwae* n. gen., n. sp. (Ciliophora, Prostomatida), a proposed endemic from the ancient lake Biwa, Japan. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 55(3):185-200.
- Fokin, S. I. 2010. *Paramecium* genus: biodiversity, some morphological features and the key to the main morphospecies discrimination. *Protistology*, 6(4):227-235.
- Fokin, S. I., Schweikert, M., Görtz, H. & Fujishima, M. 2003. Bacterial endocytobionts of Ciliophora. Diversity and some interactions with the host. *European Journal of Protistology*, 39:475-480.
- Fokin, S. I., Schweikert, M., Brümmer, F. & Görtz, H. D. 2005. *Spirostomum* spp. (Ciliophora, Protista), a suitable system for endocytobiosis research. *Protoplasma*, 225:93-102.
- Foto, M. S., Zecaze, T. S. H., Ajeegah, G. A., Nzieleu, T. G. J. & Njiné, T. 2011. Ciliates community distribution and saprobic evaluation of an urban hydrosystem: The Biyeme stream Cameroon (Central Africa). *A Journal of Applied Biosciences*, 48:3306-3315.

- Fuller, L. M., Jodoin, R. S. & Minnerick, R. J. 2011. Predicting lake trophic state by relating Secchi-disk transparency measurements to Landsat-satellite imagery for Michigan inland lakes, 2003-05 and 2007-08. U. S. Geological Survey Scientific Investigation Report 2011-5007.
- Gallegos-Neyra, E. M., Sánchez, R. M. R., Calderón, A. & Lugo-Vázquez, A. 2009. *Diversidad de Protozoos*. En: Ceballos, G. (Ed.). *La diversidad biológica del Estado de México, Estudio de Estado*. Gobierno del Estado de México. México. pp. 83-88.
- Gao, F., Warren, A., Zhang, Q., Gong, J., Miao, M., Sun, P., Xu, D., Huang, J., Yi, Z. & Song, W. 2016. The all-data based evolutionary hypothesis of ciliated protists with a revised classification of the phylum Ciliophora (Eukaryota, Alveolata). *Scientific Reports*, 6:24874.
- García E. 1973. *Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México. 246 p.
- García, D. Y. 2010. Sistema de saprobios para la evaluación biológica de la calidad de agua. Tesis de licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 115 p.
- García-Santana, C. 2000. Calidad del agua y presencia de protozoarios ciliados en un filtro biológico aerobio. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 80 p.
- Giese, A. C. 1973. *Blepharisma. The biology of a light-sensitive protozoan*. Standford University Press. Standford, California. 366 p.
- Gobierno del Estado de México (GEM). 2004. Declaratoria del ejecutivo del estado por el que se establece el área natural protegida con la categoría de parque estatal denominada “Santuario del Agua Manantiales de Tiacaque”. Gaceta del Gobierno. 109:5-8.
- Gomes, E.A.T. & Godingho, M. J. L. 2003. Structure of the protozooplankton community in a tropical shallow and eutrophic lake in Brazil. *Acta Oecologica*, 24: S153-S161.
- Gong, J. & Song, W. 2008. Morphology and infraciliature of a new marine ciliate, *Cinetochilum ovale* n. sp. (Ciliophora: Oligoymenophorea). *Zootaxa*, 1939:51-57.
- Gong, Y. C., Yu, Y. H., Zhu, F. Y. & Feng, W. S. 2007. Molecular phylogeny of *Stentor* (Ciliophora: Heterotrichea) based on small subunit ribosomal RNA sequences. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 54:45-48.

González del Castillo, E. 2003. Ficha informativa de los humedales de RAMSAR (FIR). Parque Nacional Lagunas de Montebello. En: Sitios RAMSAR, consulta en línea, 29 de septiembre 2016 <http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php>

González-Labastida, M. E. 1995, Estudio de la variación espacial y temporal de los ciliados planctónicos de los lagos de Chapultepec. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 56 p.

Goulder, R. 1971. Vertical distribution of some ciliated protozoa in two freshwater sediments. *Oikos*, 22(2):199-203.

Goulder, R. 1973. Observations over 24 hours on the quantity of algae inside grazing ciliated protozoa. *Oecologia*, 13:177-182.

Gracia, M. P. & Igual, J. 1987. Los ciliados como organismos saprobios de las aguas. *Miscellanea Zoologica*, 11: 1-11.

Gracia, M. P., Castellon, C., Igual, J. & Sunyer, R. 1989. Ciliated protozoan communities in a fluvial ecosystem. *Hydrobiologia*, 183:11-31.

Guggiari, M. & Peck, R. 2008. The bacterivorous ciliate *Cyclidium glaucoma* isolated from a sewage treatment plant: Molecular and cytological descriptions for barcodins. *European Journal of Protistology*, 44:168-180.

Guhl, B. E., Finlay, B. J. & Schink, B. 1994. Seasonal development of hypolimnetic ciliate communities in a eutrophic pond. *FEMS Microbiology Ecology*, 14:293-306.

Guhl, B. E., Finlay, B. J. & Schink, B. 1996. Comparison of ciliate communities in the anoxic hypolimnion of three lakes: general influence features and the influence of lake characteristics. *Journal of Plankton Research*, 18(3):335-353.

Guillén, G., Morales, E. & Severino, R. 2003. Adiciones a la fauna de protozoarios de los pantanos de Villa, Lima, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 10(2):175-182.

Guinea, A., Gil, R. & Fernández-Galiano, D. 1987 Structure of the buccal apparatus of *Urocentrum turbo* (Ciliophora: Hymenostomatida). *Transactions of the American Microscopical Society*, 106(1):53-62.

- Guinea, A., Sola, A., Longas, J. & Fernández-Galiano, D. 1990. Morphology and morphogenesis of two species of the genus *Lembadion* (Ciliophora, Oligohymenophora): *Lembadion lucens* and *Lembadion bullinum*. *Journal of Protozoology*, 37(6):553-561.
- Halffter, G., Llorente-Bousquets, J. & Morrone, J. J. 2008. *La perspectiva biogeográfica histórica*. En: Soberón J., Halffter, G., & Llorente-Bousquets, J. (Eds.). *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. pp. 67-86.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica*, 4:1-9.
- Henebry, M. & Cairns, J. J 1984. Protozoan colonization rates and trophic status of some freshwater wetland lakes. *Journal of Protozoology*, 31(3):456-467.
- Hernández-Anaya, M. 1981. Ciliados de una laguneta de los médanos cercanos al Puerto de Veracruz. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.
- Herróz-Zamorano, A. 1998. Protozoos ciliados ectoparásitos (piel y branquias) de peces de la familia Cyprinidae cultivados en el Centro Acuícola Morelos de Zacapu, Michoacán. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 214 p.
- Herróz, A. 2000. Ciliados parásitos de peces cultivados en México: enfoque ecológico. *Imagen*, 51:6-14.
- Hill, F. & Reilly, A. 1976. A comparative study of three fresh-water *Euplotes* species (Ciliophora, Hypotrichida). *Transactions of the American Microscopical Society*, 95(3):492-504.
- Ibarra-Hernández, M. E. 1992. Análisis protozoológico (Protozoarios ciliados libre-nadadores) en una laguna estabilizadora facultativa. Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 95 p.
- Ishida, H. & Ishibashi, M. 2006. Seasonal changes in species composition of ciliate in the Lake Nakaumi. *Japanese Journal of Protozoology*, 39:29-35.
- Jang, S. W., Kwon, C. B. & Shin, M. K. 2012. First records of two *Spirostomum* ciliates (Heterotrichea: Heterotrichida: Spirostomatidae) from Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 28(1):29-35.

- Jankowski, A. W. 1964. Morphology and evolution of Ciliophora. III. Diagnoses and phylogenesis of 53 sapropelebiants, mainly of the order Heterotrichida. *Archiv für Protistenkunde*, 107:185-294.
- Jiang, J. 2006. Development of a new biotic index to assess freshwater pollution. *Environmental Pollution*, 139:306-317.
- Jiang, J. G. & Shen, Y. F. 2005. Use of the aquatic protozoa to formulate a community biotic index for an urban water system. *Science of the Total Environment*, 346:99-111.
- Johnson, D. M. 2011. Acquired phototrophy in ciliates: A review of cellular interactions and structural adaptations. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 53:185-195.
- Kadhim, Z. Y. 2013. Ecological and taxonomic study of protozoa community in East Bank of river Tigris within Baghdad City. Thesis Master of Science. University of Baghdad. 146 p.
- Karus, K., Feldmann, T., Nöges, P. & Zingel, P. 2014. Ciliate communities of a large shallow lake: Association with macrophyte beds. *European Journal of Protistology*, 50:382-394.
- Kchaou, N., Elloumi, J., Drira, Z., Hamza, A., Ayadi, H., Bouain, A. & Aleya, L. 2009. Distribution of ciliates in relation to environmental factors along the coastline of the Gulf of Gabes, Tunisia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83:414-424.
- Khlebovich, T. V. 2010. Structural and trophic characteristics of protozoan plankton in a subarctic lake (Northern Karelia). *Inland Water Biology*, 3(3):260-265.
- Kim, S. J. & Min, G. S. 2009. Taxonomic study of poorly-known marine pleurostomatid ciliates of *Litonotus paracygnus* and *L. pictus* (Ciliophora: Pleurostomatida) from Korea. *Korean Journal of Systematic Zoology*, 25:167-178.
- Kim, Y. O., Chang, M., Ka, S. K. & Han, M. S. 2007. Grazing on algae and growth of the freshwater heterotrich ciliate *Stentor roeselii*. *Journal of Freshwater Ecology*, 22(2):361-363.
- Kiss, A. K., Ács, E., Kiss, K. T. & Török, J. K. 2009. Structure and seasonal dynamics of the protozoan community (heterotrophic flagellate, ciliates, amoebid protozoa) in the plankton of a large river (River Danube, Hungary). *European Journal of Protistology*, 45:121-138.
- Klein, B. M. 1958. The dry silver method and its proper use. *Journal of Protozoology*, 5:99-103.
- Koval'chuk, A. A. 1999. Benthic free-living ciliates of the Dnieper-Bug Estuary and their role in the processes of production and decomposition. *Hydrobiological Journal*, 35(5):64-75.

- Kovalchuk, A. A. 2001. Epiphytic ciliata of the Dnieper Reservoirs. *Hydrobiological Journal*, 37(6):45-64.
- Kreft, H. & Jetz, W. 2010. A framework for delineating biogeographical regions based on species distribution. *Journal of Biogeography*, 37(11):2029-2053.
- Kreutz, M. & Foissner, W. 2006. The sphagnum ponds of Simmelried in Germany: A biodiversity hot-spot for microscopic organisms. *Protozoological Monographs*, 3:1-267.
- Kreutz, M., Stoeck, T. & Foissner, W. 2012. Morphological and molecular characterization of *Paramecium* (*Viridoparamecium* nov. subgen.) *chlorelligerum* Kahl, 1935 (Ciliophora). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59(6):548-563.
- Kumazawa, H. 2002. Notes on the taxonomy of *Stentor* Oken (Protozoa, Ciliophora) and description of a new species. *Journal of Plankton Research*, 24:69-75.
- Küppers, G. C. & Claps, M. C. 2012. Spatiotemporal variations in abundance and biomass of planktonic ciliates related to environmental variables in a temporal pond Argentina. *Zoological Studies*, 51(3):298-313.
- Küppers, G. C., Claps, M. C. & Lopretto, E. C. 2009. Ciliates (Protozoa) from dried sediments of a temporary pond from Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:581-592.
- Kusano, H., Kuzano, T. & Watanabe, Y. 1987. Seasonal succession of a microphagotroph community in a small pond during litter decomposition. *Microbial Ecology*, 14:55-66.
- Kusch, J. 1998. Local and temporal distribution of different genotypes of pond-Dwelling *Stentor coeruleus*. *Protist*, 149:147-154.
- Lampert, W. & Sommer, U. 2007. *Limnoecology. The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press. New York. 324 p.
- Laybourn-Parry, J., Olver, J. & Rees, S. 1990. The hypolimnetic protozoa plankton of a eutrophic lake. *Hydrobiologia*, 203:111-119.
- Lee, J. J., Small, E. B., Lynn, D. H. & Bovee, E. C. 1985. *Some techniques for collecting, cultivating and observing protozoa*. En: Lee, J. J., Hutner, S. H. & Bovee, E. C. (Eds.) *An illustrated guide to the protozoa*. Society of Protistologists. United States of America. pp. 1-7.

- Lei, Y., Stumm, K., Wickham, S. A. & Berninger, U. 2014. Distributions and biomass of benthic ciliates, foraminifera and amoeboid protists in marine, brackish, and freshwater sediments. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 61:493-508.
- Leitner, A. R. & Foissner, W. 1997. Morphology and infraciliature of *Microthorax pusillus* Engelmann 1862 and *Spathidium deforme* Kahl 1928, two ciliates (Protozoa, Ciliophora) from activated sludge. *Linzer Biologische Beiträge*, 29:349-368.
- Lewis, W. M. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40:1779-1787.
- Li, J., Li, M. G., Yang, J., Ai, Y. & Xu, R. L. 2010. Community characteristics of soil ciliates at Baiyun Mountain, Guangzhou, China. *Zoological Studies*, 49:713-723.
- Li, J., Chen, F., Liu, Z., Xu, K. & Zhao, B. 2013. Compositional differences among planktonic ciliate communities in four subtropical eutrophic lakes in China. *Limnology*, 14:105-116.
- Llorente-Bousquets, J. & Ocegueda, S. 2008. Estado del conocimiento de la biota. En: Soberón J., Halffter, G. & Llorente-Bousquets, J. (Comps.). *Capital Natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO. México. pp. 283-322.
- Lobban, C. & Scheffter, M. 2008. Freshwater biodiversity of Guam. 1. Introduction, with new records of ciliates and a helizoan. *Micronesica*, 40(1-2):273-293.
- Löffler, H. 2004. *The origin of lakes basins*. En: O'Sullivan, P. E. & Reynolds, C. S. (Eds.). *The lakes handbook limnology and limnetic ecology, Vol I*. Blackwell Publishing. Australia. pp. 8-60.
- Lopes, H. E. & Heckman, C. W. 1996. The seasonal sucesion of biotic communities in wetlands of the tropical wet and dry climatic zone: IV. The free-living sarcodines and ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internationale Revue der gesantem Hydrobiologie und Hydrographie*, 81(3):367-384.
- López-Ochoterena, E. 1965. Ciliados mesosapróbicos de Chapultepec (Sistemática, morfología, ecología). *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 25:115-247.
- López-Ochoterena, E. 1970. Historia de las investigaciones sobre protozoarios de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 31:1-15.
- López-Ochoterena, E. 1992. Relación taxonómica de las especies de protozoarios conocidas del lago de Chapultepec, D. F. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 43:57-62.

López-Ochoterena, E. & Barajas de López, E. 1964. Protozoarios ciliados de México VIII: Morfología comparada de dos especies de "*Euplotes*" (Ciliata, Hypotrichida). *Revista Brasileira de Biologia*, 24(2):139-143.

Lugo-Vázquez, A. 1993. Estudio de las comunidades litorales de protozoarios en seis lagos cráter del estado de Puebla, mediante el método de colonización de sustratos artificiales. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 76 p.

Lugo-Vázquez, A. 2000. Variación espacial y temporal de la estructura de la comunidad planctónica del lago Alchichica, Puebla, con algunos aspectos de interacciones tróficas. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 98 p.

Lugo-Vázquez, A., Martínez, S., Rivera, F. & Sánchez, R. 1991. Protozoan indicator communities in waste stabilization pond systems. En: Madoni, P. (Ed.). *Proceedings of the International Symposium Biological Approach to Sewage Treatment process: Current status and perspectives*. Perugia, Italia. pp. 115-118.

Lugo-Vázquez, A., Bravo-Inclán, L. A., Alcocer, J., Gaytán, M. L., Oliva, M. G., Sánchez, M. R., Chávez, M. & Vilaclara, G. 1998a. Effect on the planktonic community of the chemical program used to control water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Guadalupe dam, Mexico. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 1(3):333-343.

Lugo-Vázquez, A., Alcocer, J., Sánchez, M. A. & Escobar, E. 1998b. Littoral protozoan assemblages from two Mexican hyposaline lakes. *Hydrobiologia*, 381:9-13.

Lugo-Vázquez, A., Sánchez, M. A., González, M. E. & Alcocer, J. 1998c. Temporal patterns of planktonic ciliates abundance in three eutrophic urban lakes. *Verhandlungen des Internationale Verein Limnologie*, 26:1626-1630.

Luhtala, H. & Tolvanen, H. 2013. Optimizing the use of Secchi depth as a proxy for euphotic depth in coastal waters: An empirical study from the Baltic Sea. *International Journal for Geo-Information*, 2:1153-1168.

Luna-Pabello, V. M. 1987. Estudio de los protozoarios ciliados presentes en un sistema de tratamiento por medio de "Biodiscos". Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 86 p.

- Luna-Pabello, V. M. 1990. Efecto de la temperatura en las poblaciones de protozoarios ciliados en un reactor de biodiscos. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 125 p.
- Luna-Pabello, V. M., Aladro-Lubel, M. A. & Durán de Bazúa, C. 1994. Efecto del substrato sobre las poblaciones de ciliados en un reactor de biodiscos. *Química ambiental del Agua*, 3:1-227.
- Lynn, D. H. 2008. *The Ciliated Protozoa. Characterization, classification, and guide to the literature*. Springer, New York. 605 p.
- Macek, M., Callieri, C., Šimek, K. & Lugo-Vázquez, A. 2006. Seasonal dynamics, composition and feeding patterns of ciliate assemblages in oligotrophic lakes covering a wide pH range. *Archive für Hydrobiologie*, 166:261-287.
- Macek, M., Peřtová, D. & Martínez-Pérez, M. E. 2008. Seasonal and spatial dynamics of a ciliate assemblage in a warm-monomictic Lake Alchichica (Puebla, Mexico). *Hidrobiológica*, 18S:25-35.
- Madoni, P. 1989. Community structure of the microzoobenthos in lake Suviana (Tusco-Emilian Apennines). *Bollettino di Zoologia*, 56(2):159-165.
- Madoni, P. 1990. The ciliated protozoa of the monomictic lake Kinneret (Israel): species composition and distribution during stratification. *Hydrobiologia*, 190:111-120.
- Madoni, P. 1991. Community structure and distribution of ciliated protozoa in a freshwater pond covered by *Lemna minor*. *Bollettino di Zoologia*, 58:273-279.
- Madoni, P. 1993. Ciliated protozoa and water quality in the Parma river (Northern Italy): long-term changes in the community structure. *Hydrobiologia*, 264:129-135.
- Madoni, P. 2000. The acute toxicity of nickel to freshwater ciliates. *Environmental Pollution*, 109: 53-59.
- Madoni, P. & Bassanini, N. 1999. Longitudinal changes in the ciliated protozoa communities along fluvial system polluted by organic matter. *European Journal of Protistology*, 35:391-402.
- Madoni, P. & Braghiroli, S. 2007. Changes in the ciliate assemblage along a fluvial system related to physical, chemical and geomorphological characteristics. *European Journal of Protistology*, 43:67-75.
- Madoni, P. & Sartore, F. 2003. Long-term changes in the structure of ciliate communities in a small isolated pond. *Italian Journal of Zoology*, 70(4):313-320.

- Madoni, P. & Zangrossi, S. 2005. Ciliated protozoa and saprobial evaluation of water quality in the Taro River (Northern Italy). *Italian Journal of Zoology*, 72:21-25.
- Madrazo-Garibay, M. & López-Ochoterena, E. 1973a. Nouvelles précisions obtenues a l'aidé de la technique de Fernandez-Galiano et concernant entre autre l'infrastructure ciliaire dans le genre *Paramecium*. *Protistologica*, 9(4):481-485.
- Madrazo-Garibay, M. & López-Ochoterena, E. 1973b. Protozoarios ciliados de México XIX. Estudio biológico de algunas especies recolectadas en el Salto de San Antón, Estado de Morelos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 34:63-69.
- Madrazo-Garibay, M. & López-Ochoterena, E. 1985. Protozoarios ciliados de México. XXVIII. Características morfológicas y taxonómicas de veinticinco especies de la Laguna Pom, Campeche, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 12:199-212.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blakwell Publishing, Oxford. 256 p.
- Martín-Cereceda, M., Zamora, J., Pérez-Uz, B. & Guinea, A. 2002. Ciliate communities of Rotating Biological Contactor Biofilms: A multivariate approach. *Systematic and Applied Microbiology*, 25:301-313.
- 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*, 65:11-18.
- Mayén-Estrada, R. 1979. Descripción y distribución de 21 especies de protozoarios ciliados bentónicos de la Laguna de la Mancha, Veracruz. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 62 p.
- 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*, 69:1-12.
- Mayén-Estrada, R. & Aguilar-Aguilar, R. 2012. Track analysis and geographic distribution of some *Lagenophrys* Stein, 1852 (Protozoa: Ciliophora: Peritrichia) species. *Journal of Natural History*, 46 (3-4):249-263.
- Mayén-Estrada, R., Reyes-Santos, M. & Aguilar-Aguilar, R. 2014. Biodiversidad de Ciliophora en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85:S34-S43.

Mazei, Y. A. & Burkovsky, I. V. 2005. Species composition of benthic ciliate community in the Chernaya river estuary (Kandalaksha Bay, White Sea) with a total checklist of the White Sea benthonic ciliate fauna. *Protistology*, 4(2):107-120.

Méndez-Sánchez, D. 2014. Ciliados de vida libre (Protozoa, Ciliophora) del humedal Atarasquillo Lerma, Estado de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. México. 80 p.

Meng, Z., Xu, K., Dai, R. & Lei, Y. 2012. Ciliated community structure, diversity and trophic role in offshore sediments from the Yellow Sea. *European Journal of Protistology*, 48:73-84.

Mieczan, T. 2008. Diversity and vertical distribution of planktonic ciliates in a stratified mesotrophic lake: relationship to environmental conditions. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 37:83-95.

Mieczan, T. 2010. Periphytic ciliates in three shallow lakes in Eastern Poland: A comparative study between a phytoplankton-dominated lake, a phytoplankton-macrophyte lake and a macrophyte-dominated lake. *Zoological Studies*, 49(5):589-600.

Mieczan, T. 2012. Distributions of testate Amoebae and Ciliates in different types of peatlands and their contributions to the nutrient supply. *Zoological Studies*, 51(1): 18-26.

Mieczan, T. & Nawrot, D. 2012. Horizontal distribution of psammonic ciliates in two lakes of different trophic status: Relationship to physical and chemical parameters. *Archives of Environmental Protection*, 38(2):55-70.

Mironova, E., Telesh, I. & Skarlato, S. 2013. Planktonic ciliates of the Neva Estuary (Baltic Sea): Community Structure and Spatial Distribution. *Acta Protozoologica*, 52:13-23.

Miyake, A., Harumoto, T. & Lio, H. 2001. Defence function of pigment granules in *Stentor coeruleus*. *European Journal of Protistology*, 37:77-88.

Möllenbeck, M. 1999. Genetic relationship of 32 cell lines of the *Euplotes octocarinatus* species complex revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD) fingerprinting. *Molecular Ecology*, 8:1971-1979.

Mondragón-Camarillo, L. 2011. Estructura trófica de la comunidad de ciliados y flagelados en un suelo de cultivo contaminado con combustóleo de Jalacingo, Veracruz. Tesis de licenciatura,

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 56 p.

Moreno-Rodríguez, G. 1985. Análisis de protozoarios en un sistema de biodiscos empleado en la planta de tratamiento de C.U. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.

Mori, G., Mattoli, M., Madoni, P., Ferri, G., Baldaccini, G., Bianucci, P. & Ricci, N. 1996. Ciliated protozoa from Lake Massaciuccoli (Western Tuscany). *Atti della Società Toscana de Scienze Naturali di Pisa*, 103:89-97.

Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 76(2):207-252.

Morrone, J. J. 2009. *Evolutionary biogeography. An integrative approach with case studies*. Columbia University Press. New York. 301 p.

Morrone, J. J. 2011. *Sistemática, biogeografía, evolución. Los patrones de la biodiversidad en espacio-tiempo*. Las Prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 129 p.

Morrone, J. J. & Escalante, T. 2012. *Diccionarios de biogeografía*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 230 p.

Muqi, X. 1996. Protozoa of Lough Neagh, Northern Ireland, UK. *Journal of Environmental Sciences*, 8:94-102.

Nicasio-Ramírez, S. 2001. Estudio limnológico de la presa San Felipe, Tiacaque, Municipio de Jocotitlán, Estado de México durante el periodo mayo-noviembre de 1998. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México. México. 88 p.

Nomdedeu, O. V. & López-Ochoterena, E. 1988. Protozoarios ciliados de México. XXXII. Estudio ecológico de algunas especies para estimar el grado de contaminación del río La Magdalena, México, D. F. *Annales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 15(1):229-236.

Novikmec, N., Svitok, M., Bulánková, E., Čiamporová-Zaťovičová, Z., Derka, T., Halgoš, J., Hamerlík, L., Illéšová, D., Illyová, M., Krno, I., Némethová, D., Pastuchová, Z., Stašiov, L., Šporka, F., Štefková, E., Tirjaková, E., Tomajka, J. & Bitušík, P. 2007. *Limnology of streams in the*

Poloniny National Park (The East Carpathians, Slovakia). Technical University in Zvolen, Eslovaquia. 72 p.

Ortiz-Haro, G. A. 2011. Efecto de los peces y el sedimento sobre los ciliados y las bacterias en mesocosmos en un lago urbano hipertrófico. Tesis de licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 56 p.

Packard, C. E. 1948. The effects of certain chemicals on the macronucleus of *Spirostomum teres*, with notes on the genus. *Transactions of the American Microscopical society*, 67(3): 275-279.

Paiva, T. S. & Silva-Neto, I. D. 2004. Ciliate protists from Cabiúnas lagoon (Restinga de Jurubatiba, Macaé, Rio de Janeiro) with emphasis of water quality indicator species and description of *Oxytricha marcili* sp. n. *Brazilian Journal of Biology*, 64(3A):465-478.

Patterson, D. J. & Hedley, S. 1998. *Free-living freshwater protozoa. A color guide*. Manson Pub., Barcelona. 223 p.

Pauleto, G. M., Velho, L. F. M., Buosi, P. R. B., Brädo, A. F. S., Lansac-Töha, F. A. & Bonecker, C. C. 2009. Spatial and temporal patterns of ciliate species composition (Protozoa: Ciliophora) in the plankton of the Upper Paraná River floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 69(2, Supl.):517-527.

Pawar, S. B. & Schembekar, V. S. 2013. Two species of genus: *Coleps* (*C. hirtus* and *C. elongatus*) found in reservoir at Dhanegoan, Osmanabad (MS). *International Journal of Recent Scientific Research*, 4(3):202-207.

Peréz, R. C., Zizumbo, L. & González, M. 2009. Impacto ambiental del turismo en áreas naturales protegidas; procedimientos metodológicos para el análisis en el Parque Estatal El Ocotil, México. *El Periplo Sustentable, Universidad Autónoma del Estado de México*, 16: 25-56.

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*, 10:39-44.

Peřtová, D., Macek, M. & Martínez-Pérez, M. E. 2008. Ciliates and their picophytoplankton-feeding activity in a high-altitude warm-monomictic saline lake. *European Journal of Protistology*, 44:13-25.

- Petz, W., Valbonesi, A., Schiffner, U., Quesada, A. & Ellis-Evans, C. 2007. Ciliate biogeography in Antarctic and Arctic freshwater ecosystems: endemism or global distribution of species?. *FEMS Microbial Ecology*, 59:396-408.
- Pfister, G., Auer, B. & Hartmut, A. 2002. Pelagic ciliates (Protozoa, Ciliophora) of the different brackish and freshwater lakes – a community analysis at the species level. *Limnologica*, 32:147-168.
- Picaso, H. R. 1991. Estudio de los ciliados bentónicos de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 95 p.
- Primc-Habdija, B., Habdija, I., Mestrov, M. & Radanovic, I. 1996. Composition of ciliate fauna and its seasonal changes in fluvial drift. *Aquatic Sciences*, 58:224-240.
- Primc-Habdija, B., Habdija, I. & Plenkovic-Moraj, A. 2001. Tufa deposition and periphyton overgrowth as factor affecting the ciliate community on travertine barriers in different current velocity conditions. *Hydrobiologia*, 457:87-96.
- Qu, Z., Pan, H., Hu, X., Li, J., Al-Farraj, S. A., Al-Rasheid, K. A. S. & Yi, Z. 2015. Morphology and molecular phylogeny of three ciliophorid ciliates (Protozoa, Ciliophora) from China, including two new species, *Chilodonella parauncinata* sp. n. and *Chlamydonella irregularis* sp. n. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 62:267-279.
- Queimaliños, C., Modenutti, B. E. & Balserio, E. G. 1999. Symbiotic association of the ciliate *Ophrydium naumanni* with *Chlorella* causing a deep chlorophyll α maximum in an oligotrophic South Andes lake. *Journal of Plankton Research*, 21(1):167-178.
- Rajabunizal, K. & Ramanibai, N. 2013. Checklist for planktonic ciliates (Protozoa, Ciliophora) living in Velacherry lake, Chennai, India. *Bugs R All*, 20:22-25.
- Ramírez de Guerrero, M. A. 1970. Sistemática y morfología de algunas especies de protozoarios del estado de Puebla, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 31:69-94.
- Ranju, R. & Jayaprakas, V. 2015. Free living protozoans as bioindicators in Vembanad Lake, Kerala, India, an important Ramsar site. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(3):192-197.

- Rico-Ferrat, G. 1990. Identificación de los protozoarios que habitan en la hojarasca de un bosque mesófilo en Gómez Farías, Tamaulipas, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 41:33-36.
- Riddle, L. C. 1905. Brush Lake protozoa. *Ohio Journal of Science*, 6:394-395.
- Ringuelet, R. A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía Argentina. *Physis*, 22(63):151-170.
- Risse-Buhl, U., Scherwass, A., Schlüssel, A., Arndt, H., Kröwer, S. & Küsel, K. 2009. Detachment and motility of surface-associated ciliates at increased flow velocities. *Aquatic Microbial Ecology*, 55:209-218.
- Rivera, F., Sánchez, M. R., Lugo-Vázquez, A., Ramírez, P., Ortiz, R. & Calderón, A. 1987. Ciliates in a waste stabilization pond system in Mexico. *Water, Air, and Soil Pollution*, 34:245-262.
- Rivera, F., Castro, F., Moreno, G., Lugo-Vázquez, A., Gallegos, E. & Norouzian, M. 1988. Protozoa of a rotating biological contactor treatment plant in Mexico. *Water, Air, and Soil Pollution*, 42:281-301.
- Rodríguez-Rodríguez, R. 1996. Aspectos microbiológicos de un reactor de película biológica denominado "Biocinta". Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 90 p.
- Ruiz, A. 1961. Ciliados de vida libre de la Ciudad Universitaria, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 9(2):209-214.
- Sámano, B. A. & Sokoloff, D. 1931. La flora y fauna de aguas dulces del Valle de México. *Monografías del Instituto de Biología, México*, 1:1-49.
- Sánchez-Calderón, M. G. 1981. Protozoarios ciliados bentónicos de dos zonas de manglar en San Blas, Nayarit, Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 76 p.
- Sánchez-Rodríguez, M. R. 1994. Colonización de sustratos artificiales por protozoos ciliados como un método de evaluación de la eficiencia de depuración de estanques de estabilización. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 126 p.
- Senler, N. G. & Yildiz, I. 2004. Faunistic and morphological studies on ciliates (Protozoa: Ciliophora) from a small pond, with responses of ciliate populations changing environmental conditions. *Turkish Journal of Zoology*, 28:245-265.

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.

Shao, C., Lv, Z., Pan, Y., Al-Rasheid, K. A. S. & Yi, Z. 2014. Morphology and phylogenetic analysis of two oxytrichid soil ciliates from China, *Oxytricha paraganulifera* n. sp. and *Oxytricha granulifera* Foissner and Adam, 1983 (Protista, Ciliophora, Hypotrichia). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 64:3016-3027.

Sigala-Regalado, I. 2011. Diversidad de protozoos ciliados en cinco biotopos de cuevas de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 150 p.

Sigala-Regalado, I., Mayén-Estrada, R. & Morales-Malacara, J. B. 2011. Spatial and temporal distribution of protozoa at Cueva de los Riscos, Querétaro, México. *Journal of Cave and Karst Studies*, 7(2):55-62

Silva-Reyes, C. A. 2008. Evaluación comparativa de la capacidad depredadora de *Paramecium multimicronucleatum* y *Rotatoria rotatoria* sobre poblaciones de enterobacterias. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 61 p.

Sokoloff, D. 1930. Contribución al estudio del aparato nuclear de los infusorios hypotrichos. *Anales del Instituto de Biología, México*, 1:253-264.

Sokoloff, D. 1936. Análisis hidrobiológico del Manantial de la "Mora" de Actopan, Hgo. *Anales del Instituto de Biología, México*, 78:287-303.

Sokoloff, D. & Ancona, I. 1937. Análisis hidrobiológico de las aguas potables del Valle del Mezquital, incluyendo la descripción de tres nuevas formas de protozoarios. *Anales del Instituto de Biología, México*, 1:157-179.

Sola, A., Guinea, A., Longas, J. F. & Fernández-Galiano, D. 1988. Observations sur l'infraciliature de *Plagiopyla nasuta* Stein, 1860. *Acta Protozoologica*, 27:279-286.

Song, B. 2000. A comparative study on planktonic ciliates in two shallow mesotrophic lakes (China): species composition, distribution and quantitative importance. *Hydrobiologia*, 427:143-153.

- Sooksmarn, M. 1995. Protozoa ecology and its distribution in a semiurban area in the Central Plain of Thailand. *Journal of Scientific Society of Thailand*, 21:305-322.
- Stehle, M. E. 1923. Surface plankton protozoa from Lake Erie in the Put-in-Bay Region. *Ohio Journal of Science*, 23:41-54.
- Stoeck, T., Bruemmer, F. & Foissner, W. 2007. Evidence for local ciliate endemism in an alpine anoxic lake. *Microbial Ecology*, 54:478-486.
- Strüder-Kypke, M. C., Wright, A. G., Fokin, S. I. & Lynn, D. H. 2000. Phylogenetic relationships of the subclass Peniculia (Oligohymenophorea, Ciliophora) inferred from small subunit rRNA gene sequences. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 47(4):419-429.
- Sullivan, W. D. 1957. Identification of protozoa from Region of Point Barrow, Alaska. *Transactions of the American Microscopical Society*, 76(2):189-196.
- Takamura, N., Shen, Y. & Xie, P. 2000. Species richness of protozoa in Japanese lakes. *Limnology*, 1:91-106.
- Thamm, M., Schmidt, S. L. & Bernhard, D. 2010. Insights into phylogeny of the genus *Stentor* (Heterotrichea, Ciliophora) with special emphasis on the evolution of the macronucleus based on SSU rDNA data. *Acta Protozoologica*, 49:149-157.
- Tirjaková, E. & Vd'ačný, P. 2013. Analysis and evolution of water quality of the upper Váh River (northern Slovakia) by long-term changes in the community structure of ciliates (Protista: Ciliophora). *Biologia*, 68(4):667-678.
- Tirjaková, E., Botlíková, S. & Vd'ačný, P. 2015. Checklist and distribution of ciliates from the family Euplotidae Ehrenberg, 1838 (Protista: Ciliophora: Spirotrichea) in Slovakia, Central Europe. *Zootaxa*, 3920(2):343-365.
- Toledo-Trejo, E. 2007. Presencia y distribución de amibas y ciliados en el sistema de lodos activados de Ciudad Universitaria. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 75 p.
- Tundisi, J. G. & Matsumura-Tundisi, T. 2012. *Limnology*. CRC Press/Balkema. Londres. 866 p.
- Twagilimana, L., Bohatier, J., Grolière, C.A., Bonnemoy, F. & Sargos, D. 1998. A new low-cost microbiotest with the protozoan *Spirostomum teres*: culture conditions and assessment of sensitivity of the ciliate to the 14 pure chemicals. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 41: 231-244.

Urrutxurtu, I., Orive, E. & de la Sota, A. 2003. Seasonal dynamics of ciliates protozoa and their potential food in an eutrophic estuary (Bay of Biscay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57:1169-1182.

Vannini, C., Boscaro, V., Ferrantini, F., Benken, K. A., Mironov, T. I., Schweikert, M., Görtz, H.-D., Fokin, S. I., Sabaneyeva, E. V. & Petroni, G. 2014. Flagellar movement in two bacteria of the family Rickettsiaceae: A re-evaluation of motility in an evolutionary perspective. *PloS ONE*, 9(2):e87718.

Velho, L. F. M., Lansac-Toha, P. R., Bressan B., Ramos de Meira, B., Cabral, A. F. & Lansac-Toha, F. A. 2013. Structure of planktonic ciliates community (Protist, Ciliophora) from an urban lake of southern Brazil. *Acta Scientiarum*, 35(4):531-539.

Vera-Franco, M., Hernández-Victoria, P., Alcocer, J., Ardiles-Gloria, V. & Oseguera, L. A. 2015. *Concentración y distribución vertical de la clorofila-a fitoplanctónica en los lagos de Montebello, Chiapas*. En: Alcocer, J., Merino-Ibarra, M. & Escobar-Briones, E. (Comps.). *Tendencias de Investigación en Limnología Tropical: Perspectivas Universitarias en Latinoamérica*. Asociación Mexicana de Limnología, A. C., Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. pp. 107-114.

Wallace, A. R. 1876. *The geographical distribution of animals*. Harper & Brothers. New York. 607 p.

Wanick, R. C. & da Silva-Neto, I. D. 2004. Benthic ciliates from Sepetiba Bay (Rio de Janeiro, Brazil) with description of *Pseudokeronopsis sepetibensis* n. sp. (Spirotrichea: Urostylelida). *Zootaxa*, 587:1-11.

Webb, M. G. 1961. The effects of thermal stratification on the distribution of benthic protozoa in Esthwaite Water. *Journal of Animal Ecology*, 30:137-151.

Webb, T. L. & Francis, D. 1969. Mating types in *Stentor coeruleus*. *Journal of Protozoology*, 16(4):758-763.

Weisse, T. 2004. *Pelagic microbes – protozoa and the microbial food web*. En: O'Sullivan, P. E. & Reynolds, C. S. (Eds.). *The lakes handbook, Vol. 1. Limnology and limnetic ecology*. Blackwell Publishing. Australia. pp. 417-460.

Wetzel, R. G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press. California. 1006 p.

- Wilbert, N. 1975. Heine verbesserte technik der protargolimpragnation für ciliaten. *Mikrokosmos*, 64:171-179.
- Wu, I. C. H. & Curds, C. R. 1979. A guide to the species of the genus *Aspidisca*. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Zoology*, 36:1-34.
- Xu, R. & Cronberg, G. 2010. Planktonic ciliates in Western Basin of lake Ringsjön, Sweden: community structure, seasonal dynamics and long-term changes. *Protistology*, 6(3):173-187.
- Xu, M., Cao, H., Xie, P., Deng, D., Feng, W. & Xu, J. 2005a. The temporal and spatial distribution, composition and abundance of protozoa in Chaohu lake, China: Relationship with eutrophication. *European Journal of Protistology*, 41:183-192.
- Xu, H., Song, W., Lu, L. & Warren, A. 2005b. Tolerance of ciliated protozoa *Paramecium bursaria* (Protozoa, Ciliophora) to ammonia and nitrites. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 23(3):349-353.
- Xu, Y., Pan, H., Miao, M., Hu, X., Al-Farraj, S. A., Al-Rasheid, K. A. S. & Song, W. 2015. Morphology and phylogeny of two species of *Loxodes* (Ciliophora, Karyorelictea), with description of a new subspecies, *Loxodes striatus orientalis* subsp. n. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 62:206-216.
- Yeates, A. M. & Esteban, G. 2014. Local ciliate communities associated with aquatic macrophytes. *International Microbiology*, 17:31-40
- Ymas, I. G., Revilla, I. A. & Prieto, D. T. 2009. Evaluación de la contaminación de la presa Ejército Rebelde, Ciudad de la Habana, Cuba, mediante el empleo de protozoos como bioindicadores. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*, 26:37-42.
- Zagata, P., Greczek-Stachura, M., Tarcz, S. & Rautian, M. 2015. Molecular identification of *Paramecium bursaria* syngensand studies on geographic distribution using mitochondrial cytochrome C oxidase subunit I (COI). *Folia Biologica*, 63:77-83.
- Zaleski, M. & Claps, M. C. 1999. First records of epiphytic limnetic ciliates from Argentina. *Natura Neotropicalis*, 30 (1 y 2): 77-84.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. New Jersey.

Zhang, W. J., Lin, Y. S., Cao, W. Q. & Yang, J. 2012. Genetic diversity and variance of *Stentor coeruleus* (Ciliophora: Heterotricha) inferred from inter-simple sequence repeat (ISSR) fingerprinting. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 52(2): 157-162.

Zimmermann-Timm, H., Holst, H. & Müller, S. 1998. Seasonal dynamics of aggregates and their typical biocenosis in the Elbe Estuary. *Estuaries*, 21(4):613-621.

Zingel, P. & Noges, T. 2010. Seasonal and annual population dynamics of ciliates in a shallow eutrophic lake. *Fundamental and Applied Limnology, Archive für Hydrobiologie*, 176, 2:133-143.

Zou, Q., Lu, Z.-H., Li, C., Li, Y. & Huang, P. 2013. Seasonal pattern of planktonic ciliates in a subtropical shallow urban lake. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 5(5):210-219.

ANEXO 1: Ecuaciones utilizadas

1.- Espesor de la capa eufótica (Luhtala & Tolvanen, 2013):

$$Z_{eu} = m \times Z_{DS}$$

Donde Z_{eu} = Zona eufótica

Z_{DS} = Profundidad de visión del disco de Secchi.

2.- Índice del estado trófico del disco de Secchi (Carlson, 1977):

$$TSI(DS) = 10 \left(6 - \frac{\ln DS}{\ln 2} \right)$$

Donde $TSI(DS)$ = índice del estado trófico del disco de Secchi

DS = Profundidad de visión del disco de Secchi

3.- Categorización trófica de los cuerpos de agua (Fuller *et al.*, 2011):

Condición trófica del lago	Índice de Carlson (1977)	Transparencia del disco de Secchi (m)
Oligotrófico	< 38	< 4.5
Mesotrófico	38-48	2.2-4.5
Eutrófico	49-61	0.9-2.2
Hipertrófico	> 61	> 0.9

4.- Estimadores no paramétricos de la riqueza de especies

Chao 2 (Magurran, 2004):

$$S_{Chao2} = S_{obs} + \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

Donde Q_1 = Número de especies únicas en una sola muestra. Q_2 = Número de especies que ocurren en dos muestras. S_{obs} = Riqueza observada.

Jackknife de primer orden (Magurran, 2004):

$$S_{Jack1} = S_{obs} + Q_1 \left(\frac{m-1}{m} \right)$$

Jackknife de segundo orden (Magurran, 2004):

$$S_{Jack2} = S_{obs} + \left(\frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)} \right)$$

Donde Q_1 = Número de especies únicas en una sola muestra. Q_2 = Número de especies que ocurren en dos muestras. S_{obs} = Riqueza observada. m = número de muestras.

Bootstrap (Magurran, 2004):

$$S_{boot} = S_{obs} + \sum_{k=1}^{S_{obs}} (1 - P_k)^m$$

Donde S_{obs} = Riqueza observada. m = número de muestras.

5.- Índice de similitud de Jaccard (Magurran, 2004):

$$C_J = \frac{a}{a + b + c}$$

Donde a = Número total de especies de todas las muestras b = Número total de especies en una sola muestra. c = Número total de especies en sólo dos muestras.

ANEXO 2: Bibliografía geográfica

Los registros geográficos de las 29 especies con categoría de un nombre binomial fueron obtenidos de la siguiente literatura:

Aescht & Foissner, 1998; Ahmed-Shazib *et al.*, 2014; Aladro-Lubel, 1967, 1981, 1984; Aladro-Lubel & López-Ochoterena, 1967; Aladro-Lubel & Sánchez-Calderón, 2005; Aladro-Lubel *et al.*, 1986, 2009; Alekperov *et al.*, 2012; Al-Rasheid, 1996, 1999, 2001; Andrushchyshyn *et al.*, 2007; Asadullayeva & Alekperov, 2007; Ávila-Reyes, 2013; Babko & Kuzmina, 1999; Babko *et al.*, 2010; Badea *et al.*, 2010; Barbieri & Godinho-Orlandi, 1989; Bark, 1981, 1985; Bark & Goodfellow, 1985; Bark & Watts, 1984; Bartošová & Tirjaková, 2008; Basurto-Padilla, 1970; Beaver & Crisman, 1989; Berger & Thompson, 1960; Bindu, 2009, 2010; Boscaro *et al.*, 2014; Bourland *et al.*, 2014; Bovee, 1957, 1960; Bradley *et al.*, 2010; Buonanno *et al.*, 2012; Buosi *et al.*, 2011, 2014; Cairns & Ruthven, 1972; Canter *et al.*, 1990; Çapar, 2016; Carter, 1972; Chadwick, 1961; Chen *et al.*, 2008, 2009; Chilpa-Navarrete, 1998; Claps *et al.*, 2009; Cole, 1955; Coronado-Gutiérrez, 1973; Dai *et al.*, 2014; Das *et al.*, 1993; Dias & D'Agosto, 2006; Dias *et al.*, 2008; Dragesco & Dragesco-Kernéis, 1986; Durán-Ramírez *et al.*, 2015; Esteban *et al.*, 2000; Ettl, 2000; Fan *et al.*, 2014; Fernandes & da Silva-Neto, 2013; Fernandes *et al.*, 2013; Finaly & Esteban, 1998; Finaly *et al.*, 1993, 1999; Flores-Flores, 2012; Foggetta & Boltovskoy, 1995; Foissner, 1979, 1984, 1997, 1999, 2013, 2016; Foissner & Adam, 1981; Foissner & Moog, 1992; Foissner & O'donoghue, 1990; Foissner & Rieder, 1983; Foissner *et al.*, 1992b, 2002, 2005; Fokin *et al.*, 2003, 2005; Foto *et al.*, 2011; García-Santana, 2000; Gomes & Godinho, 2003; Gong *et al.*, 2007; González-Labastida, 1995; Goulder, 1971, 1973; Gracia & Igual, 1987; Gracia *et al.*, 1989; Guhl *et al.*, 1994, 1996; Guillén *et al.*, 2003; Guinea *et al.*, 1987, 1990; Henebry & Cairns, 1984; Hernández-Anaya, 1981; Herróz-Zamorano, 1998, 2000; Hill & Reilly, 1976; Ibarra-Hernández, 1992; Ishida & Ishibashi, 2006; Jang *et al.*, 2012; Jiang, 2006; Jiang & Shen, 2005; Kadhim, 2013; Karus *et al.*, 2014; Kchaou *et al.*, 2009; Khlebovich, 2010; Kim *et al.*, 2007; Kiss *et al.*, 2009; Koval'chuk, 1999; Kovalchuk, 2001; Kreutz & Foissner, 2006; Kreutz *et al.*, 2012; Kumazawa, 2002; Küppers & Claps, 2012; Küppers *et al.*, 2009; Kusano *et al.*, 1987; Kusch, 1998; Laybourn-Parry *et al.*, 1990; Leitner & Foissner, 1997; Li *et al.*, 2010, 2013; Lobban & Schefter, 2008; Lopes & Heckman, 1996; López-Ochoterena, 1965, 1992; López-Ochoterena & Barajas de López, 1964; Lugo-Vázquez, 1993, 2000; Lugo-Vázquez *et al.*, 1991, 1998a, b, c; Luna-Pabello, 1987, 1990; Luna-Pabello *et al.*, 1994; Macek *et al.*, 2006, 2008; Madoni, 1989, 1990, 1991, 1993, 2000; Madoni & Bassanini, 1999; Madoni & Braghiroli, 2007; Madoni &

Sartore, 2003; Madoni & Zangrossi, 2005; Madrazo-Garibay & López-Ochoterena, 1973a, b, 1985; Martín-Cereceda *et al.*, 2002; Martínez-Murillo & Aladro-Lubel, 1994; Mayén-Estrada, 1979; Mazei & Burkovsky, 2005; Méndez-Sánchez, 2014; Mieczan, 2008, 2010, 2012; Mieczan & Nawrot, 2012; Mironova *et al.*, 2013; Miyake *et al.*, 2001; Möllenbeck, 1999; Mondragón-Camarillo, 2011; Moreno-Rodríguez, 1985; Mori *et al.*, 1996; Muqi, 1996; Nomdedeu & López-Ochoterena, 1988; Novikmec *et al.*, 2007; Ortiz-Haro, 2011; Packard, 1948; Paiva & Silva-Neto, 2004; Pauleto *et al.*, 2009; Pawar & Shembekar, 2013; Pérez-Reyes & Salas-Gómez, 1961; Pêstová *et al.*, 2008; Petz *et al.*, 2007; Picaso, 1991; Primc-Habdiija *et al.*, 1996, 2001; Rajabunizal & Ramanibai, 2013; Ramírez de Guerrero, 1970; Ranju & Jayaprakas, 2015; Rico-Ferrat, 1990; Riddle, 1905; Risse-Buhl *et al.*, 2009; Rivera *et al.*, 1987, 1988; Rodríguez-Rodríguez, 1996; Ruiz, 1961; Sámano & Sokoloff, 1931; Sánchez-Calderón, 1981; Sánchez-Rodríguez, 1994; Senler & Yildiz, 2004; Serrano-Limón & López-Ochoterena, 1992; Sigala-Regalado, 2011; Sigala-Regalado *et al.*, 2011; Silva-Reyes, 2008; Sokoloff, 1930, 1936; Sokoloff & Ancona, 1937; Sola *et al.*, 1988; Song, 2000; Sooksmarn, 1995; Stehle, 1923; Stoeck *et al.*, 2007; Strüder-Kypke *et al.*, 2000; Sullivan, 1957; Takamura *et al.*, 2000; Thamm *et al.*, 2010; Tirjaková & Vd'ačný, 2013; Tirjaková *et al.*, 2015; Toledo-Trejo, 2007; Twagilimana *et al.*, 1998; Urrutxurtu *et al.*, 2003; Vannini *et al.*, 2014; Velho *et al.*, 2013; Wanick & da Silva-Neto, 2004; Webb, 1961; Webb & Francis, 1969; Xu & Cronberg, 2010; Xu *et al.*, 2005a, b; Yeates & Esteban, 2014; Ymas *et al.*, 2009; Zaleski & Claps, 1999; Zhang *et al.*, 2012; Zimmermann-Timm *et al.*, 1998; Zingel & Noges, 2010; Zou *et al.*, 2013.

ANEXO 3: Especies de ciliados

Composición de ciliados en la temporada lluviosa y seca de cada cuerpo de agua.

Cuerpo de agua	Analco		Azucena		Tziscaco		Montebello	
	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa
<i>Loxodes striatus</i>	X	X	X	X	X	X	-	X
<i>Loxodes</i> sp.	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Blepharisma sinuosum</i>	X	-	-	-	X	X	-	-
<i>Spirostomum minus</i>	-	-	-	X	X	X	-	-
<i>Spirostomum teres</i>	X	X	X	X	X	X	-	X
<i>Stentor coeruleus</i>	-	X	X	-	X	X	-	X
<i>Stentor roeselii</i>	-	-	-	X	-	-	X	X
<i>Stentor</i> sp.	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Aspidisca lynceus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aspidisca</i> sp.	-	-	X	X	X	X	X	X
<i>Euplotoides aediculatus</i>	-	-	X	X	-	-	X	X
<i>Euplotoides eurytomus</i>	-	-	X	-	X	X	X	-
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	X	X	X	X	-	-	-	-
<i>Euplotoides patella</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Euplotopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halteria</i> sp.	X	-	X	X	X	X	-	-
<i>Oxytricha</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Caenomorpha</i> spp.	X	-	-	-	X	-	-	-
<i>Brachonella spiralis</i>	X	X	-	-	X	X	-	-
<i>Metopus</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Lacrymaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Litonotus cygnus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Litonotus</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chilodonella uncinata</i>	X	-	X	-	X	X	-	-
<i>Colpoda ecaudata</i>	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Obertrumia aurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microthorax pusillus</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coleps hirtus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plagiopyla nasuta</i>	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Frontonia leucas</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lembadion lucens</i>	X	X	X	X	X	-	-	X
<i>Paramecium bursaria</i>	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Paramecium caudatum</i>	X	X	X	X	X	X	-	X
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paramecium</i> sp.	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Urocentrum turbo</i>	X	X	X	X	X	X	-	X
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	X	-	-	X	-	-	-	X
<i>Dexiotricha granulosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyclidium glaucoma</i>	X	X	X	X	X	X	-	-
<i>Glaucoma scintillans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza	20	15	15	14	19	16	12	6
No. especies exclusivas	8	3	4	3	4	1	8	2

Riqueza de ciliados por cada cuerpo de agua

Cuerpo de agua	Ocotal	Tiacaque	Analco	Azucena	Tzisco	Montebello
<i>Loxodes striatus</i>	X	-	X	X	X	X
<i>Loxodes</i> sp.	-	-	-	-	X	-
<i>Blepharisma sinuosum</i>	-	-	X	-	X	-
<i>Spirostomum minus</i>	-	-	-	X	X	-
<i>Spirostomum teres</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Stentor coeruleus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Stentor roeselii</i>	X	X	-	X	-	X
<i>Stentor</i> sp.	-	-	-	-	X	-
<i>Aspidisca lynceus</i>	X	-	X	-	-	-
<i>Aspidisca</i> sp.	-	X	-	X	X	X
<i>Euplotoides aediculatus</i>	-	X	-	X	-	X
<i>Euplotoides eurytomus</i>	-	-	-	X	X	X
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	-	-	X	X	-	-
<i>Euplotoides patella</i>	-	-	-	-	-	X
<i>Euplotopsis</i> sp.	-	X	-	-	-	-
<i>Halteria</i> sp.	X	X	X	X	X	-
<i>Oxytricha</i> sp.	-	-	-	-	-	X
<i>Caenomorpha</i> spp.	-	-	X	-	X	-
<i>Brachonella spiralis</i>	-	X	X	-	X	-
<i>Metopus</i> sp.	-	-	X	-	-	-
<i>Lacrymaria</i> sp.	-	-	X	-	-	-
<i>Litonotus cygnus</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Litonotus</i> sp.	X	-	X	-	-	-
<i>Chilodonella uncinata</i>	X	X	X	X	X	-
<i>Colpoda ecaudata</i>	-	-	-	-	X	-
<i>Obertruria aurea</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Microthorax pusillus</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Coleps hirtus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Plagiopyla nasuta</i>	X	-	-	X	-	-
<i>Frontonia leucas</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Lembadion lucens</i>	-	-	X	X	-	X
<i>Paramecium bursaria</i>	X	-	X	-	-	-
<i>Paramecium caudatum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Paramecium</i> <i>multimicronucleatum</i>	-	X	-	-	-	-
<i>Paramecium</i> sp.	X	-	X	-	-	-
<i>Urocentrum turbo</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cinetochilum</i> <i>margaritaceum</i>	X	X	X	X	-	X
<i>Dexiotricha granulosa</i>	X	-	-	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	-	-	X	-	-	-
<i>Dexiotricha</i> sp.	-	X	-	-	-	-
<i>Cyclidium glaucoma</i>	X	X	X	X	X	-
<i>Glaucoma scintillans</i>	-	X	-	-	-	-

ANEXO 4: Factores físico-químicos

Datos de factores físico-químicos en el lago Ocotlal.

Colecta	Estación	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH
NOV-14	1	0.2	0.2	14.9	4.79	5
	2	0.2	0.2	16	10.6	6
ABR-15	1	0.05	0.05	19.5	6.37	7.5
	2	0.05	0.05	21.9	7.65	7.5
	3	0.1	0.2	16.9	6.66	7.5
		0.5	0.2	17.7	4.55	7.5
		1.2	0.2	16.6	3.65	7.5
ENE-16	1	0.05	0.05	19.3	11.32	5
	2	0.05	0.05	16.9	8.7	5
	3	0.1	0.4	16.6	8.83	5
		1	0.4	19.8	7.86	5
		1.5	0.4	16.5	8.29	4.5
MAR-16	1	0.05	0.05	24.8	5.83	5.5
	2	0.05	0.05	23.4	6.86	5
	3	0.1	0.2	20.1	9.02	5
		0.5	0.2	21.4	5.84	5.5
		1.1	0.2	20.7	6.5	5

DS: Disco de Secchi.

Datos de factores físico-químicos en el manantial Tiacaque.

Colecta	Estación	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH
NOV-14	3	0.1	1.1	18.1	10.5	6
		1.5	1.1	17.7	9.63	5
		3.5	1.1	17.2	8.23	6
ABR-15	1	0.1	0.4	21.6	8.67	7.6
	1	0.4	0.4	20.3	7.1	7.5
	2	0.1	0.5	22.1	9.33	7.6
	2	0.5	0.5	21.9	8.97	7.6
	3	0.1	0.8	21	10.1	7.6
		2	0.8	20.6	9.51	7.6
		3.5	0.8	19.8	2.74	7.6
ENE-16	1	0.1	0.15	19.7	12.05	5.5
	1	0.2	0.15	19.2	10.52	6
	2	0.1	0.01	19.9	14.71	6
	2	0.35	0.01	18.9	9.75	5.5
	3	0.1	0.3	18.2	13.31	6
		2	0.3	15.6	9.1	5
		3.5	0.3	15.6	2.1	6
MAR-16	1	0.05	0.05	23.1	8.49	6
	1	0.2	0.05	22.7	7.55	6
	2	0.1	0.5	25.5	9.54	6
	2	0.5	0.05	20.6	8.9	6
	3	0.05	0.45	21	11.04	6
		2	0.45	19	9.24	5.5
		3.5	0.45	18.3	3.52	5

DS: Disco de Secchi

Datos de parámetros físico-químicos en el lago Analco.

Colecta	Sitio	Temporada	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH
AGT-2014	1	lluviosa	0.2	0.2	22.18	0.19	7.18
	3	lluviosa	0.2	0.2	19.8	3.72	6.89
	4	lluviosa	0.1	0.1	22.32	7.38	8.71
FEB-15	1	seca	0.1	0.4	23	9.95	7.6
	1	seca	0.4	0.4	21.1	7.96	7.5
	2	seca	0.1	0.4	25.5	9.95	7.7
	2	seca	0.4	0.4	22.3	5.67	7.7
	3	seca	0.1	0.1	27.7	11.17	7.7
	4	seca	0.1	1.1	21.1	9.89	7.7
	4	seca	1.5	1.1	20.7	9.72	7.7
	4	seca	1.8	1.1	22	9.84	7.7
AGT-2015	1	lluviosa	0.1	0.2	23	6.35	
	1	lluviosa	0.2	0.2	23	5.7	
	2	lluviosa	0.1	0.2	26	7.34	
	2	lluviosa	0.2	0.2	25	6.5	
	3	lluviosa	0.1	0.1	26.5	6.51	
	4	lluviosa	0.1	1.2	19	6.02	
	4	lluviosa	1.5	1.2	23	7.25	
	4	lluviosa	2.2	1.2	20.5	5.84	
FEB-16	1	seca	0.1	0.1	14.9	5.68	4.5
	1	seca	0.2	0.1	14.2	4.6	4.5
	2	seca	0.1	0.4	14.8	6.55	5.5
	2	seca	0.4	0.4	15.5	1.92	5
	3	seca	0.1	0.1	14.8	5.42	4.5
	4	seca	0.1	0.75	15	6.23	4.5
	4	seca	1.5	0.75	15	6.68	5
	4	seca	2	0.75	15	6.03	5.5

DS: Disco de Secchi.

Datos de factores físico-químicos en presa La Azucena.

Colecta	Temporada	Sitio	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH
AGT-2014	lluviosa	1	0.1	0.1	24.08	5.07	7.75
	lluviosa	3	0.4	0.4	23.91	5.37	8.12
	seca	1	0.1	0.1	23.6	9.68	7.6
	seca	2	0.1	0.5	21.5	8.8	7.5
	seca	2	0.5	0.5	20.2	6.88	7.5
FEB-15	seca	3	0.1	0.4	22.8	9.33	7.6
	seca	3	0.4	0.4	20.5	9.26	7.4
	seca	4	0.1	3	21.6	8.77	7.4
	seca	4	3	3	20.6	8.57	7.4
	seca	4	7.5	3	20.3	6.61	7.4
AGT-2015	lluviosa	1	0.1	0.1	25.1	7.67	7
	lluviosa	2	0.1	0.3	25	7.97	7
	lluviosa	2	0.3	0.3	25	7.97	7
	lluviosa	3	0.1	0.4	24	7.27	7
	lluviosa	3	0.4	0.4	25	6.72	7
	lluviosa	4	0.1	1.8	25	7.38	7
	lluviosa	4	3	1.8	24	7.6	7
	lluviosa	4	7.5	1.8	24	6.83	7
	seca	1	0.05	0.05	19.5	7.44	5
	seca	2	0.1	0.6	18	6.08	5
FEB-16	seca	2	0.6	0.6	17.2	6.4	5.5
	seca	3	0.1	0.4	19.5	8.65	5
	seca	3	0.4	0.4	19.4	7.46	5
	seca	4	0.1	1.57	19	7.93	6
	seca	4	3	1.57	18.5	7.13	5
	seca	4	6.5	1.57	18	7.75	5.5

DS: Disco de Secchi.

Datos de factores físico-químicos en el lago Tziscaco.

Colecta	Temporada	Sitio	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH	Conductividad	
SEP-14	lluviosa	1	0.5	0.5	23	9.8	9.8		
	lluviosa	2	0.5	0.5	23	9.07	9.7		
	lluviosa	3	0.5	0.5	25.4	9.33	9.5		
ENE-15	seca	1	0.1	1	19.8	12.07	9.2	236	
	seca	1	1	1	19.4	12.18	8.6	238	
	seca	2	0.1	2	20	14.7	8.5	231	
	seca	2	2	2	20.7	10.9	8.9	234	
	seca	3	0.1	3	20.3	11.15	9.4	236	
	seca	3	3	3	20.4	10.9	8.8	226	
	seca	4	0.1	8	19.7	10.36	8.7	234	
	seca	4	19	8	20	11.14	8.6	229	
	seca	4	38	8	20	10.9	8.1	231	
	JUN-15	lluviosa	1	0.1	0.5	24		6.9	234
		lluviosa	1	0.5	0.5	23.7		7	233
lluviosa		2	0.1	0.5	23.9		7	231	
lluviosa		2	0.5	0.5	23.5		7	237	
lluviosa		3	0.1	0.5	23.6		6.9	229	
lluviosa		3	0.5	0.5	23.5		6.9	253	
lluviosa		4	0.1	5	23.4		6.7	228	
lluviosa		4	10	5	23.6		6.9	228	
lluviosa		4	19	5	22.8		7	222	
OCT-15	seca	1	0.1	0.4	22.5	9.8	8	211	
	seca	1	0.4	0.4	22.4	8.06	7.5	217	
	seca	2	0.1	0.4	22.2	9.36	8	213	
	seca	2	0.4	0.4	22.3	6.4	8	219	
	seca	3	0.1	0.4	22.5	9.38	9	211	
	seca	3	0.4	0.4	22.1	8.04	8	234	
	seca	4	0.1	7	21.4	9	8.5	215	
	seca	4	12	7	21.6	8.5	8	214	
	seca	4	24	7	21.7	8.02	9	220	

DS: Disco de Secchi.

Datos de factores físico-químicos en el lago Montebello

Colecta	Temporada	Sitio	Profundidad (m)	Transparencia del DS (m)	Temperatura del agua (°C)	Oxígeno (mg/l)	pH	Conductividad
SEP-14	lluviosa	1	0.4	0.4	25.1	9.15	9.5	
	lluviosa	2	0.4	0.4	25.2	8.89	9.5	
	lluviosa	3	0.1	0.1	25	9.54	9.5	
ENE-15	seca	1	0.1	1	20	12.45	9	178
	seca	1	1	1	19.7	10.07	9.4	176
	seca	2	0.1	1	20	9.4	9.2	189
	seca	2	1	1	20	9.84	9.3	176
	seca	4	0.1	5.3	18.6	12.01	9	174
	seca	4	3	5.3	18.8	10.37	9	175
	seca	4	7.5	5.3	19.4	12.8	9.8	169
	seca	4	7.5	5.3	19.4	12.8	9.8	169
JUN-15	Lluviosa	1	0.5	0.4	25.1	8.38	7	206
	Lluviosa	1	0.4	0.4	25.5	8.63	7	173
	Lluviosa	2	0.05	0.2	25.9	9.45	6.9	172
	Lluviosa	2	0.2	0.2	25.6	8.75	6.9	176
	Lluviosa	3	0.1	0.1	26.3	9	7	175
	Lluviosa	4	0.1	3.2	26.6	8.58	6.9	172
	Lluviosa	4	1.5	3.2	25.4	9.1	7	171
	Lluviosa	4	3.2	3.2	25.4	9.7	7	168
	seca	1	0.1	0.4	29	8.82	7.5	258
	seca	1	0.4	0.4	28.2	8.6	7.5	242
OCT-15	seca	2	0.1	0.4	26.1	10.4	8	165
	seca	2	0.4	0.4	26.4	9.66	8.5	168
	seca	3	0.05	0.05	28.6	8.6	8	231
	seca	4	0.1	7	24	7.4	8	147
	seca	4	6.5	7	23	8.43	7	152
	seca	4	13	7	24	7.05	8.5	154
	seca	4	13	7	24	7.05	8.5	154

DS: Disco de Secchi.

ANEXO 5: Características tróficas y ecológicas de los ciliados

Alimentación- Al: algas pero no diatomeas, Ba: Bacterívoro, Cy: Cianobacterias, Fl: Flagelados heterótrofos, Ki: Diatomeas, O: omnívoro (organismos autótrofos y protozoos, en ocasiones pequeños metazoos), R: Depredador de otros ciliados y pequeños metazoos, Sb: bacterias sulfurosas. Tipo de hábitat: A: Perifiton, B: Bentónico, Fs: Sustrato anaerobio, P: Planctónico S: Aguas quietas, F: Aguas en movimiento, K: sistema de tratamiento de aguas residuales, Bo: Terrestre, ND: datos no disponibles.

Especie	Alimentación	Tipo de agua preferido	Hábitat	Fuente
<i>Loxodes striatus</i>	Al, Ki, Cy	S, F	B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Blepharisma sinuosum</i>	Ba, Al	F, K, Bo	ND	Fernandes <i>et al.</i> , 2013
<i>Spirostomum teres</i>	Sb, Ba, Al, Ki	S, F,	B, P, Fs	Foissner & Berger, 1996
<i>Spirostomum minus</i>	Ba	S, F	B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Stentor coeruleus</i>	O	S, F	B, A, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Stentor roeselii</i>	O	S, F	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Aspidisca lynceus</i>	Ba	F, S, K	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Euplotoides aediculatus</i>	O	F, S, K	B	Foissner & Berger, 1996
<i>Euplotoides eurystomus</i>	O	S, F	B	Foissner & Berger, 1996
<i>Euplotoides octocarinatus</i>	Ba, Fl,	ND	ND	Carter, 1972
<i>Euplotoides patella</i>	O	F, S, K	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Brachonella spiralis</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Litonotus cygnus</i>	R	F, S	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Chilodonella uncinata</i>	Ba	F, S, K, Bo	A, B	Foissner & Berger, 1996
<i>Obertruria aurea</i>	Cy	S, F	B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Microthorax pusillus</i>	Ba	S, F	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Colpoda ecaudata</i>	Ba	Bo, K	B	Foissner & Berger, 1996
<i>Coleps hirtus</i>	O	S, F	A, B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Plagiopyla nasuta</i>	Ba, Sb, Al, Fl	S, F	Fs	Foissner & Berger, 1996
<i>Frontonia leucas</i>	O	S, F	B, A, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Lembadion lucens</i>	O	S, F	P, B	Foissner & Berger, 1996
<i>Paramecium bursaria</i>	Ba, Al, Ki	S, F,	A, B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Paramecium caudatum</i>	Ba, Al	S, F, K	B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Paramecium multimicronucleatum</i>	ND	ND	ND	ND
<i>Urocentrum turbo</i>	Ba, Ki	S, F	B, A, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	Ba, Al	S, F	A, B, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Dexiotricha granulosa</i>	Ba	S, F	B, A	Foissner & Berger, 1996
<i>Cyclidium glaucoma</i>	Ba	F, S, K	B, A, P	Foissner & Berger, 1996
<i>Glaucoma scintillans</i>	Ba	S, F, K	B, A	Foissner & Berger, 1996

ANEXO 6: Intervalos de tolerancia físico-química de los ciliados registrados

Especies	Profundidad (m)				Temperatura del agua (°C)				Oxígeno disuelto (mg/L)				pH			Conductividad (µS/cm)			
	Promedio	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n
<i>Loxodes striatus</i>	0.5	0.05	2	29	21.3	14.8	26.5	29	6.9	0.19	10.9	28	4.5	9.8	28	223.0	175	253	5
<i>Loxodes</i> sp.	0.5	0.4	0.5	3	23.7	22.1	25.4	3	8.7	8.04	9.33	2	6.9	9.5	3	243.5	234	253	2
<i>Blepharisma sinuosum</i>	0.7	0.1	1.8	4	24.1	22	27.7	4	10.3	9.8	11.17	3	6.9	9.8	4	253.0	253	253	1
<i>Spirostomum minus</i>	0.7	0.3	2	5	23.9	20.7	25.4	5	8.7	6.72	10.9	4	6.9	9.5	5	243.5	234	253	2
<i>Spirostomum teres</i>	0.6	0.05	3.5	35	21.0	14.8	27.7	35	6.9	0.19	11.32	33	4.5	9.8	35	202.0	173	253	5
<i>Stentor coeruleus</i>	0.6	0.1	2.2	13	20.8	14.2	26.3	13	6.5	1.92	9.68	12	4.5	9.5	12	214.0	175	253	2
<i>Stentor roeselii</i>	0.2	0.05	0.4	9	22.0	14.9	28.6	9	8.2	4.79	10.6	9	5	8	9	216.0	175	242	3
<i>Stentor</i> sp.	1.6	0.5	3	4	20.9	19.4	23	4	10.9	9.8	12.18	4	8.6	9.8	4	232.7	226	238	3
<i>Aspidisca lynceus</i>	0.8	0.1	1.8	6	19.9	16.5	23	6	8.4	5.84	9.95	6	4.5	7.7	6				
<i>Aspidisca</i> sp.	1.7	0.05	7.5	17	21.8	17.2	28.6	17	8.6	5.07	12.18	17	5	9.5	17	210.2	168	238	6
<i>Euplotoides aediculatus</i>	0.3	0.05	0.6	8	23.2	17.2	28.6	8	8.6	6.4	10.52	8	5.5	9.5	8	194.0	175	231	3
<i>Euplotoides eurystomus</i>	0.5	0.1	1	9	23.4	19.4	26.4	9	9.0	5.07	12.18	7	6.9	9.8	9	225.2	168	253	5
<i>Euplotoides octocarينات</i>	0.2	0.1	0.4	11	23.8	19.8	27.7	11	6.5	0.19	11.17	11	6.89	8.12	10				
<i>Euplotoides patella</i>	0.2	0.05	0.4	2	27.5	26.4	28.6	2	9.1	8.6	9.66	2	8	8.5	2	199.5	168	231	2
<i>Euplotopsis</i> sp.	0.1	0.1	0.2	3	21.5	19.7	22.7	3	9.6	7.55	12.05	3	5.5	7.6	3				
<i>Halteria</i> sp.	0.8	0.05	3.5	22	20.7	16	27.7	22	8.4	2.74	13.31	21	5	8.9	22	225.8	217	234	5
<i>Oxytricha</i> sp.	0.1	0.1	0.1	1	26.3	26.3	26.3	1	9.0	9	9	1	7	7	1	175.0	175	175	1
<i>Caenomorpha</i> sp.	0.4	0.2	0.5	3	23.5	22.18	25.4	3	6.2	0.19	9.33	3	7.18	9.7	3				
<i>Brachonella spiralis</i>	0.8	0.1	3.5	11	19.9	14.8	25.4	11	6.7	0.19	10.52	11	4.5	9.5	9	234.0	234	234	1
<i>Metopus</i> sp.	0.7	0.1	2.2	4	21.2	14.8	26.5	4	5.9	5.42	6.51	4	4.5	4.5	1				
<i>Lacrymaria</i> sp.	0.2	0.2	0.2	1	19.8	19.8	19.8	1	3.7	3.72	3.72	1	6.89	6.89	1				
<i>Litonotus cygnus</i>	1.2	0.1	3.5	7	19.7	15.6	23.1	7	9.1	2.1	14.71	7	5.5	7.6	7				
<i>Litonotus</i> sp.	0.5	0.05	1.8	5	20.9	16	23	5	8.8	5.84	10.6	5	5.5	7.7	5				
<i>Chilodonella uncinata</i>	0.2	0.05	0.5	14	22.3	19.7	25.5	14	9.4	6.88	14.71	13	5.5	9.8	14	253.0	253	253	1
<i>Coleps hirtus</i>	0.8	0.05	7.5	66	21.0	14.8	28.6	66	7.7	0.19	11.32	64	4.5	9.8	65	224.2	168	242	6
<i>Colpoda ecaudata</i>	0.2	0.1	0.2	3	17.4	14.9	21.4	3	8.1	4.79	10.6	3	5	8.5	3	215.0	215	215	1
<i>Obertrumia aurea</i>	0.2	0.2	0.2	2	15.5	14.9	16	2	7.7	4.79	10.6	2	5	6	2				
<i>Microthorax pusillus</i>	0.8	0.2	1.8	3	21.0	19.8	22	3	7.2	3.72	9.84	3	6.89	7.7	3				
<i>Plagiopyla nasuta</i>	0.3	0.1	0.5	4	21.1	14.9	25.4	4	6.5	4.79	9.33	4	5	9.5	4				
<i>Frontonia leucas</i>	0.5	0.05	1.5	11	18.5	14.9	23.4	11	7.6	4.55	11.32	11	4.5	7.5	11				
<i>Lembadion lucens</i>	0.4	0.1	1.8	11	23.1	14.9	25.6	11	8.4	5.68	9.95	11	4.5	9.8	11	176.0	176	176	1
<i>Paramecium bursaria</i>	0.5	0.1	1.8	5	18.3	14.9	23	5	7.4	1.92	10.6	5	5	7.7	5				
<i>Paramecium caudatum</i>	0.5	0.05	2.2	23	21.0	14.9	25.4	23	7.1	0.19	10.6	22	4.5	9.8	22	253.0	253	253	1
<i>Paramecium. multimicronucleatum</i>	0.3	0.2	0.5	4	20.4	18.9	22.7	4	9.2	7.55	10.52	4	5.5	6	4				

Continuación Especies	Profundidad (m)				Temperatura del agua (°C)				Oxígeno disuelto (mg/L)				pH			Conductividad (µS/cm)			
	Promedio	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n	Min	Max	n	Promedio	Min	Max	n
<i>Paramecium</i> sp.	0.6	0.05	1.8	6	21.2	14.8	24.8	6	6.7	5.42	9.84	6	4.5	7.7	6				
<i>Urocentrum turbo</i>	0.4	0.05	1.8	22	21.7	14.8	27.7	22	7.7	1.92	11.17	20	4.5	9.8	22	208.8	173	253	4
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	0.5	0.05	2	11	19.9	15.6	25.6	11	9.3	5.84	13.31	11	5	7.6	11	176.0	176	176	1
<i>Dexiotricha granulosa</i>	0.8	0.05	1.2	5	19.3	16.6	21.9	5	6.0	3.65	7.86	5	5	7.5	5				
<i>Dexiotricha</i> cf. <i>granulosa</i>	1.2	0.2	2.2	2	21.3	20.5	22.18	2	3.0	0.19	5.84	2	7.18	7.18	1				
<i>Dexiotricha</i> sp.	0.2	0.1	0.5	4	20.0	18.2	22.1	4	10.5	8.9	13.31	4	6	7.6	4				
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0.7	0.05	7.5	33	20.9	14.9	27.7	33	8.1	0.19	14.71	32	4.5	8.9	28				
<i>Glaucoma scintillans</i>	0.1	0.1	0.2	5	19.7	18.2	21.6	5	11.9	8.67	14.71	5	5.5	7.6	5				

Min: valor mínimo, Max: valor máximo, n: número de mediciones.

