



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Taxonomía de ciliados del género *Trichodina* (Ciliophora:
Trichodinidae), como parásitos de peces dulceacuícolas de
la familia Goodeidae en el Eje Neovolcánico Transversal**

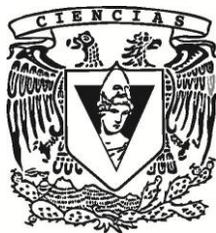
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

CRISTELL DE LA ROSA CARREÑO



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. ROGELIO AGUILAR AGUILAR
2014**

Ciudad Universitaria, D. F.



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.

Hoja de datos del jurado

1. Datos del alumno

De la Rosa

Carreño

Cristell

49359348

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

99094177

2. Datos del tutor

Dr

Rogelio

Aguilar

Aguilar

3. Datos del sinodal 1

Dr

Gerardo

Rivas

Lechuga

4. Datos del sinodal 2

M en C

David

Salinas

Torres

5. Datos del sinodal 4

M en C

Luis

García

Prieto

6. Datos del sinodal

M en C

Ignacio Andrés

Morales

Salas

8. Datos del trabajo Escrito

Taxonomía de ciliados del género *Trichodina* (Ciliophora:Trichodinidae), como parásitos de peces dulceacuícolas de la familia Goodeidae en el Eje Neovolcánico Transversal

Pp 76

2014

ÍNDICE

RESUMEN	14
1. INTRODUCCION	16
2. ANTECEDENTES	21
3. OBJETIVOS	24
3.1. OBJETIVOS GENERALES	24
3.2. OBJETIVOS PARTICULARES	24
4. MATERIAL Y METODO	25
4.1. TÉCNICA DE IMPREGNACIÓN DE PLATA “EN SECO DE KLEIN	25
4.2. TÉCNICA DE HEMATOXILINA DE HARRIS	26
5. ÁREAS DE ESTUDIO	28
5.1. LAGUNA “SALAZAR”, LERMA, ESTADO DE MÉXICO.	28
5.2. LAGO DE YURIRIA, GUANAJUATO	30
5.3 “MANANTIAL SAN CRISTÓBAL”, MICHOACÁN	32
5.4. LAGO “LA MINTZITA”, MICHOACÁN	33
5.5. “NARANJA DE TAPIA.” MUNICIPIO DE ZACAPU, MICHOACÁN	35
5.6. TZINTZUNTZAN, MICHOACÁN	36
6. RESULTADOS	37
6.1. DESCRIPCION MORFOLÓGICA DE LAS EPECIES	38
6.1.1. <i>Trichodina mutabilis</i>	38
6.1.2. <i>Trichodina heterodentata</i>	42
6.1.3. <i>Trichodina cf. maritinkae</i>	45
6.1.4. <i>Trichodina cf. domerguei</i>	49
6.1.5. <i>Trichodina cf. microdenticula</i>	53
6.1.6. <i>Paratrichodina cf. corlissi</i>	57

7. DISCUSIÓN	60
8. COLCUSIÓN	65
9. REFERENCIAS	66

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO 1. Georeferencias de las localidades

CUADRO 2. : Medidas de *Trichodina mutabilis* de “La Mintzita” Tzintzuntzan; “Yuriria” Guanajuato

CUADRO 3. Medidas de *Trichodina heterodentata* de la “Laguna de Salazar” Estado de México.

CUADRO 4. Medidas de *Trichodina cf. maritinkae* de “La Mintzita” Michoacán; “Manantial” San Cristóbal; “Naranja de Tapia”, en el Estado de Michoacán y “Laguna de Salazar” en el Estado de México.

CUADRO 5. Medidas *Trichodina cf. domerguei* de Yuriria, Guanajuato.

CUADRO 6. Medidas de *Trichodina cf. microdenticula* de “Manantial” San Cristóbal, “Naranja de Tapia” Zacapu, “Mintzita” Lerma Santiago, “Laguna de Salazar” Estado de México.

CUADRO 7. Medidas de *Paratrichodina cf. corlissi* de “Naranja de Tapia”, Michoacán.

FIGURA1. Esquema general del disco adhesivo de una *Trichodina*

FIGURA 2. Esquema general de un denticulo de una *Trichodina*

FIGURA 3. Especies de Goodeidos encontradas

FIGURA 4. Laguna de Salazar, Estado de México

FIGURA 5. Lago de Yuriria, Guanajuato

FIGURA 6. Manantial “San Cristóbal”, Michoacán

FIGURA 7. Lago “La Mintzita”, Michoacán

FIGURA 8. “Naranja de Tapia.” Municipio de Zacapu Michoacán

FIGURA 9. Tzintzuntzan, Michoacán

FIGURA 10. Microfotografía en 100X de *Trichodina mutabilis* encontrada en *Godea atripinis*, *Allodontichthys zonistius*, *Xenotoca Variata*, *Girardinichthys multiradiatus*.

FIGURA 11. Esquema de los denticulos de *T. mutabilis* en Michoacán, Guanajuato y Estado de México.

FIGURA 12. . Microfotografía en 100X de *T. heterodentata*, “Laguna de Salazar” en el Estado de México encontrada en *Girardinichthys mutiradiatus*

FIGURA 13. Esquema de los denticulos de *T. heterodentata* en Laguna de Salazar en el Estado de México.

FIGURA 14. . Microfotografía en 100X de *Trichodina cf. Maritinkae*, en Michoacán y Estado de México encontrada en *Goodea atripinnis*, *Allodontichthys zonistius*, *Xenotoca variata*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichthys multiradiatus*

FIGURA 15. Esquema de los denticulos de *Trichodina cf. Maritinkae* en Michoacán y Estado de México.

FIGURA 16. Microfotografía en 100X de *Trichodina* cf. *domerguei* en “Yuriria”, Guanajuato encontrada en *Goodea atripinnis*, *Allodontichthys zonistius*, *Xenotoca variata*

FIGURA 17. Esquema de los denticulos de *Trichodina* cf. *domerguei* en “Yuriria”, Guanajuato.

FIGURA 18. . Microfotografía en 100X de *Trichodina* cf. *microdenticula* en Michoacán y el Estado de México encontrada en *Goodea atripinnis*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichtys multiradiatus*

FIGURA 19. . Esquema de los denticulos de *Trichodina* cf. *microdenticula* en Michoacán y el Estado de México.

FIGURA 20. Microfotografía en 100X de *Paratrichodina* cf. *corlissi* en “Naranja de Tapia”, Michoacán encontrada en *Chapalichthys pardalis*

FIGURA 21. Esquema de los denticulos de *Paratrichodina* cf. *corlissi* en “Naranja de Tapia”, Michoacán.

AGRADECIMIENTOS:

A la **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO** por lo aprendido dentro de las aulas, por prestigio y el honor de formar parte de una de las mejores universidades del mundo.

Al Doctor Rogelio Aguilar, por darme la oportunidad de entrar al laboratorio con este proyecto de investigación, por todo el conocimiento obtenido, por enseñarme que también se hace ciencia en una buena plática, por la paciencia y la ayuda, no tienes idea de cómo trascendió esta oportunidad en la vida. Muchas gracias.

A la Bióloga Alma Islas Ortega, por el compromiso de ayudarme, por ser la persona de la que más aprendí en este proyecto, gracias por no dejarme sola, por tu constancia y apoyo, por todo lo que me enseñaste.

Al Doctor Gerardo Rivas por las observaciones al trabajo, por el apoyo para el proyecto, por brindar un espacio para desarrollar este trabajo.

Al M en C. David Salinas Torres, por las observaciones a este trabajo, por la sencillez para explicar las cosas, por hacer agradable la experiencia del impacto de la primera revisión de tesis.

Al M en C. Luis García Prieto por su valiosa colaboración para la revisión del presente trabajo.

Al M en C. Ignacio Andrés Morales Salas, agradezco no solo la revisión de este trabajo, también todo lo que he aprendido de acuicultura, gracias por mostrarte siempre con humildad sin igual para enseñar lo que sabes pues fuiste y eres cimiento importante para dirigirme a esta hermosa rama de la Biología, gracias por preocuparte por mí como estudiante y como individuo. No tengo palabras para agradecerte todos estos años de enseñanza y apoyo.

Al los Biólogos Omar Lagunas, Jonathan Cabañas y Yara Verástegui por su apoyo y compañerismo en campo para la colecta y en el laboratorio para trabajar las muestras.

A los Biólogos Armando Martínez Castro y Christian Lambarri Martínez por el apoyo para la identificación de los organismos colectados.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS PERSONALES

A la memoria de mis abuelitos:

Ángel De la Rosa: Agradezco la oportunidad de haberte conocido y querido, aunque lamento no haber podido convivir contigo más tiempo, siempre admire tu talento para la música, aún te recuerdo con aquella canción y esa dulce mirada; a Fermín Carreño: Revolucionario, rojo, hombre adelantado a tu época, buen marido, padre amoroso y responsable, noble, trabajador....., creo que siempre serás un mito para los que no te conocimos; he forjado mi propia imagen de ti como un hombre increíble.

A mi abuelita Paula Antonio; por ser siempre tan tierna y risueña, por enseñarme que sin importar la edad se puede tener un corazón aventurero y lleno de juventud, admiro tus ganas de vivir y disfrutar la vida.

A mi madre Esperanza Meléndez, gracias por cuidarme, amarme y criarme como si hubiera sido tu hija, por forjar mis primeros valores, por los años que me dedicaste. Gracias por todo tu amor. Te amo mami.

A mi madre y padre:

Silvia, mi heroína, gracias por el empeño que has puesto en mí, por enseñarme a aferrarme a lo que quiero y creo, por no rendirte nunca, por tu apoyo; aunque nuestra relación a veces es algo complicada, espero con un deseo inmenso que esta nueva etapa nos una como nunca, te amo mami. Al amor de mi vida, mi Padre, sin duda para mí siempre serás el mejor hombre del mundo y mi mejor amigo, te amo por tantas cosas que eres, noble, talentoso, trabajador....., gracias por todo; no tengo palabras para expresar lo que eres en mi vida.

A mis hermanas:

Silvia, sin duda la persona con la que más he reído a carcajadas en la vida, no cambiaría por nada tu compañía en la vida, gracias por todos los momentos que compartimos, por ser siempre mi compañera eterna y a Lucero eres la mejor cómplice del mundo, gracias por estar siempre al pie del cañón; gracias a las dos por los momentos de la infancia que compartimos y por esta etapa adulta que ha acompañado llanto y felicidad, espero seguir compartiendo esto por siempre.

A Ricardo, mi amor, mi amigo, mi cómplice de sueños, gracias por estar conmigo en esta etapa, por tu ayuda incondicional, por tu solidaridad, ternura, comprensión y por tu apoyo. No sabes cuánto te admiro y respeto no solo en lo académico también en lo personal, sobre todo por ese corazón tan grande que tienes. No te cambio por nada, te amo.

A mis tías y tíos maternos, a los que la vida y la convivencia me hizo verlos como hermanos, por darme cariño de pequeña y apoyo en esta etapa; a mis tías por enseñarme cuan fuerte puede ser una mujer y por enseñarme con su ejemplo a ser una persona digna; a mis tíos por ser hombres buenos y enseñarme lo importante de seguirse superando en esta vida sin pasar por encima de nadie.

A mi tío Jorge en especial, eres sin duda el hombre de hierro de la familia y eres una persona muy fuerte pues tienes el valor de decir la verdad aun cuando esto te cause problemas, aun recuerdo que con preocupación insististe en que tenía que prepararme para el examen de admisión y fuiste el primero en festejar cuando entre al CCH, hablaste conmigo en distintas ocasiones y en ese momento no entendí lo que significaron esas platicas, hoy lo entiendo y estoy agradecida. Pues si bien participaste para aplaudir siempre los triunfos académicos también estabas en tu derecho de señalar los tropiezos. Fuiste pieza fundamental en mi educación.

A mis tíos y tías paternos porque siempre ser alegres y divertidos, por acrecentar mi gusto por la música y hacer que me sienta orgullosa de la sangre indígena que llevo.

A mis primos y primas por que gracias a ustedes mi infancia fue hermosa, por los lazos tan fuertes que se forjaron en la infancia y que siguen creciendo aún estando lejos. Gracias a ustedes la infancia fue una de las etapas más hermosas de mi vida.

A mis sobrinas Diana y Gretta por darme esta experiencia de vida como tía, las quiero mucho.

RESUMEN

Los ciliados parásitos del género *Trichodina* tienen una amplia distribución, pues se encuentran en cuerpos marinos y de agua dulce alrededor del mundo, la mayoría de ellos son causantes de enfermedades que en algunos casos llegan a ser mortales y como consecuencia han causado pérdidas económicas para la acuicultura; a pesar de la importancia económica que presentan, en México han sido poco estudiados.

México posee una gran cantidad de cuerpos de agua y en ellos habitan especies de peces endémicas como la familia Goodeidae, que se han distribuido principalmente en el Eje Neovolcánico Transversal; esta familia tiene alto valor científico, pues ha sido utilizada como modelo evolutivo y biogeográfico, así como para estudios de reproducción. Este es el grupo mejor estudiado en cuanto a la parasitofauna se refiere; sin embargo, no han sido estudiados ciliados parásitos en esta familia. El presente trabajo es el tercero en México realizado para estudiar ciliados parásitos del género *Trichodina* en peces silvestres, empero es el primero para la familia Goodeidae.

La técnica utilizada para reconocer las estructuras de estos ciliados fue la de impregnación “en seco” de Klein, la cual permite revelar las características del disco adhesivo y ver cualidades específicas de las especies de.

Para este trabajo se muestrearon seis localidades del Eje Neovolcánico Transversal una en el estado de Guanajuato, cuatro en el Estado de Michoacán y una en el Estado de México, en donde se colectaron peces de la familia Goodeidae como *Goodea atripinis*, *Allodonctichthys zonistus*, *Xenotoca variata*, *Girardinichtys multiradiatus* y *Chapalictis pardalis*, como resultado de este estudio también se muestra la descripción taxonómica de cinco especies de la familia Trichodinidae: *Trichodina mutabilis*, *T. heterodentata*, *T. maritinkae*, *T. domerguei*, *T. microdenticula* y

Paratrichodina corlissi, de los cuales tres son registros nuevos para México y dos de éstos para el Continente Americano.

1. Introducción

El phylum Ciliophora incluye alrededor de 7,200 especies a nivel mundial, la mayor parte son de vida libre y cerca de 259 están asociadas a peces (Basson and Van As, 2014).

Algunos ciliados son parásitos de amplia distribución, muchos de ellos asociados a peces y la gran mayoría causantes de enfermedades, algunas de las cuales llegan a ser mortales; a pesar de esto se tiene poco conocimiento acerca de estos organismos (Lom, 1995).

Los ciliados ectoparásitos toleran diferentes condiciones ecológicas; por ende, los sitios donde pueden desarrollarse son muy diversos (Lom, 1995); por esta razón es común encontrar a estos parásitos tanto en el medio natural como en condiciones de cultivo, pues su alimentación se basa en bacterias, algas y partículas suspendidas. Los ciliados parásitos pueden encontrarse en el medio sin infringir daño alguno a los peces; no obstante, ciertas condiciones como contaminación, hacinamiento o aumento de materia orgánica en la columna de agua, pueden provocar que estos organismos sean patógenos (Miranda *et al.*, 2012; Islas-Ortega, 2013).

Entre los ciliados parásitos de importancia económica destacan *Ichthyophthirius multifiliis* (Woo, 1987; Scholz y Choudhury, 2014) y las especies del género *Trichodina*, ya que son parásitos patógenos para los peces (Hoffman, 1999; Scholz y Choudhury, 2014).

Una de las familias de ciliados parásitos que más especies contiene es la familia Trichodinidae (Raabe, 1950; Islas-Ortega, 2013). Distintas especies de esta familia se han encontrado no sólo parasitando peces y anfibios sino también invertebrados, tanto de agua dulce como en ambientes marinos (Herróz, 1999; Islas-Ortega, 2013). La mayoría de los tricodinidos son ectoparásitos de peces de agua dulce y marina, cuentan con una membrana llamada periciclo, una ciliatura somática en la superficie del cuerpo, así como un disco adhesivo que consiste en esqueleto rico en proteínas

formado por denticulos cónicos o semicirculares, con los que se adhieren a las branquias o a la piel de los peces (Lom, 1995).

Su tamaño es variado y puede ir desde 10 a 20 μ de diámetro (Van As y Basson, 1987, Islas-Ortega, 2013). Una de las características distintivas de la familia es el disco adhesivo, dentro del cual existe una serie de denticulos, que varían en forma y tamaño según la especie (Basson y Van As, 1995; Islas-Ortega, 2013); ésta es una característica diagnóstica, pues dicho disco contiene denticulos que constan de tres partes, una cuchilla que puede ser recta o curva, la parte central y el rayo, este último puede ser en forma de aguja, remo, espina o barra; las medidas de éste puede variar (Basson y Van As, 1995; Islas-Ortega, 2013). La reproducción es por fisión binaria regularmente, aunque se ha observado también la conjugación (Basson y Van As 1987; Islas-Ortega, 2013).

Dentro de la familia Trichodinidae, el género más diverso es *Trichodina*, contando con más de 300 especies (Asmat y Sultana 2005; Tang, Zhao y Waren, 2013; Islas-Ortega 2013).

La infección causada por estos parásitos se llama tricodinosis (Durborow, 2003; Islas-Ortega, 2013) cuyos síntomas usualmente son: irritación en la piel, debilidad y dificultad respiratoria, entre otros; estos parásitos pueden afectar la piel del hospedero e invadirlo en poco tiempo si el organismo huésped no se encuentra en buenas condiciones; si ya se encuentran parasitando al hospedero se alimentan de las células de la piel, y como consecuencia las lesiones propician que otros organismos patógenos parasiten al hospedero (Wlasow *et al.*, 2003; Islas-Ortega, 2013), culminando con la muerte del mismo (Hoffman, 1999; Islas-Ortega, 2013); el tratamiento para combatir a estos parásitos resulta algo complicado, pues algunos repelentes naturales no son funcionales y no impiden la proliferación masiva (Lom,1995).

México posee una gran variedad de cuerpos de agua tanto marinos como dulceacuícolas, pues los procesos geológicos de nuestro país han tenido como consecuencia una historia zoogeográfica compleja, dando como resultado una gran riqueza geográfica y biológica, contando con gran variedad de especies endémicas (Domínguez-Domínguez *et al.*, 2005). Sin embargo, problemas graves como la reducción y modificación de hábitats, contaminación e introducción de especies exóticas, la sobre explotación de recursos, entre otros y afectan actualmente a esta diversidad biológica (Espinosa-Pérez, 1993; Domínguez-Domínguez *et al.*, 2005).

Actualmente, México cuenta con 2,736 especies de peces, de los cuales 505 son de agua dulce y de éstos algunos son considerados especies endémicas (Espinosa-Pérez, 2014).

En particular, los peces que se distribuyen en la meseta central de México han experimentado una intensa radiación adaptativa. Entre éstos, los goodeidos son un elemento dominante en la ictiofauna de esta región, donde la mayoría prefieren aguas someras y lénticas (Miller, 2009).

La familia Goodeidae se ha distribuido en relación con la historia geológica del Altiplano mexicano y Suroeste de Estados Unidos de Norteamérica (Weeb *et al.*, 2004; Martínez-Aquino, 2005); esta familia se divide en dos subfamilias: Goodeinae y Empetrichthyinae (Parenti, 1981; Martínez-Aquino, 2005). La subfamilia Goodeinae tiene 37 especies incluidas en 16 géneros (Berra, 2001; Webb *et al.*, 2004; Gesundheit, 2004; Martínez-Aquino, 2005) y es endémica del centro y norte de México; por su parte, la subfamilia Empetrichthyinae cuenta con cuatro especies de peces ovíparos incluidos en dos géneros, y presenta una distribución restringida a Estados Unidos de Norteamérica (Parenti 1981; Weeb *et al.*, 2004; Martínez-Aquino, 2005).

Los peces de la subfamilia Goodeinae tienen alto valor científico, a causa de que éstos han sido usados como modelo evolutivo y biogeográfico, así como para estudios de reproducción

(Domínguez-Domínguez, *et al.*, 2005), y es tal la importancia de estos organismos que hay especies que son mantenidas en laboratorio para investigación y su posible reintroducción en un futuro (Espinosa-Pérez, 1993, Domínguez-Domínguez *et al.*, 2005).

Muchos de los miembros de la familia Goodeidae se encuentran en proyectos de conservación, por razón de que dentro de esta familia se consideran dos especies extintas del medio silvestre, diecisiete en crítico peligro de extinción, cinco en peligro de extinción, dos amenazadas, once vulnerables y tres en alto riesgo (Espinosa-Pérez, 2014; Domínguez-Domínguez *et al.*, 2005).

El estudio de la parasitología de vertebrados silvestres en México inició hace más de 70 años (Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2010; Scholz y Choudhury, 2014). Entre los distintos grupos de vertebrados, los peces dulceacuícolas son el grupo mejor estudiado, registrándose una gran cantidad de especies parásitas (Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2010); por tal razón, México es considerado un hotspot para el estudio de la diversidad de parásitos en peces de agua dulce a nivel mundial (Luque y Poulin, 2007; Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2010); a su vez, la familia de peces dulceacuícolas mejor estudiada en términos parasitológicos en México es Goodeidae, para la que recientemente se publicó un inventario que incluye las especies de helmintos, que parasitan a prácticamente la totalidad de especies de esta familia (Martínez-Aquino *et al.*, 2014).

Aun así, la mayor parte de estudios se ha enfocado a registrar endoparásitos helmintos haciendo hincapié en tremátodos y nemátodos (Vidal-Martínez *et al.*, 2001; Scholz y Choudhury, 2014), siendo escasos los trabajos existentes para otro tipo de organismos como los ciliados parásitos.

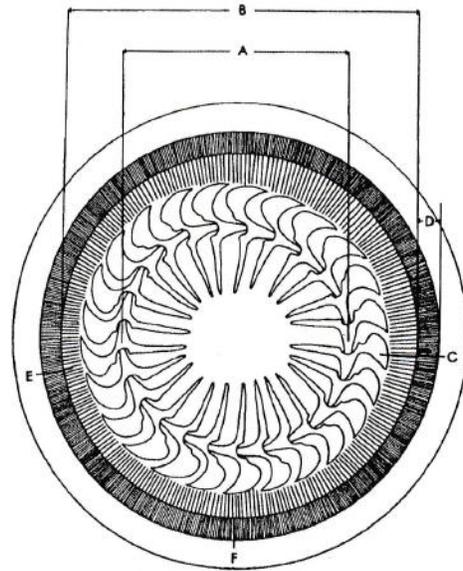


Figura 1. Estructuras del disco adhesivo de una *Trichodina*. **A.** Diámetro denticular, **B.** Diámetro del disco adhesivo, **C.** Dentículo, **D.** Ancho del borde de la membrana, **E.** Radial pins, **F.** Borde de la membrana.

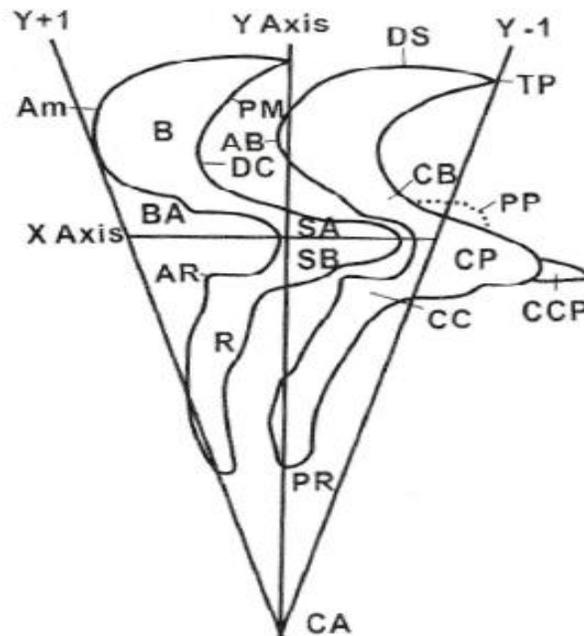


Figura 2. Estructura del dentículo y construcción del eje X y Y como referencias para la descripción de los dentículos. (Van As & Basson, 1989). **AB.** Ápice de la cuchilla, **AM.** Margen anterior, **AR.** Apófisis del rayo, **B.** Cuchilla, **AB.** Apófisis de la cuchilla, **CA.** Centro del disco adhesivo, **CB.** Sección que conecta a la cuchilla con la parte central, **CC.** Sección que conecta la parte central y el rayo, **CCP.** Parte central cónica, **CP.** Parte central, **DC.** Punto de depresión de la curva, **DS.** Superficie distal de la cuchilla, **PM.** Margen posterior de la cuchilla, **PP.** Proyección posterior, **PR.** Punto del rayo, **R.** rayo, **SA.** Sección de la parte central sobre el eje X, **SB.** Sección de la parte central de bajo del eje X, **TP.** Punto tangente.

2. Antecedentes

Los estudios parasitológicos en peces dulceacuícolas en México se remontan a 1936, desarrollándose exitosamente a partir de la década de los 70, donde comienza un incremento en el número de trabajos, de tal forma que se considera que actualmente se tiene un buen conocimiento al respecto (Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2010; Lagunas-Calvo, 2014). Ahora bien, los estudios parasitológicos en México han dejado de lado a organismos como los ciliados y se han limitado a estudiar especies de importancia veterinaria (Woo, 1987, Scholz y Choudhuy, 2014).

Los registros de protozoos ciliados parásitos de peces en México se han limitado a registros esporádicos y tesis que incluyen a especies de los géneros *Apisoma*, *Chilodonella*, *Ichthyophthrius*, *Trichodina* y *Tichodinella* (Espinosa-Pérez, 2014).

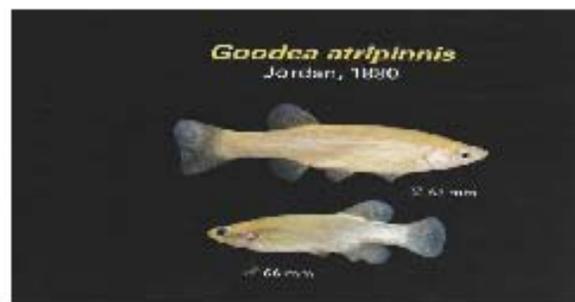
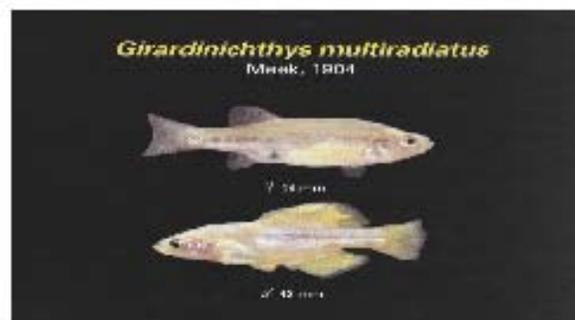
En México, los ciliados parásitos del género *Trichodina*, tanto marinos como dulce acuícolas, han sido escasamente estudiados y los pocos estudios que existen se enfocan a especies de importancia económica. En nuestro país, el primer registro fue realizado por Sámano y Sokoloff (1931) en el lago de Xochimilco, Distrito Federal, sin embargo, este registro es dudoso, ya que las técnicas de estandarización para el estudio de estos ciliados se dan después de Lom (1958), (Islas-Ortega, 2013).

Registros posteriores se dan en el Lago de Salazar, Estado de México (Armijo, 1968); Zacapu, Michoacán y Tezontepec, Hidalgo (Herróz, 1998, 1999); Chametla, Sinaloa (Rodríguez-Santiago, 2002); así como en distintas localidades del norte de México (Islas-Ortega, 2013; Islas-Ortega y Aguilar-Aguilar, 2014) y Oaxaca (Lagunas-Calvo, 2014).

Conocer la biodiversidad de especies de ciliados que parasitan a los peces de México resulta fundamental (Espinosa-Pérez, 2014), sobre todo en especies endémicas de huéspedes, por lo que

en el presente trabajo se pretende contribuir al registro taxonómico de especies de ciliados de la familia Trichodinidae en peces de la familia Goodeidae, con la finalidad de confirmar su presencia en cuerpos de agua ubicados en el Eje Neo volcánico Trasversal, así como de establecer los primeros registros de ciliados parásitos para este grupo de peces.

Figura 3. Especies de Goodoeidos encontradas



3. Objetivos

Objetivo General

- Realizar la descripción morfológica de los distintos ciliados parásitos del género *Trichodina* de peces de la familia Goodeidae de algunas localidades del Eje Neovolcánico Transversal.

Objetivos particulares

- Identificación taxonómica de los ciliados parásitos del género *Trichodina* encontrados en godeidos.
- Analizar el patrón geográfico para inferir la preferencia biogeográfica o algún endemismo de estos parásitos en los distintos cuerpos de agua del Eje Neovolcánico Transversal.

4. Material y método

Se colectaron peces dulceacuícolas de la familia Goodeidae de distintas localidades, presentadas en el Eje Neovolcánico Transversal (Cuadro 1).

Los peces fueron colectados con redes tipo chinchorro de 3x1 metros con abertura de malla de 0.5 cm; también fueron utilizadas redes de golpe con abertura de malla de 0.5 cm y trampas tipo nasas.

Los organismos colectados fueron conservados vivos para el estudio de ectoparásitos ciliados; el tiempo transcurrido para tomar la muestra en los peces no fue mayor a seis horas.

Para tomar la muestra se llevó a cabo un frotis de piel y branquias de los peces capturados, se colocó el material extraído en portaobjetos y se dejó secar.

Después las muestras fueron observadas al microscopio óptico y las que presentaron tricodinas fueron preservadas para ser procesadas en el laboratorio. La manipulación de estas muestras consistió en utilizar la técnica de impregnación de plata “en seco” de Klein; esta técnica revela características del disco adhesivo, el cual nos sirve para diagnosticar cualidades específicas que presentan dichas especies.

4.1. Técnica de impregnación de plata “en seco” de Klein

Una vez que se obtuvieron las muestras secas se cubrieron cinco minutos con nitrato de plata al 5%, posteriormente se enjuagaron con agua destilada dos veces y se colocaron bajo la lámpara de luz UV durante 5 minutos, transcurrido ese tiempo se observaron al microscopio óptico para cerciorarse que estaban bien impregnadas; después, se les colocó bálsamo de Canadá seguido del cubreobjetos para elaborar una preparación permanente.

En algunas muestras fue utilizada la técnica de hematoxilina de Harris, la cual nos ayudó a revelar el macro y el micronúcleo.

4.2. Técnica de hematoxilina de Harris

Las muestras secas que se tomaron para esta técnica tuvieron que rehidratarse, posteriormente se les cubrió con hematoxilina de Harris durante 20 minutos, transcurrido este tiempo se les enjuagó dos veces con agua destilada y dos con agua corriente. Después se les observó con el microscopio óptico, y una vez que se observó el macronúcleo se deshidrataron sumergiendo las muestras en una serie de alcoholes con el siguiente orden: primer alcohol al 70% cinco minutos se saca la muestra para pasar al segundo alcohol al 96% cinco minutos, luego se saca y se sumerge en el tercer alcohol al 100% cinco minutos, dos cambios. Posteriormente se sumergieron en xilol cinco minutos, para después montarse con bálsamo de Canadá.

Las preparaciones fueron colocadas en un horno de secado, donde permanecieron tres semanas; entonces se procedió a tomar las microfotografías con un equipo de fotomicroscopia Leica DM500, con el sistema de imagen de captura ICC50 HD, las medidas se tomaron en micrómetros, siguiendo las recomendaciones de Lom, (1958) y Van As, (1989).

Una vez se han observado y medido las especies Tricodinidos las preparaciones son desechadas.

Localidad	Estado	Latitud Norte	Latitud Oeste	Especie de Goodeidae colectada
Laguna "Salazar"	Edo. México	19° 18' 14''	99° 23' 18''	<i>Girardinichthys multiradiatus</i>
Yuriria	Guanajuato	20° 13' 42''	101° 8' 19''	<i>Allodontichthus zonistius, Goodea atripinis, Xenotoca variata</i>
San Cristobal	Michoacán	19° 51' 31''	101° 16'	<i>Goodea atripinis</i>
Tzintzuntzan	Michoacán	19° 38' 10''	101° 34' 23''	<i>Allodontichthus zonistius, Goodea atripinis,</i>
La Mintzita	Michoacán	19° 38' 42''	101° 35' 30''	<i>Allodontichthus zonistius, Goodea atripinis,</i>
Naranja de Tapia	Michoacán	19° 38' 26''	101° 47' 25''	<i>Chapalichthys pardalis, Goodea atripinis,</i>

Cuadro 1. Georeferencias y especies recolectadas.

5. Áreas de estudio

5.1. Laguna “Salazar”, Lerma, Estado de México

Ubicada a un costado de la carretera Federal México-Toluca, se encuentra entre la sierra de las Cruces y La Marquesa. Dicho sitio se encuentra en el municipio de Lerma; el cual cuenta con una superficie de 22,864.3 hectáreas, de las cuales 1,322 hectáreas son de cuerpos de agua. Este territorio es bastante irregular, dado que está entre lomeríos y cerros de la sierra de las Cruces y Salazar, es un valle intermontañoso. La altura sobre el nivel del mar va desde los 2,640 hasta los 3,150 msnm. Los afluentes más importantes son Salto del Agua, Flor de Gallo, San Mateo, Río Seco, Peralta; asimismo, se encuentran los ríos San Lorenzo, Zolotepec (al norte), la Laguna de Salazar y el río Lerma, aunque actualmente los pobladores no se abastecen del río Lerma, pues en algunos puntos se vierten aguas residuales domésticas e industriales (Inafed, 2014).

Cuenta con un clima templado subhúmedo y en las partes bajas el clima es templado a frío. La pluviosidad promedio es de 1.075 milímetros. Cuenta con vegetación de bosque de encino, encino-pino templado, en el centro encontramos tular, pastos inducidos, sauce llorón, eucaliptos. Se localizan suelos lacustres y aluviales. Las actividades socioeconómicas del sitio son agricultura, que se realiza en una extensión de 9,356 hectáreas; 1,867 para el desarrollo pecuario, 5,104 para recursos forestales; 1,015 para zonas industriales y 149 ya están erosionadas (Inafed, 2014).



Figura 4. Laguna "Salazar", Lerma, Estado de México.

5.2. Lago de Yuriria, Guanajuato

La zona de estudio se encuentra ubicada al norte con los municipios de Valle de Santiago y Jaral del Progreso, al este con los municipios de Salvatierra y Santiago Maravatío, al sur con el estado de Michoacán. Yuriria se encuentra dentro de las localidades más importantes de este estado. El sitio tiene una extensión de 664.14 kilómetros cuadrados (Inafed, 2014).

La orografía de Yuriria es montañosa y es de naturaleza volcánica, en la parte baja de este complejo volcánico se forma una ciénega que canaliza aguas del río Lerma y da lugar al lago de Yuriria; éste es el principal cuerpo de agua y también recibe agua del lago de Cuitzeo por el río Moctezuma. Cuenta con un clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano; la precipitación total anual promedio es de 714 milímetros (Inafed, 2014).

La vegetación es de bosque de encino, mezquite y selva baja caducifolia, se encuentra vegetación de tipo forraje como zacatón, triguillo, lobo, navajita, liendina, mezquite, pata de gallo, de zorra, banderita y colorado; otro tipo de vegetación encontrada es la pingüica, sotol, nopal, huisache, gatuño, largoncillo, cuijote, tepehuaje, palo blanco, pochote, órgano, garambullo, tepame, vara dulce, casahuate y mezquite. La fauna del sitio está formada por conejo, tlacuache, coyote, ardilla, coralillo, alicante, zorrillo, lagartija, zopilote, gavilanes y palomas. Dentro de las actividades económicas del sitio están la agricultura que ocupa una extensión de 68.42% del territorio, terreno para pastizales que ocupa un 2.27% del territorio (Inafed, 2014).



Figura 5. Lago de Yuriria, Guanajuato.

5.3. “Manantial San Cristóbal”, Michoacán

El área de estudio limita al norte con el estado de Guanajuato, al este con Cuitzeo, al sur con Chucándiro y Copándrano y al oeste con el municipio de Morelos, posee una altura de 1,840 metros sobre el nivel del mar; tiene una superficie de 95.11 kilómetros cuadrados (Inafed, 2014).

El relieve lo constituye la depresión de Cuitzeo, cerros de Manuma, Campanas, Coronilla, Encina y Amoles. La hidrografía se constituye por los arroyos Colorado y Blanco, parte del lago Cuitzeo y la presa San Cristóbal; tiene una precipitación anual pluvial promedio de 965.0 milímetros (Inafed, 2014).

La vegetación predominante es la pradera, huisache, nopal, mezquite y matorrales; la fauna está formada por ardillas, cacomixtle, coyote, liebre, armadillo, pato, tórtola, cerceta, carpa, charal y pez blanco principalmente (Inafed, 2014).



Figura 6. Manantial San Cristóbal

5.4. Lago “La Mintzita”, Michoacán

El sitio de estudio se localiza en una provincia del Cinturón Volcánico Transmexicano, al suroeste de la ciudad de Morelia colinda al norte con San Isidro, al sur con Uruapilla y la presa de Cointzio, al este con la Tenencia Morelos y la presa de Cointzio, al oeste con lomas del Divisadero, y al noroeste con San Lorenzo. (Inafed, 2014). La constitución litológica es de rocas ígneas basálticas, la toba ácida (Inafed, 2014).

El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (Inafed, 2014); la vegetación del área es matorral subtropical, existen especies como el Nogalillo (*Cedrella dugesii*) y el Zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*), catalogadas como en peligro de extinción, existen bosques de galería constituido, que cuentan con vegetación de sauce llorón (*Salix* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.) y sabino (*Taxodium* sp.); la vegetación acuática está constituida de lirio acuático (*Eichornia crassipens*), tule (*Typha dominguensis*), nenúfar (*Nymphaea mexicana*), pastos sumergidos (*Potamogeton pectinatum*), cola de zorra (*Ceratophyllum demersum*) (Inafed, 2014).

En cuanto a la ictiofauna, existen cinco familias de peces (Catostomidae, Cichlidae, Cyprinidae, Poeciliidae, y Goodeidae), Matalote (*Scartomyzum austrinus*) Tilapia *Oreochromis niloticus*, Carpa amarilla *Hybopsis calientis*, Sardinita *Yuriria alta*, Carpa *Cyprinus carpio*, Pez espada *Xiphophorus hellerii*, guppi *Poecilia reticulata*, Guapote de Lerma *Poeciliopsis infans*, Picote *Zoogoneticus quitzeoensis*, Chegua *Allophorus robustus*, Tiro *Goodea atripinnis*, Carngua *Skiffia lermae*, Pintita *Xenotoca variata* (Inafed, 2014). Se encuentran también anfibios y reptiles como la Rana dunni (*Eleutherodactylus angustidigitum*), Rana montezumae, Tortuga casquito (*Kinosternon integrum*), lagartija de collar (*Sceloporus grammicus*), Culebra de agua (*Salvadora bairdi*) y Víbora de cascabel (*Crotalus polystictus*); las especies aves existentes son Pato mexicano (*Anas diazii*), el Martín pescador norteño (*Ceryle alcyon*), el Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Zambullidor menor

(*Tachibaptus dominicus*), la Garza blanca (*Ardea alba*), Aguililla de Swainsoni (*Buteo swainsoni*), el Águila cola blanca (*Buteo albicaudatus*), el Águila cola roja (*Buteo jamaicensis*), el búho cornudo (*Bubo virginianus*) y el Chipe de Tolmie (*Oporornis tolmiei*). Los mamíferos que podemos encontrar se encuentran el Coyote (*Canis latrans*), tlacuache (*Didelphys virginiana*) y diferentes especies de ratones de campo (Inafed, 2014).



Figura 7. Lago^o La Mintzita^o Michoacán

5.5. “Naranja de Tapia.” Municipio de Zacapu, Michoacán

El sitio de estudio está localizado en el municipio de Zacapu, en el Estado de Michoacán, y cuenta con una altura de 1,990 msnm, tiene una superficie de 455.96 kilómetros cuadrados; su relieve lo constituye un sistema volcánico transversal y los cerros el Tecolote y Tule (Inafed, 2014).

Su hidrografía se constituye principalmente por el río Angulo, laguna de Zacapu y Zacita, cuenta con numerosos manantiales y canales de riego. El clima es templado con lluvias en verano, con una precipitación pluvial anual de 1,068.9 milímetros (Inafed, 2014).

La vegetación es de tipo pino-encino y matorrales diversos. En la zona, las principales actividades económicas son la agricultura, pesca y ganadería (Inafed, 2014).



Figura 8. “Naranja de Tapia.” Municipio de Zacapu, Michoacán

5.6. Tzintzuntzan, Michoacán

Este sitio se localiza al norte del Estado de Michoacán, posee una altura de 2,050 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Quiroga, al noroeste con Morelia, al este con Lagunillas, al suroeste con Huiramba, al sur con Pátzcuaro, y al oeste con Erongarícuaro. La superficie que ocupa es de 165.15 Km² (Inafed, 2014).

El relieve está formado por el eje neovolcánico transversal y la depresión de Pátzcuaro y los cerros Lagarto, Tariácuri y Patambicho. El principal lago de la zona es el Lago de Pátzcuaro principalmente. El clima es templado con lluvias en verano. La precipitación pluvial anual es de 989.8 milímetros y temperaturas que oscilan entre 7.9 a 23.4° centígrados (Inafed, 2014).

Los ecosistemas que predominan en el sitio están: el bosque mixto con pino, encino y cedro. La fauna está representada principalmente por coyote, ardilla, armadillo, conejo y comadreja (Inafed, 2014).



Figura 9. Tzintzuntzan, Michoacán

6. Resultados

En el presente trabajo se muestran la descripción morfológica de ciliados parásitos de la familia Trichodinidae, cinco que pertenecen al género *Trichodina*, tales como: *T. mutabilis*, *T. heterodentata*, *T. maritinkae*, *T. domergei*, *T. microdenticula* y una del género *Paratrachodina* conocida como *P. corlissi*.

También aparece el listado de huéspedes en los que se encontraron dichos ciliados parásitos los huéspedes para cada especie fueron las siguientes: *Girardinichtys multiradiatus* fue huésped para *T. mutabilis*, *T. heterodentata*, *T. maritinkae*, *T. domergei*, *T. microdenticula*. En el caso de *Goodea atripinis* se encontraron a *T. mutabilis*, *T. maritinkae*, *T. domergei*, *T. microdenticula*. En *Allodonctichtys zonistius* se encontraron *T. mutabilis*, *T. maritinkae*, *Xenotoca variata* fue huésped para *T. mutabilis*, *T. maritinkae* y *T. domergei*. Por último en *Chapalichthys pardalis* se encontraron *T. maritinkae*, *T. microdenticula* y *P. corlissi*.

6.1. Descripción morfológica de las especies de tricodínido

6.1.1. *Trichodina mutabilis* Kazubski y Migala, 1968. (Figura 9 y 10)

Huésped: *Goodea atripinis*, *Allodonctichthys zonistius*, *Xenotoca variata*, *Girardinichtys multiradiatus*.

Localidades: “La Mintzita”, Michoacán; Tzintzuntzan, Michoacán; “Yuriria”, Guanajuato; “Laguna de Salazar”, Estado de México.

El tamaño de estos organismos es variable, va desde las 16.03 μ hasta las 57.80 μ (Cuadro 2), con la membrana del borde bien definida, el número de denticulos encontrado no fue mayor a 32; las características morfológicas de estas tricodinas son rayos delgados, en la mayoría de los casos, largos y terminan en punta redonda; La apófisis que presentan en la cuchilla es pequeña, con separación entre las cuchillas, pero unidas sólo por la parte central, esta última en forma de pico y se une con la cuchilla próxima por la parte central; las cuchillas son largas con la punta redondeada.

Cuadro 2: Medidas en micras (μ) de los parámetros de *Trichodina mutabilis* de “La Mintzita”, Tzintzuntzan; “Yuriria”, Guanajuato; “Laguna de Salazar”, Estado de México.

Parámetro	La Mintzita	Yuriria	Laguna de Salazar
Diámetro del :			
Anillo denticular	9.4	17.92	8.8 - 21.8 (17.05)
Disco adhesivo	16.0	32.07	25.6 – 81.25 (57.80)
Número de dentículos	20	22	22-33 (28.06)
Ancho de la membrana	1.8	2.8	2.2-4.44(2.27)
Dimensiones del dentículo:			
Longitud	1.8	5.6	3.8-11.25(6.32)
Rayo	2.8	2.8	3.3-12.5(8.082)
Parte central	1.8	1.8	0.5-3.12(2.16)
Cuchilla	2.8	2.8	3.3-9.37(5.9)
Spam	6.6	8.4	8.8-21.87 (17.05)

Comentarios

Los ejemplares de *T. mutabilis* encontradas en las localidades La Mintzita, Yuriria y laguna de Salazar coinciden con la descripción para la especie; presentan plano el margen distal de la cuchilla (paralela al borde de la membrana), tal como la describen Basson y Van As, (1994), en forma de pala; en algunos casos la cuchilla es recta, el margen anterior de la cuchilla paralelo al margen posterior, el ápice de la cuchilla es en algunos casos prominente, la curva del margen posterior bien

formada y poco profunda, la cuchilla tiene conexión en la parte central, la cual es delgada regularmente y de forma triangular; los dentículos son delgados de punta redonda, en la mayoría de los casos rectos así como la describen Mitra y Bandyopadhyay (2005) y Hu (2012).

Los organismos encontrados en La Mintzita y Laguna de Salazar son más pequeñas con relación a los encontrados en Yuriria; sin embargo las encontradas en La Mintzita y Laguna de Salazar coinciden con los organismos encontrados por Islas-Ortega (2013), en Anteojo, Coahuila y el río Conchos, Chihuahua, como también con las reportadas con Basson y Van As, (1994) y Albaladejo, (1989); se encontraron un mayor número de dentículos en las tricodinas de Laguna de Salazar y Yuriria, coincidiendo con las ya mencionadas.

Cabe destacar que *T. mutabilis* presenta mucha variación en cuanto al tamaño de los dentículos y a la forma de la cuchilla (Basson y Van As, 1994; Islas- Ortega, 2013).

Trichodina mutabilis fue registrada por primera vez en 1968 por Kazubski y Migala en *Cyprinus capio* en Polonia, después de la primera descripción fue registrada en otras localidades en Europa, Sudáfrica, Israel e India, ésta es originaria de Asia y ha sido introducida a México en diversos cuerpos de agua (Islas-Ortega, 2013).

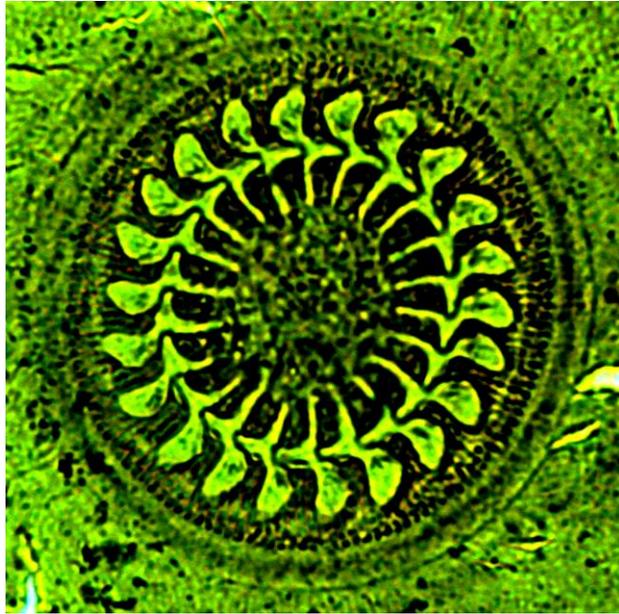


Fig.10. Microfotografía en 100X de *Tricodina mutabilis*, en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Goodea atripinis*, *Allodonctichthys zonistius*, *Xenotoca variata* y *Girardinichtys multiradiatus*.

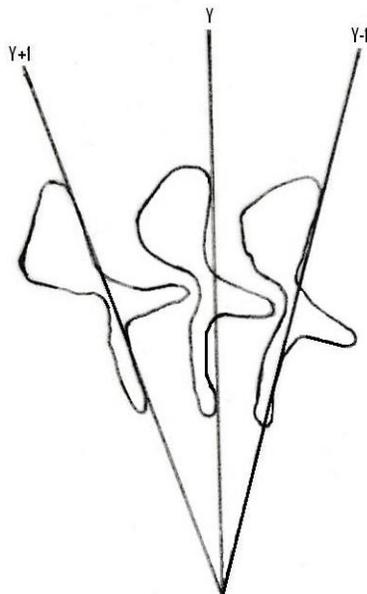


Fig.11. Esquema de los dentículos de *T. mutabilis* en Michoacán, Guanajuato y Estado de México.

6.1.2. *Trichodina heterodentata* Duncan, 1977 (Figura 11 y 12).

Huésped: *Girardinichtys mutiradiatus*

Localidad: Laguna de Salazar, Estado de México

Estos tricodínidos presentan mucha variación tanto en la talla como en las dimensiones del dentículo, los rayos son de longitud irregular, son rectos y gruesos, reduciéndose hacia la punta, la cual es roma, presentan una muesca en la base del rayo, el margen distal anterior de la cuchilla se reduce en un punto afilado y el macro núcleo en forma de herradura.

Cuadro 3: Medidas en micras (μ) de los parámetros de *Trichodina heterodentata* de la “Laguna de Salazar”, Estado de México.

Parámetro	Laguna de Salazar
Diámetro del :	
Anillo denticular	12.7-48.6(36.9)
Disco adhesivo	64.3-75(69.08)
Número de dentículos	21-24(22.6)
Dimensiones del dentículo:	
Longitud	4.3-11.25(9.1)
Rayo	7.5-11.2(9.5)
Parte central	3.2-5(3.7)
Cuchilla	5.6-8(5.6)
Spam	16.1-20.6(18.7)

Comentarios

Los individuos de *T. heterodontata* encontrados coinciden morfológica y merísticamente con los encontrados por Islas-Ortega, (2013), con Martins *et al.*, (2010), Miranda *et al.*, (2012), Basson y Van As, (1994; 1995), Bondad- Reantaso, (1989), Asmat, (2004), Dove y O'Donoghue, (2005) y con Kruger *et al.*, (1993).

La especie *T. heterodontata* fue descrita por primera vez por Duncan, (1977) en Filipinas, después de la descripción original fue registrada en África, Israel y Sudamérica (Perú) y ha sido encontrada en los peces *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus* y *O. mosambicus* (Basson y Van As, 1994).



Fig.12. Microfotografía en 100X de *T. heterodentata*, “Laguna de Salazar”, en el Estado de México, en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Girardinichtys mutiradiatus*.

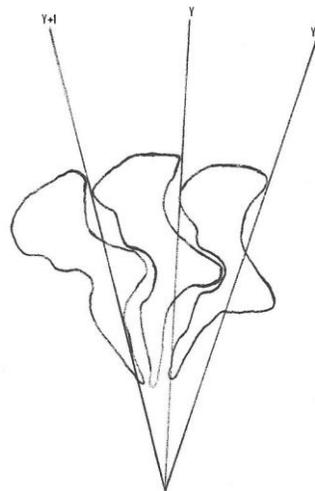


Fig.13. Esquema de los denticulos de *T. heterodentata* en Laguna de Salazar, en el Estado de México.

6.1.3. *Trichodina cf. maritinkae* Basson y Van As, 1991 (figura 13 y 14).

Huésped: *Goodea atripinnis*, *Allodontichthys zonistius*, *Xenotoca variata*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichtys multiradiatus*.

Localidades: “La Mintzita”; “Manantial San Cristóbal”; “Naranja de Tapia”, Estado de Michoacán y “Laguna de Salazar”, en el Estado de México.

Esta tricodina tiene por característica una membrana bien definida, con estriaciones finas en el borde de la membrana, la cuchilla es ancha con separación entre las cuchillas, la superficie distal ligeramente curva, terminada en un punto más bajo al margen distal. Margen anterior y posterior de la cuchilla curvos. La apófisis de la cuchilla no es muy prominente en algunos casos, pero está presente. La parte central conecta a las cuchillas encajando perfectamente en el dentículo posterior, la parte central es ancha, en algunos casos reduciéndose hacia la punta, terminando en punta redonda y en algunos casos ligeramente cónicos, la apófisis en los rayos en algunos casos no es prominente, los rayos son rectos paralelos al eje de las Y; en algunos casos, el rayo puede reducirse hasta la base, pero todos terminan en un punto redondo, los rayos son más largos que las cuchillas.

Cuadro 4: Medidas en micras (μ) de los parámetros de *Trichodina* cf. *maritinkae* de “La Mintzita”; “Manantial San Cristóbal”; “Naranja de Tapia”, en el Estado de Michoacán y “Laguna de Salazar”, en el Estado de México.

Parámetro	La Mintzita	El manantial	L. de Salazar	Naranja de Tapia
Diámetro del :				
Anillo denticular	8.4-16.0(12.2)	8.4-16.9(11.9)	13.1-39.3(23.5)	10.37-16(15.3)
Disco adhesivo	19.8-25.4(22.3)	17.9-28.3(23.1)	35-36.8(36.04)	15.09-30.1(27.5)
Número de dentículos	17-21(18.5)	17-21(18.2)	19-28(22.33)	18-21(20.1)
Ancho de la membrana	2.8	1.8-3.7(2.9)	3.7-4.3(2.6)	1.8-3.7(2.9)
Dimensiones del dentículo:				
Longitud	2.8-4.7(4.2)	2.8-4.7(4.1)	3.7-6.2(4.7)	3.7-5.6(4.9)
Rayo	1.8-3.7(3.0)	1.8-4.7(3.2)	4.3-5(4.7)	2.8-4.7(3.8)
Parte central	1.8-2.8(2.1)	.94-3.7(2.2)	.62-1.2 (1.04)	1.8-2.8(2.7)
Cuchilla	1.8-2.8(2.6)	1.8-3.7(2.8)	3.1-4.3(3.9)	.94-3.7(2.9)
Spam	5.6-8.4(7.3)	5.6-10.3(7.8)	7.5-11.2(9.3)	6.6-11.3(9.4)

Comentarios

Los organismos encontrados son ligeramente más grandes en la localidad de “Laguna de Salazar”, de todas maneras coinciden con los encontrados por Islas-Ortega (2013) en el río “Conchos”, Chihuahua. Los mas pequeños fueron encontrados en la Mintzita y el Manantial, aun así tiene el intervalo de medidas que reportan Basson y Van As, (1992 y 1994), pero hay una mayor coincidencia con las registradas por Islas-Ortega, (2013) en el río “Conchos”.

El material biológico encontrado en peces endémicos de estas localidades corresponde morfológica y merísticamente a los hallados por Islas-Ortega (2013); pero, fue confrontado también con los registros de Basson y Van As, (1991, 1992 1994), coincidiendo de igual manera.

La primera descripción de *T. maritinkae* fue hecha por Basson y Van As, (1991), y registrada en Taiwán y en el río Zambesi y Egipto (Basson y Van As, 1991 y 1992), el primer registro se encontró en peces del género *Clarias*, aunque los autores hacen hincapié que las tricodinas de esta especie encontradas en Taiwán son un poco más grandes con respecto a las encontradas en Zambesi, éstas han sido identificadas en organismos de agua dulce.

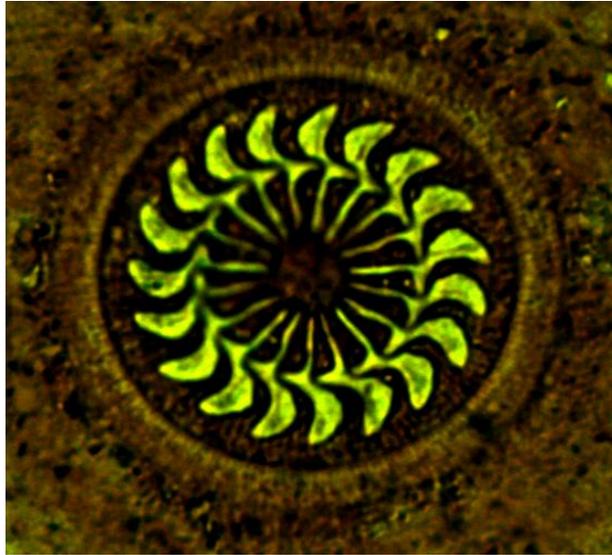


Fig.14. Microfotografía en 100X de *Trichodina* cf. *maritinkae*, en Michoacán y Estado de México, en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Goodea atripinnis*, *Allodontichthys zonistius*, *Xenotoca variata*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichtys multiradiatus*

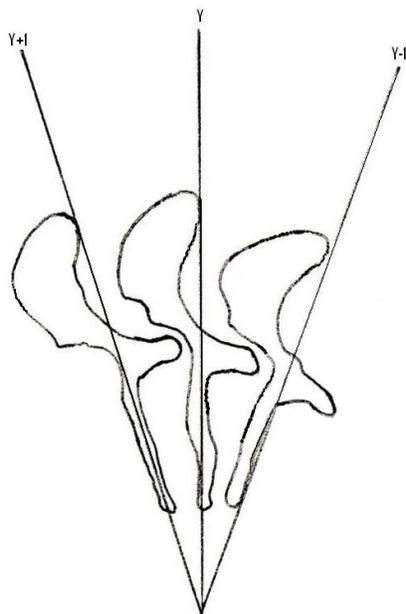


Fig.15. Esquema de los denticulos de *Trichodina* cf. *maritinkae* en Michoacán y Estado de México.

6.1.4. *Trichodina cf. domerguei* Wallengren, 1897 (figura 15 y 16).

Huésped: *Xenotoca variata*, *Goodea atripnnis*, *Allodontichthys zonistius*.

Localidad: Yuriria, Guanajuato

Este tricodínido presenta en el centro del disco adhesivo, por lo general, gránulos negros con impregnación de nitrato de plata, el ápice de la cuchilla toca el eje Y-1, el margen posterior de la cuchilla es curvo, con separación entre las cuchillas, la cuchilla presenta apófisis, pero no es claramente visible, la conexión hacia la parte central se va adelgazando hacia el dentículo; la parte central está bien definida y termina en un punto redondo la base de los rayos en forma de bombilla, rayos más cortos que las cuchillas y en dirección posterior con la punta extendiéndose más allá del eje Y.

Cuadro 5: Medidas en micras (μ) de los parámetros *Trichodina* cf. *domerguei* de Yuriria, Guanajuato.

Parámetro	Yuriria
Diámetro del :	
Anillo denticular	24.52-31.13 (30.18)
Disco adhesivo	(56.03)
Número de dentículos	23-25 (23.4)
Ancho de la membrana	4.7-6.6 (5.82)
Dimensiones del dentículo:	
Longitud	8.4-10.37 (9.39)
Rayo	5.6-6.6(6)
Parte central	4.7-6.6(5.44)
Cuchilla	4.7-6.6(5.44)
Spam	13.98-17.92 (16.188)

Comentarios

Los organismos encontrados en la localidad de Yuriria coinciden con las características morfológicas y también con las medidas descritas para la especie. Otra de las descripciones para la especie como característica distintiva es el centro del disco donde se alcanzan a percibir puntos negros que se observan en los organismos encontrados en Yuriria.

El material encontrado corresponde en medidas y en cuanto a su morfología, con Kazubzki y Migala, (1968); Öztürk y Özer, (2007); Lom, (1962) y con Xu *et al.*, (1999), por lo que el presente es el primer registro para América y el primero para México en Goodeidos.

Esta especie fue descrita por primera vez por Wallengren, (1897), está regularmente asociada a la piel de los peces, rara vez descrita para branquias; este ciliado ha sido encontrado en especies de agua dulce y marina y se reporta como especie eurihalina (Lom y Stein, 1966, Calenius, 1980; Özer, 2000). Ha sido encontrado en peces como *Cyprinus carpio*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*, *Leucaspis delinatu*, *Rhodeus sericeus*, entre otros. Gaze *et al.*, (1998) reporta que los tricodínidos encontrados en agua marina son relativamente más pequeños que los de agua dulce.

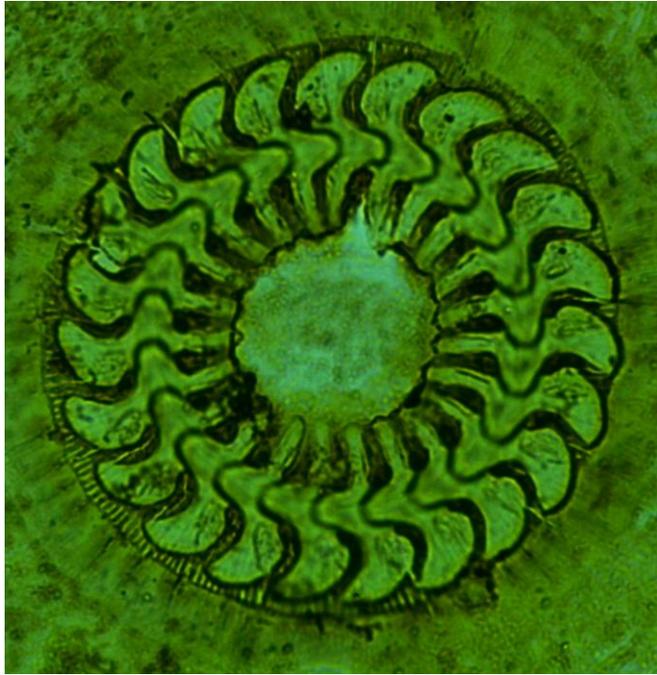


Fig.16. Microfotografía en 100X de *Trichodina* cf. *domerguei* en “Yuriria”, Guanajuato, en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Goodea atripinnis*, *Allodontichthys zonistius* y *Xenotoca variata*,

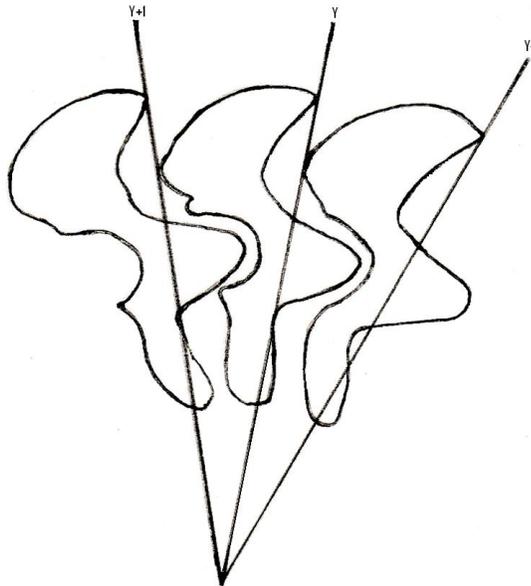


Fig.17. Esquema de los denticulos de *Trichodina* cf. *domerguei* en “Yuriria”, Guanajuato.

6.1.5. *Trichodina cf. microdenticula* Wellborn, 1967. (Figura 17 y 18).

Huésped: *Goodea atripinnis*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichtys multiradiatus*.

Localidad: “Manantial San Cristóbal”, “Naranja de Tapia”, “Zacapu”, “Mintzita”, en el Estado de Michoacán, y “Laguna de Salazar”, Estado de México.

T. microdenticula posee un cuerpo muy pequeño, presenta granulaciones en el disco adhesivo que son vistas con la impregnación de nitrato de plata, los rayos son cortos, adelgazándose y reduciéndose desde la parte central y terminando en un punto afilado. La cuchilla truncada por los márgenes laterales, casi paralelos, punta roma redondeada, parte central como adelgazándose hacia el rayo. Con pocos radial pins, y cuerpo pequeño al igual que los dentículos.

Cuadro 6: Medidas en micras (μ) de los parámetros de *Trichodina* cf. *microdenticula* de “Manantial San Cristóbal”, “Naranja de Tapia” Zacapu, “Mintzita”, Estado de Michoacán, y “Laguna de Salazar”, Estado de México.

Parámetro	La Mintzita	Manantial	Naranja de Tapia
Diámetro del :			
Anillo denticular	9.4	9.4	7.5-9.4(8.1)
Disco adhesivo	18.8	18.8-21.6(20.2)	15.09-20.7(18.2)
Número de dentículos	17-19(18)	17	15-18(16.3)
Ancho de la membrana	1.8-3.7(2.7)	2.8	2.8
Dimensiones del dentículo:			
Longitud	2.8	3.7	3.7-4.7(4.03)
Rayo	1.8-2.8(2.3)	1.8	1.8-2.8(2.4)
Parte central	.94-1.8(1.37)	1.8-2.8(2.3)	1.8-2.8(2.1)
Cuchilla	2.8	1.8-2.8(2.3)	1.8-2.8(2.1)
Spam	5.6-6.6(6.1)	5.6-6.6(6.1)	6.6-7.5(6.9)

Comentarios

Las especies encontradas coinciden con las descripciones morfológicas dadas por Wellborn, (1967); los organismos encontrados en La Mintzita y Naranja de Tapia son un poco más grandes que las encantadas en el Manantial.

Esta especie fue confrontada con diversos reportes e incluso con *T. minuta*, pues el tamaño y las medidas del disco adhesivo y de los dentículos son muy similares, es preciso señalar que, la revisión

morfológica más detallada conllevó a determinar que la especie encontrada era *T. microdenticula*, ya que la conexión de la cuchilla con el rayo y la forma de éste es una característica diagnóstica importante que nos permitió discernir entre ambas especies, y las medidas de las tricodinas encontradas coinciden más con *T. microdenticula*, tal como lo reporta Wellborn, (1967). Aun así es necesaria una revisión minuciosa de esta especie para consolidar su determinación taxonómica.

T. micodenticula fue descrita en Louisiana del cuerpo y las branquias de *Dorosoma petenense*; se reporta para peces de agua dulce.

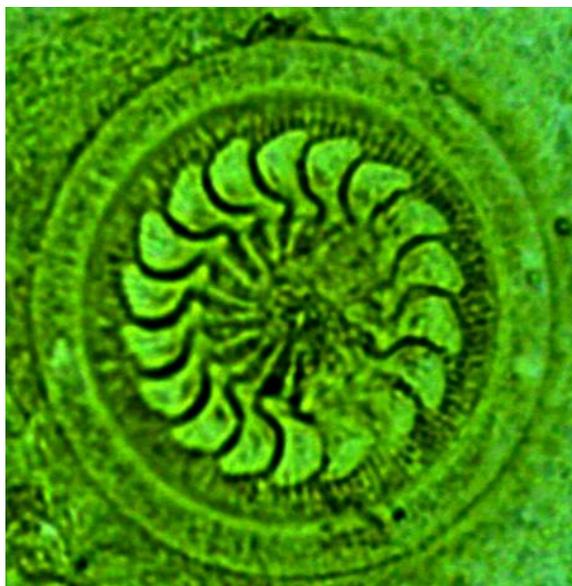


Fig.18. Microfotografía en 100X de *Trichodina* cf. *microdenticula* en Michoacán y el Estado de México, en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Goodea atripinnis*, *Chapalichthys pardalis*, *Girardinichtys multiradiatus*.

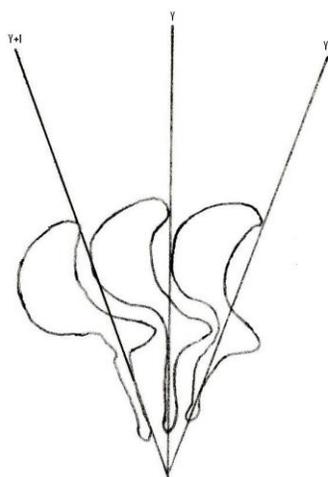


Fig. 19. Esquema de los denticulos de *Trichodina* cf. *microdenticula* en Michoacán y el Estado de México.

6.1.6. *Paratrichodina cf. corlissi* Lom y Haldar, 1977 (figura 19 y 20).

Huésped: *Chapalichtys pardalis*

Localidad: “Naranja de Tapia”, Michoacán

Este tricodínido es de talla pequeña, posee una cuchilla que llega a ser ligeramente ancha hacia el margen distal, y el punto tangente es paralelo a este margen; es decir, las cuchillas son muy rectas; la parte central es en forma triangular y termina en punta redonda por debajo del eje X; los rayos son del mismo ancho en toda la longitud del mismo y son largos, terminando en punta redonda.

Cuadro 7: Medidas en micras (μ) de los parámetros de *Paratrichodina cf. corlissi* de “Naranja de Tapia”, Michoacán.

Parámetro	Naranja de Tapia
Diámetro del :	
Anillo denticular	11.3-13.2(12.05)
Disco adhesivo	18.8-21.6(20.02)
Número de dentículos	19-21(20.5)
Ancho de la membrana	.94-2.8(1.8)
Dimensiones del dentículo:	
Longitud	2.8-3.7(3.02)
Rayo	1.8-1.2(20.5)
Parte central	1.8
Cuchilla	2.8
Spam	5.6-6.6(5.8)

Comentarios

La morfología de los ejemplares encaja perfectamente con las medidas reportadas por Lom y Haldar (1977), y por Mitra y Bandyopadhyay, (2005).

Esta especie tiene las siguientes características taxonómicas: cuchilla recta paralela al margen distal como característica peculiar, además del tamaño y la forma de los dentículos de esta especie nos permitió descartar a las demás Paratricodinas; aunado a estas razones, *P. corlissi* concuerda con la morfología y las medidas reportadas coincidiendo más que las otras especies de Paratricodinas, empero, es necesaria una revisión más detallada, de confirmarse, éste sería el primer registro no sólo para Goodeidos sino para México y América.

Es importante destacar que la diferencia entre el género *Paratrachodina* y *Trichodina* consiste principalmente en estar asociadas sólo a las branquias, contienen una parte central cónica, la conexión anterior está cerca de la base de la cuchilla, poseen un cuerpo aplanado y margen ciliar conspicuo.

Las paratricodinas han sido encontradas tanto en agua dulce como en el mar, gracias a que poseen una amplia distribución (Hu, 2009). Regularmente se encuentra asociada a las branquias.

Paratrachodina corlissi fue encontrada en agua dulce en Bulgaria asociada a las branquias del pez *Gobio kesslei*.

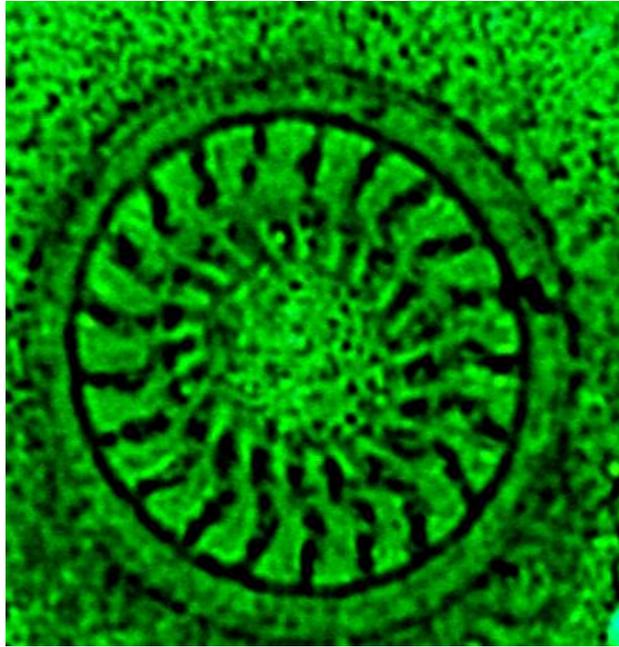


Fig.20. Microfotografía en 100X de *Paratrichodina* cf. *corlissi* en “Naranja de Tapia”, Michoacán en impregnación de plata “en seco” de Klein, encontrada en *Chapalichthys pardalis*.

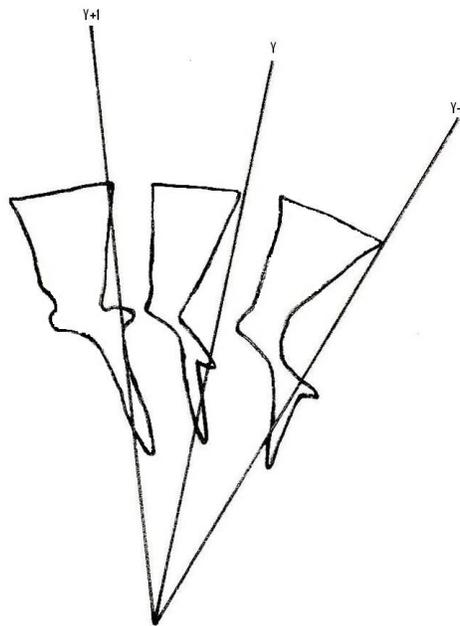


Fig. 21. Esquema de los dentículos de *Paratrichodina* cf. *corlissi* en “Naranja de Tapia”, Michoacán.

7. Discusión

En el presente trabajo se muestra la descripción taxonómica de algunos ciliados parásitos de la familia Trichodinidae, encontrados en peces de la familia Goodeidae endémicos del Eje Neovolcánico Transversal. Todas las especies encontradas en este estudio han sido reportadas previamente en alguna parte del mundo en huéspedes distintos.

Es de vital importancia mencionar que, la introducción de especies exóticas ha sido punto clave para el hallazgo de estos ciliados en todo el mundo; así, las especies exóticas son introducidas con su parasitofauna ocasionando la trasfaunación de los últimos, los cuales son considerados como un factor limitante del potencial biótico de muchas especies de peces (Sinderman, 1990; Moreno *et al.*, 2008).

A pesar de que los organismos colectados se observaron en buenas condiciones físicas, los ciliados fueron encontrados como parásitos de estos peces sin que infringieran daño aparente en los huéspedes, como se ha señalado en reportes anteriores; algunos autores señalan que en peces silvestres, en buenas condiciones, los ciliados pueden encontrarse en poblaciones bajas, sin que pueda observarse daño aparente (Pinto *et al.*, 2006; Padua, 2012). Gran parte de los organismos colectados presentaron alguna especie de *Trichodina* asociada, concordando con lo publicado por Moreno *et al.* (2008), quienes señalan que en una población de organismos saludables y normales pueden presentar agentes patógenos sin que se vean síntomas aparentes o lesiones. Esto sugiere que una vez introducidos los parásitos pueden adaptarse ambas partes, tanto parásito como huésped, y pueden coexistir (Moreno *et al.*, 2008), dado que el parásito llega a formar parte del ambiente, ya que tales agentes son una constante en el ambiente y un componente ubicuo de éste y sus hospederos (Williams *et al.*, 1989).

En este estudio se encontraron las especies *Trichodina martinke*, *T. microdenticula*, *T. mutabilis*, *T. heterodentata*, *T. domerguei* y *Paratrichodina corlissi*.

El primer registro para México de *T. martinke* fue reportada previamente por Islas-Ortega (2013), en el estado de Chihuahua, en el río Conchos, en el pez endémico *Astyanax mexicanus*. El segundo hallazgo se encontró en las localidades de El Manantial en el pez *Goodea atripinis*, en La Mintzita, en los peces *Goodea atripinis*, *Allodonichthys zonistius*, en Naranja de Tapia en los peces *Chapalichthys pardalis* y *Goodea atripinis*, todas las localidades de Michoacán; y en el Estado de México en el pez *Girardinichthys multiradiatus*.

Otro hallazgo importante es *T. microdenticula*, ésta ha sido reportada en peces de agua dulce como *Dorosoma* en Louisiana en peces de agua dulce; por tanto, el presente es el primer registro para México y América Latina, esta tricodina fue encontrada en *Goodea atripinis*, capturados en El Manantial, en Naranja de Tapia, en los peces *Chapalichthys pardalis* y *Goodea atripinnis*, y en la Mintzita en *Goodea atripinnis*, todas localidades de Michoacán, y en la Laguna de Salazar, en el Estado de México en *Girardinichthys multiradiatus*.

En el caso de *T. mutabilis*, hallada en nuestras zonas de estudio, ésta fue reportada en México, previamente, por Islas-Ortega y Aguilar-Aguilar (2014), en el pez endémico *Astyanax mexicanus* en la localidad El Anteojo, en Coahuila y por Islas-Ortega (2013), en el río Conchos en Chihuahua. En los nuevos registros, esta tricodina fue encontrada en la Mintzita en los peces *Goodea atripinis* y en *Allodonctichys zonistius*; en Yuriria, en Guanajuato, *Xenotoca variata*, *Goodea atripinis*, *Allodonctichys zonistius*; en el Estado de México en el pez *Girardinichthys multiradiatus*.

Otra especie hallada fue *T. heterodentata*, la cual es registrada en México, anteriormente, por Islas-Ortega, (2013) en el río Santa Isabel, en Chihuahua y en San José del Molino, en Durango, en los

peces *Campostoma ornatum*, *Gila pulchra* y *Micropterus salmoides*. El hallazgo, en el presente trabajo, se localizó en el Estado de México en el pez *Girardinichtys multiradiatus*. Esta especie de *Trichodina* es originaria en cíclidos de África y ha sido encontrada en catorce familias y cuarenta y tres géneros diferentes (Martins *et al.*, 2010, Islas-Ortega, 2013), por lo que podría ser considerada una tricodina comúnmente encontrada (Islas-Ortega, 2013); de esta manera, esta especie ya estaría registrada en 16 familias de huéspedes hasta el momento.

En cambio, *T. domerguei* ha sido reportada para peces marinos y dulce acuícolas y en peces como *Cyprinus carpio*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca*, *Leucaspis delinatus*, *Rhodieus sericeus* en sitios como Bagdad, Iraq, Bogra, Malasia, Indonesia y Taiwán. Esta tricodina fue encontrada en los peces *Xenotoca variata*, *Goodea atripinis*, *Allodonctichys zonistius* en la localidad de Yuriria, en el estado de Guanajuato.

Una especie diferente perteneciente al género *Paratrachodina* hallada en nuestras localidades fue *P. corlissi*, la cual ha sido reportada en especies de agua dulce y agua marina en sitios como Bulgaria en peces como *Gobio kesslei*. En México fue hallada en el pez *Chapalichtys pardalis* en Naranja de Tapia, Michoacán. Esta tricodina fue comparada con diversos registros como el de Lom y Haldar, (1977), Mitra y Bandyopadhyay, (2005) y con Vallandão *et al.*, (2013), así como del género con otras especies como *P. africana*, *P. bassonae* y *P. yangtzeus*.

Uno de los problemas visibles en estos cuerpos de agua es la introducción de especies exóticas como *Oreochromis niloticus*, que estuvo presente en todas las localidades donde se colectaron los Goodeidos, lo que indica que probablemente sólo es introducida en los cuerpos de agua sin haber control sobre sus poblaciones; con respecto a esto, se podría deducir que una posible fuente de transmisión de algunos ciliados pudo ser por parte de esta especie exótica, pues una ventaja del mecanismo de contagio de las tricodinas es que no necesitan un huésped intermediario (Lom y

Hoffman, 1964), basta con el contacto de alguna úlcera cutánea, secreción o excreción para contagiar a otro organismo (Lom, 1960; Rodríguez-Santiago, 2002), aunque como cita Lom (1995), la mayoría de las relaciones entre parásitos y hospederos están basadas en especulaciones o supuestos de cómo llegaron a algún sitio o como parasitaron al huésped.

Es importante destacar que no se encontró ninguna asociación ecológica específica por parte de los parásitos; en otras palabras, no se observó preferencia por algún cuerpo de agua o huésped en las tricodinas, a causa de que son organismos con amplia tolerancia a variedad de condiciones como: temperatura, salinidad, entre otras, y tampoco tienen un huésped específico. De hecho, los tricodínidos no sólo han sido encontrados en peces sino también en equinodermos, moluscos, crustáceos (Pinto *et al.*, 2006; Padua *et al.*, 2012; Van As y Basson, 1987; Silva *et al.*, 2009) y anfibios (Días *et al.*, 2009).

Las tricodinas pueden encontrarse en vejiga urinaria, oviductos, tracto gastrointestinal, aunque no se consideran como posibles patógenas en estas zonas (Post, 1983; Rodríguez-Santiago, 2002); con relación al tamaño, las tricodinas (las que son relativamente grandes), pueden encontrarse infestando piel más que branquias y poseen un intervalo amplio de hospederos, en tanto que las pequeñas infestan, sobre todo, branquias, y poseen un menor intervalo de huéspedes (Noga, 1996; Rodríguez-Santiago, 2002; Van As y Basson, 1987); es importante destacar que en campo, la mayor parte de las tricodinas se encontraron asociadas a las branquias, incluso *T. heterodontata*, que es una de las que se considera como especie de gran tamaño.

Como se mencionó anteriormente, poco se sabe de estos parásitos ciliados y en México hay pocos trabajos sobre los mismos, y aunque de manera comparativa la descripción de parásitos helmintos de la familia Goodeidae está completo (Martínez-Aquino *et al.*, 2014), nada se sabía acerca de los parásitos ciliados en estos peces; por todo lo anterior, la importancia del presente trabajo radica en

ser el segundo sobre parásitos ciliados en peces silvestres endémicos, pero el primero en ciliados parásitos de la familia Goodeidae, es de vital importancia continuar la línea de investigación, no sólo a nivel taxonómico sino también molecular, para esclarecer parentesco de las especies de ciliados y su posible dispersión, así como, también, para esclarecer alguna especificidad hospedatoria.

Es, del mismo modo, preponderante que se realicen en nuestro país más estudios sobre este tipo de ciliados parásitos en peces endémicos y silvestres, en distintas zonas geográficas, dado que esto podría ayudarnos a esclarecer posibles rutas de dispersión, adaptación, especificidad, evolución de parásitos y sus huéspedes, de igual forma, poder prevenir que este tipo de parásitos puedan dañar el potencial biótico en peces de nuestro país o bien que puedan continuar las pérdidas económicas a causa de estos parásitos.

Otro punto relevante en el presente trabajo abre una pregunta ¿Existen las medidas adecuadas para la introducción, intercambio y manejo de especies exóticas y nativas? La capacidad adaptativa de estas especies de ciliados parásitos es alarmante, con motivo de que se han extendido en todo el mundo, sin que a la fecha se conozcan tratamientos eficientes contra ellos y nos da muestra de lo que podría ocurrir con otras especies de parásitos, así pues, es importante ahondar más al respecto para conocer sobre su posible origen o su futura dispersión y su posible profilaxis o tratamiento.

8. CONCLUSIONES

La información que se presenta en este trabajo es la primera que se genera en México para ciliados parásitos de peces endémicos de la familia Goodeidae, ampliando así el listado de parásitos presentes en dicha familia de peces.

Se registran seis especies de ciliados de la familia Trichodinidae, cinco pertenecientes al género *Trichodina* y una al género *Paratrichodina*.

Al ser el primer estudio de este tipo en peces goodeidos, todas las especies de parásitos registradas representan nuevo registro para huésped, sin embargo, sólo las especies *Trichodina* cf. *microdenticula*, *T. cf. domergei*, y *Paratrichodina* cf. *corlissi*, son por primera vez registradas para México y el continente americano.

9. LITERATURA CITADA

1. Albaladejo, JD. and Arthur, J.R. 1989. Some trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida) from freshwater fishes imported into the Philippines. *Asian Fisheries Science*, 3: 1-25.
2. Armijo, AO. 1968. Estudio preliminar de algunos protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Asmat, GSM. 2004. First record of *Trichodina diaptomi* (Dogiel, 1940) Basson and Van As, 1991, *T. heretodontata* Duncan, 1977 and *T. oligocotti* (Lom, 1970) (Ciliophora: Trichodinidae) from Indian fishes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7: 2066-2071.
4. Asmat, GSM. y Sultana, N. 2005. Four new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from Bangladeshi fish. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8 (6): 895-900.
5. Basson, L. and Van As, GJ. 1987. Trichodinid (Ciliophora; Peritricha) gill parasites of freshwater fish in South Africa. *Systematic Parasitology*, 9: 143-151.
6. Basson, L. and Van As, GJ. 1993. First record of the European trichodinids (Ciliophora: Peritrichida), *Trichodina acuta* Lom. 1961 and *T. reticulata* Hirschmann et Partsch, 1995 in South Africa. *Acta Protozoologica*, 32, 101-105.
7. Basson, L. y Van As, GJ. 1994. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichia) of wild and cultured freshwater fishes in Taiwan, with notes on their origin. *Systematic Parasitology*, 28: 197-222.
8. Basson, L. and Van As JG. 1995. SEM methods for revealing structures in mobile ciliophorans. *Electron Microscopy Society of Southern Africa*, 25:68.

9. Basson, L. y Van As, JG. 1991. Trichodinids (Ciliophora: Peritrichia) from a calanoid copepod and catfish from South Africa with notes on host specificity. *Systematic Parasitology*, 18: 147-158.
10. Basson, L. y Van As, JG. 2014. Fish diseases and disorders. Volúmen 1 Protozoan and Metazoan infections. Second edition. 775p.
11. Berra, TM. 2001. Freshwater fish distribution. Academic Press, San Diego, 604p.
12. Bondad-Reantaso, MG. 1989. Trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichia) of Nile tilapia (*Oeochromis niloticus*) in the Philippines. *Asian Fisheries Science*, 3: 27-44.
13. Calenius, G., 1980. Parasites of fish in Finland. III. Ciliates of the family Urceolariidae (Dujardin, 1851). *Acto Academicae Aboensis. Supp.*40.
14. Días, RJP., Fernandes, NM., Sartini, B., Silva-Neto, ID., D' Agosto, M. 2009. Occurrence of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) infesting tadpoles of *Rhinella pombali* (Anura: bufonidae) in the neotropical area. *Parasitology International*, 58: 471-474.
15. Domínguez-Domínguez, O., Mercado-Silva, N., Lyons, J. and Grier, HJ. 2005. The viviparous Goodeid fishes. In Uribe, M.C. & Grier, H.J. (Eds.), *viviparous fishes*. New Life Publications, Homestead, Florida, pp. 525-569.
16. Dove, ADM. y O'Donoghue, PJ. 2005. Trichodinid (Ciliophora: Trichodinidae) native and exotic Australian freshwater fishes. *Acta Protozoologica*, 44: 51-60.
17. Duncan, BL. 1977. Urceolariid ciliates, including three new species, from cultured Philippine. *Trans. American Microscopical Society*, 96: 76-81.

18. Durborow, R. 2003. Protozoan parasites. Southern Regional Acuaculture Center, 47-48 pp.
19. Espinosa-Pérez, H. 2014. Biodiversidad de peces en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol 85: 450- 459
20. Espinosa-Pérez, H., Gaspar-Dillanés, T. and Fuentes-Mata, P. 1993. Listados faunísticos de México III. Los peces dulceacuícolas Mexicanos. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico City, D. F., 98p.
21. Gaze, W. H. y Wootthen, R. 1998. Ectoparasitic species of the genus *Trichodina* (Ciliophora: Petrichida) parasitizing British freshwater fish. Folia Parasitologica, 45: 117-190.
22. Gesundheit, M.P. 2004. Biogeografía evolutiva de la familia goodeidae (Cyprinodontiformes). Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 72p.
23. Herróz, AZ. 1999. *Trichodina wellborni* Lom, 1970 ciliado ectoparásito de ciprínidos cultivados en el centro acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. Biología, 31-40 pp.
24. Herroz, AZ. 1998. Protozoos ciliados ectoparásitos (piel y branquias) de peces de la familia *Cyprinidae* cultivados en el Centro Acuícola Morelos de Zacapu, Michoacán. Tesis de doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México.
25. Hoffman, GL. 1999. Parasites of North American freshwater fishes. Cornell University Press, Ithaca, New York, 539.
26. Hu, Y. 2012. Ciliate ectoparasites (Ciliophora: Trichodinidae/ Chilodonellidae) on gills of *Carassius auratus* from the Yangtze River, China, with the description of *Trichodina luzhoues* sp.n. Parsitology Research, 111: 433-439.

27. Hu, Y.2009. Description of *Paratrichodina yangtzeus* sp. n. (Ciliophora: Trichodinidae) from the freshwater fishes in the Yangtze River, China. *Wiad Parazytology*, 55: 53-57.
28. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado México, Lerma de Villa. En <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15051a.htm>. (Última consulta: x.2014).
29. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado de Guanajuato, Yuriria En <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM11guanajuato/municipios/11046a.html>. (Última consulta: x.2014).
30. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado de Michoacán de Ocampo. Huandacareo. En <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16036a.html>. (Última consulta: x.2014).
31. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado de Michoacán de Ocampo. Morelia. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16053a.html>. (Última consulta: x.2014).
32. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado de Michoacán de Ocampo. Zacapu. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16107a.html> (Última consulta: x.2014).

33. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedia de los municipios y delegaciones en México. Estado de Michoacán de Ocampo. Tzinzuntzan. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16100a.html>. (Última consulta: x.2014).
34. Islas-Ortega, A.G. 2013. Registro taxonómico de ciliados parásitos de la familia Trichodinidae en peces del norte de México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 93 p.
35. Islas-Ortega, A.G. and Aguilar-Aguilar, R. 2014. *Trichodina mutabilis* (Protozoa: Ciliophora: Trichodinidae) from the characid fish *Astyanax mexicanus* in the Cuatro Ciénegas region, northern México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 613-616.
36. Kazubski, V., and Migala, K. 1968. Urceolariidae from breeding carp *Cyprinus carpio* L. in Zabieniec and remarks on the seasonal variability of trichodinids. *Acta Protozoologica*, 6: 137-160.
37. Kruger, J., Basson L. and Van As JG. 1993. *T. heterodentata* Duncan 1977 (Ciliophora: Peritrichida), an ectoparasite on larvae of the african clawed Toad *Xenopus laevis laevis* (Daudin, 1802) *Acta Protozoologica*, 32: 255-259.
38. Lagunas-Calvo, OC. 2014. Parásitos de peces dulceacuícolas de la porción Oaxaqueña de la provincia biogeográfica Sierra Madre del Sur, México. Tesis profesional, Escuela de Ciencias, UABJO, México, 130 p.

39. Lom, J. 1958. A contribution to the systematics and morphology of endoparasitic from amphibians, with a proposal of uniform specific characteristics. *Journal of Protozoology*, 5: 251-263.
40. Lom, J. 1960. *Trichodina reticulata* Hirschmann and Partsch, 1955 from crucian carp, and *T. domerguei* f *latispina* Dogel, 1940 from *Diaptomus*. *Vestnik Ceskoslovenske Spolecnost Zoologicke*, 24: 246-257.
41. Lom, J. 1962. The ciliates of the family urceolarhdae inhabiting gills of fishes (The trichodinela group). *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae*, 1: 7-9.
42. Lom, J. 1995. Trichodinidae and other ciliates (Pphylum Ciliophora). In : Woo PTK, editor. *Fish diseases and disorders*. Wallingford: CAB International, 229-62.
43. Lom, J. and Hoffman, G. 1964. Geographic distribution of the some species of trichodinids (Ciliophora: Peritrichida) parasitic on fishes. *Journal of Parasitology*, 50: 30-50.
44. Lom, J. and Stein, G. 1966. Trichodinidis from sticklebacks and remark on the taxonomic position of *Trichodina domerguei* (Wallengren). *Vést. ésl. Spol. Zoology*, 30: 39-48.
45. Lom, J. y Haldar, DP. 1977. Ciliates of the genera *Trichodinella*, *Tripartiella* and *Paratrachodina* (Peritricha, Mobilina) invading fish gills. *Folia Parasitologica*, 24: 193-210.
46. Luque, JL. and Poulin, R. 2007. Metazoan parasite species richness in Neotropical fishes: Hotspots and the geography of biodiversity. *Parasitology*, 134: 865-878.
47. Martínez-Aquino, A. 2005. Biogeografía de helmintos parásitos de peces de la familia Godeidae (Pisces: Cypidontifomes) del centro de México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 129 p.

48. Martínez-Aquino, A., Mendoza-Palmero, CA., Aguilar-Aguilar, R., Pérez-Ponce de León, G. 2014. Checklist of helminth parasites of Goodeinae (Osteichthyes: Cyprinodontiformes: Goodeidae), an endemic subfamily of freshwater fishes from México. *Zootaxa*: 3856: 151-191.
49. Martins, ML., Marchiori N., Nunes G. and Rodrigues, MP. 2010. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from channel catfish, *Ictalurus punctatus* cultivated in Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70: 637-644.
50. Miller, RR. 2009. Los Peces VI: Familia Godeidae. Peces Dulceacuícolas de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1er Ed. Pps. 292.
51. Miranda, LH., Marchiori, N., Alfaro, CR. and Martins, ML. 2012. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinedae) from *Arapaima gigas* cultivated in Peru. *Acta Amazonica*, 42: 433-438.
52. Mitra, AM., and Bandyopadhyay, PK. 2005. First records of *Trichodina japonica* Imai, Miyazaki et Nomura 1991 and *Trichodina mutabilis* Kazubski et Migala 1968 (Ciliophora: Trichodinidae) from Indian fishes. *Parasitology*, 4:121-127.
53. Moreno, AZ., Fuentes, JJ. Mago, y Chinchilla, O. 2008. Descripción taxonómica e índices ecológicos de parásitos en peces de la laguna de Los Martires, Isla de Margarita, Venezuela. *Agrobiología*, 20: 3-11.
54. Noga, EJ. 1996. Fish disease. Diagnosis and treatment. Mosby-Year book, Inc, Missouri: 367pp.

55. Özer, A. 2000. The occurrence of Three Species of *Trichodina* (Ciliophora: Peritrichia) on *Cyprinus carpio* in Relation to Culture Conditions, Seasonality and Host Characteristics. *Acta Protozoologica*, 39: 61-66.
56. Öztürk, T. and Özer, A. 2007. Trichodinid fauna of the toothcarp *Aphanius danfordii* (Boulenger, 1890) (Osteichthyes: Cyprinodontidae), an endemic fish from Sarikum Lagoon Lake in Sinop (Turkey). *Acta Protozoologica*, 46: 73-80.
57. Pádua, SB., Martins, ML., Carraschi, SP., Cruz, C., Ishikawa, MM. 2012. *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae): a new parasite for *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae). *Zootaxa*, 3422: 62-68.
58. Parenti, LR. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei: Atherinomorpha). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 168: 340-557.
59. Pedroso DRJ., Mendez, FN., Sartini, B., Silva Neto ID., D'Agosto, M. 2009. Occurrence of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) infesting tadpoles of *Rhinella pombali* (Anura: bufonidae) in the Neotropical area. *Parasitology Internacional*, 58: 471-474.
60. Pérez-Ponce de León, G. y Choudhuy A. 2010. Parasite inventories and DNA-based Taxonomy: Lessons from helminths of freshwater fishes in a megadiverse country. *Journal of Parasitology*, 96: 236-244.
61. Pinto, H.A., Wieloch, AH and Melo, AL., 2006. Umma nova espécie de *Trichodina* Ehrenberg, 1838 (Ciliophora: Trichodinidae) em *Biomphalaria schrammi* (Crosse, 1864) (Mollusca: Planorbidae). *Laudiana*, 7: 121-124.

62. Post, G. 1983. Textbook of fish health. TFH, Inc, LDT, 70-90 pp.
63. Rabae, Z. 1950. Uwagi o Urceolariidae (Ciliophora: Peritrichida) skrzyl ryb. Ann. University M. Curie-Sklodowska, Lublin, 5: 292-310.
64. Rodríguez-Santiago, MA. 2002. Identificación de especies ectoparásitas del género *Trichodina* (Ciliophora: Peritrichia) en *Tilapia Nilotica* mediante correlación invariante con filtros compuestos. Tesis de Maestría. Centro de investigación en alimentación y Desarrollo, A. C.
65. Samano, B.A. y Sokoloff, D. 1931. La flora y fauna microscópicas de aguas dulces del valle de México. Monografías del Instituto de Biología, México, 1: 1-38.
66. Scholz, T. and Choudhury, A. 2014. Parasites of freshwater fishes in North America: Why so neglected? *Journal Parasitology*, 100:26-45.
67. Silva, WM., Roche, KF., Vicente, FS. and Delben, AAST. 2009. First record of the Peritrich *Trichodina diaptomi* Basson and Van As, 1991 (Protozoa: Ciliophora) on a South American Calanoid *Notodiaptomus deitersi* (Poppe, 1890) (Crustacea: Copepoda). *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 56: 385.
68. Sinderman, CJ. 1990. Principal disease of marine fish and shell sh. Second Edition. Academic press. New York. 516 pp.
69. Tang, FH., y Zhao YJ. y Warren, A. 2013. Phylogenetic analysis of trichodinid (Ciliophora: Oligohymenophora) inferred from 18S rRNA gene sequence data. *Current Microbiology*, 66: 306-313.

70. Valladão, GMR., Pádua, SB., Gallani, SU., Menezes-Filho, RN., Dias-Neto, J., Martins ML., Ishikawa, MM., Pilsrski, F. 2013. *Paratrichodina Africana* (Ciliophora): A pathogenic gill parasite in farmed Nile tilapia. *Veterinary Parasitology*, 6836. 6pp.
71. Van As, JG., and Basson, L. 1992. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of freshwater fishes of the Zambesi River System, with a reappraisal of host specificity. *Systematic Parasitology*, 22: 81-109.
72. Van As, J.G., and Basson, L. 1987. Host specificity of trichodinid Ectoparasites of freshwater fish. *Parasitology Today*, 3 (3): 88-90.
73. Van As, J.G., and Basson, L. 1989. A further contribution to the taxonomy of Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichida) and a review of the taxonomic status of the some fish ectoparasitic trichodinids. *Systematic Parasitology*, 14: 157-179.
74. Vidal-Martines, VM., Aguirre-Macedo, L., Scholz, T., Gonzales-Solis, D. and Mendoza-Franco, E. 2001. Atlas of the helminth parasites of cichlid fish of México. Academia Press, Prague, Czech Republic, 163p.
75. Wallengren, H. 1897. Zur Kenntnis der Gattung *Trichodina* Ehrbg. *Biolog. Centralbl.* 17:55-65.
76. Webb, SA., Graves, JA., Macias-Garcia, C., Magurran, AE., Foighil, DO. and Ritche, MG. 2004. Molecular phylogeny of the live-bearing Goodeidae (Cyprinodontiformes). *Molecular Phylogeny and Evolution*, 30: 527-544.
77. Wellbron, TL. 1967. *Trichodina* (Ciliata: Urceolariidae) of freshwater fishes of the Southeastern United States. *Journal of Protozoology*, 14: 399-412.

78. Williams, JD., Johnson, JE., Hendrickson, DA., Contreras-Barrera, S., Williams JD., Navarro-Mendoza, M., McAllister DE. y Deacon, JE. 1998. Fishes of North America endangered, threatened, or of special concern. 1989. Fisheries. Bull. American Fishes Society, 14:2-20.
79. Wlasow.T., Zmyslowska, I., Lewandowska, D., Mierzejewska, K., Idzikowski, I., Zomek, E. 2003. Bacteria and parasites on the gills of pike. *Esox lucius* L. and tench *Tinca tinca* (L.) as indices of the trophic level of Oświn lake (Northeastern Poland). Archives of Polish Fisheries, 11: 225-235.
80. Woo, PTK. 1987. *Cryptobia* and cryptobiosis in fishes. Advances in Parasitology, 26: 199-237.
81. Xu, K., Song, W., y Warren, A. 1999. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from the gills of mariculture molluscs in China, With the descriptions of four new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1838. Systematic Parasitology, 42: 229-237.