



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Registro Taxonómico de ciliados parásitos de la familia  
Trichodinidae en peces del norte de México**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
BIÓLOGA**

**PRESENTA**

**ALMA GABRIELA ISLAS ORTEGA**

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



**2013**



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

Islas

Ortega

Alma Gabriela

25 96 22 94

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

306161078

### 2. Datos del tutor

Dr

Rogelio

Aguilar

Aguilar

### 3. Datos del sinodal 1

Dr

Gerardo

Pérez

Ponce de León

### 4. Datos del sinodal 2

Dr

Gerardo

Rivas

Lechuga

### 5. Datos del sinodal 3

M en C

Héctor Salvador

Espinosa

Pérez

### 6. Datos del sinodal 4

Biól

Margarita

Reyes

Santos

## 7. Datos del trabajo escrito

Registro Taxonómico de ciliados parásitos de la familia Trichodinidae en peces del norte de México

93

2013

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>RESUMEN</b>   | 9  |
| <b>ABSTRACT</b>  | 10 |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                    | 11 |
| <b>ANTECEDENTES</b>                                    | 15 |
| <b>OBJETIVOS</b>                                       |    |
| OBJETIVOS GENERALES                                    | 19 |
| OBJETIVOS PARTICULARES                                 | 19 |
| <b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>                              | 20 |
| TÉCNICA DE IMPREGNACIÓN DE PLATA “EN SECO”<br>DE KLEIN | 21 |
| TÉCNICA DE HEMATOXILINA DE HARRIS                      | 22 |
| <b>ÁREAS DE ESTUDIO</b>                                |    |
| POZA “EL ANTEOJO”, CUATRO CIÉNEGAS, COAHUILA           | 24 |
| RÍO TOMOCHI, CHIHUAHUA                                 | 25 |
| RÍO SANTA ISABEL, CHIHUAHUA                            | 26 |
| RÍO CONCHOS, CHIHUAHUA                                 | 27 |
| SAN JOSÉ DEL MOLINO, DURANGO                           | 28 |
| ARROYO CHUPADEROS, SINALOA                             | 29 |
| RÍO CUCHUJAQUI, SONORA                                 | 30 |
| SAN CARLOS, SONORA, GOLFO DE CALIFORNIA                | 31 |
| <b>RESULTADOS</b>                                      | 32 |
| DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LAS ESPECIES                |    |
| <i>Trichodina centrostrigeata</i>                      | 33 |
| <i>Trichodina colisae</i>                              | 36 |
| <i>Trichodina</i> cf. <i>compacta</i>                  | 39 |
| <i>Trichodina heterodentata</i>                        | 42 |
| <i>Trichodina</i> cf. <i>maritinkae</i>                | 46 |
| <i>Trichodina modesta</i>                              | 49 |
| <i>Trichodina mutabilis</i>                            | 52 |
| <i>Trichodina rectuncinata</i>                         | 56 |
| <i>Trichodinella epizootica</i>                        | 60 |
| <b>DISCUSIÓN</b>                                       | 63 |
| <b>CONCLUSIONES</b>                                    | 70 |
| <b>REFERENCIAS</b>                                     | 71 |
| <b>ANEXOS</b>  | 82 |

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

**CUADRO 1.** Especies de *Trichodina* identificadas en México.

**CUADRO 2.** Especies de peces recolectados en cada localidad.

**CUADRO 3.** Georeferencia de las localidades muestreadas.

**CUADRO 4.** Resumen de resultados.

**CUADRO 5.** Medidas de *Trichodina centrostrigeata* de Río Cuchujaqui, Sonora.

**CUADRO 6.** Medidas de *Trichodina colisae* de Río Conchos, Chihuahua.

**CUADRO 7.** Medidas de *Trichodina* cf. *compacta* de Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

**CUADRO 8.** Medidas de *Trichodina heterodentata* de Río Santa Isabel, Chihuahua y San José del Molino, Durango.

**CUADRO 9.** Medidas de *Trichodina* cf. *maritinkae* de Río Conchos, Chihuahua.

**CUADRO 10.** Medidas de *Trichodina modesta* de Río Conchos, Chihuahua.

**CUADRO 11.** Medidas de *Trichodina mutabilis* de “El Anteojo”, Coahuila y Río Conchos, Chihuahua.

**CUADRO 12.** Medidas de *Trichodina rectuncinata* de San Carlos, Sonora.

**CUADRO 13.** Medidas de *Trichodinella epizootica* de Río Tomochi, Chihuahua.

**FIGURA 1.** Características del disco adhesivo de *Trichodina*.

**FIGURA 2.** Esquema para ilustrar la estructura del dentículo de *Trichodina* y la construcción de los ejes *X* y *Y* como referencia para la descripción de los dentículos.

**FIGURA 3.** Mapa de las localidades muestreadas.

**FIGURA 4.** Poza “El Anteojo” en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila.

**FIGURA 5.** Río Tomochi, Chihuahua.

**FIGURA 6.** Río Santa Isabel, Chihuahua.

**FIGURA 7.** Río Conchos, Chihuahua.

**FIGURA 8.** San José del Molino, Durango.

**FIGURA 9.** Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

**FIGURA 10.** Río Cuchujaqui, Sonora.

**FIGURA 11.** San Carlos, Sonora

**FIGURA 12.** *Trichodina centrostrigeta* de Río Cuchujaqui, Sonora.

**FIGURA 13.** Esquema de los dentículos de *T. centrostrigeta* de Río Cuchujaqui, Sonora.

**FIGURA 14.** Microfotografía en 100X de *Trichodina colisae*.

**FIGURA 15.** Esquema de los dentículos de *T. colisae* en Río Conchos, Chihuahua.

**FIGURA 16.** Microfotografías de *Trichodina* cf. *compacta* en Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

**FIGURA 17.** Esquema de los dentículos de *T. cf. compacta* de Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

**FIGURA 18.** Microfotografía de *Trichodina heterodentata* en 100X.

**FIGURA 19.** Esquema de los dentículos de *T. heterodentata*.

**FIGURA 20.** Microfotografías en 40X de *Trichodina* cf. *maritinkae*.

**FIGURA 21.** Esquema de los dentículos de *T. cf. maratinkae* de Río Conchos, Chihuahua.

**FIGURA 22.** Microfotografías de *Trichodina modesta* de Río Conchos, Chihuahua.

**FIGURA 23.** Esquema de los dentículos de *T. modesta* de Río Conchos, Chihuahua.

**FIGURA 24.** *Trichodina mutabilis*

**FIGURA 25.** Esquema de los dentículos de *T. mutabilis*.

**FIGURA 26.** *Trichodina rectuncinata* de San Carlos, Sonora.

**FIGURA 27.** Esquema de los dentículos de *T. rectuncinata* de San Carlos, Sonora.

**FIGURA 28.** Microfotografías en 100X de *Trichodinella epizootica*.

**FIGURA 29.** Esquema de los dentículos de *Trichodinella epizootica* de Río Tomochi, Chihuahua.

**FIGURA 30.** Mapa de registros previos y nuevos de tricodínidos en México.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Rogelio Aguilar Aguilar, por dirigir mi tesis, por ser un excelente maestro, por enseñarme no solo de tricodínidos si no de la carrera en general, por resolver mis dudas científicas, por todos los viajes y experiencias vividas en campo. Pero sobre todo por confiar en mí. Muchas Gracias.

Al Dr. Gerardo Rivas Lechuga por todo el apoyo en campo como en el laboratorio, además de permitirme trabajar en su laboratorio y apoyarme en todo momento.

A la Dra. Valeria Souza por el apoyo financiero y facilidades proporcionadas para realizar los muestreos a Cuatro Ciénegas durante el 2011 y 2013 dentro del proyecto de investigación financiado por WWF-Fundación Carlos Slim Alliance.

A la Biól. Margarita Reyes Santos, por compartirme mucho de su conocimiento en esta área, ayudarme con las técnicas de laboratorio, gracias por ser tan paciente y siempre tener tiempo para todas mis dudas.

Del Instituto de Biología: al Dr. Gerardo Pérez Ponce de León y al M. en C. Luis García por permitirme trabajar en el Laboratorio de Helminología. A la M. en C. Berenit Mendoza Garfias por la toma de fotografías en el Microscopio Electrónico de Barrido. A la Colección Nacional de Peces por la identificación de los peces; en especial al M. en C. Héctor Espinosa Pérez, a los biólogos Christian Lambarri, Eduardo Villalobos, Fernando del Moral y al P. de B. Armando Martínez Castro.

A todos los que me ayudaron en campo: al M. en C. Héctor Espinosa, a los biólogos Jesús Lugo y Eduardo Villalobos y a los pasantes de biólogos Ariana Hernández y Omar Lagunas Calvo.



A la Biól. Laura Andrea Abela Posada por su ayuda en el trabajo de laboratorio y asesoría en los trámites de titulación.

Al Dr. Erick Alejandro García Trejo por la ayuda en la realización de los mapas y el uso de ArcGIS.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, porque desde hace ocho años ha sido el lugar donde más he aprendido y en donde he conocido a personas extraordinarias.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Agradezco a mi familia por ser lo mejor que tengo. A mis padres por estar siempre a mi lado, apoyarme en todas mis decisiones, por buscar siempre lo mejor para mí, por ser pieza fundamental en este logro. A mis hermanos: a Osiris por darme la dicha de ser tía de dos hermosas personitas, por consentirme y siempre apoyarme, a Jorge por pensar en mí en cada uno de tus proyectos, por estar siempre a mi lado, por confiar en mí, por consentirme y apoyarme. A mi abuela (yaya) por todas tus bendiciones hacía mí. Y a mi abuelo (lolo) porque siempre estarás presente.

Al resto de mi familia materna y paterna; a mis abuelos y tíos (as) por estar al pendiente de mí, y apoyarme en el transcurso de mi formación.

A mis personas favoritas: Regina y Carlos por su incomparable amistad. A Regina (puerquito) por todos los años de complicidad, por ser mi mejor amiga y hermana, gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, por todas las pláticas, risas, cafés, lágrimas y todos lo que conlleva una hermosa amistad. A Carlitos por todos los años de amistad, de confianza, de experiencias, por ser mi mejor amigo.

A Alan, por diez años de apoyo, por estar siempre a mi lado, por tu cariño incondicional, por todos los momentos vividos, por tus consejos, gracias a ti y a tu familia por todo lo que han hecho por mí.

A mis amigos de la Facultad de Ciencias, por hacer de estos cinco años una experiencia inolvidable. A Marquito por todas esas clases juntos, por las críticas, las risas, devastaciones, pero sobre todo por ser una extraordinario amigo. A Bere y a Ana, por estar siempre a mi lado, por cuidarme, apoyarme y ser excelentes amigas. A Ángel por todos los viajes juntos, consejos y apoyo incondicional, gracias por todas las pláticas en la playa. A Víctor (Ponci) por todo el apoyo y ser una excelente amigo. A Rubén, Gari, Daniel, Yesenia, Karen, Tania, Marlene, Mario, Ricardo (Pingu), Omar, muchas gracias!

## RESUMEN

En México, las especies de ciliados de la familia Trichodinidae, parásitas de peces dulceacuícolas y marinos, han sido escasamente estudiadas. Lo poco que se ha hecho ha sido principalmente para peces de cultivo. Dada la ausencia de datos sobre las especies de Trichodinidae asociadas a los peces nativos de México, y la posible influencia negativa que pueden tener sobre éstos, se realizó un estudio parasitológico en peces silvestres de varias localidades de los estados de Chihuahua, Coahuila, Durango, Sinaloa y Sonora. Los tricodínidos fueron impregnados con nitrato de plata al 5% o teñidos con hematoxilina de Harris. El trabajo taxonómico se basó en la observación y medida de las estructuras características de estos organismos. Se encontraron nueve especies de tricodínidos asociados a la piel y branquias de diez especies de peces. Se proporciona el primer registro en México para siete de las especies de tricodínidos encontradas, así como ocho nuevos registros de huéspedes. El presente es el primer estudio para este tipo de parásitos en peces dulceacuícolas y marinos silvestres de México, donde únicamente existían registros previos elaborados para peces en condiciones de cultivo.

## **ABSTRACT**

In Mexico, ciliate parasites species of the family Trichodinidae have been scarcely recorded as parasites of freshwater or marine fishes. One to the little information about the trichodinid species associated to native fish, and its potential negative influence on host populations, a parasitological study was conducted in order to identify the spectrum of trichodinid species parasitizing wild fish from several localities of the states of Coahuila, Chihuahua, Durango, Sinaloa and Sonora. Specimens were impregnated with 5% silver nitrate or stained with Harris hematoxilin for taxonomic observations. Nine trichodinid species were found associated to skin and gills of ten different fish species. Seven of these ciliate species are recorded for the first time in Mexico, while eight new host records are provided. This study is the first conducted to determine the trichodinid species diversity infecting wild freshwater and marine fishes in Mexico, since previous reports were done for cultured fish species.

## Introducción

A nivel mundial, los peces son el grupo de vertebrados más abundante. Sin embargo, también constituyen el grupo más amenazado, y los taxones de agua dulce son los que están sufriendo la mayor amenaza de todas (Minckley y Miller, 2009). En agua mexicanas se cuenta con más de 2700 especies de peces, donde del 15 al 20% de estas son endémicas (Espinosa-Pérez *et al.*, 2008). México, al igual que el resto de los países mega diversos, tiene una alta proporción de las especies y los ecosistemas en mayor riesgo (Challenger, 1998). La situación actual de los peces dulceacuícolas nativos del país se ha visto afectada por el impacto antropogénico, esto ha hecho que peces endémicos hayan desaparecido localmente, o se vean en riesgo (Rodríguez, 2002). Su consumo junto con la contaminación de los cuerpos de agua son los factores responsables más evidentes, sin embargo, la introducción de especies exóticas de peces es un factor adicional que debe considerarse. El movimiento intercontinental de peces de agua dulce para varios propósitos ha sido un proceso continuo por muchos años, que constituye por lo general una competencia directa y efectiva, además ha provocado secundariamente la dispersión de especies parásitas; que frecuentemente han sido distribuidos con sus huéspedes, estableciéndose en diferentes partes de mundo (Rodríguez, 2002) y son considerados un factor potencial de riesgo para las especies nativas.

Entre los parásitos que afectan a los peces, los protozoarios ciliados son considerados como uno de los más comunes tanto en condiciones naturales como de cultivo. Bajo condiciones ambientales adecuadas estos protozoarios se alimentan de bacterias, algas y partículas suspendidas en el agua. Los parásitos se pueden volver patógenos en condiciones de grandes densidades y de factores ambientales propicios, así como el incremento en la temperatura del agua, y/o el alto contenido orgánico de la columna de agua (Miranda *et al.*, 2012).

Una de las familias de ciliados que incluye una gran cantidad de especies parásitas de peces es la familia Trichodinidae, en la que se han descrito los géneros *Trichodina* Ehrenberg, 1838, *Vauchomia* Muller, 1938, *Trichodonella* (Raabe, 1950) Šrámek-Hušek, 1953, *Semitrichodina* Kazubski, 1958, *Tripartiella* Lom, 1959, *Dipartiella* Stein, 1961, *Paratrichodina* Lom, 1963, *Trichodoxa* Sirgel, 1983, *Hemitrichodina* Basson y Van As, 1989, *Pallitrichodina* Van As y Basson, 1993 y *Heterobladetrichodina* Hu, 2011 (Hu, 2011).

Los protozoarios ciliados de esta familia son encontrados como simbioses de invertebrados (crustáceos, moluscos y cnidarios) y de vertebrados acuáticos (peces y anfibios), tanto de agua dulce como de ambientes marinos (Basson y Van As, 1995, Herróz, 1999), la infestación por tricodínidos es normalmente en intensidades variables, ya que depende directamente de las condiciones ecológicas y del huésped (Özer, 2003).

Dentro de la familia Trichodinidae, el género más diverso es *Trichodina*, el cual comprende más de 300 especies (Asmat y Sultana, 2005; Tang, Zhao y Warren, 2013). La mayoría de ellas están asociadas con peces de agua dulce como ectoparásitos o simbioses, pudiendo encontrarse moviéndose sobre el tegumento o en las branquias por medio de membranelas en la cintura ciliar (Davis, 1947).

La familia Trichodinidae se diferencia por la morfología de los dentículos en el disco adhesivo y la longitud de los cilios adorales espirales. Las cuchillas muestran diferentes formas y tamaños incluso en el mismo anillo denticular del tricodínido y la curva de los rayos forman un ángulo (Basson y Van As, 1989; Hu, 2011).

El tamaño de los tricodínidos puede variar de 20 a 100 $\mu$  de diámetro (Van As y Basson, 1987). Las tricodinas tienen cuerpo en forma de copa, cubierto por una membrana delgada, llamada periciclo. En la zona adoral se encuentran los cilios, usados para la alimentación. En el lado opuesto del cuerpo se ubican las características taxonómicas más

importantes del género, como ejemplo, el disco adhesivo, esto consiste de dentículos y membranas estriadas, normalmente oscurecidas por el periciclo (Basson y Van As, 1995). La forma de los dentículos es una característica diagnóstica importante, y consisten de cuchillas, parte central y rayo. Las cuchillas pueden ser rectas o curvas, mientras que los rayos pueden ser en forma de barra, de espina, de aguja o de remo y de diferentes longitudes (Basson y Van As, 1989). Los dentículos son estructuras proteínicas, que se conectan con la membrana estriada por medio de microfibrillas (Figuras 1 y 2) (Kruger, Van As y Basson, 1993). La reproducción es por fusión binaria, pero bajo ciertas condiciones se ha observado la conjugación (Van As y Basson, 1987).

Muchas especies de *Trichodina* son patógenas y la enfermedad que ocasionan se llama tricodinosis (Durborow, 2003). Algunos estudios han registrado que los tricodínidos pueden causar daños severos y mortalidad en poblaciones de peces juveniles y adultos, en especial en peces bajo condiciones de cultivo (Van As y Basson, 1987). Debido a su transmisión directa, los tricodínidos pueden invadir a su huésped en poco tiempo, en especial a peces que se encuentran en condiciones menos óptimas. En ese caso, se alimentan de las células de desecho del huésped. Normalmente los tricodínidos se alojan en piel y branquias dado que las éstas entran en contacto directo con el ambiente, proporcionando un nicho único para muchos parásitos que tienen ciclo de vida simple, especialmente ciliados, monogéneos y crustáceos, así como bacterias presentes en el agua (Wlasow *et al.*, 2003).

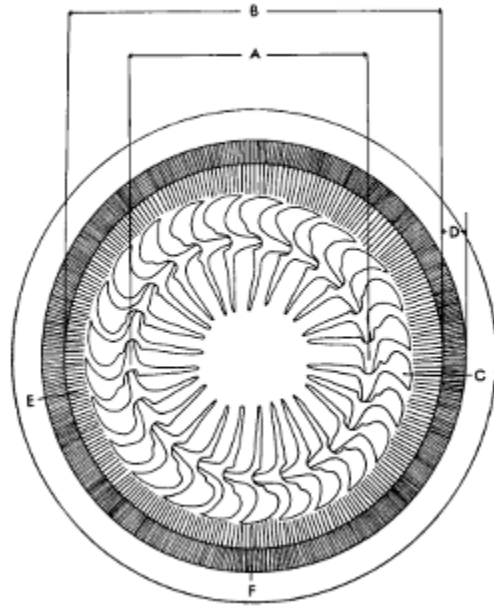
La infestación por tricodínidos puede derivar en daño en piel y branquias (Sleigh, 1991), e incluso provocar la muerte del huésped (Hoffman, 1999). Cuando esto sucede las tricodinas lo abandonan después de 8 a 10 horas de la muerte del huésped, pero dependiendo de la temperatura, pueden sobrevivir algunos días en el agua (Davis, 1961 en Colorni y Diamant, 2005).

Con respecto a la diversidad del grupo, Lom y Hoffman (1964), mencionaron la posibilidad de que muchas de las descripciones de especies de *Trichodina* realizadas hasta entonces fueran dudosas al ser consideradas nuevas sólo porque fueron encontradas en diferentes huéspedes y en áreas geográficas remotas, por lo que propusieron una estandarización de criterios con base en la utilización de la técnica de impregnación en plata de Klein, la cual revela detalles del disco adhesivo, que es de suma importancia para la determinación taxonómica. Esto, sumado a la cuidadosa toma de medidas y demás información morfológica permite actualmente contar con buenas bases para el estudio taxonómico de este grupo.

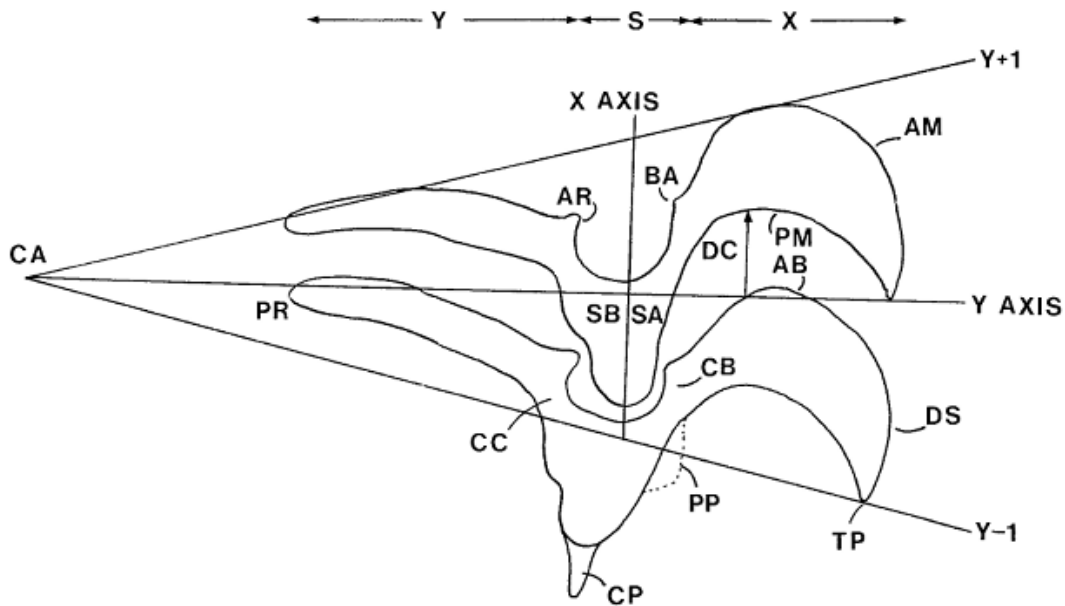
Durante los últimos 40 años, la investigación sobre tricotínidos ha pasado por dos etapas importantes. La primera fue en 1960 a raíz de la aceptación generalizada de las características específicas uniformes propuestas por Lom (1958), que dio lugar a una estandarización de la taxonomía de tricotínidos. Durante esa década se encontraron muchas especies nuevas y se redescubrió otro gran número. La segunda etapa comenzó a mediados de la década de los años ochenta y continúa hasta la actualidad (Xu, Song y Warren, 1999a).

Muchas de las descripciones de las especies realizadas para la identificación, previas al empleo de la impregnación en plata de Klein y al establecimiento del criterio uniforme descrito por Lom (1958) fueron inadecuadas. Esto es debido a la dificultad para observar claramente la morfología de los dentículos mediante el empleo de otras técnicas de tinción y a la inexistencia de un procedimiento uniforme para realizar las mediciones necesarias (Rodríguez, 2002).





**Fig. 1.** Características del disco adhesivo del *Trichodina*. **A.** Diámetro del anillo denticular. **B.** Diámetro del disco adhesivo. **C.** Dentículo. **D.** Ancho de la membrana del borde. **E.** Estriaciones radiales. **F.** Membrana del borde. (Tomada de Wellborn, 1967)



**Fig. 2.** Esquema para ilustrar la estructura del dentículo de *Trichodina* y la construcción de los ejes *X* y *Y* como referencia para la descripción de los dentículos. **AB.** Ápice de la cuchilla. **AM.** Margen anterior de la cuchilla. **AR.** Apófisis del rayo. **BA.** Apófisis de la cuchilla. **CA.** Centro del disco adhesivo. **CB.** Sección que conecta la cuchilla con la parte central. **CC.** Sección que conecta la parte central con el rayo. **CP.** Parte cónica central. **DC.** Parte más profunda de la curva. **DS.** Superficie distal de la cuchilla. **PM.** Margen posterior de la cuchilla. **PP.** Proyección posterior. **PR.** Punto del rayo. **S.** Parte Central. **SA.** Sección de la parte central por encima del eje *X*. **SB.** Sección de la parte central debajo del eje *X*. **TP.** Punto tangente. **X.** Cuchilla. **Y.** Rayo. (Tomada de Xu, Song y Warren, 1999b)

## Antecedentes

La mayoría de los trabajos sobre tricodínidos están enfocados principalmente a su taxonomía, la cual inició con la descripción de *Trichodina pediculus* Ehrenberg, 1838, un simbiote de *Hydra* (Rodríguez, 2002). Desde la descripción original, muchos protozoólogos pusieron especial atención en la taxonomía y sistemática del grupo por lo que más de 300 especies contenidas en once géneros, han sido descritas de piel, branquias de peces y de la vejiga urinaria de anfibios (Basson y Van As, 1995; Gong *et al.*, 2005; Hu, 2011), a pesar de lo cual muchas de estas necesitan volverse a estudiar o redescibirse usando técnicas modernas, siendo esto una de las razones por lo que los estudios de taxonomía del grupo continúan prosperando (Dias *et al.*, 2009; Xu, Song y Warren, 1999b).

Los estudios más intensos se han realizado para la fauna del sur de África, principalmente en Ciclidae (tilapias), donde la especie más importante es el cíclido indígena *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852), pero este estudio se ha extendido más allá de estas fronteras para incluir las descripciones en su mayoría de peces dulceacuícolas basado sobre material de Israel y Taiwán (Basson, Van As y Paperna, 1983).

Las especies de *Trichodina* parásitas de peces dulceacuícolas y marinos en México, han sido escasamente estudiadas. Lo poco que se ha hecho ha sido principalmente para peces de cultivo, dada su importancia económica. El primer registro hecho en México, lo realizaron Samano y Sokoloff (1931) en el lago de Xochimilco, Distrito Federal. Dado que el registro fue anterior a la propuesta de estandarización de técnicas de Lom (1958), la determinación taxonómica resulta poco clara. Registros posteriores son los de Armijo (1968) en el Lago Salazar, Estado de México, Armijo y Lázaro-Chávez (1980) (ver Madrazo-Garibay, 1988) en Ciudad Alemán, Tamaulipas, Herróz (1998, 1999) en Zacapu, Michoacán y Tezontepec,

Hidalgo, y Rodríguez (2002) en Chametla, Sinaloa. Las especies identificadas, así como sus huéspedes son presentadas en el Cuadro 1.

De las nueve especies de *Trichodina* registradas a la fecha *T. truttae* y *T. symmetrica* son las únicas encontradas en peces nativos, en particular en el “bagre de canal”, sin embargo, dichos registros también fueron elaborados para peces bajo cultivo. El resto es para peces introducidos de importancia en la acuicultura.

Dada la ausencia de datos sobre las especies de Trichodinidae asociadas a los peces nativos de México, y la posible influencia negativa que pueden tener sobre estos, en este estudio se pretende contribuir con el registro taxonómico para generar nuevos datos sobre la presencia y distribución de estas especies.

**Cuadro 1.** Especies de *Trichodina* registradas en México.

| <b>Especie</b>  | <b>Huésped</b>  | <b>Localidad</b>             | <b>Referencia</b>  |
|---|---|------------------------------|--|
| <i>Trichodina steini</i><br>Claparede y Lachmann, 1858              | "peces jóvenes"   | Xochimilco, DF               | Samano y Sokoloff (1931)   |
| <i>Trichodina domerguei</i><br>Wallengren, 1897                     | <i>Ctenopharyngodon idellus</i><br>(Valenciennes, 1844) | Lago Salazar, Edo. de México | Armijo (1968)  |
| <i>Trichodina symmetrica</i><br>Davis, 1947                         | <i>Cyprinus carpio</i> (Linneaus, 1758)                 | "                            | "  |
|   | <i>Carassius auratus</i> (Linneaus, 1758)               | "                            | "  |
|   | <i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)           | Ciudad Alemán, Tamaulipas    | "  |
| <i>Trichodina truttae</i><br>Muller, 1937                           | <i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)           | "                            | Armijo y Lázaro-Chávez Mancilla (1980) en Madrazo-Garibay (1988) |
| <i>Trichodina wellborni</i><br>Lom, 1970                            | <i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i><br>(Lecepède, 1803)  | Zacapu, Michoacan            | Herróz (1998)  |
|   | "   | Tezontepec, Hidalgo          | Herróz (1999)  |
| <i>Trichodina magna</i><br>Van As y Basson, 1989                    | <i>Oreochromis nilotica</i> (Linneaus, 1758)            | Chametla, Sinaloa            | Rodríguez (2002)   |
| <i>Trichodina nigra</i><br>Lom, 1961                                | "   | "                            | "  |
| <i>Trichodina centrostrigeata</i><br>Basson, Van As y Paperna, 1983 | "   | "                            | "  |
| <i>Trichodina pediculus</i><br>Ehrenberg, 1838                      | "   | "                            | "  |

## **Objetivos**

### Objetivos Generales

Describir taxonómicamente las especies de la familia Trichodinidae parásitas de algunas especies nativas de peces del norte de México. Así como aportar los primeros datos sobre distribución de estas especies en México, y compararla con los registros previos procedentes de otras regiones del mundo.

### Objetivos Particulares

1. Elaborar un listado taxonómico de las especies de la familia Trichodinidae asociadas a peces presentes en el norte de México.
2. Realizar la determinación taxonómica de los peces recolectados.
3. Revisar la distribución de cada especie para sugerir una afinidad biogeográfica, o bien, procesos actuales de invasión de especies exóticas facilitada por las actividades de cultivo de sus huéspedes.

## Materiales y método

Se recolectaron diversos peces de agua dulce y de ambientes marinos (Cuadro 2) de las localidades de Poza “El Anteojo”, Cuatro Ciénegas, Coahuila; Río Tomochi, Chihuahua; Río Santa Isabel, Chihuahua; Río Conchos, Chihuahua; San Carlos, Guaymas, Sonora; Río Cuchujaqui, Sonora; Arroyo Chupaderos, Sinaloa y San José del Molino, Durango (Cuadro 3) (Figura 3).

**Cuadro 2.** Especies de peces recolectadas en cada localidad.

| Localidad           | Especie de pez  | n  |
|---------------------|---|----|
| San Carlos          | <i>Enneanectes reticulatus</i> * Allen y Robertson, 1991  | 1  |
|                     | <i>Bathygobius ramosus</i> Ginsburg, 1947                 | 3  |
|                     | <i>Gobiosoma chiquita</i> (Jenkins y Evermann, 1889)      | 30 |
| San José del Molino | <i>Micropterus salmoides</i> * (Lecepede, 1802)           | 4  |
| Arroyo Chupaderos   | <i>Poeciliopsis presidionis</i> * (Jordan y Culver, 1895) | 5  |
|                     | <i>Poeciliopsis latidens</i> * (Garman, 1895)             | 5  |
| Río Conchos         | <i>Cyprinodon eximius</i> Girard, 1859                    | 17 |
|                     | <i>Astyanax mexicanus</i> * (De Filippi, 1853)            | 9  |
|                     | <i>Notropis jemezianus</i> (Cope, 1875)                   | 11 |
|                     | <i>Notropis chihuahua</i> Woolman, 1892                   | 12 |
|                     | <i>Notropis braytoni</i> Jordan y Evermann, 1896          | 12 |
|                     | <i>Campostoma ornatum</i> Girard, 1856                    | 2  |
|                     | <i>Notropis cf. braytoni</i> Jordan y Evermann, 1896      | 12 |
|                     | <i>Poeciliopsis cf. sonorensis</i> (Girard, 1859)         | 2  |
| Río Santa Isabel    | <i>Notropis nazas</i> Meek, 1904                          | 10 |
|                     | <i>Campostoma ornatum</i> * Girard, 1856                  | 2  |
|                     | <i>Codoma ornata</i> Girard, 1856                         |    |
|                     | <i>Gambusia senilis</i> Girard, 1859                      | 23 |
|                     | <i>Gila pulchra</i> * (Girard, 1856)                      | 3  |
| Río Tomochi         | <i>Dionda episcopa</i> * Girard, 1856                     | 12 |
| Cuatro Ciénegas     | <i>Astyanax mexicanus</i> * (De Filippi, 1853)            |    |
| Río Cuchujaqui      | <i>Oreochromis sp.</i> *                                  | 11 |

\* Peces en donde se encontraron tricodínidos

**Cuadro 3.** Georeferencia de las localidades muestreadas.

| <b>Localidad</b>    | <b>Estado</b> | <b>Latitud Norte</b> | <b>Longitud Oeste</b> |
|---------------------|---------------|----------------------|-----------------------|
| Poza "El antiojo"   | Coahuila      | 26° 58' 7''          | 102° 7' 38''          |
| Río Tomochi         | Chihuahua     | 28° 21' 6.8''        | 107° 51' 10.44''      |
| Río Santa Isabel    | Chihuahua     | 28° 33' 28.36''      | 106° 31' 38.71''      |
| Río Conchos         | Chihuahua     | 27° 27' 31.8''       | 105° 49' 19.4''       |
| San José del Molino | Durango       | 24° 12' 20''         | 104° 37' 6''          |
| Arroyo Chupaderos   | Sinaloa       | 23° 21' 42''         | 105° 57' 15''         |
| Río Cuchujaqui      | Sonora        | 26° 56' 30''         | 108° 53' 8.51''       |
| San Carlos          | Sonora        | 27° 56' 20''         | 111° 5' 3''           |

Los peces se capturaron vivos mediante el empleo de redes tipo chinchorro de 3x1 metros con abertura de malla de 0.5 cm, trampas de golpe con abertura de malla de 0.5 cm y trampas tipo nazas. Los peces se conservaron vivos para el estudio de ciliados ectoparásitos no más de seis horas desde su captura. El estudio se inició con frotis de piel y branquias de los peces vivos, estos frotis fueron revisados al microscopio óptico. Los portaobjetos que tuvieran ciliados parásitos se dejaron secar, para su posterior manipulación.

Las técnicas utilizadas para resaltar características diagnosticas de los ciliados fueron la de impregnación de plata "en seco" de Klein; para observar el disco adhesivo, tal como describe Lom (1958), y técnica de Hematoxilina de Harris; para diferenciar el macro y micronúcleo. Se seleccionó la mitad de las preparaciones para una técnica y la otra mitad para la otra.

#### Técnica de impregnación de plata "en seco" de Klein

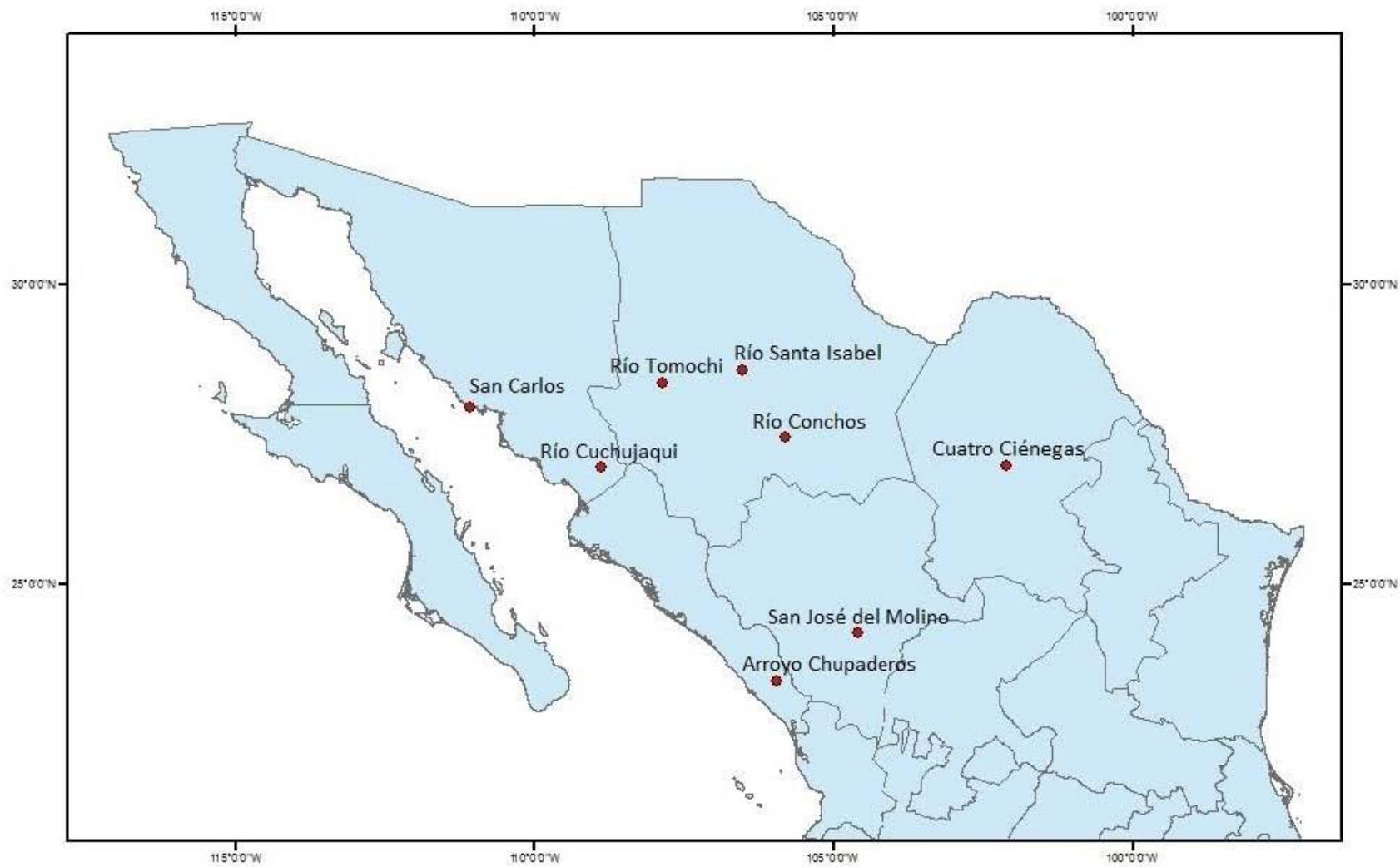
Las preparaciones secadas al aire se cubrieron con nitrato de plata al 5% durante 5 minutos, se enjuagaron con agua destilada y se dejaron bajo una lámpara de luz UV durante 5 minutos, se revisaron al microscopio óptico y se dejaron secar, para posteriormente montarlas con bálsamo de Canadá.

### Técnica de Hematoxilina de Harris

Las preparaciones secas para Hematoxilina de Harris se rehidrataron y se les agregó Hematoxilina de Harris durante 20 minutos, pasado este tiempo se enjuagaron con agua destilada (dos veces) y con agua corriente (dos veces). Se revisaron en el microscopio óptico, durante el último enjuague de agua corriente. Una vez observado el macronúcleo, se deshidrataron en una serie de alcoholes en orden ascendente: el primer alcohol fue al 70% durante 5 minutos, el segundo fue al 96% durante 5 minutos, por último al 100% durante 5 minutos, dos veces. Después se sumergió en xilol durante 5 minutos. Se montaron con bálsamo de Canadá.

Una vez realizadas las técnicas, las preparaciones permanentes fueron introducidas a un horno de secado o estufa. Pasadas tres semanas se hicieron las mediciones necesarias, siguiendo las recomendaciones de Lom (1958) y Van As y Basson (1989). Todas las mediciones tomadas se hicieron en micrómetros y fueron hechas sobre microfotografías que se obtuvieron usando el equipo de fotomicroscopía Leica DM500 ® con el sistema de imagen de captura Leica ICC50 HD®. Las medidas de los parásitos fueron hechas con ayuda del software Image-Pro Plus® 4.1.





**Fig. 3.** Mapa de ubicación de las localidades de estudio.

## Áreas de estudio

### Poza “El Anteojo”, Cuatro Ciénegas, Coahuila

Cuatro Ciénegas es un valle con una extensión de 200 km<sup>2</sup>, ubicado dentro del desierto y al centro del estado de Coahuila, México. Está rodeado por cinco sierras montañosas (Menchaca, Fragua, Madera, San Marcos y Pinos) cuya altitud rebasa los tres mil metros sobre el nivel de mar y se han encargado por miles de años del aislamiento y protección de la flora y fauna del lugar (CONABIO, 2012c). La hidrología de esta zona es complicada, y el suelo data del periodo Jurásico aproximadamente doscientos millones de años. Lo que hace de Cuatro Ciénegas el lugar más importante, y el más interesante de todo el mundo en materia de conservación ambiental, es que es el sitio con menos fósforo y nitrógeno del planeta, lo que hizo que algunas especies de hace millones de años se mantuvieran vivas (Souza-Saldívar, 2008).

La poza “El Anteojo” (Figura 4) se ubica en el Valle de Cuatro Ciénegas, a 6 km al oeste del poblado de Cuatro Ciénegas. La vegetación acuática está dominada por *Chara* y hierbas que rodean la poza, la cual es alimentada por agua subterránea, por lo general sin ninguna superficie de flujo de entrada o de salida (Lozano, Contreras y García, 2006).



**Fig. 4.** Poza “El Anteojo” en el Valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila.

### Río Tomochi, Chihuahua

Tiene su origen en la sierra Mascaritas a 2800 msnm y desciende en una dirección con tendencia al noreste, hasta el poblado de Guperiachic. Ahí su cauce es sinuoso, accidentado y cambia de dirección al norte. Atraviesa las localidades de Tomochi, Río Verde y San Juan, para derivar posteriormente al Río Papigochi (UMAFOR “San Juanito A. C.”, 2013) (Figura 5).



**Fig. 5.** Río Tomochi, Chihuahua.

## Río Santa Isabel, Chihuahua

El río procede del municipio de Riva Palacio, ya en el municipio de Santa Isabel se le unen los arroyos del Álamo, Beltrán, Nogales, Piñones, Perales, Rancho de Peña, Santa Ana y Santa Rosa (Secretaría de Gobernación, 2013) (Figura 6).



**Fig. 6.** Río Santa Isabel, Chihuahua.

## Río Conchos, Chihuahua

El río Conchos está localizado en los estados de Chihuahua y Durango. El tipo de vegetación que se encuentra en sus márgenes es pastizal natural huizachal, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosques de pino-encino, encino-pino, de encino y vegetación halófila. Respecto a la fauna se encuentran especies endémicas de peces: *Codoma ornata*, *Cyprinella panarcys* (Hubbs y Miller, 1978), *Cyprinodon macrolepis* Miller, 1976, *Gambusia alvarezi* Hubbs y Springer, 1957, *Gila nigrescens* (Girard, 1856), *G. pulchra*, *Notropis braytoni*, *N. chihuahua*, *N. jemezianus*, *Pimephales promelas* Rafinesque, 1820 y crustáceos (CONABIO, 2012b) (Figura 7).



**Fig. 7.** Río Conchos, Chihuahua.

### San José del Molino, Durango

Poblado que pertenece al municipio de Vicente Guerrero en el estado de Durango. Efluente de la Presa Peña del Águila, la cual es alimentada por los ríos Saucedá y Santiago (Figura 8).



**Fig. 8.** San José del Molino, Durango.

### Arroyo Chupaderos, Sinaloa

Pertenece al municipio de Concordia, Sinaloa. Brazo del Río Baluarte, el cual está localizado en los estados de Nayarit, Sinaloa, Durango, Jalisco y Zacatecas. Cuenta con vegetación acuática y semiacuática, ribereña, manzanillar, manglar, halófitas, bosque de pino, de encino, de pino-encino, de encino-pino, de abetos y Ayarín. Respecto a la fauna cuenta con una gran diversidad de peces con una región importante de endemismo; *Algansea avia* Barbour y Miller, 1978, *A. monticola* Barbour y Contreras-Balderas, 1968, *Cichlasoma beani* (Jordan, 1889), *Cyprinodon latifasciatus* Garman, 1881, *Notropis aulidion* Chernoff y Miller, 1986, *Poeciliopsis latidens*, y *P. presidionis* (CONABIO, 2012) (Figura 9).



**Fig. 9.** Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

### Río Cuchujaqui, Sonora

El Río Cuchujaqui se encuentra a 12 km de la ciudad de Álamos, dentro del territorio de la Reserva Ecológica de Cuchujaqui (CONANP, 2013). Está rodeado de bosques tropicales de hoja caduca, situados en las tierras bajas, hasta densas zonas boscosas pobladas por especies de hoja perenne. La cadena montañosa que se extiende en paralelo a la costa del Pacífico está surcada por numerosas quebradas excavadas por los ríos que fluyen hacia este océano. Cerca del Río Cuchujaqui tienen su hábitat varias especies de felinos como pumas, jaguares y ocelotes (UNESCO, 2013) (Figura 10).



**Fig. 10.** Río Cuchujaqui, Sonora.



## San Carlos, Sonora

La Bahía de San Carlos se encuentra en el municipio de Guaymas, Sonora; esta bahía pertenece al Golfo de California, que es una cuenca alargada y estrecha que constituye un mar marginal del Océano Pacífico. La topografía corresponde a una cuenca compleja, donde se registran desde abanicos sedimentarios de pendientes suaves en el norte, mismos que se interrumpen bruscamente por una serie de escarpes accidentados hasta llegar a formar paredes casi verticales en el canal de Ballenas, hasta los cañones submarinos. Otra característica del golfo es la extensión de la plataforma continental en su margen oriental y una fuerte reducción, hasta su casi ausencia, en el lado opuesto (Fernández-Barajas *et al.*, 1994; Armando-Buenrostro *et al.*, 2003 en Zamorano y Hendrickx, 2012) (Figura 11).



**Fig. 11.** San Carlos, Sonora.

## Resultados

Se identificaron nueve especies de tricodínidos; ocho dulceacuícolas y una marina, parasitando a diez diferentes especies de peces pertenecientes a las familias Centrarchidae, Characidae, Cichlidae, Cyprinidae, Poeciliidae y Tripterygiidae.

**Cuadro 4.** Resumen de resultados

| <b>Tricodínido</b>               | <b>Huésped</b>                  | <b>Localidad</b>                       |
|----------------------------------|---------------------------------|--|
| <i>Trichodina centrostrigata</i> | <i>Oreochromis sp.</i>          | Río Cuchujaqui, Sonora                 |
| <i>Trichodina colisae</i>        | <i>Astyanax mexicanus</i>       | Río Conchos, Chihuahua                 |
| <i>Trichodina cf. compacta</i>   | <i>Poeciliopsis presidionis</i> | Arroyo Chupaderos, Sinaloa             |
|                                  | <i>Poeciliopsis latidens</i>    | "                                      |
| <i>Trichodina heterodentata</i>  | <i>Micropterus salmoides</i>    | San José del Molino, Durango           |
|                                  | <i>Campostoma ornatum</i>       | Río Santa Isabel, Chihuahua            |
|                                  | <i>Gila pulchra</i>             | "                                      |
| <i>Trichodina cf. maritinkae</i> | <i>Astyanax mexicanus</i>       | Río Conchos, Chihuahua                 |
| <i>Trichodina modesta</i>        | "                               | Río Conchos, Chihuahua                 |
| <i>Trichodina mutabilis</i>      | "                               | Río Conchos, Chihuahua                 |
|                                  | "                               | "El antejo", Cuatro Ciénegas, Coahuila |
| <i>Trichodina rectuncinata</i>   | <i>Enneanectes reticulatus</i>  | San Carlos, Sonora                     |
| <i>Trichodinella epizootica</i>  | <i>Dionda episcopa</i>          | Río Tomochi, Chihuahua                 |

## Descripción morfológica de las especies de tricodínidos

*Trichodina centrostrigeata* Basson Van As y Peperna, 1983 (Figura 12 y 13).

**Huésped:** *Oreochromis* sp.

**Localidad:** Río Cuchujaqui, Sonora

Cuerpo de mediano tamaño (Cuadro 5) en forma de disco, con varillas centrales características a la especie. El margen posterior de la cuchilla forma una amplia curva en la mayoría de los denticulos y el margen anterior curvo y trunco. La conexión entre la cuchilla y la parte central es delegada en comparación con la cuchilla. La parte central es triangular no muy ancha con punta redonda. Rayos delgados que tienen contacto con las varillas centrales.

**Cuadro 5.** Medidas de *Trichodina centrostrigeata* de Río Cuchujaqui, Sonora.

| Parámetro                           |               |
|-------------------------------------|---------------|
| Díámetro del: anillo denticular     | 22.7          |
| Disco adhesivo                      | 40.9          |
| Número de: denticulos               | 24            |
| Estriaciones radiales               |               |
| Ancho de la membrana                |               |
| Dimensiones del denticulo: longitud | 4.54          |
| Rayo                                | 6.81          |
| Parte central                       | 2.72          |
| Cuchilla                            | 6.81          |
| <i>Span</i>                         | 13.63 - 16.34 |

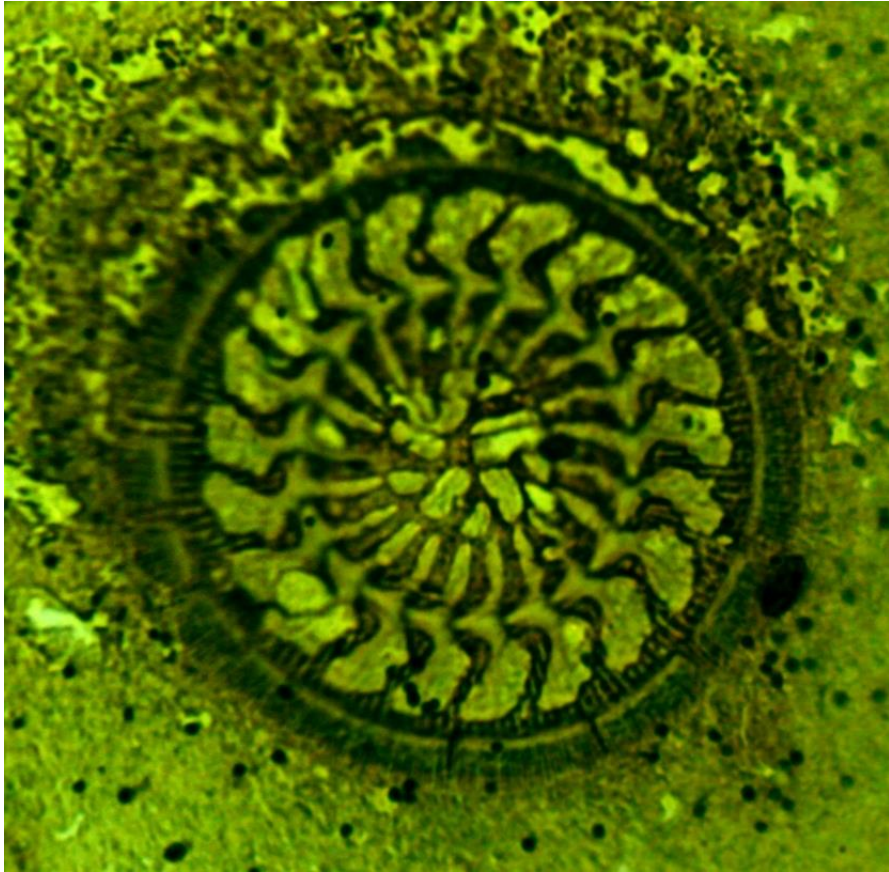
### Comentarios:

*T. centrostrigeata* fue descrita originalmente en cíclidos de Sudáfrica y se distingue del resto de los tricodínidos por la presencia de varillas en el centro del disco adhesivo (Basson, Van As y Paperna, 1983). En las preparaciones de impregnación con plata de Klein, se observa en nuestros organismos las varillas centrales del disco adhesivo. Las medidas coinciden con las

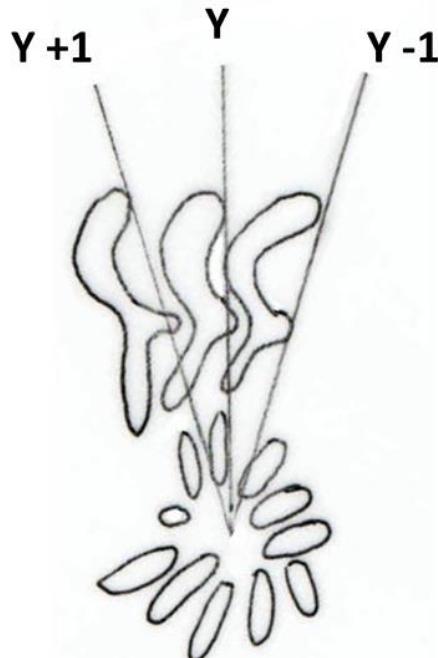
de Bondad-Reantaso y Arthur (1989), Van As y Basson (1992) y Rodríguez (2002) con mínimas variaciones en algunas estructuras del denticulo.

A partir de la descripción original, más autores la han reportado en otras localidades como Filipinas, río Zambezi en Zambia, Taiwan y México (Bondad-Reantaso y Arthur, 1989; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; Rodríguez, 2002).

Se ha registrado en su mayoría en peces del género *Oreochromis*. En México ya se tiene un registro de este tricodnido por Rodríguez (2002) en *Oreochromis niloticus* en la localidad de Chametla, Sinaloa, este es el segundo registro para México en específico para Río Cuchujaqui, Sonora en *Tilapia* sp.



**Fig. 12.** *Trichodina centrostrigata* de Río Cuchujaqui, Sonora en impregnación de plata “en seco” de Klein (100X), donde se observa la roseta central, característica de dicha especie.



**Fig. 13.** Esquema de los denticulos de *T. centrostrigata* de Río Cuchujaqui, Sonora.

*Trichodina colisae* Asmat y Sultana, 2005 (Figura 14 y 15).

**Huésped:** *Astyanax mexicanus*

**Localidad:** Río Conchos, Chihuahua

Cuerpo de tamaño medio, con 21 a 22 dentículos (Cuadro 6), presenta hoja ancha, en la mayoría de los casos con superficie distal plana, a veces redondeada, con el punto tangente elíptico. Apófisis de la cuchilla no presente. La conexión entre la cuchilla y la parte central es de tamaño medio, en algunos dentículos delgada. La parte central es delgada y triangular, en algunos casos, con una ligera apófisis en la conexión con el rayo. Rayo ancho con punta redonda.

**Cuadro 6.** Medidas de *Trichodina colisae* de Río Conchos, Chihuahua.

| <b>Parámetro</b>                    |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 18.18 - 22.72 (20.45) |
| Disco adhesivo                      | 31.81 - 36.36 (34.09) |
| Número de: dentículos               | 21 - 22               |
| Estriaciones radiales               | 10                    |
| Ancho de la membrana                | 3.63                  |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 4.54 - 5.45 (5)       |
| Rayo                                | 3.63 - 5.45 (4.54)    |
| Parte central                       | 1.81                  |
| Cuchilla                            | 4.54                  |
| <i>Span</i>                         | 10.43 - 11.34 (10.9)  |

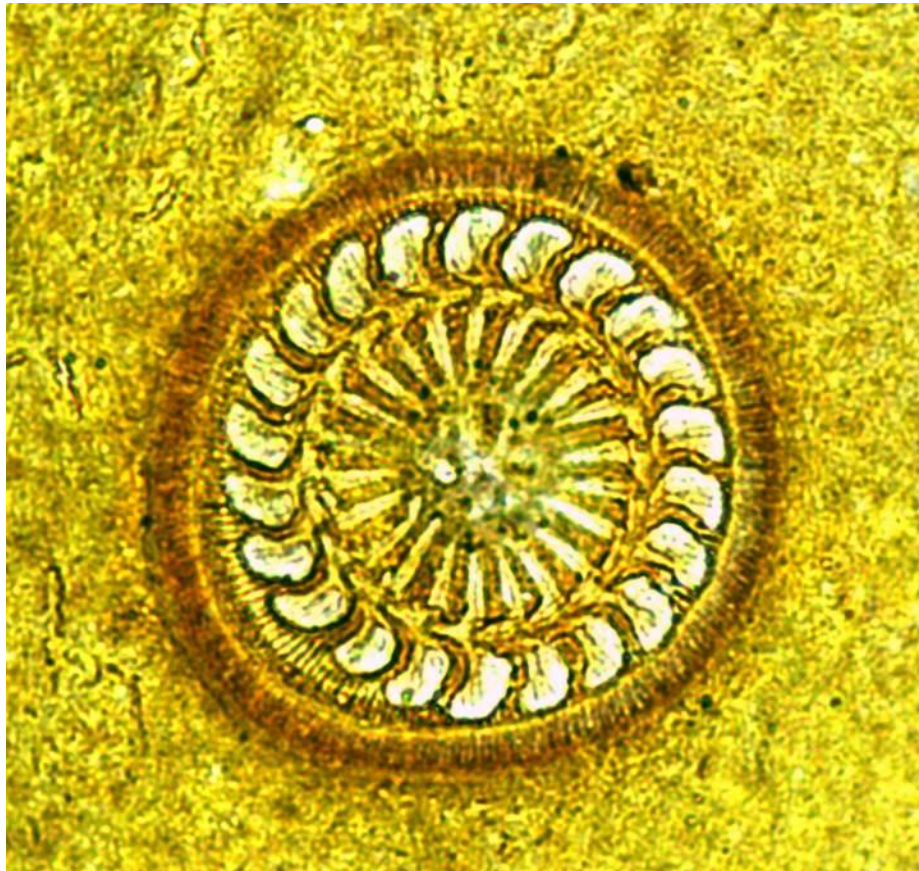
**Comentarios:**

Asmat y Sultana (2005) mencionan lo parecidos que son los discos adhesivos de *T. matsu* Basson y Van As, 1994 y *T. colisae* después de la impregnación con plata, así como sus medidas. Después de un estudio detallado revelaron importantes diferencias entre estas especies. Las características diagnósticas de *T. colisae* son cuchilla con margen paralelo, a veces ligeramente curva. Margen anterior angular, en ocasiones ligeramente curvo para formar un ápice poco profundo. Margen posterior de la cuchilla en forma de media luna poco profunda. Parte central de la cuchilla estrecha. Hendidura en la parte central inferior ausente.

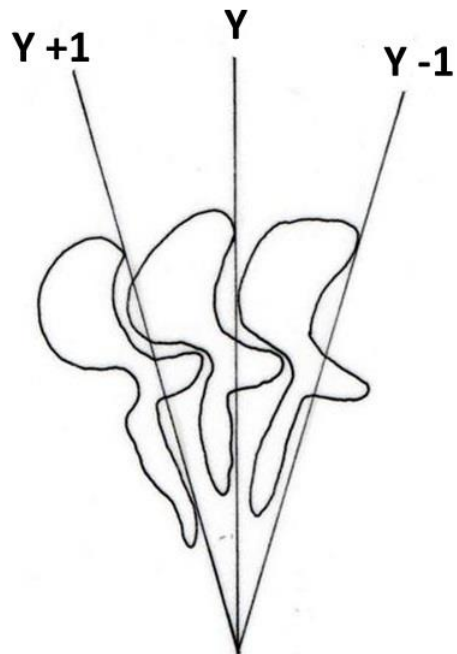
Conexión del rayo con la parte central; corta y delgada. Apófisis del rayo no visible. Rayo grueso, hinchado y con la punta redonda y dirigida anteriormente.

En las preparaciones de impregnación con plata de Klein, se observa en *T. colisae* características propias de la especie, con algunas variaciones como el ancho de la parte central de la cuchilla, el cual no es tan estrecho como se menciona en la descripción original pero las medidas coinciden con las de Asmat y Sultana (2005).

La descripción de *T. colisae* es relativamente nueva, fue descrita por primera vez por Asmat y Sultana (2005) en Bangladesh, en *Trichogaster fasciata* (= *Polyacanthus fasciatus*), pez de la familia Osphronemidae, el registro más reciente es en peces de Brasil, en *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) y *P. brachypomus* (Cuvier, 1818) ambos de la familia Serrasalminidae (Jerônimo, *et al.*, 2012). En Río Conchos, Chihuahua, esta especie se encontró en *Astyanax mexicanus*, siendo el primer registro para este huésped y para esta localidad.



**Fig. 14.** Microfotografía en 100X de *Trichodina colisae*, Río Conchos, Chihuahua en impregnación de plata "en seco" de Klein, encontrado en *Astyanax mexicanus*.



**Fig. 15.** Esquema de los denticulos de *T. colisae* en Río Conchos, Chihuahua.



*Trichodina cf. compacta* Van As y Basson, 1989 (figura 16 y 17).

**Huésped:** *Poeciliopsis presidionis*

*Poeciliopsis latidens*

Cuerpo pequeño en forma de disco, anillo denticular con variación en el tamaño, de 15  $\mu$  hasta 30  $\mu$  (Cuadro 7). Número de dentículos de 20 a 22. Cuchilla mayor al rayo en la mayoría de los casos, ancha con el margen anterior curvo y el posterior a menor grado, la superficie distal de la cuchilla plana. Conexión de la cuchilla a la parte central ancha. Parte central triangular con punta redonda. Rayo ancho y recto en la mayoría de los dentículos. El centro del disco adhesivo condensado visiblemente tanto en técnicas de impregnación como *in vivo*.

**Cuadro 7.** Medidas de *Trichodina cf. compacta* de Arroyo Chupaderos, Sinaloa.

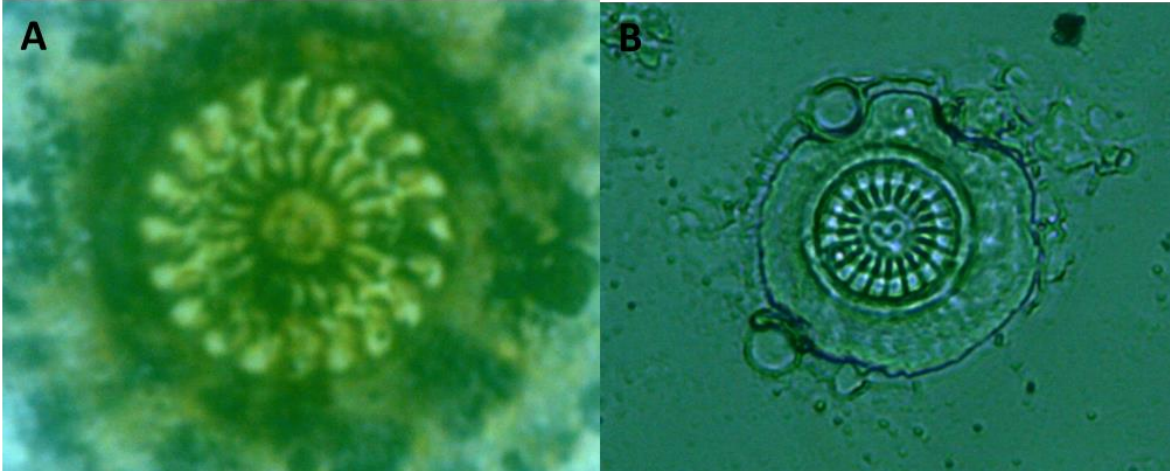
| Parámetro                           |                    |
|-------------------------------------|--------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 15.45 - 30.9 (20)  |
| Disco adhesivo                      | 23.63 - 30 (27.27) |
| Número de: dentículos               | 20 - 22 (21)       |
| Estriaciones Radiales               |                    |
| Ancho de la membrana                | 1.81 - 4.54 (3.63) |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 1.81 - 3.63 (2.95) |
| Rayo                                | 2.72 - 3.63 (3.18) |
| Parte central                       | 0.9 - 1.81 (1.58)  |
| Cuchilla                            | 2.72 - 4.54 (3.63) |
| <i>Span</i>                         | 7.25 - 9.07 (8.39) |

#### **Comentarios:**

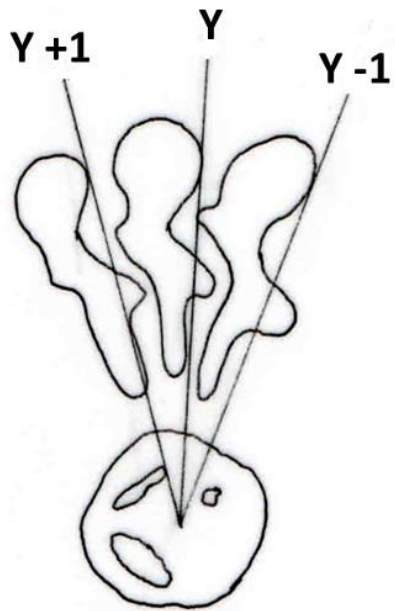
La descripción original de *T. compacta* menciona características fundamentales para reconocer a este tricodínido; parte interna del disco adhesivo impregnada igual que los dentículos en impregnación con plata, parte central del dentículo poco distinguible entre la cuchilla y el rayo, parte central redonda pero ligeramente afilada, apófisis prominente en la parte anterior del rayo, cuchilla trunca, rayo corto y apófisis presente en la cuchilla (Van As y Basson, 1989). En el material con impregnación con plata de Klein del Arroyo Chupaderos, Sinaloa, las medidas coinciden con las de Van As y Basson (1992) y Ghiraldelli *et al.* (2006)

con variaciones en el tamaño del disco adhesivo y el total del dentículo. Se observan muchas características de la especie, como el centro impregnado igual que los dentículos, la apófisis de las cuchillas, pero ya que la calidad de las técnicas no es la mejor, nos lleva a confrontar a este tricodínido con *T. compacta*, proponiendo hacer estudios posteriores para mejorar las técnicas y poder hacer una mejor identificación.

*T. compacta* se describe por primera vez para peces de Sudáfrica e Israel por Van As y Basson (1989). A partir de esta descripción *T. compacta* se ha reportado en otras localidades, de Taiwan, Zambezi y Brasil (Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; Ghirdelli *et al*, 2006), entre las familias de peces en los que se ha reportado están Mormyridae, Distichodontidae, Cyprinidae, Mochokidae, Poeciliidae, Cichlidae. En el arroyo Chupaderos, Sinaloa esta especie se encontró en *Poeciliopsis presidionis* y *P. latidens*.



**Fig. 16.** Microfotografías de *Trichodina* cf. *compacta* en el arroyo Chupaderos, Sinaloa. **A.** Impregnación de plata “en seco” de Klein (100X). **B.** Muestra *in vivo*.



**Fig. 17.** Esquema de los dentículos de *T.* cf. *compacta* del arroyo Chupaderos, Sinaloa.

*Trichodina heterodentata* Duncan, 1997 (figura 18 y 19).

**Huésped:** *Campostoma ornatum*

*Gila pulchra*

*Micropterus salmoides*

**Localidad:** Río Santa Isabel, Chihuahua

San José del Molino, Durango

Tricodínido en forma de disco de tamaño medio. Número de dentículos de 21 a 23 (Cuadro 8).

Su característica principal es la presencia de una apófisis en la conexión de la cuchilla con la parte central. Cuchilla con forma de hoz, la superficie distal de la cuchilla en la mayoría de los casos recta, parte central del dentículo ancha y alargada. Rayos más largos que las cuchillas, de grosor medio, con mucha variación entre especies. Macronúcleo en forma de herradura.

**Cuadro 8.** Medidas de *Trichodina heterodentata* de Río Santa Isabel, Chihuahua y San José del Molino, Durango.

| Parámetro                           | Río Santa Isabel | San José del Molino  |
|-------------------------------------|------------------|----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 30.9             | 30.9 - 31.8 (31.4)   |
| Disco adhesivo                      | 50               | 53.6 - 59 (56.3)     |
| Número de: dentículos               | 21               | 23                   |
| Estriaciones radiales               | 8                | 7                    |
| Ancho de la membrana                | 4.5              | 3.6                  |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 7.3              | 6.4 - 7.3 (6.8)      |
| Rayo                                | 6.4              | 7.3 - 8.2 (7.7)      |
| Parte central                       | 1.8              | 2.7 - 3.6 (3.2)      |
| Cuchilla                            | 5.5              | 5.5                  |
| <i>Span</i>                         | 14               | 15.44 - 17.26 (16.4) |

#### **Comentarios:**

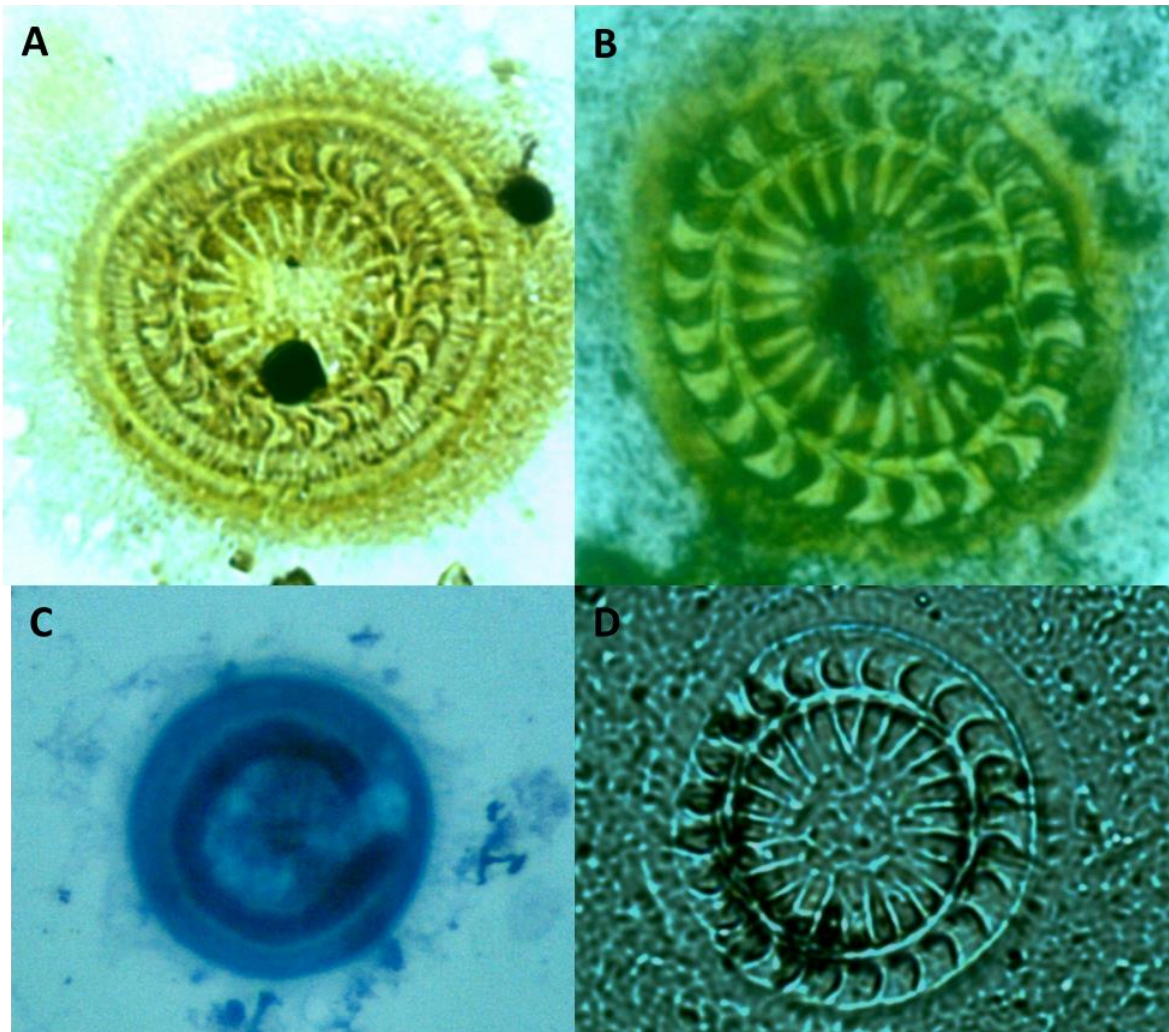
*T. heterodentata* presenta una gran variación en la dimensión de los dentículos y sus estructuras, como la cuchilla, parte central y rayo (Basson, Van As y Paperna, 1983; Albaladejo y Arthur, 1989; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; Al-Rasheid *et al.*, 2000; Asmat, 2004; Martins *et al.*, 2010; De Pádua *et al.*, 2012; Miranda *et al.*, 2012). Por todo esto Duncan (1977) describió algunas características particulares en tres poblaciones de *T. heterodentata* en Filipinas, lo que permite mostrar las diferencias dentro y entre las especies de tricodínidos.

La orientación del rayo en dirección anterior o posterior es una de las características de esta especie. Estos tricodínidos tienen una apófisis prominente en el punto en donde la cuchilla se une con la parte central, así como una ligera apófisis en el rayo; en el punto en donde se une con la parte central (Martins *et al.*, 2010). Los ejemplares de *T. heterodontata* presentes en Río Santa Isabel, Chihuahua y San José del Molino, Durango, muestran la apófisis de la cuchilla en la mayoría de los denticulos y algunos rayos muestran una ligera apófisis. Respecto a sus medidas, coinciden en todos los aspectos con las de Basson, Van As y Paperna (1983), Basson y Van As (1994), Albaladejo y Arthur (1989), Al-Rasheid *et al.* (2000), Asmat (2004) y Martins *et al.* (2010).

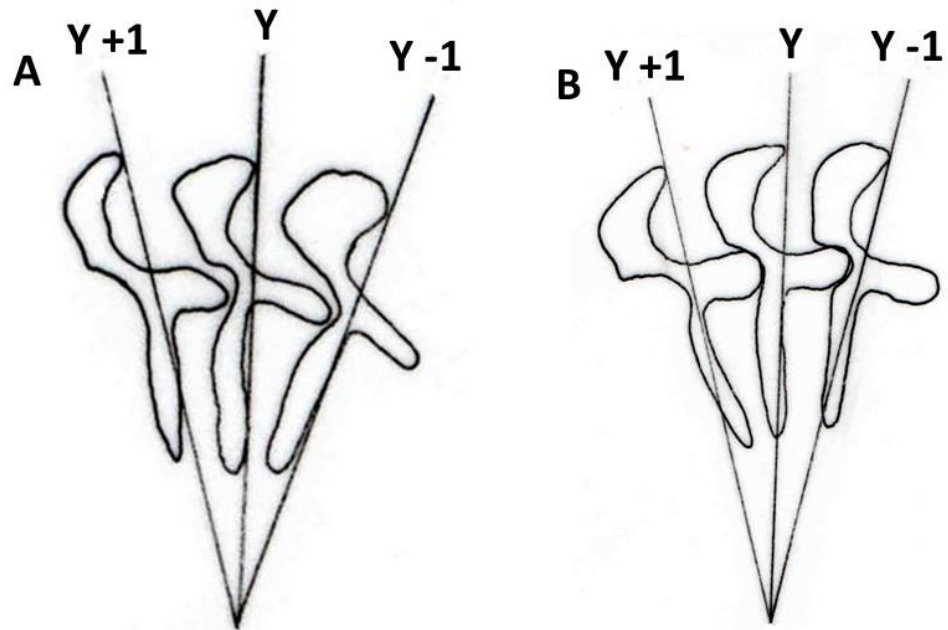
Basson y Van As (1994) consideran a *T. heterodontata* originaria de cíclidos de África; esto es porque fue encontrada en cíclidos del este de Caprivi, el cual es un ambiente virgen y en donde no se han introducido especies. A pesar de esto, ha sido encontrada en 14 diferentes familias de peces y en alrededor de 43 diferentes especies de peces (Martins *et al.*, 2010), por lo que se podría considerar uno de los tricodínidos más comunes en infestaciones a peces dulceacuícolas. En Río Santa Isabel se encontró en *Campostoma ornatum* y *Gila pulchra* en donde se presentó una infestación mixta respecto al huésped, por lo que es recomendable estudios posteriores para determinar si se encuentra en las dos especies o sólo en una. La distribución de estos huéspedes es el norte de México, ambos peces pertenecen a la familia Cyprinidae, en la cual *T. heterodontata* se ha registrado en 15 especies, siendo esta la familia para la que existe un mayor número de registros de este ciliado. En San José del Molino, Durango se encontró en *Micropterus solmoides*, donde es introducida, pez de la familia Centrarchidae, que se distribuye desde el norte de México hasta Quebec, Canadá. Este registro es el primero para esta familia sumando ya 15 familias de peces huéspedes.

*T. heterodontata* fue descrita por primera vez por Duncan (1977) en Filipinas. A partir de eso más autores la observaron y se ha registrado en diferentes localidades como Sudáfrica,

Israel, Botswana, Taiwan, Egipto, India y Brasil (Van As y Basson, 1983, 1992; Albaladejo y Arthur, 1989; Basson y Van As, 1994; Al-Rasheid *et al*, 2000; Asmat, 2004, Martins *et al*, 2010 en De Pádua *et al*, 2012).



**Fig. 18.** Microfotografía de *Trichodina heterodentata* en 100X. **A.** Ejemplares de Río Santa Isabel, Chihuahua, en impregnación de plata “en seco” de Klein de *Campostoma ornatum* y *Gila pulchra*. **B-D.** Especímenes de San José del Molino, Durango, en impregnación en plata (B), en Hematoxilina de Harris, en donde se nota el macronúcleo en forma de herradura (C) e *in vivo* (D) de *Micropterus salmoides*.



**Fig. 19.** Esquemas de los denticulos de *T. heterodontata*. **A.** Denticulos de los especímenes de Río Santa Isabel, Chihuahua. **B.** Denticulos de los individuos de San José del Molino, Durango.

*Trichodina cf. maritinkae* Basson y Van As, 1991 (Figura 20 y 21).

**Huésped:** *Astyanax mexicanus*

**Localidad:** Río Conchos, Chihuahua

Tricodínido de cuerpo redondo, con rayos más largos que las cuchillas (Cuadro 9). Borde de la membrana bien definido. Cuchilla amplia, con el margen posterior y anterior formando una curva. La conexión entre la cuchilla y la parte central es ancha. Parte central ancha en forma de triángulo con punta redonda que encaja en el siguiente dentículo. La conexión entre la parte central y el rayo es pequeña y delgada. Rayo delgado y recto. Centro del disco adhesivo con algunas partes condensadas.

**Cuadro 9.** Medidas de *Trichodina cf. maritinkae* de Río Conchos, Chihuahua.

| Parámetro                           |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 20.45                |
| Disco adhesivo                      | 31.81 - 40.9 (34.65) |
| Número de: dentículos               | 20 - 21 (21)         |
| Estriaciones Radiales               |                      |
| Ancho de la membrana                | 1.81 - 4.54 (3.63)   |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 4.54 - 6.81 (5.11)   |
| Rayo                                | 4.54                 |
| Parte central                       | 2.27                 |
| Cuchilla                            | 2.27 - 4.54 (3.97)   |
| Span                                | 9.08 - 11.35 (10.8)  |

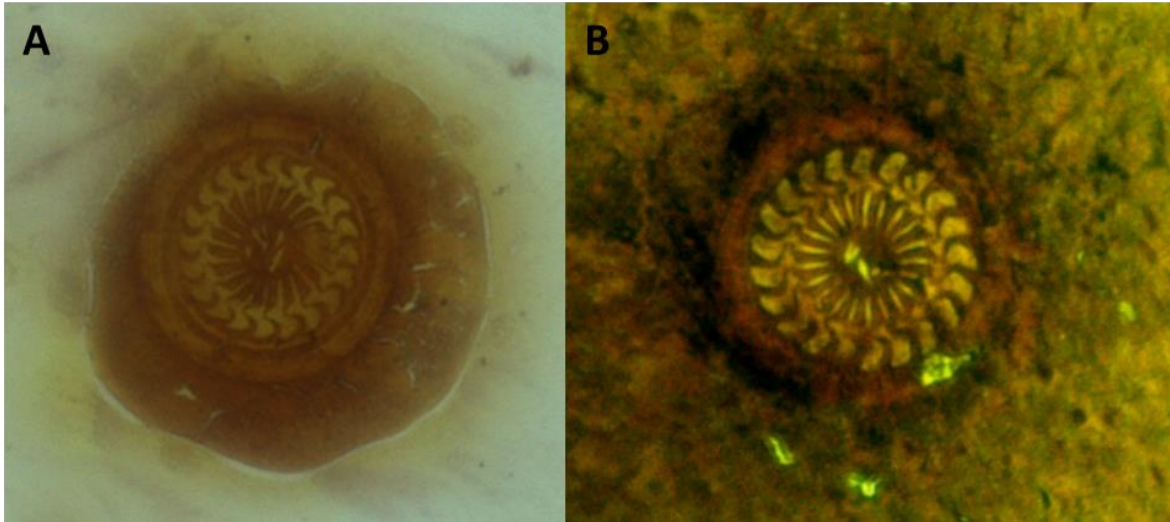
**Comentarios:**

Entre las características principales de *T. maritinkae* están la apófisis de la cuchilla no muy prominente pero siempre presente, conexión de la cuchilla con la parte central delgada, parte central del dentículo con punta redonda que encaja en el siguiente dentículo, apófisis en el rayo, cerca de la conexión con la parte central en muchos casos prominente (Basson y Van As, 1991). La morfología de los tricodínidos observados en el presente trabajo coinciden con la forma y medidas del dentículo de *T. maritinkae*, en especial con las de Van As y Basson (1992) y Basson y Van As (1994) pero con menor número de dentículos y menor tamaño en el anillo

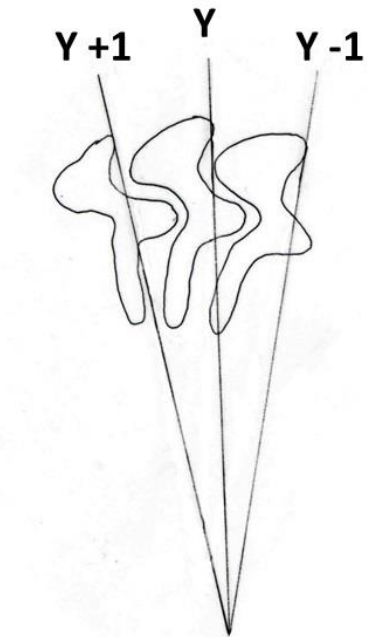


denticular y el disco adhesivo. Las apófisis características de la cuchilla y del rayo son observables solo en algunos dentículos, esto y la presencia de varillas condensadas en el centro del disco adhesivo es lo que nos lleva a confrontar con *T. maritinkae*. Dada la escasez de material para realizar otro tipo de técnicas que nos permitan facilitar la identificación, no se puede observar la ciliatura del cuerpo, la cual es una característica importante en la determinación de estos tricodínidos.

Este tricodínido fue descrito originalmente por Basson y Van As (1991) para las branquias de peces del género *Clarias* en Sudáfrica, río Zambezi, Taiwan y Egipto (Basson y Van As, 1991; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994, El-Tantawy y El- Sherbiny, 2010). En Río Conchos, Chihuahua se encontró en *Astyanax mexicanus*.



**Fig. 20. A-B.** Microfotografías en 40X de *Trichodina* cf. *maritinkae* en impregnación de plata “en seco” de Klein, de Río Conchos, Chihuahua.



**Fig. 21.** Esquemas de los dentículos de *T.* cf. *maritinkae* de Río Conchos, Chihuahua.

*Trichodina modesta* Lom, 1970 (Figura 22 y 23).

**Huésped:** *Astyanax mexicanus*

**Localidad:** Río Conchos Chihuahua

Cuerpo en forma de disco, cuchilla plana con una ligera curva en el margen posterior, el margen anterior con una curva más pronunciada, la superficie distal de la cuchilla recta en la mayoría de los dentículos, sin apófisis visible. Parte central corta que termina en punta redonda, encajando perfectamente en el dentículo siguiente. La conexión entre la parte central y el rayo es muy delgada. Rayos delgados con punta afilada (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Medidas de *Trichodina modesta* en Río Conchos, Chihuahua.

| Parámetro                           |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 17.27 - 20.45 (18.86) |
| Disco adhesivo                      | 34.09 - 34.54 (34.32) |
| Número de: dentículos               | 21 - 22               |
| Estriaciones radiales               | 10                    |
| Ancho de la membrana                | 4.54 - 6.81 (5.67)    |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 3.63 - 6.81 (5.22)    |
| Rayo                                | 3.63 - 6.81 (5.45)    |
| Parte central                       | 2.27 - 2.72 (2.5)     |
| Cuchilla                            | 3.63 - 4.54 (4-09)    |
| <i>Span</i>                         | 10.43 - 13.62 (9.98)  |

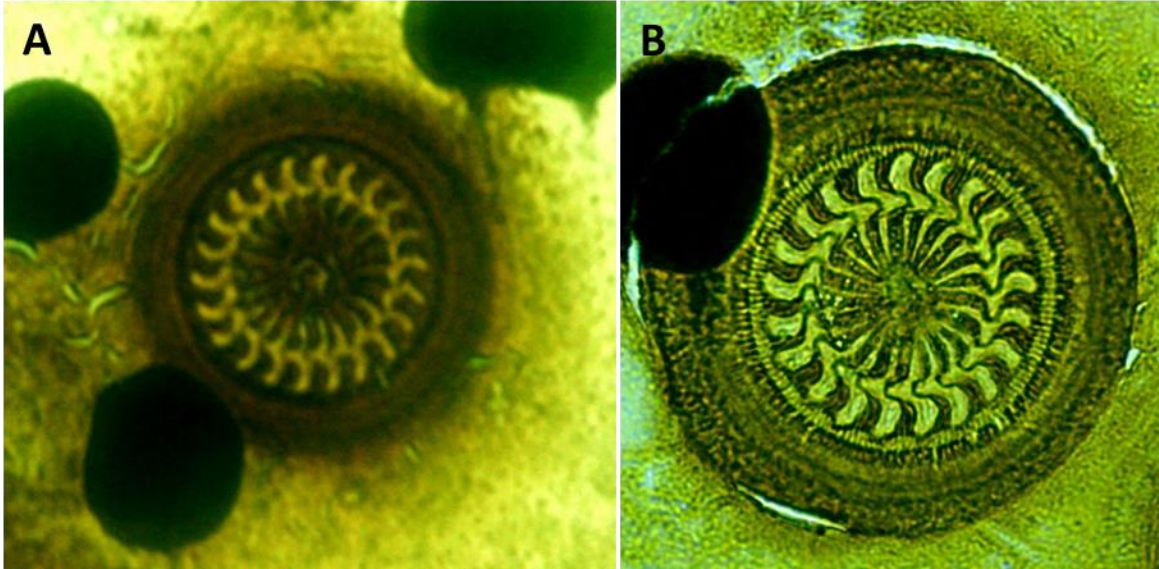
**Comentarios:**

Algunas de las características diagnósticas de *T. modesta* son rayos ligeramente curvos en dirección posterior, que terminan en punta, parte central corta, triangular, que termina en punta redonda, que encaja perfectamente en el dentículo anterior, espiral completo en la ciliatura adoral, sin apófisis visible en la cuchilla y cuchilla plana (Lom, 1970a; Basson y Van As, 1994). Las características que más se observan en nuestros ejemplares es la parte central triangular encajando en el dentículo posterior, la forma plana de las cuchillas y la terminación en punta de los rayos. En cuanto a la comparación de sus medidas con las de los demás autores, estas coinciden casi en su totalidad con las de Öztürk y Özer (2007) con variación en

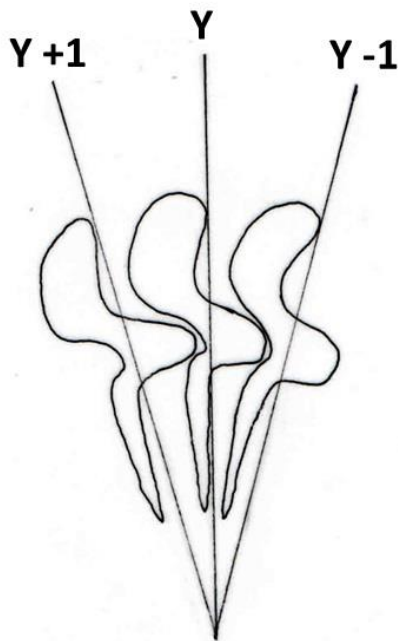
las estriaciones radiales y el ancho de la membrana del borde. Con las de Lom (1970a), Gaze y Wooten (1998) y Özer (2007) difieren en el tamaño del rayo, la parte central y las cuchillas, ya que nuestros ejemplares son más grandes.

*Vimba vimba* (Linneaus, 1758) de la familia Cyprinidae fue el primer huésped para el que se registra *T. modesta* en Hungría por Lom (1970a); desde su descripción, más familias de peces se han sumado a la lista de huéspedes de este tricodínido, entre ellas están Balitoridae, Cobitidae, Gobiidae (Basson y Van As, 1994), Esocidae (Wlasow *et al.*, 2003), Cyprinodontidae (Öztürk y Özer, 2008). Además de Lom, otros autores la han registrado en Taiwan (Basson y Van As, 1994), Polonia (Wieżbicka, 1997; Wtasow *et al.*, 2003) Inglaterra (Gaze y Wooten, 1998) y Turquía (Öztürk y Özer, 2008).

En Río Conchos, Chihuahua fue encontrada en *Astyanax mexicanus*, por lo que la familia Characidae se suma a la lista de huéspedes conocidos.



**Fig. 22.** Microfotografías de *Trichodina modesta* de Río Conchos, Chihuahua en impregnación de plata “en seco” de Klein, en 40X (A) y 100X (B) de *Astyanax mexicanus*.



**Fig. 23.** Esquema de los dentículos de *T. modesta* de Río Conchos, Chihuahua.

*Trichodina mutabilis* Kazubski y Migala, 1968 (Figura 24 y 25).

**Huésped:** *Astyanax mexicanus*

**Localidad:** “El Anteojo”, Cuatro Ciénegas, Coahuila

Río Conchos, Chihuahua

El tamaño de estas trichodinas varía mucho; puede ser de 26  $\mu$  hasta 57  $\mu$  (Cuadro 11), con la membrana del borde bien definida. El número de dentículos no va más allá de 28, la morfología de este consiste en rayos delgados con variación en la longitud, aunque principalmente alargados y punta redonda. La parte central presenta una apófisis delgada que une a los dentículos, la unión de la parte central con la cuchilla es de tamaño medio. Las cuchillas son más pequeñas que los rayos. Cuentan con macronúcleo en forma de herradura.

**Cuadro 11.** Medidas de *Trichodina mutabilis* de “El Anteojo”, Coahuila y Río Conchos, Chihuahua.

| Parámetro                           | El Anteojo            | Río Conchos           |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 18.73 - 23.94 (21.77) | 15.45 - 33.63 (25.05) |
| Disco adhesivo                      | 32.42 - 39.3 (36.22)  | 26.36 - 57.27 (41.36) |
| Número de: dentículos               | 23 - 28 (26.28)       | 23 - 27 (25)          |
| Estriaciones radiales               | 7 - 10                | 7 - 10 (9)            |
| Ancho de la membrana                | 2.5 - 4.84 (3.51)     | 2.72 - 6.81 (3.93)    |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 4 - 4.45 (4.85)       | 2.72 - 6.36 (4.35)    |
| Rayo                                | 4.1 - 6.14 (5.52)     | 4.54 - 7.27 (5.73)    |
| Parte central                       | 1.23 - 1.68 (1.46)    | 0.9 - 2.77 (1.75)     |
| Cuchilla                            | 3.71 - 4.73 (4.33)    | 2.72 - 6.81 (5.12)    |
| <i>Span</i>                         | 11.32                 | 6.34 - 15.89 (12.6)   |

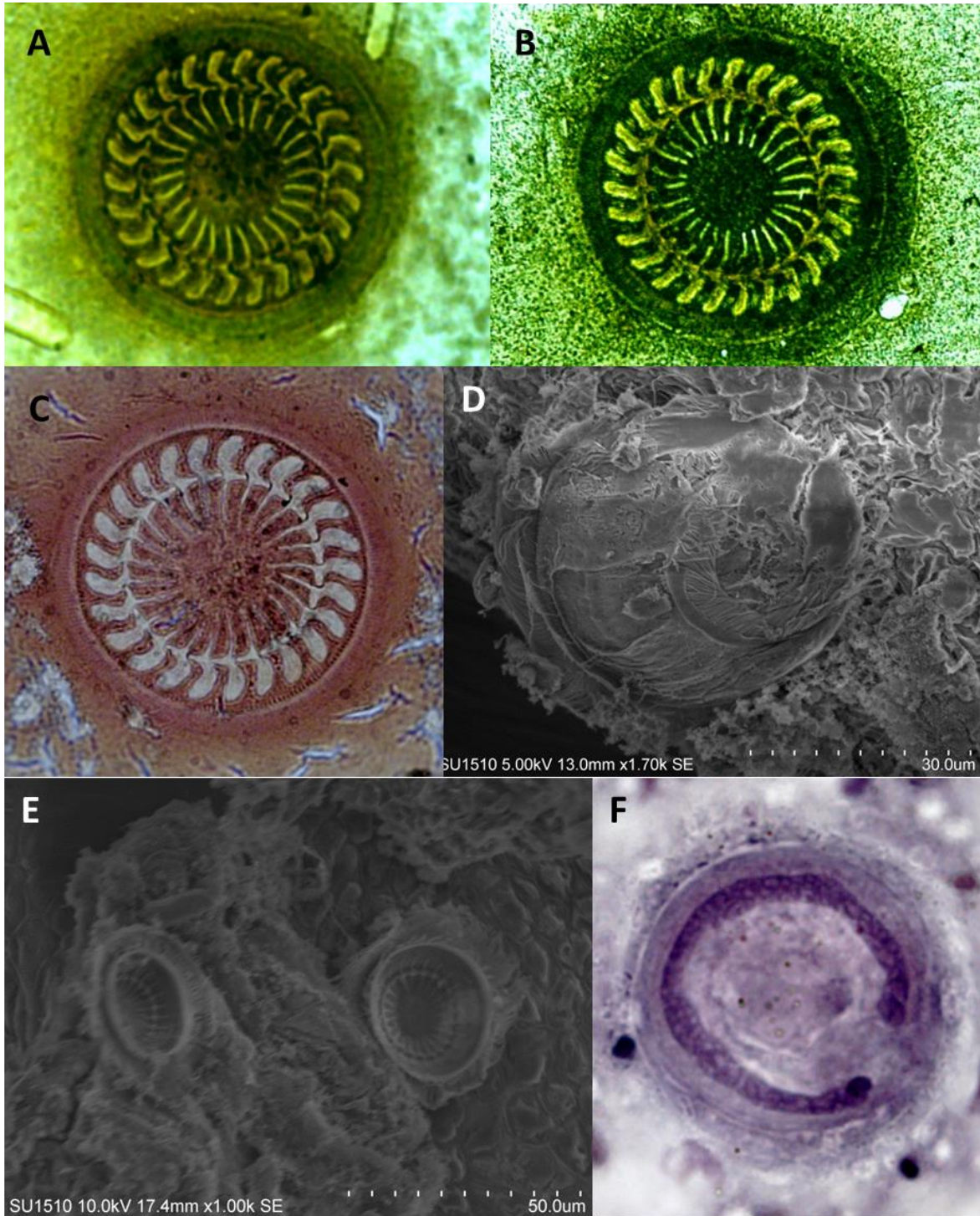
**Comentarios:**

Las características principales de *T. mutabilis* son la cuchilla en forma de pala, algunas veces arqueadas, la parte central del dentículo delgada y rayos ligeramente arqueados. Sin embargo, se considera que presentan mucha variación (Basson y Van As, 1994). Los ejemplares de Río Conchos, Chihuahua cuentan con estas características; sus medidas coinciden perfectamente con las de Mitra y Bandyopadhyay (2005) y con las de Basson, Van As y Paperna (1983), Albaladejo y Arthur (1989) y Hu (2012) coinciden con el tamaño del disco adhesivo, anillo

denticular y número de dentículos, pero el tamaño de los dentículos y sus componentes es de menor tamaño en nuestros ejemplares. Los ejemplares de “El Anteojo”, Coahuila, también presentan estas características, aunque las cuchillas son más arqueadas y los rayos rectos. En cuanto a sus medidas, estas también coinciden muy bien con las de Mitra y Bandyopadhyay (2005), y con las de Lom (1970a) coinciden en cuanto a tamaño del disco adhesivo, anillo denticular y número de dentículos. *T. mutabilis* presenta una gran variación en cuanto a tamaño, por lo que los ejemplares de “El Anteojo” entran el intervalo de medidas pero como ejemplares de tamaño pequeño.

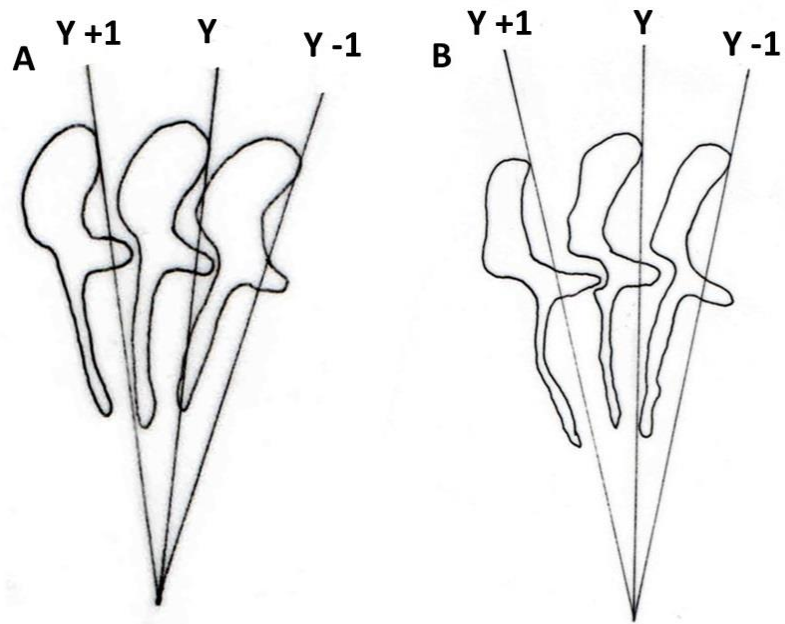
Kazubski y Migala (1968) describieron por primera vez a *T. mutabilis* de la carpa *Cyprinus carpio* de Polonia. A partir de esta descripción se ha registrado en diferentes localidades en el este de Europa, Sudáfrica, Israel e India (Lom 1970b; Basson and Van As, 1994; Dove y Donoghue, 2005; Mitra y Bandyopadhyay, 2005; ver también Hu, 2012 y algunas de las referencias citadas allí).

*Trichodina mutabilis* se ha registrado para *Cyprinus carpio* (Kazubski y Migala, 1968; Lom, 1970a; Basson, Van As y Paperna, 1983; Albaladejo y Arthur, 1989; Basson y Van As, 1994; Dove y O’donoghue, 2005), la cual es nativa de Asia, y ha sido introducida a los sistemas acuáticos de México desde hace varios años. En Río Conchos, Chihuahua y “El Anteojo”, Coahuila, se encontró a este tricodínido en *Astyanax mexicanus* por lo que es un primer registro para huésped. Si bien se ha buscado conservar la biodiversidad de Cuatro Ciénegas, existen evidencias de que las carpas han sido introducidas a esta región, por lo que la transferencia del parásito facilitada por la introducción del huésped sería una posible explicación de la presencia de este tricodínido en *A. mexicanus* tanto en dicha localidad, como en Río Conchos. Su presencia en peces nativos en un área tan relevante motivó que el registro fuese preparado a modo de manuscrito el cual actualmente se encuentra aceptado para su publicación en la Revista Mexicana de Biodiversidad (ver Apéndice I).



**Fig. 24.** *Trichodina mutabilis* **A-B.** Microfotografías de los ejemplares de Río Conchos, Chihuahua en impregnación de plata “en seco” de Klein de *Astyanax mexicanus*. **C.** Microfotografía de los especímenes de Cuatro Ciénegas, Coahuila en impregnación en plata “en seco” de Klein. **D-E.** Microfotografía electrónica de barrido en donde se observa la ciliatura y los dentículos. **F.** Ejemplar en hematoxilina de Harris, se muestra el macronúcleo en forma de herradura.





**Fig. 25.** Esquemas de los denticulos de *T. mutabilis*. **A.** Denticulos de los ejemplars de Cuatro Ciénegas, Coahuila. **B.** Denticulos de los especímenes de Río Conchos, Chihuahua.

*Trichodina rectuncinata* Raabe, 1958 (figura 26 y 27).

**Huésped:** *Enneanectes reticulatus*

**Localidad:** San Carlos, Sonora

Tricodínido de cuerpo pequeño en forma de disco (Cuadro 12), presente en peces marinos.

Con la característica principal de tener cuchillas triangulares y una cavidad triangular en ellas.

El denticulo presenta bordes rectos, la superficie distal de la cuchilla es en punta. Parte central pequeña con punta redonda. Rayo corto y curvo sin conexión a la parte central distinguible.

Con el espiral adoral de cilios dando más de una vuelta.

**Cuadro 12.** Medidas de *Trichodina rectuncinata* de la San Carlos, Sonora.

| Parámetro                           |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 14.54 - 16.36 (15.75) |
| Disco adhesivo                      | 20.9 - 29.09 (25.75)  |
| Número de: denticulos               | 24 - 28 (26)          |
| Estriaciones radiales               | 6                     |
| Ancho de la membrana                | 2.72                  |
| Dimensiones del denticulo: longitud | 1.81 - 2.72 (2.41)    |
| Rayo                                | 2.72 - 3.63 (3.08)    |
| Parte central                       | 0.9 - 1.81 (1.20)     |
| Cuchilla                            | 2.72 - 4.54 (3.63)    |
| <i>Span</i>                         | 6.34 - 9.07 (7.91)    |

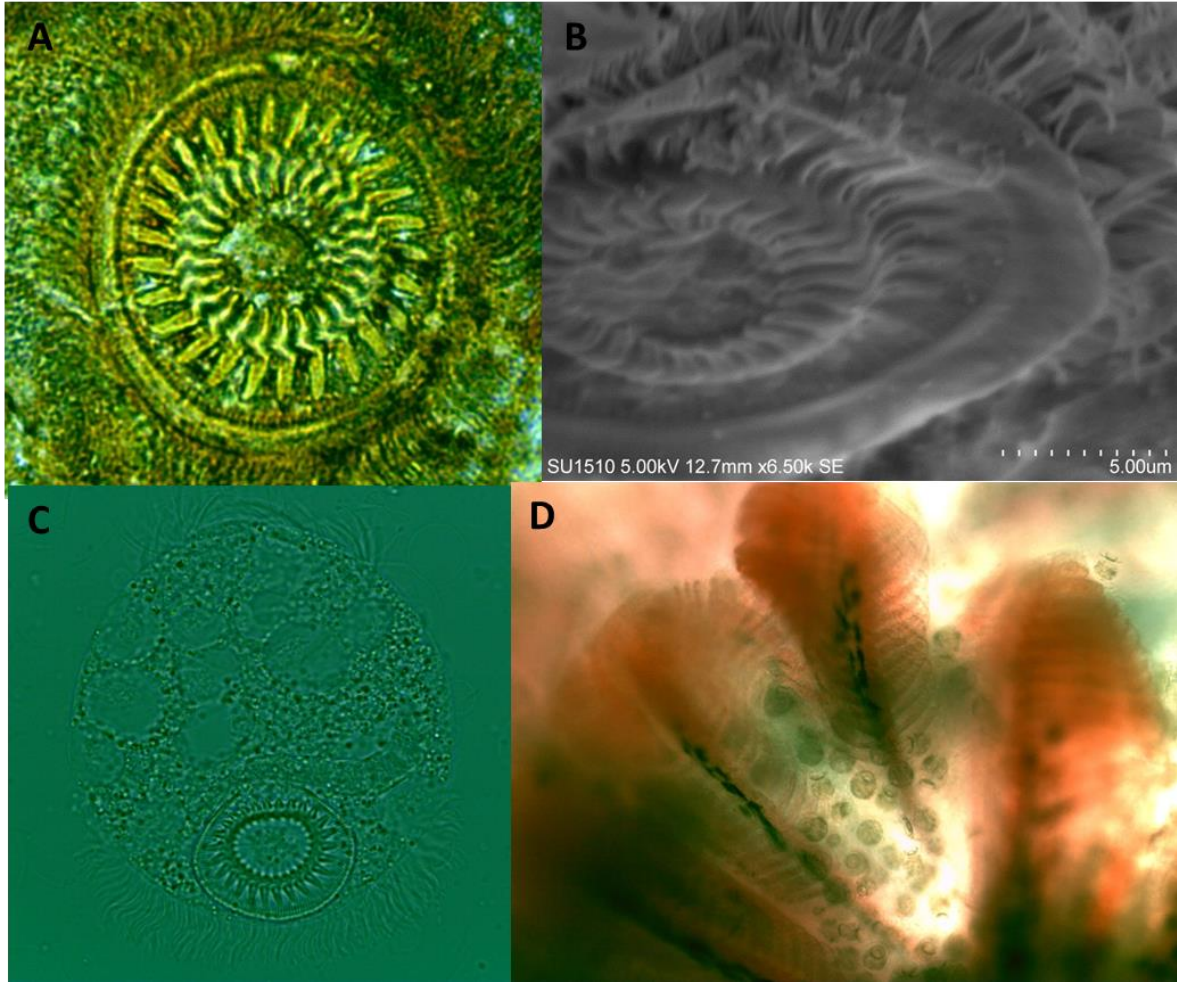
#### **Comentarios:**

La característica principal de *T. rectuncinata* es la forma de sus cuchillas del denticulo; triangulares y con una cavidad triangular dentro de ellas. El estudio realizado por Grupcheva, Lom y Dyková (1989) muestra una gran cantidad de variaciones en la morfología y dimensiones de este tricodínido. Nuestros ejemplares muestran variaciones respecto a las medidas pero la morfología del denticulo coincide con la de *T. rectuncinata*. A pesar de estas variaciones en las medidas, estas coinciden con las de Lom (1970b), Grupcheva, Lom y Dyková (1989), Loubser, Van As y Basson (1995) y Xu *et al.* (2001) variando en tamaño del disco adhesivo, el anillo denticular y en algunas estructuras del denticulo.

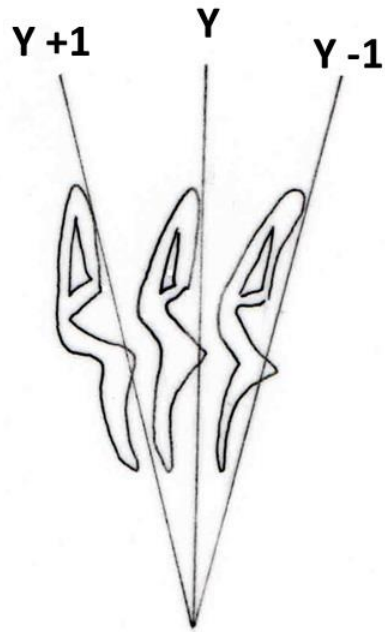
*T. rectuncinata* es uno de los tricodínidos más ampliamente distribuidos parasitando branquias de peces marinos. Se describió por primera vez por Raabe (1958) en cuatro especies de peces del mar Adriático y a partir de dicha descripción, se ha registrado por otros autores en más de 20 especies de peces huéspedes (Xu *et al.*, 2001) de alrededor de 11 familias.

Se ha registrado en diferentes localidades: Mar Negro, Costa del Pacífico en Canadá, Costa del Atlántico en Francia, Costa británica en Francia, Mar Mediterráneo, Bahía de Dakar, Senegal, Mar Amarillo, Mar Rojo y en la Polinesia francesa (Raabe, 1958; Lom, 1962; Zaika, 1966 en Lom, 1970b; Lom, 1970b; Grupcheva, Lom y Dyková, 1989; Loubser, Van As y Basson, 1995; Xu *et al.*, 2001, Diamant, 1985 en Colorni y Diamant, 2005; Palm 2011).

En San Carlos, Sonora, se encontró parasitando las branquias de *Enneanectes reticulatus* provocando una infestación masiva, este sería el primer registro para México.



**Fig. 26.** *Trichodina rectuncinata* de San Carlos, Sonora. **A.** Microfotografía en 100X en la técnica de impregnación de plata “en seco” de Klein. **B.** Microfotografía electrónica de barrido que muestra la morfología del denticulo. **C.** Microfotografía *in vivo* donde se observa la ciliatura de la *Trichodina*. **D.** Infección masiva de *T. rectuncinata* en las branquias de *Enneanectes reticulatus*.



**Fig. 27.** Esquema de los denticulos de *T. rectuncinata* de San Carlos, Sonora.

*Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950) Šramek – Hušek, 1953 (Figura 28 y 29)

**Huésped:** *Dionda episcopa*

**Localidad:** Río Tomochi, Chihuahua

Cuerpo pequeño (Cuadro 13), con forma de disco, con la membrana del borde visible. Número de dentículos de 17 a 18. La característica principal es la forma del dentículo; cuchilla cuadrada, con márgenes paralelos, superficie distal recta, sin rayo visible o en algunos casos muy cortos y curvos, parte central muy marcada y dirigida posteriormente. Macronúcleo en forma de herradura.

**Cuadro 13.** Medidas de *Trichodinella epizootica* de Río Tomochi, Chihuahua.

| Parámetro                           |         |
|-------------------------------------|---------|
| Diámetro del: anillo denticular     | 8.18    |
| Disco adhesivo                      | 18.18   |
| Número de: dentículos               | 17 - 18 |
| Estriaciones radiales               |         |
| Ancho de la membrana                | 2.72    |
| Dimensiones del dentículo: longitud | 1.81    |
| Rayo                                |         |
| Parte central                       | 0.9     |
| Cuchilla                            | 2.72    |
| <i>Span</i>                         | 4.54    |

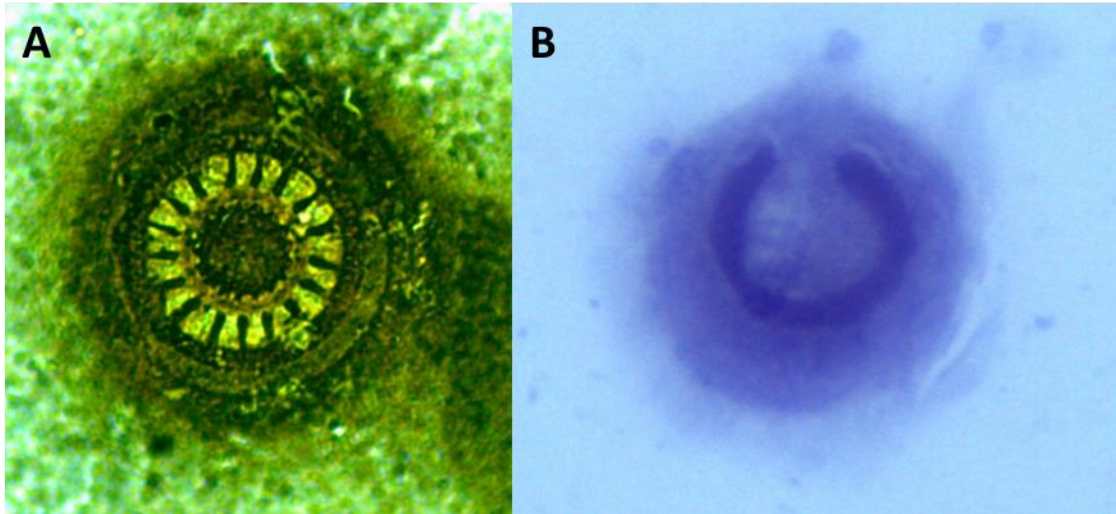
**Comentarios:**

El género *Trichodinella* tiene como características principales dentículos con una parte central delicada, la cual se extiende en proyección y encaja en la muesca que se encuentra entre la parte central y la cuchilla del siguiente dentículo. El rayo forma un gancho corto, delicado y curvo a lo largo de la parte central (Basson y Van As, 1989). Las características de *Trichodinella epizootica* son cuerpo pequeño y con forma de disco, disco adhesivo cóncavo, membrana del borde delgada, pero se distinguen estrías finas, cuchilla alargada con márgenes paralelos, y se estrecha hacia la proyección anterior. El margen distal es continuo a la membrana del borde. Proyección anterior esbelta pero prominente y ajustada en la muesca

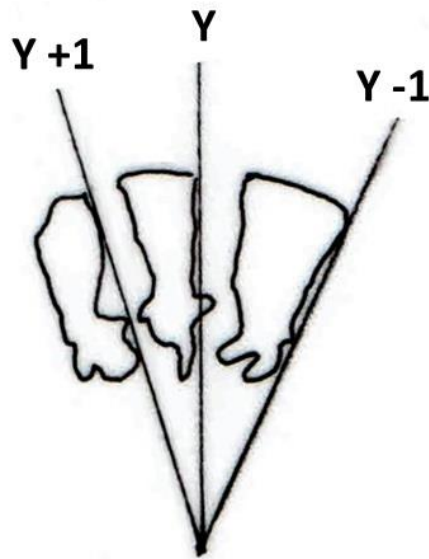
entre la parte central y la cuchilla. Proyección posterior no bien desarrollada. Parte central redonda. Los rayos forman un gancho delicado y curvo a lo largo de la parte central, que no son fáciles de distinguir *in vivo*, ni con impregnación con plata. Macronúcleo en forma de herradura pero el micronúcleo no se distingue (Mitra y Haldar, 2004). Nuestros ejemplares presentan variación respecto a la forma de la parte central, ya que esta es más gruesa que las descritas previamente. Respecto a sus medidas estas coinciden con las de Lom y Haldar (1977), Basson, Van As y Paperna (1983) y con las de Mitra y Haldar (2004) con ligeras variaciones en el número de dentículos y la parte central del dentículo.

*Trichodinella epizootica* se describió por primera vez por Raabe (1950) en las branquias de *Esox lucius*, *Cyprinus carpio*, *Carassius carassius* y *Scardinius erythrophthalmus* usando impregnación en plata de Klein y se redescibió por Šramek–Hušek (1953) (Mitra y Haldar, 2004). A partir de su descripción original, *T. epizootica* se ha descrito para otras localidades como Sudáfrica (Basson, Van As y Paperna, 1983; Basson y Van As, 1987), Serbia (Nikolić, Simonović y Poleksić, 2003) e India (Mitra y Haldar, 2004) y otros huéspedes, de las familias Cyprinidae y Cichlidae.

En Río Tomochi, Chihuahua se encontró en *Dionda episcopa*, pez de la familia Cyprinidae, este es el primer registro para esta especie de pez y para la localidad.



**Fig. 28.** Microfotografías en 100X de *Trichodinella epizootica*. A. Impregnación de plata “en seco” de Klein. B. Hematoxilina de Harris, en donde se observa el macronúcleo en forma de herradura.



**Fig. 29.** Esquema de los dentículos de *Trichodinella epizootica* de Río Tomochi, Chihuahua.



## Discusión

En el presente trabajo se encontraron nueve especies de tricodínidos, todas ellas registradas previamente en distintos lugares del mundo y en distintos huéspedes. Esto concuerda con la hipótesis de Beijernk, quien postula que “en microorganismos, todo está en todas partes siendo el ambiente el que selecciona” debido a su tamaño pequeño y la habilidad de muchos en formar fases de latencia que facilita su dispersión (Foissner, 2006). Sin embargo, es importante tomar en cuenta para la distribución disyunta de algunas especies de ciliados parásitos, otras posibles explicaciones como son la transfaunación de huéspedes y la posible especificidad de los parásitos.

La transfaunación intercontinental de peces dulceacuícolas por varios propósitos ha sido un proceso que ocurre desde hace muchos años y que provoca que varios parásitos de peces se distribuyan con todo y sus huéspedes en diferentes partes del mundo. Entre los casos confirmados de tricodínidos translocados se encuentra *Trichodina reticulata* Hirschmann y Partsch, 1955, originaria de Asia y que ahora se encuentra distribuida en Europa, Medio Oriente, Estados Unidos y Sudáfrica. Los tricodínidos originarios de África que ahora se encuentran en otras partes del mundo son *T. centrostrigeata* y *T. heterodentata*, esta última registrada en más de 14 familias de peces, alrededor del mundo (Basson y Van As, 1994).

Es bien sabido que la tilapia africana y la carpa asiática han sido introducidas a México desde hace muchos años como especies de cultivo, y que se han dispersado a sistemas acuáticos naturales, por lo tanto es factible considerar a *T. mutabilis*, (asociada a carpas), *T. heterodentata*, *T. modesta*, *T. compacta*, y *T. centrostrigeata* (registradas mayormente en tilapias), como especies que probablemente se distribuyeron en México con la introducción de sus huéspedes y que algunas de ellas ya infectaron a peces nativos o pueden empezar a hacerlo, lo que constituiría un potencial riesgo adicional para estas especies.

Se ha discutido la posible especificidad hospedatoria para tricodínidos (Lom y Hoffman, 1964; Wellborn, 1967; Van As y Basson, 1987; Basson y Van As, 1991; Basson y Van As, 2006; Martins *et al.*, 2010); algunas especies son consideradas muy específicas, en tanto que otras aparentemente no. En el presente trabajo se registran especies que aparentemente no presentan una gran especificidad hospedatoria, por lo que pueden colonizar diversos nichos con diferentes características, es decir, una mayor variedad de huéspedes, por lo que fue posible recolectarlos en este estudio e incluso su distribución podría ser más amplia de lo que actualmente se considera (Poulin, 1992). Como un ejemplo esta la especie *T. rectuncinata*, para la que se adiciona una especie de huésped y que se ha registrado previamente en las branquias de varias familias de peces marinos y distintas partes del mundo (Basson y Van As, 2006). Entre las especies encontradas en el presente estudio con estas características, las que cuentan con un mayor número de registros previos son *T. mutabilis* (Kazubzki y Migala, 1968; Lom, 1970a; Basson, Van As y Paperna, 1983; Albaladejo y Arthur, 1989; Basson y Van As, 1994; Özer y Erdem, 1998; Özer, 2000; Kritsky y Heckmann, 2002; Dove y O'Donoghue, 2005; Mitra y Bandyopadhyay, 2005; Hu, 2012), *T. modesta* (Lom, 1970a; Basson y Van As, 1994; Wierzbicka, 1997; Gaze y Wootten, 1998; Özer, 2007; Öztürk y Özer, 2007; Öztürk y Özer, 2008; Liu y Zhao, 2010, Qi, Zhao y Tang, 2011), *T. rectuncinata* (Lom, 1962; Loubser, Van As y Basson, 1995; Lom, 1970b; Grupcheva, Lom y Dyková, 1989; Xu *et al.*, 2001), *T. heterodontata* (Basson, Van As y Paperna, 1983; Albaladejo y Arthur, 1989; Bondad-Reantaso y Arthur, 1989; Van As y Basson, 1992; Kruger, Van As y Basson, 1993; Basson y Van As, 1994; Asmat, 2004; Dove y O'Donoghue, 2005; Dias *et al.*, 2009; Martins *et al.*, 2010; De Pádua *et al.*, 2012; Miranda *et al.*, 2012), *T. centrostrigeata* (Basson, Van As y Paperna, 1983; Bondad-Reantaso y Arthur, 1989; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; Rodríguez, 2002), y *Trichodinella epizootica* (Lom, 1962; Lom y Haldar, 1977; Basson,

Van As y Paperna, 1983; Basson y Van As, 1987; Basson y Van As, 1989; Nikolić, Simonović y Poleksić, 2003; Mitra y Haldar, 2004).

Dado lo anterior la mayor parte de las especies registradas en este trabajo pueden considerarse poco específicas y, por ende, registradas en diferentes especies de huéspedes de distintas partes del mundo. Por otra parte, en el presente estudio se registra un conjunto de especies que por el escaso número de registros que cuenta podrían considerarse más específicas que las mencionadas en párrafos anteriores y que, sin embargo, fueron registradas en este trabajo. Entre ellas se encuentran *Trichodina colisae*, *T. maritinkae* y *T. compacta*. La primera solo cuenta con dos registros mundiales en peces de las familias Osphronemidae y Serrasalminidae, en Bangladesh y Brasil respectivamente (Asmat y Sultana, 2005; Jerônimo *et al.*, 2012). *Trichodina maritinkae* cuenta con más registros (Basson y Van As, 1991; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; El-Tantawy y El-Sherbiny, 2010), sin embargo, sólo se ha registrado en peces del género *Clarias* (Basson y Van As, 1991; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994, El-Tantawy y El-Sherbiny, 2010) perteneciente a la familia Clariidae, en tanto que nuestros ejemplares se encontraron en peces del género *Astyanax*, perteneciente a una familia diferente, por lo que es necesario un esfuerzo mayor para esclarecer la identidad taxonómica o el grado de especificidad de esta especie. Por su parte *T. compacta* se ha registrado pocas veces (Van As y Basson, 1989; Van As y Basson, 1992; Basson y Van As, 1994; Ghiraldelli *et al.*, 2006) en diversas familias; una de ellas Poeciliidae, a la que pertenece el huésped de donde provienen nuestros ejemplares.

La variabilidad morfológica de los dentículos de tricodínidos ha sido observada desde el primer registro de *Trichodina*, por lo que Lom (1958) y Van As y Basson (1989) buscaron la estandarización de las partes del dentículo, a pesar de eso, múltiples autores siguen mencionando la cantidad de variación que existe inter e intraespecie. Todos los registros realizados en el presente trabajo se hicieron con base a la morfología de los tricodínidos, lo

que reafirmó la gran variabilidad que puede existir entre especies, por lo que no sería sorprendente, que en algún momento los registros previos y los actuales pudiesen caer en sinonimia, al ser analizados bajo enfoques taxonómicos más especializados.

En el presente trabajo se adicionan ocho registros de tricodínidos a México. Una de las especies encontradas ha sido registrada previamente: *T. centrostrigeata* (Rodríguez, 2002), sin embargo, se registró en peces en condiciones de cultivo. Con respecto a otras especies registradas en este trabajo, *T. mutabilis*, representa el primer registro para México y el segundo para América, dado que Kritsky y Heckmann (2002) lo registraron por primera vez en Utah, Estados Unidos; *T. colisae* se registra por primera vez en México y por segunda vez en América (Jerônimo *et al*, 2012), además de ser el tercer registro a nivel mundial (Asmat y Sultana, 2005); *T. modesta* no se había registrado con anterioridad en América, por lo que además de ser el primer registro para México, también lo es para el Continente Americano; *T. heterodontata*, al ser un tricodínido ampliamente distribuido, cuenta con cuatro registros en América (Dias *et al*, 2009; Martins *et al*, 2010; De Pádua *et al*, 2012; Miranda *et al*, 2012) en Brasil y en Perú, sin embargo, en México este es el primer registro en dos localidades. Lom (1970b) registra en la costa del Pacífico en Canadá a *T. rectuncinata*, por lo que sería el segundo registro para el continente americano, pero el primero para México. Los organismos encontrados en la localidad del arroyo Chupaderos, Sinaloa fueron identificados como *T. cf. compacta*; de corroborarse su determinación esta representaría el primer registro de esta especie para México y el segundo para América (Ghireldelli *et al*, 2006). Así como *T. maritinkae*, de corroborarse taxonómicamente sería el primer registro para México, para América y para su huésped. Por su parte, *Trichodinella epizootica*, es un tricodínido ampliamente registrado en Norteamérica (Hoffman, 1999), sin embargo, se registra por primera vez en México.

Tomando en cuenta la cantidad de registros mundiales que hay para especies de la familia Trichodinidae, que los tricodínidos tienen distribución mundial y que especies comunes como *T. nigra* Lom, 1961, *T. mutabilis*, *T. acuta* Lom, 1961, *T. heterodentata* y *Trichodinella epizootica* son encontradas en muchas familias de peces en Europa, Asia, América y África (Basson y Van As, 2006) y que algunas especies parasitan tanto peces marinos como dulceacuícolas, el número de especies registradas en este estudio puede ser considerado como bajo, sobre todo al considerar que los peces de México constituyen una de las faunas más variadas del mundo, ya que en el país se pueden encontrar ecosistemas tan diversos como grandes ríos, arroyos en el desierto, lagos, lagunas costeras, y cenotes de parte continental (Espinosa-Pérez, 1993). Es decir, el número de especies de peces examinados es tan solo un pequeño número del total que oscila alrededor de 506 especies (Espinosa-Pérez, 1993). Sin embargo, este estudio representa una contribución importante ya que es el primero en México en trabajar con tricodínidos parásitos de peces silvestres, la mayoría de ellos nativos del país.

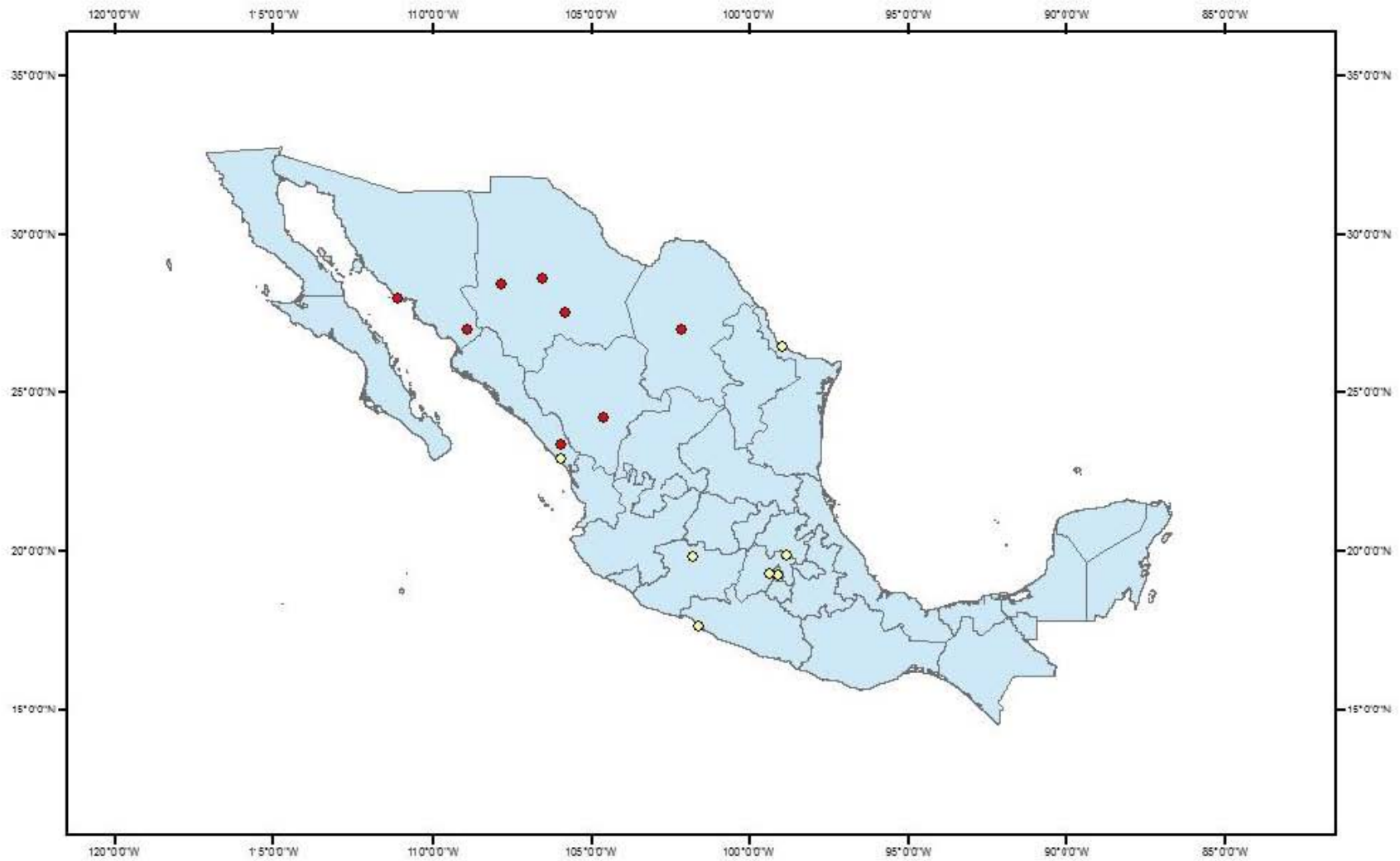
Faltan muchas localidades por investigar y muchas otras por profundizar la investigación. Tal como se muestra en la figura 30, el sur de México no presenta hasta el momento ningún registro, en tanto que en el norte y en el centro del país los registros son aún escasos y limitados a ambientes dulceacuícolas, estos deben profundizarse para corroborar taxonómicamente cada especie, además de agregar ambientes marinos.

Tanto los registros previos realizados en nuestro país como los realizados en este estudio presentan especies que fueron descritos en otras partes del mundo, por lo que hasta el momento no hay nada nuevo o que pueda considerarse endémico o nativo de México. Sin embargo, hay que considerar que el listado de tricodínidos parásitos de peces dulceacuícolas y marinos de México está lejos de completarse, ya que no ha existido una línea de investigación dedicada a ciliados parásitos de peces en su ambiente natural. De hecho esto

sucede con frecuencia a nivel mundial; sí bien existen diversos centros de investigación sobre parásitos, situados en países como Sudáfrica, India, China, Brasil y Argentina, el trabajo realizado por estos aborda con frecuencia a peces utilizados comúnmente en cultivos.

Con respecto a México, el trabajo con tricodínidos debe comenzar por conocer su diversidad, lo que servirá como base para estudios posteriores más especializados que corroboren la identidad taxonómica de las especies y que permitan establecer una posible regionalización.

Por lo anterior, es importante continuar con esta línea de investigación, así como hacer estudios más especializados como biología molecular, morfometría geométrica, para tener una mejor delimitación entre especies, tal como se ha hecho en otros grupos, por ejemplo los helmintos parásitos de peces, en donde el inventario de México está cerca de ser completado en todos los grupos, y en donde las secuencias de ADN se utilizan para encontrar especies crípticas y delimitar especies (Pérez-Ponce de León y Choudhury, 2010). Todo esto permitirá conocer diferentes aspectos sobre la historia natural de la familia Trichodinidae en México, su especificidad hospedatoria, la variabilidad morfológica a nivel intra e interespecífico, la translocación de las especies, o aspectos de distribución geográfica, entre otros.



**Fig. 30.** Mapa de registros previos (puntos amarillos) y nuevos (puntos rojos) de tricodínidos en México.

## Conclusiones

El presente estudio es el primero en México en trabajar con tricodínidos parásitos de peces silvestres, la mayoría de ellos nativos del país, incrementando el listado de tricodínidos parásitos de México.

Se encontraron nueve especies de tricodínidos, en ocho diferentes localidades, en diez especies de peces diferentes.

El listado de tricodínidos parásitos de México se incrementa con ocho especies, siete de ellas del género *Trichodina*: *Trichodina mutabilis*, *T. heterodentata*, *T. colisae*, *T. modesta*, *T. rectuncinata*, *T. cf. maritinkae*, *T. cf. compacta* y una del género *Trichodinella*: *Trichodinella epizootica*. La restante ya se habían registrado en México. De corroborarse taxonómicamente *T. cf. maritinkae* también sería el primer registro para el continente Americano.

De los nueve huéspedes registrados, *Astyanax mexicanus*, *Campostoma ornatum*, *Dionda episcopa*, *Enneanectes reticulatus*, *Gila pulchra*, *Micropterus salmoides*, *Poeciliopsis presidionis* y *Poeciliopsis latidens* se registran por primera vez como huéspedes de tricodínidos en México y en el mundo. Siendo *Astyanax mexicanus* el que presentara mayor número de especies de tricodínidos parásitos.



## Referencias

Al-Rasheid, K. A. S., M. A. Ali, T. Saakran, A. A. A. Baki y F. A. A. Ghaffar. 2000. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some River Nile fish, Egypt. *Parasitology International* 49: 131 – 137.

Albaladejo, J. D. y J. R. Arthur. 1989. Some trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida) from freshwater fishes imported into the Philippines. *Asian Fisheries Science* 31: 1- 25.

Armijo, A. O. 1968. Estudio Preliminar de algunos protozoarios asociados a peces dulce acuícolas de México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, D.F. 47 pp.

Asmat, G. S. M. 2004. First Record of *Trichodina diaptomi* (Dogiel, 1940) Basson and Van As, 1991, *T. heterodentata* Duncan, 1977 and *T. oligocotti* (Lom, 1970) (Ciliophora: Trichodinidae) from Indian Fishes. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7 (12): 2066 – 2071.

Asmat G. S. M. y N. Sultana. 2005. Four New Species of *Trichodina* Ehrenberg, 1830 (Ciliophora: Trichodinidae) from Bangladeshi Fish. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 8 (6): 895 – 900.

Basson L. y J. G. Van As. 1987. Trichodinid (Ciliophora; Peritricha) gill parasites of freshwater fish in South Africa. *Systematic Parasitology* 9: 143 – 151.

Basson, L. y J. G. Van As. 1989. Differential diagnosis of the genera in the family Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichida) with the description of a new genus ectoparasitic on freshwater fish from southern Africa. *Systematic Parasitology* 13: 153 – 160.

Basson, L. y J. G. Van As. 1991. Trichodinids (Ciliophora: Peritrichia) from a calanoid copepod and catfish from South Africa with notes on host specificity. *Systematic Parasitology* 18: 147 – 158.

Basson, L. y J. G. Van As. 1994. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of wild and cultured freshwater fishes in Taiwan, with notes on their origin. *Systematic Parasitology* 28: 197 – 222.

Basson, L. y J. G. Van As. 1995. SEM methods for revealing structures in mobile ciliophorans. *Electron Microscopy Society of Southern Africa* 25: 68.

Basson L. y J. G. Van As. 2006. Trichodinidae and other ciliophorans (Phylum Ciliophora). En P.T.K. Woo (ed.) *Fish diseases and disorders: Protozoan and metazoan infections*. UK: Biddles, Kings Lyn.

Basson, L., J. G. Van As e I. Paperna. 1983. Trichodinid ectoparasites of cichlid and cyprinid fishes in South Africa and Israel. *Systematic Parasitology* 5: 245 – 257.

Bondad-Reantaso, M. G. y J. R. Arthur. 1989. Trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida) of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Philippines. *Asian Fisheries Sciences* 3: 27 – 44.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los Ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO, México, 847 pp.

Colorni, A. y A. Diamant. 2005. Hyperparasitism of trichodinid ciliates on monogenean gill flukes of two marine fish. *Diseases of Aquatic organisms* 65: 177 – 180.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2013. Sonora no sólo es desierto, Sierra de Álamos, un refugio de paz y tranquilidad. Entorno, un enlace de comunicación en <http://www.conanp.gob.mx/dcei/entorno/notas/not33/opin3301.htm>; última consulta: julio 2013.

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012. Listado de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 22. Río Baluarte-Marismas Nacionales en

[http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_022.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_022.html); última consulta: julio 2013.

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012b. Listado de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 39. Cuenca Alta del Río Conchos en [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_039.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_039.html); última consulta: julio 2013.

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012c. Listado de las Regiones Hidrológicas Prioritarias. 48. Cuatro Ciénegas en [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp\\_048.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_048.html); última consulta: julio 2013.

Davis, H. S. 1947. Studies of the protozoan parasites of fresh-water fishes. Fishery Bulletin 41 (51): 7-18.

De Pádua, S. B., M. L. Martins, S. P. Carraschi, C. da Cruz y M. M. Ishikawa. 2012. *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae): a new parasite for *Piaractus mesopotamicus* (Pisces: Characidae). Zootaxa 3422: 62 – 68.

Dias, R. J. P., N. M. Fernandes, B. Sartini, I. D. da Silva-Neto y M. D'Agosto. 2009. Occurrence of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) infesting tadpoles of *Rhinella pombali* (Anura: Bufonidae) in the Neotropical area. Parasitology International 58: 471- 474.

Dove, A. D. M. y P. J. O'Donoghue. 2005. Trichodinids (Ciliophora: Trichodinidae) from native and exotic Australian freshwater fishes. Acta Protozoologica 44: 51 – 60.

Duncan, B. L. 1977. Urceolariid ciliates, including three new species, from cultured Philippine fishes. Transactions of the American Microscopical Society 96 (1): 76 – 81.

Durborow, R. M. 2003. Protozoan Parasites. Southern Regional Aquaculture Center Publication 4701.

El-Tantawy S. A. M. y El-Sherbiny H. A. E. 2010. Ectoparasitic trichodinians infecting catfish *Clarias gariepinus* inhabiting Nile Delta Water of the River Nile, Dakahlia Province, Egypt. *Journal of American Science* 6 (9): 656 – 668.

Espinosa-Pérez, H. 1993. Riqueza y diversidad de peces. *Ciencias* 7: 77 – 89.

Espinosa-Pérez, H., L. Huidobro, C. Flores, P. Fuentes y R. Fuenes. 2008. Peces. En: S. Ocegueda y J. Llorente-Bousquets (coords.). Catálogo taxonómico de especies de México, Capital natural de México, Vol. I: conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. México, CD1.

Fernández-Barajas, M. E., M. A. Monreal-Gómez y A. Molina-Cruz. 1994. Thermohaline structure and geostrophic flow in the Gulf of California, during 1992. *Ciencias Marinas* 20 (2): 267 – 286.

Foissner, W. 2006. Biogeography and Dispersal of Micro-organisms: A Review Emphasizing Protists. *Acta Protozoologica* 45: 111 – 136.

Gaze, W. H. y R. Wootten. 1998. Ectoparasitic species of the genus *Trichodina* (Ciliophora: Peritrichida) parasitizing British freshwater fish. *Folia Parasitologica* 45: 177 – 190.

Ghiraldelli, L., M. L. Martins, W. de B. Adamante y M. M. Yamashita. 2006. First record of *Trichodina compacta* Van As and Basson, 1989 (Protozoa: Ciliophora) from cultured Nile Tilapia in the state of Santa Catarina, Brazil. *International Journal of Zoological Research* 2 (4): 369 – 375.

Gong, Y., Y. Yu, W. Feng y Y. Shen. 2005. Phylogenetic relationships among Trichodinidae (Ciliophora: Peritricha) derived from the characteristics values of denticles. *Acta Protozoologica* 44: 237 – 243.

Grupcheva, G., J. Lom y I. Dyková. 1989. Trichodinids (Ciliata: Urceolariidae) from gills of some marine fishes with the description of *Trichodina zaikai* sp. n. *Folia Parasitologica*, 36: 193–207.

Herróz, A. Z. 1998. Protozoos ciliados ectoparásitos (piel y branquias) de peces de la familia Cyprinidae cultivados en el Centro Acuícola Morelos de Zacapu, Michoacan. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 214 pp.

Herróz, A. Z. 1999. *Trichodina wellborni* Lom, 1970 ciliado ectoparásito de ciprínidos cultivados en el Centro Acuícola de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. *Imaggen*, Revista de la Universidad Simón Bolívar 48: 31 – 40.

Hoffman, G. L. 1999. *Parasites of North American Freshwater Fishes*, 2<sup>nd</sup> ed. Comstock Publishing Associates, New York, 539 pp.

Hu, Y. 2011. Description of a new genus *Heterobladetrichodina* n. g. (Ciliata: Trichodinidae) with a new species from *Ictalurus punctatus* in China. *European Journal of Scientific Research* 60 (3): 334 – 341.

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. *Parasitology Research* 111: 433 – 439.

Jerônimo, G. T., N. da Costa-Marchiori, S. B. de Pádua, J. Dias Neto, F. Pilarski, M. Mayumi-Ishikawa y M. L. Martins. 2012. *Trichodina colisae* (Ciliophora: Trichodinidae): new parasite for two freshwater fish species farmed in Brazil. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária Jaboticabal* 21 (4): 366 – 371.

Kazubski, S. y K. Migala. 1968. *Urceolariidae* from breeding carp – *Cyprinus carpio* L. in Żabieniec and remarks on the seasonal variability of trichodinids. *Acta Protozoologica* 6(13): 137 – 169.

Kritsky, D. C. y R. Heckmann. 2002. Species of *Dactylogyrus* (Mnionogenoidea: Dactylogyridae) and *Trichodina mutabilis* (Ciliata) Infesting Koi Carp, *Cyprinus carpio*, During Mass Mortality at a Commercial Rearing Facility in Utah, U.S.A. *Comparative Parasitology* 69(2): 217 – 218.

Kruger J., J. G. Van As y L. Basson. 1993. *Trichodina heterodentata* Duncan, 1977 (Ciliophora: Peritrichida), an Ectoparasite on larvae of the African clawed toad *Xenopus laevis laevis* (Daudin, 1802). *Acta Protozoologica* 32: 255 – 259.

Liu, C. y Y. Zhao. 2010. Morphological and taxonomic study of four species of Trichodinids parasitic on gills of siluriformes fishes from freshwater. *Journal of Chongqing Normal University* 27 (1): 16 – 21.

Lom, J. 1958. A contribution to the systematic and morphology of endoparasitic trichodinids from amphibians with a proposal of uniform specific characteristics. *The Journal of Protozoology* 5 (4): 251 – 263.

Lom, J. 1962. Trichodinid ciliates from fishes of the Rumanian Black Sea coast. *Parasitology*, 52: 49–61.

Lom, J. 1970a. Observations on trichodinid ciliates from freshwater fishes. *Archiv Fur Protistenkd* 112, S.: 153 – 177.

Lom, J. 1970b. Trichodinid ciliates (Peritrichida: Urceolariidae) from some marine fishes. *Folia Parasitologica*, 17: 113–125.

Lom J. y D. P. Haldar. 1977. Ciliates of the genera *Trichodonella*, *Tripartiella* and *Paratrichodina* (Peritricha, Mobilina) invading fish gills. *Folia Parasitologica* 24: 103 – 210.

Lom, J. y L. Hoffman. 1964. Geographic distribution of some species of trichodinids (Ciliata: Peritricha) parasitic of fishes. *The Journal of Parasitology* 50 (1): 30 – 35.

Loubser, G. J., J. G. Van As y L. Basson. 1995. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some fishes from the Bay of Dakar, Senegal (West Africa). *Acta Protozoologica*, 34: 211–216.

Lozano-Vilano, M. L., A. J. Contreras-Balderas y M. E. García-Ramírez. 2006. Eradication of spotted jewelfish, *Hemichromis guttatus*, from Poza San José del Anteojo, Cuatro Ciénegas Bolsón, Coahuila, México. *The Southwestern Naturalist* 51 (4): 553 – 555.

Madrazo-Garibay, M., E. López-Ochoterena, G. Rico-Ferrat y G. Serrano-Limón. 1988. Especies del phylum Ciliophora asociadas a animales domesticos, estudiadas en México. VI. Relación taxonómica y bibliográfica. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 58 (2): 869 – 882.

Martins, M. L., N. Marchori, G. Nunes y M. P. Rodrigues. 2010. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from channel catfish, *Ictalurus punctatus* cultivated in Brazil. *Brasilian Journal Biology* 70 (3): 637 – 644.

Minckley, W. L. y R. R. Miller. 2009. Extirpación, Extinción y Conservación. En R. R. Miller, W. L. Minckley y S. M. Norris. *Peces dulceacuícolas de México*. CONABIO, México, 69 – 71.

Miranda, L. H., N. Marchiori, C. R. Alfaro y M. L. Martins. 2012. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from *Arapaima gigas* cultivated in Peru. *Acta Amazonica* 42 (3): 433-438.

Mitra, A. K. y D. P. Haldar. 2004. First record of *Trichodinella epizootica* (Raabe, 1950) Šramek – Hušek, 1953, with description of *Trichodina notopteridae* sp. n. (Ciliophora: Peritrichida) from freshwater fishes of India. *Acta Protozoologica* 43: 269 – 274.

Mitra, A. K. y P. K. Bandyopadhyay. 2005. First records of *Trichodina japonica* Imai, Miyazaki et Nomura 1991 and *Trichodina mutabilis* Kazubski et Migala 1968 (Ciliophora, Trichodinidae) from Indian fishes. *Protistology* 4 (2): 121 – 127.

Nikolić, V., P. Simonović y V. Poleksić. 2003. Preference of trichodinids (Ciliata, Peritrichia) occurring on fish-pond carp for particular organs and some morphological implications. *Acta Veterinaria* 50 (1): 41 – 46.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) 2013. México, Sierra de Álamos - Río Cuchujaqui en [http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/articulos\\_RB/Fichas\\_RB/Mexico/Sierra\\_de\\_Alamos.pdf](http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/articulos_RB/Fichas_RB/Mexico/Sierra_de_Alamos.pdf); última consulta: julio 2013.

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.

Özer, A. 2003. *Trichodina domerguei* Wallengren, 1897 (Ciliophora: Peritrichia) infestations on the round goby, *Neogobius melanostomus* Pallas, 1811 in relation to seasonality and host factors. *Comparative Parasitology*, 70 (2): 132 – 135.

Özer, A. 2007. *Trichodina modesta* Lom, 1970 (Ciliophora: Peritrichia) infestations of an endemic Toothcarp *Aphanius danfordii* Boulenger, 1890 (Pisces: Cyprinodontidae) in Sinop, Turkey. *Journal of Natural History* 41: 41 – 44.

Özer, A. y O. Erdem. 1998. Ectoparasitic protozoa fauna of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) caught in the Sinop region of Turkey. *Journal of Natural History* 32: 441 – 454.



Öztürk T. y A. Özer. 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.

Öztürk, T. y A. Özer. 2008. Parasitic fauna of the toothcarp *Aphanius danfordii* (Bouleger, 1890) (Osteichthyes: Cyprinodontidae), an endemic fish from Sarikum Lagoon Lake in Sinop (Turkey). *Journal of Fisheries Sciences* 2(3): 388 – 402.

Palm, H. W. 2011. Fish parasites as biological indicators in a changing world: Can we monitor environmental impact and climate change?. En Melhorn, H. (Ed.), *Progress in Parasitology, Parasitology Research Monographs 2*. Springer-Verlag, Berlin: 223–250.

Pérez-Ponce de León, G. y A. Choudhury. 2010. Parasite inventories and DNA-based taxonomy: Lessons from helminthes of freshwater fishes in a megadiverse country. *Journal of Parasitology* 96 (1): 236 – 244.

Poulin R. 1992. Determinants of host-specificity in parasites of freshwater fishes. *International Journal of Parasitology* 22 (6): 753 – 758.

Qi, H., Y. Zhao y F. Tang. 2011. Studies on ectoparasitic trichodinids from *Cyprinus carpio* in the upper reaches of the Yangtze River, Sichuan Branch. *Journal of Chongqing Normal University* 28 (5): 16 – 24.

Raabe, Z. 1958. On some species of *Trichodina* (Ciliata-Peritricha) of gills of Adriatic fishes. *Acta Parasitologica*, 6: 355–362

Rodríguez, M. A. S. 2002. Identificación de especies ectoparásitas del género *Trichodina* (Ciliophora: Peritrichida) en *Tilapia nilotica* mediante correlación invariante con filtros compuestos. Tesis de doctorado, Centro de investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Mazatlán, Sinaloa, México. 82 pp.

Samano, B. A. y D. Sokoloff. 1931. Monografías del Instituto de Biología, México 1: 1-38.

Secretaría de gobernación (e-local), 2013. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones en México. Estado de Chihuahua. Santa Isabel en <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM08chihuahua/municipios/08024a.html>; última consulta: julio 2013.

Sleigh, M. A. 1991. The nature of Protozoa. Parasitic Protozoa, 2nd ed. J.P. Kreier and J. R. (eds.). Academic Press, Inc., San Diego, California p. 1-53.

Souza-Saldívar V. 2008. Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. En Alcocer-González, J. M. (ed.) Recursos Naturales y Sustentabilidad, Fondo Editorial de Nuevo León, México, 31 – 39.

Tang, F-H., Y-J. Zhao, y A. Warren. 2013. Phylogenetic analyses of trichodinids (Ciliophora, Oligohymenophora) inferred from 18S rRNA gene sequence data. *Current Microbiology* 66: 306 – 313.

Unidad de Manejo Forestal “San Juanito A. C.” 2013. Hidrología. En <http://www.umaforsanjuanito.com/index.php/template/aspectos-fisicos/item/17-hidrologia>; última consulta: julio 2013.

Van As, J. G. y L. Basson. 1987. Host specificity of trichodinid Ectoparasites of freshwater fish. *Parasitology Today* 3 (3): 88 – 90.

Van As, J. G. y L. Basson. 1989. A further contribution to the taxonomy of the Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichia) and a review of the taxonomic status of some fish ectoparasitic trichodinids. *Systematic Parasitology* 14: 157 – 179.

Van As, J. G. y L. Basson. 1992. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of freshwater fishes of the Zambesi River System, with a reappraisal of host specificity. *Systematic Parasitology* 22: 81 – 109.

Wellbron, Jr., T. L. 1967. *Trichodina* (Ciliata: Urceolariidae) of Freshwater Fishes of the Southeastern United States. *Journal of Protozoology* 13 (3): 399 – 412.

Wierzbicka, J. 1997. Parasitic ciliates (Protozoa, Ciliophora) of the common bream, *Abramis brama* (L.) and white bream, *Blicca bjoerkna* (L.) from Dabie Lake (Poland). *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 27 (2): 145 – 153.

Wlasow, T., I. Zmyslowska, D. Lewandowska, K. Mierzejewska, R. Idzikowski y E. Ziomek. 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.

Xu, K., W. Song y A. Warren, 1999a. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from the gills of cultured marine fishes in China, with the description of *Trichodinella lomi* n. sp. *Systematic Parasitology* 42: 219 – 227.

Xu, K., W. Song y A. Warren. 1999b. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) from the gills of mariculture mollusks in China, with the descriptions of four new species of *Trichodina* Ehrenberg, 1838. *Systematic Parasitology* 42: 229 – 237.

Xu, K., W. Song, A. Warren y J. K. Choi. 2001. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of some marine fishes from coastal regions of the Yellow Sea and Bohai Sea. *Systematic Parasitology*, 50, 69–79.

Zamorano, P. y M. E. Hendrickx. 2012. Moluscos de aguas profundas del sur del Golfo de California. En P. Zamorano, M. E. Hendrickx y M. Caso-Chávez (eds.). *Biodiversidad y comunidades del talud continental del Pacífico mexicano*, México, 243 – 281.

## **Anexos**

**Anexo I.** Manuscrito enviado para su publicación a la Revista Mexicana de Biodiversidad.

Anexo I. Manuscrito enviado para su publicación a la Revista Mexicana de Biodiversidad

**RH: Islas-Ortega and Aguilar-Aguilar - *Trichodina mutabilis* en Cuatro Ciénegas**

**Research note**

***Trichodina mutabilis* (Protozoa: Ciliata: Trichodinidae) from the characid fish**

***Astyanax mexicanus* in the Cuatro Ciénegas region, northern Mexico**

***Trichodina mutabilis* (Protozoa: Ciliata: Trichodinidae) en el pez *Astyanax***

***mexicanus* de la región de Cuatro Ciénegas, norte de México**

Alma Gabriela Islas-Ortega and Rogelio Aguilar-Aguilar\*

Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional

Autónoma de México, Ap. Postal 70-399, C. P. 04510, México, D. F., Mexico.

[alisor.721@gmail.com](mailto:alisor.721@gmail.com); \*raguilar@ciencias.unam.mx

**Abstract.** The ciliate *Trichodina mutabilis* is recorded for the first time in Mexico, parasitizing the characid fish *Astyanax mexicanus* from a locality in Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. This protozoan species has been introduced from Asia to many countries, including Mexico, with its original host, the Asian carps. The present record is the first one for Mexico and the second in North America, being the first record of a *Trichodina* species for native wild freshwater fish in a natural environment in Mexico, since previous records were done only for exotic cultured fishes.

**Key words.** Trichodinidae, ciliates, ecto-parasitism.

**Resumen.** Se registra por primera vez a la especie de ciliado *Trichodina mutabilis* como parásito del pez *Astyanax mexicanus* de una localidad de Cuatro Ciénegas, Coahuila. México. Esta especie de protozoo ha sido introducida a diferentes partes del mundo con su huésped original, la carpa asiática. El presente registro es el primero para México y el segundo para Norteamérica, siendo también el primero en México de una especie de *Trichodina* en peces nativos en su ambiente natural, ya que los registros previos fueron hechos en peces exóticos cultivados.

**Palabras clave.** Trichodinidae, ciliados, ectoparasitismo.

Ciliates of the genus *Trichodina* Ehrenberg, 1831 are epibionts and often ectoparasites on animals including fish, where they are pathogenic, causing damage to skin and gills (Sleigh, 1991), often leading to death of the infested fish (Hoffman, 1999). Its proliferation might be promoted by changes in the relationship among host, parasite, and environment caused by nutritional deficiency, poor water quality, infectious and/or parasitic diseases, causing severe epidermal lesions and disease outbreaks (Khan, 2004; Martins et al., 2010).

Studies of *Trichodina* in Mexico are scarce. Most of them have been realized for exotic cultured fishes such as *Carassius auratus* (L.), *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes), *Cyprinus carpio* (L.) (Cyprinidae) and *Oreochromis niloticus* (L.) (Cichlidae) (Aladro-Lubel et al., 2006), but to date there are not records of this ciliate in native populations of freshwater fishes inhabiting natural localities.

Cuatro Ciénegas is a small intermontane valley edge of the Sierra Madre Oriental in the Mexican state of Coahuila, northern Mexico. The approximately 1000 square km desert valley of Cuatro Ciénegas possess the greatest number of endemic species of any place in North America (Stein et al., 2000), holding a large biodiversity and more than 70 endemic species. Its springs, marshes, rivers and lakes support a diverse fish fauna for a North American desert region, conformed by at least 16 native fish species, 8 of which are endemic (Minckley, 1984). A wide inventory of the helminth species parasitizing these fish taxa have been recently provided by Aguilar-Aguilar et al. (2013), however, the occurrence of protozoan parasites of these fishes has not been documented. During a prospective study addressed to establish the diversity of ciliate parasites of freshwater fishes occurring in arid regions of Mexico, particularly associated with the Cuatro Ciénegas region, we analyzed several fish species. This paper provides the record of *Trichodina mutabilis* Kazubski and Migala, 1968 for the

freshwater fish *Astyanax mexicanus* (De Filippi, 1853), which represents the first record of this trichodinid in Mexico and the second one in North America.

During this study, several freshwater fishes of the species *Astyanax mexicanus* (Characidae), *Gambusia marshi* Minckley & Craddock, 1962 (Poeciliidae), *Cyprinodon atrorus* Miller, 1968, *C. bifasciatus* Miller, 1968 (Cyprinodontidae), and *Herichthys minckleyi* (Kornfield & Taylor, 1983) (Cichlidae) were collected from some localities of the Cuatro Ciénegas region. Fish were kept alive and studied for ectoparasitic ciliates no more than 6 hours after capture. Squash slides of skin and gills were made from live specimens. Slides were impregnated by silver-nitrate to observe the adhesive disc, as described by Lom (1958). Air-dried slides of trichodinids were stained with either Harris- Lillie's hematoxylin or Ehrlich's acid hematoxylin to studying the nuclear apparatus. Voucher slides were deposited at the Laboratorio de Protozoología at the Facultad de Ciencias, UNAM. All the measurements are presented in micrometers following the recommendations of Lom (1958) and Van As and Basson (1989). They were made on photomicrographs that had been obtained using an Olympus BX40® photomicroscope equipped with the Leica Pixlink PL-A662® image capture system. The measurements on the parasites were made with the aid of the Image-Pro Plus® 4.1 software.

The only ectoparasitic ciliate species found was *Trichodina mutabilis* (Figs. 1-4). This species was recovered in high numbers (more than 100 individuals per fish, prevalence = 100%) from the skin and gills of *Astyanax mexicanus* from the Anteojo San Juan spring in the Cuatro Ciénegas region (26° 58' 07''N, 102° 07' 38'').

Remaining host species were free of infection. Ciliates have a medium size disc-shaped body measuring  $38.31 \pm 2.07$  diameter, adhesive disc  $36.22 \pm 2.07$ ; absence of granules in silver-impregnated specimens. A horseshoe-shaped macronucleus is observed, with



external diameter of  $64.5 \pm 6.37$ , and distance between the ends of  $7.67 \pm 2.37$ . Denticle ring:  $21.77 \pm 2.02$ , number of denticles 23 - 28, number of radial pins per denticle: 7 - 10, dimensions of denticle: Length  $4.85 \pm 0.25$ ; blade  $4.33 \pm 0.32$ ; central part  $1.46 \pm 0.15$ ; ray  $5.52 \pm 0.67$ ; span  $11.55 \pm 0.73$ . Adoral ciliary spiral  $400^\circ$ .

The ciliate species *Trichodina mutabilis* was firstly described by Kazubski and Migala (1968). Since its original description, various records from diverse fish hosts have been published around the world (Basson and Van As, 2006), and a high morphological variability has been documented (Lom, 1970; Basson and Van As, 2006). Specimens analyzed in this study exhibit some morphological variations with respect to the size of the body, being smaller than those described from other parts of the world (see Kazubski and Migala, 1968; Lom, 1970; Basson et al., 1983; Özer and Erdem, 1998; Albaladejo and Arthur, 1989; Özer, 2000; Dove and O'Donoghue, 2005; Hu, 2012), however, in general terms our specimens fit with most of the characteristics described for *T. mutabilis* (Basson and Van As, 1994), and have a similar size to population described by Mitra and Bandyopadhyay (2005).

*Trichodina mutabilis* is a cosmopolitan species recorded from diverse host fish species, mainly cyprinids in the Europe, Asia, South Africa and North America (Lom, 1970; Basson et al., 1983; Albaladejo and Arthur, 1989; Özer and Erdem, 1998; Özer, 2000; Kritsky and Heckmann, 2002; Dove and O'Donoghue, 2005; Mitra and Bandyopadhyay, 2005; Basson and Van As, 2006; Hu, 2012). According with Basson and Van As (2006), this is a ciliate species with a worldwide distribution, probably via transcontinental introductions of fish, particularly, this species could has been dispersed to other countries together with shipments of carps (Cyprinidae) destined for aquaculture. It possesses a large dispersal capability and it is now found not only in introduced hosts but also in the native freshwater fish fauna. Similar introductions of

parasitic species such as exotic digeneans and cestodes have been documented for freshwater fish species in Mexico (see Aguilar-Aguilar et al., 2013), were the low host specificity and great capability to adapt to different environmental conditions allow to thrive and increase the host and distributional range of the invasive species. The report of an additional introduced parasite species affecting freshwater fish fauna in Mexico must be considered in terms of suggesting accurate conservation strategies for this fauna.

The present record of *Trichodina mutabilis* in *Astyanax mexicanus* represents a new host record and the first for Characidae. The present finding, along with previous records of this ciliate species in non-cyprinid fish (Kritsky and Heckmann, 2002; Mitra and Bandyopadhyay, 2005) throws new light on the biodiversity and host preference of the species (Mitra and Bandyopadhyay, 2005), and allows us to suggest a successful colonization from exotic cultured carps to native characid fish. Additionally, this is the first record of this ciliate species in Mexican fish and the second one for North America, where was previously recorded infesting the gills of carps of the species *Cyprinus carpio* in Utah, U. S. A. (Kritsky and Heckmann, 2002). Furthermore, this is the first record of ciliates of the genus *Trichodina* parasitizing native wild fishes in Mexico, since previous reports were done for exotic cultured fishes (Aladro-Lubel et al., 2006).

The authors would like to thank the financial support and facilities provided by Dra. Valeria Souza to conduct samplings during 2011 and 2013 within the research project financed by WWF-Fundación Carlos Slim Alliance, to Héctor Espinosa Pérez for the collection and identification of the fishes, to Berenit Mendoza Garfías for the SEM photographs, and Margarita Reyes Santos, Omar Lagunas Calvo, Eduardo Villalobos and Berenice Lomelí Álvarez for technical assistance in laboratory and field.

#### Literature cited

Aguilar-Aguilar, R., A. Martínez-Aquino, H. Espinosa-Pérez and G. Pérez-Ponce de León. 2013. Helminth parasites of freshwater fishes from Cuatro Ciénegas, Coahuila, in the Chihuahuan desert of Mexico: Inventory and biogeographical implications. *Integrative Zoology* (in press): doi: 10.1111/1749-4877.12038.

Aladro-Lubel, M. A., R. Mayén-Estrada and M. Reyes-Santos. 2006. Listados Faunísticos de México XI. Registro actualizado de ciliados (agosto, 2004). Instituto de Biología, UNAM, D. F. 97 p.

Albaladejo, J. D. and J. R. Arthur. 1989. Some trichodinids (Protozoa: Ciliophora: Peritrichida) from freshwater fishes imported into the Philippines. *Asian Fisheries Science* 3: 1-25.

Basson, L. and J. G. Van As. 2006 Trichodinidae and other ciliophorans (Phylum Ciliophora). *In* Fish diseases and disorders 2nd ed. Vol. 1: Protozoan and metazoan infections. P. T. K. Woo (ed.). CABI Publishing, London. p. 154-182.

Basson, L. and J. G. Van As. 1994. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora: Peritrichida) of wild and cultured freshwater fishes in Taiwan, with notes on their origin. *Systematic Parasitology* 28: 197-222.

Basson, L., J. G. Van As and I. Paperna. 1983. Trichodinid ectoparasites of cichlid and cyprinid fishes in South Africa and Israel. *Systematic Parasitology* 5: 245-257.

Dove, A. D. M. and P. J. O'Donoghue. 2005. Trichodinids (Ciliophora: Trichodinidae) from native and exotic Australian freshwater fishes. *Acta Protozoologica* 44: 51-60.

Hoffman, G. L. 1999. Parasites of North American freshwater fishes, 2nd ed. Cornell University Press, Ithaca, New York. 539 p.

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. *Parasitology Research* 111: 433-439.

Kazubski, S. L. and K. Migala. 1968. Urceolariidae from breeding carp *Cyprinus carpio* L. in Zabeniec and remarks on the seasonal variability of trichodinids. *Acta Protozoologica* 6: 137-169.

Khan, R. A. 2004. Disease outbreaks and mass mortality in cultured Atlantic cod, *Gadus morrhua* L., associated with *Trichodina murmanica* (Ciliophora). *Journal of Fish Diseases* 27: 181-184.

Kritsky, D. C. and R. Heckmann. 2002. Species of *Dactylogyrus* (Monogenoidea: Dactylogyridae) and *Trichodina mutabilis* (Ciliata) infesting koi carp, *Cyprinus carpio*, during mass mortality at a commercial rearing facility in Utah, U. S. *A. Comparative Parasitology* 69: 217-218.

Lom, J. 1958. A contribution to the systematics and morphology of endoparasitic trichodinids from amphibians, with a proposal of uniform specific characteristics. *Journal of Protozoology* 5: 251-263

Lom, J. 1970. Observations on trichodinid ciliates from freshwater fishes. *Archiv für Protistenkunde* 112: 153-177.

Martins, M.L., N. C. Marchiori, G. Nunes and M. P. Rodrigues. 2010. First record of *Trichodina heterodentata* (Ciliophora: Trichodinidae) from Channel catfish, *Ictalurus punctatus* cultivated in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 70: 637-644.

Minckley, W. L. 1984. Cuatro Cienegas fishes: Research review and a local test of diversity versus habitat size. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19: 13-21.

Mitra, A. M. and P. K. Bandyopadhyay. 2002. First record of *Trichodina japonica* Imai, Miyazaki et Nomura, 1991 and *Trichodina mutabilis* Kazubski et Migala, 1968 (Ciliophora, Trichodinidae) from Indian fishes. *Protistology* 4: 121-127.

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.

Özer, A. and O. Erdem. 1998. Ectoparasitic protozoa fauna of the common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758) caught in the Sinop region of Turkey. *Journal of Natural History* 32: 441-454.

Sleigh, M. A. 1991. The nature of Protozoa. *In* *Parasitic Protozoa*, 2nd ed. J. P. Kreier and J. R. Baker (eds.). Academic Press, Inc., San Diego, California. p. 1-53.

Stein, B. A., L. S. Kutner, J. S. Adams (eds). 2000. *Precious Heritage: The Status of Biodiversity in the United States*. Oxford University Press, Oxford. 399 p.

Van As, J. G. and L. Basson. 1989. A further contribution to the taxonomy of the Trichodinidae (Ciliophora: Peritrichia) and a review of the taxonomic status of some fish ectoparasitic trichodinids. *Systematic Parasitology* 14: 157-179.

Figure 1. Klein's silver impregnated *Trichodina mutabilis*, bar = 15µm.

Figure 2. Ehrlich's acid hematoxylin stain nuclear apparatus of *T. mutabilis*, bar = 10µm.

Figure 3. Scanning electron micrograph of *T. mutabilis*, adoral view.

Figure 4. Scanning electron micrograph of *T. mutabilis*, view of a denticulate ring.