

003818^v

24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROTOZOOS CILIADOS ECTOPARASITOS (PIEL Y
BRANQUIAS) DE PECES DE LA FAMILIA CYPRINIDAE
CULTIVADOS EN EL CENTRO ACUICOLA MORELOS DE
ZACAPU, MICHOACAN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A:

DORA AZUCENA HERROZ ZAMORANO



MEXICO, D.F.

1998

11224

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PROTOZOOS CILIADOS ECTOPARASITOS (PIEL Y
BRANQUIAS) DE PECES DE LA FAMILIA CYPRINIDAE
CULTIVADOS EN EL CENTRO ACUICOLA MORELOS DE
ZACAPU, MICHOACÁN**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

DOCTORA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

DORA AZUCENA HERROZ ZAMORANO

DIRECTORA DE TESIS : DRA. MA. ANTONIETA ALADRO LUBEL

MEXICO, D.F.

1998

ESTA TESIS SE REALIZO EN EL LABORATORIO DE PROTOZOOLOGIA, EN EL DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM BAJO LA DIRECCION DE LA DRA. MA. ANTONIETA ALADRO LUBEL Y CON EL APOYO DE PADEP TESIS DOCTORALES No. 003336 (LINEA DE BIOLOGIA ANIMAL), DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FAC. DE CIENCIAS, UNAM,

RESUMEN

En relación a los ciliados ictioparásitos se cuenta con gran número de investigaciones, no obstante, el enfoque de las mismas es eminentemente morfológico, taxonómico, epizootológico o referente al control de las parasitosis; respecto a la ecología del parasitismo son contados los trabajos a nivel mundial en que se caractericen las infecciones manejando parámetros como la prevalencia, intensidad promedio y abundancia de los ciliados en peces dulceacuícolas cultivados, lo cual se realizó en esta investigación, además de ser una contribución al listado protistológico de ciliados asociados a peces en granjas piscícolas de México.

En este trabajo se realizaron 14 muestreos en los estanques de la granja piscícola Morelos de Zacapu, Michoacán a lo largo de tres años (1990-1992), seis en la época de sequía (noviembre a abril) y ocho en el período de lluvias (mayo - octubre). La especie seleccionada fue *Cyprinus carpio rubrofuscus* Linnaeus, 1758 de la que se estudiaron 556 ejemplares de cuatro tallas distintas (crias de 5 y 10 cm, jóvenes y adultos). Se obtuvieron datos de temperatura, pH y oxígeno disuelto del agua de los estanques.

El análisis ciliológico de la piel y branquias de los hospederos arrojó un total de 12 especies identificadas y descritas, para cada una de las cuales se tomó en consideración el aspecto taxonómico y ecológico (dinámica de la infección, fuente de la infección, tallas de los peces, hábitat específico, patogenia, factores ambientales y factores bióticos, así como el período climático (lluvias o sequía). Se aplicó la prueba de independencia de G para corroborar la significatividad de los resultados.

Se determinaron cuatro especies como nuevos registros para el país (*A. branchiarum*, *T. wellborni*, *C. striatus* y *T. corlissi*) y 11 especies como nuevos registros para la subespecie de carpa investigada, con excepción de *I. multifiliis*. El 66 % de las especies se presentaron en peces de las cuatro tallas y no mostraron predilección por alguna de ellas en particular. *T. wellborni* se ubicó también en peces de todos los tamaños pero los valores de los parámetros ecológicos de la infección tuvieron una relación directamente proporcional a la edad. En *A. branchiarum* se notó que la fase quística apareció invariablemente en las crías de los dos tamaños, no así en el resto de los peces.

El análisis del hábitat específico señaló a cuatro especies como euritópicas, es decir, que se localizaron en piel y branquias sin una marcada predilección por alguno de estos órganos (*C. steinii*, *C. polypinum*, *I. multifiliis* y *A. piscicola*). Seis tuvieron una notoria preferencia significativa hacia la piel (*T. wellborni*, *V. aequilata*, *V. striata*, *E. hentscheli*, *T. corlissi* y *C. striatus*), aunque también se encontraron en las branquias. Dos especies son consideradas como estenotópicas, una de ellas siempre se localizó en la piel (*C. striatus*) y otra exclusivamente en las branquias (*A. branchiarum*).

Respecto al período climático, las 12 especies se localizaron en ambas épocas del año y no mostraron una selectividad hacia alguno de los períodos. La temperatura parece ser un factor abiótico determinante, ya que los valores extremos (aguas muy frías de 13°C o bien cálidas, por arriba de los 23°C) influyen significativamente en las poblaciones de los ciliados ictioparásitos. Finalmente cabe señalar que seis especies se consideran como ectoparásitos de piel y branquias de las carpas (*A. branchiarum*, *C. uncinata*, *A. piscicola*, *T. wellborni*, *C. striatus* e *I. multifiliis*) y las seis restantes como ectocomensales.

En base a los resultados obtenidos se dan algunas estrategias para atenuar los efectos de los ictioparásitos en la granja piscícola.

SUMMARY

In relationship to the ictioparasitic ciliates is counted on great number of investigations, nevertheless, the approach of the same is principally morphological, taxonomic, epizootologic or referring to the control of the parasites; with respect to the ecology of the parasitism are counted the projects at world level in which are characterized the infections handling parameters as the prevalence, average intensity and abundance of the ciliates in cultivated freshwater fishes, something which was accomplished in this investigation, in addition to be a contribution to the protistological list of associated ciliates with fish in piscifactories of Mexico.

In this work were accomplished 14 samplings in the reservoirs of the fish farm dwell them of Zacapu, Michoacán through out three years (1990 - 1992), six in the period of drought (november to april) and eight in the period of rains (may - october). The kind selected was Cyprinus carpio rubrofruscus Linnaeus, 1758 of the one which were studied 556 exemplary of four different height (sucklings of 5 and 10 cm, youths and adult). They were obtained temperature data, pH and dissolved oxygen of the water of the reservoirs.

The ciliatologic analysis of the skin and gills of the hosts threw a total of 12 described and identified species, for each one of those which was taken in consideration the taxonomic and ecological aspects (dynamic of the infection, source of the infection, height of the fish, specific habitat, pathogeny, environmental and biotic factors, as well as the climatic period). It was applied the independence test of G to corroborate the results significance.

They werw determined four species as new records for the country (Amphileptus branchiarum, Trichodina wellborni, Coleps striatus and Tetrahymena corlissi) and 11 kinds as new records for the subspecie of investigated tent, with exception of Ichthyophthirius multifiliis. 65 % of the species were presented in fish of the four height and they did not show predilection by some of they in particular. T. wellborni was located also in fish of all the sizes but the securities of the ecological parameters of the infection had a relationship directly proportional to the age. In A. branchiarum was noted that the cystic phase appeared invariably in the sucklings of the two sizes, not thus in the rest of the fish.

The analysis of the specific habitat indicated to four kinds as euritopic, that is to say, that were located in skin and gills without a labeled predilection by some of these organs (C. steinii, Carchesium polypinum, I. multifiliis and A. piscicola).

Six had a notorious preference toward the skin (T. wellborni, Vorticella aequilata, V. striata, Epistylis hentscheli, T. corlissi and C. striatus), though also were found in the gills. Two species are considered as stenotopic, one of them always is located in the skin (C. striatus) and other exclusively in the gills (A. branchiarum).

Respect to the climatic period, 12 species appeared in both eras of the year and they did not show a selectivity toward some of the periods. The temperature seems to be a determinant abiotic factor, since the extreme temperatures (waters very colds of 13°C or well warm, up above of 23°C) influence significantly the populations of the ictioparasitic ciliates.

Finally it fits to indicate that six kinds are considered as ectoparasitic of skin and gills of the hosts (A. branchiarum, Ch. uncinata, A. piscicola, T. wellborni, C. striatus and I. multifiliis) and the six remaining as ectocomensal.

On base to the obtained results are given some strategies to attenuate the effects of the ictioparasites in the fish farm.

QUIERO DEDICAR ESTE TRABAJO DE TESIS Y AL MISMO TIEMPO AGRADECER :

A LAS DOS PERSONAS MAS IMPORTANTES DE MI VIDA ESTELITA Y JOAQUIN CONSTRUCTORES DE UN HOGAR LLENO DE AMOR, OASIS DE FELICIDAD, QUE ME ENSEÑARON A PERSEVERAR HASTA ALCANZAR LA META Y QUE HAN SIDO MI INSPIRACION, EJEMPLO, LUZ Y GUIA.

A PATI Y A TODOS MIS HERMANOS Y SOBRINOS QUE CON SU CARIÑO ME HAN ANIMADO PARA NO DESFALLECER Y HAN ESTADO JUNTO A MI APOYANDOME SIEMPRE.

- **ESTELITA, OSCAR, JUAN MANUEL, CARLOS ALBERTO, RODRIGO Y MONICA.**
-
- **JUACHO, ROSA ELENA, EMERSON, CARLITOS Y HURLEY.**
-
- **GABI, MANOLO, EMMANUEL E INGRID.**
-
- **JUAN MANUEL, TONI, JUAN MANUEL Jr., e IVAN.**

¡ NO HAY EN EL MUNDO EXCESO MAS BELLO QUE EL DE LA GRATITUD ¡

Mi más profundo agradecimiento :

A la Dra. Ma. Antonieta Aladro Lubel por la Dirección del trabajo de tesis doctoral, por el apoyo brindado para su realización (laboratorio, infraestructura, bibliografía, viáticos, horas de investigación, impresión, etc.) y sobre todo por ser una persona tan especial : íntegra, paciente, respetuosa y de sólida formación académica.

A la Dra. Rosaura Mayén Estrada, incomparable amiga, con quien he compartido los mejores momentos de la investigación, tanto en el laboratorio como en el campo.

A la Dra. Ma. Esther Martínez Murillo por su compañerismo y resolución de dudas en algunos aspectos de cómputo.

A la Biól. Rosa María Picaso Hernández quien me ofreció su valioso tiempo, su amistad y apoyo para la obtención de la versión definitiva de la tesis en la computadora.

A la P. de B. Susana Margarita Nava Osorio por su estímulo constante y amistad, así como por la elaboración del mapa y entintado de uno de los esquemas de la tesis.

Al Biól. Aldi de Oyarzabal por ser un gran compañero y por darse tiempo entre sus mil ocupaciones para la elaboración de siete de los esquemas presentados en este trabajo.

Al Biól. Armando Zepeda Rodríguez del Lab. de Microscopía Electrónica, Depto. de Biología Celular y Tisular de la Facultad de Medicina, UNAM por efectuar el procesamiento de ejemplares para microscopía electrónica de barrido y las microfotografías de los mismos.

A la M. en C. Isabel Jiménez García por su asesoría en la prueba de independencia de G.

A la Téc. Acad. Pilar Ladrón de Guevara Solís a través de quien se solicitaron y recibieron los artículos científicos, base de la presente investigación.

Doy un especial agradecimiento y reconocimiento a los profesores integrantes del jurado que revisaron la tesis e hicieron observaciones y sugerencias muy valiosas que la enriquecieron :

DRA. MA. ANTONIETA ALADRO LUBEL

DR. RAFAEL LAMOTHE ARGUMEDO

DRA. SILVIA SANTIAGO FRAGOSO

DRA. MA. ANA FERNÁNDEZ ALAMO

DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA

DRA. MA. DEL CARMEN URIBE ARANZABAL

DR. GUILLERMO SALGADO MALDONADO

LA VIDA NO PUEDE OFRECER MAYOR PLACER QUE EL SUPERAR LAS DIFICULTADES, EL DAR UN PASO TRAS OTRO EN DIRECCION AL EXITO, FORMANDO NUEVOS DESEOS Y VER COMO SE REALIZAN. AQUEL QUE LABORA EN CUALQUIER EMPRESA GRANDE SIN TOMAR EN CUENTA SU FATIGA ES APOYADO, EN PRINCIPIO, POR LA ESPERANZA; LUEGO, ES RECOMPENSADO POR LA ALEGRIA.

CONTENIDO

RESUMEN	i
INTRODUCCION	1
- Importancia y repercusión de los parásitos en la piscicultura	1
- Enfermedades causadas por protozoos ciliados ictioparásitos	2
- Aspectos biológicos de los ciliados	4
- Aspectos biológicos de los ciliados asociados a peces	4
ANTECEDENTES	6
- Trabajos de investigación sobre ciliados ectoparásitos a nivel mundial	9
- Trabajos de investigación sobre ciliados ictioparásitos en México	11
ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL HOSPEDERO	12
- Morfología	12
- Distribución geográfica	12
- Hábitat	14
- Posición taxonómica	14
- Requerimientos del ambiente	14
- Hábitos reproductivos	14
- Alimentación	15
- Cultivo de la carpa en México	15
JUSTIFICACION	17
OBJETIVOS	17
AREA DE ESTUDIO	
- Centro Acuícola Zacapu	18
MATERIALES Y METODOS	22
- Diseño de los muestreos	22
- Dinámica seguida en el Centro Acuícola	22
- Recolecta de hospederos	22
- Registro de parámetros físico-químicos	25
- Análisis ciliatológico	25
- Cuantificación	25
- Técnicas micrográficas utilizadas (microscopía óptica)	26
- Microscopía electrónica de barrido	28
- Clasificación	28
- Análisis de datos	29
- Parámetros ecológicos	29
- Prueba de Independencia de G	29

RESULTADOS Y DISCUSION	30
- <i>Amphileptus branchiarum</i> Wenrich, 1924	
- Taxonomía	31
- Ecología	34
- Discusión	39
- <i>Chilodonella uncinata</i> (Ehrenberg, 1838) Strand, 1928	
- Taxonomía	43
- Ecología	46
- Discusión	50
- <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> Fouquet, 1876	
- Taxonomía	60
- Ecología	63
- Discusión	65
- <i>Apiosoma piscicola</i> Blanchard, 1885	
- Taxonomía	73
- Ecología	74
- Discusión	84
- <i>Trichodina wellborni</i> Lom, 1970	
- Taxonomía	95
- Ecología	96
- Discusión	108
- <i>Coleps striatus</i> Nitzsch, 1827	
- Taxonomía	122
- Ecología	126
- Discusión	131
- <i>Tetrahymena corlissi</i> Thompson, 1955	
- Taxonomía	133
- Ecología	136
- Discusión	138
- <i>Epistylis hentscheli</i>	
- Taxonomía	146
- Ecología	146
- Discusión	154
- <i>Carchesium polypinum</i> (Linneo, 1758) Ehrenberg, 1830	
- Taxonomía	157
- Ecología	160
- Discusión	165
- <i>Vorticella aequilata</i> Kahl, 1935	
- Taxonomía	167
- <i>V. striata</i> Dujardin, 1841	
- Taxonomía	171
- Ecología de <i>Vorticella</i> spp.	174
- Discusión	177
- <i>Colpoda steinii</i> Maupas, 1883	
- Taxonomía	183
- Ecología	186
- Discusión	190

ANALISIS GENERAL	193
RECOMENDACIONES	199
LITERATURA CITADA	200

INTRODUCCIÓN

Importancia y repercusión de los parásitos en la piscicultura

Paralelo al desarrollo de la piscicultura, han surgido nuevos problemas de salud en los peces. En los países con gran desarrollo en este aspecto, la mayor incidencia de enfermedades, incluyendo parasitosis, se atribuye en primer lugar al manejo intensivo y a los policultivos; los peces criados en tales sistemas, a tan altas densidades son afectados también por parásitos cuya patogenicidad, en muchas ocasiones, se desconoce. En algunos países los patógenos introducidos ocasionaron problemas de salud ya que las condiciones climáticas les fueron favorables; las especies de parásitos de los peces nativos en raras ocasiones tienen un impacto económico.

Para prevenir las pérdidas económicas y enfermedades de peces, se han establecido diversas instituciones en los países europeos, en Estados Unidos, Japón y China, sin embargo, en otros países no existen o no funcionan con eficacia. En dichas instituciones, el examen parasitológico y la investigación han jugado un importante papel, no obstante en el caso de los ictioparásitos, la investigación se ha centrado casi exclusivamente a conocer la fauna parasitaria.

No existen datos precisos acerca de las pérdidas económicas ocasionadas por los ictioparásitos. Entre los salmónidos, las investigaciones indican que las enfermedades virales y bacterianas tienen un gran significado, en tanto que entre los ciprínidos, hay otro tipo de parásitos. Las pérdidas inflingidas por éstos son difíciles de evaluar, en la mayoría de los casos no puede definirse con certeza si son debidas directamente a los parásitos, a parasitosis agravadas por virus y bacterias, a nutrición y manejo inadecuados, tratamientos no apropiados u otros factores estresantes (Molnar, 1987).

Aunque es difícil evaluar las pérdidas debidas a enfermedades en los peces, en algunos países se han calculado entre el 10 y 20 %, y en algunos casos pueden ser mayores. Si suponemos que las infecciones parasitarias, especialmente de ectoparásitos, constituyen la cuarta parte de las pérdidas totales, las cifras oscilarían alrededor de 100 a 150 mil toneladas anuales, por tanto, el control de las enfermedades de los peces, incluyendo las infecciones parasitarias, es una de las formas de incrementar su producción (Bauer *et al.* 1981).

Otra razón por la cual es difícil cuantificar el impacto económico de las enfermedades de los peces en la industria acuacultural, es la falta de datos detallados en los casos de epizootias. Los pocos casos bien documentados de epidemias indican que las pérdidas son considerables. En Tailandia una epizootia por ectoparásitos durante 1982-1983 ocasionó pérdidas aproximadamente de 8.6 millones de dólares. En Malasia se calculó que las pérdidas anuales debidas a enfermedades o problemas asociados es de alrededor de 68,000 dólares por año en granjas gubernamentales (Arthur, 1987).

De estos ejemplos puede verse que el impacto económico de las enfermedades en la industria de la piscicultura es muy significativo y en algunos casos suficiente para ocasionar el colapso de la piscicultura local.

La presencia de parásitos va en detrimento de las poblaciones de los peces, y consecuentemente impone pérdidas cuantiosas en la piscicultura. Las epizootias y la mortalidad en masa ocasionadas por enfermedades parasitarias son frecuentes en peces cultivados, no así en poblaciones naturales (Grabda, 1991).

Los aspectos económicos de los efectos de los parásitos en los peces no únicamente involucran la mortalidad en masa, sino también, y lo que es más importante, afectan el peso de los individuos infectados, reducen la fecundidad e incrementan la mortalidad de las crías, además de provocar un rechazo de los consumidores, combinado frecuentemente con una pérdida del interés por el pescado como fuente alimenticia. (Sindermann, 1987). Por otra parte, el hacinamiento y el estrés magnifican la infección y provocan enfermedad, y en general las aguas cálidas favorecen el desarrollo de la misma. Una alta prevalencia de protozoos parásitos no conlleva automáticamente a una enfermedad, sino que se puede volver importante únicamente cuando el hospedero está debilitado por otros factores (Lom, 1970 en Rhode, 1993).

El término "enfermedad" se utiliza en su sentido más amplio, e incluye cualquier desviación de la estructura o función normales de los organismos, incluso aquéllos estados que son el resultado de actividades de agentes infecciosos, invasión de parásitos y anomalías inducidas genéticamente por el ambiente (Sindermann, 1987).

Enfermedades causadas por protozoos ciliados ictioparásitos

Existen alrededor de 16 géneros de ciliados asociados con los peces dulceacuícolas, ya sea como parásitos o comensales, facultativos u obligatorios (Hoffman, 1978), sin embargo, tres de ellos: *Ichthyophthirius* Fouquet, 1876, *Trichodina* Ehrenberg, 1838 y *Chilodonella*, Strand, 1928 son los principales causantes de enfermedades, que en ocasiones pueden conducir a la muerte de sus hospederos (Schäperclaus, 1992).

La Ictioptiriasis, conocida comúnmente como 'Ich' o enfermedad de las manchas blancas, causada por la especie *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 es probablemente la enfermedad parasitaria más devastadora en los peces cultivados de todo el mundo, abarcando su distribución desde las zonas tropicales hasta las subárticas. Se presenta en cualquier tipo de climas, y al parecer, en todas las especies de teleosteos dulceacuícolas (Hines y Spira, 1974a).

Según Hines y Spira (1974b) es la enfermedad parasitaria que causa mayores pérdidas económicas. La industria comercial productora de bagre en los Estados Unidos y la ciprinicultura en Israel, pierden anualmente millones de dólares por este parásito patógeno (Farley y Heckman, 1980). Epizootias en medios naturales han causado también mortalidad extensiva en peces, como la que ocasionó la muerte de 170,000 peces en un período de seis semanas.

Entre mayo y julio de 1961 murieron 12,000 ejemplares de *Rutilus rutilus* en un lago de Gales del Sur. Es interesante hacer notar que a principios del verano de ese mismo año, grandes cantidades de esa especie de pez murieron en otras regiones de las islas de Gran Bretaña por los efectos de *I. multifiliis* (Williams, 1964). En diciembre de 1981, una epidemia causada por este mismo parásito mató un estimado de 18 millones de peces del género *Orestias* en el Lago Titicaca (Perú-Bolivia). Al parecer, el parásito fue introducido en la cuenca junto con peces exóticos en los años 1940-1950 (Wurtsbaugh y Alfaro, 1988).

Bauer *et al.* (1981) realizaron una compilación de trabajos sobre mortalidad de peces cultivados en Indonesia, Australia, China y en la antigua Unión Soviética. Este mismo autor indica que ocurrió una severa epizootia en un reservorio de 2,000 ha en las montañas Allegheny en los Estados Unidos, en donde murieron 50,000 percas amarillas.

Por otra parte, existen diversos estudios en relación a las enfermedades y mortalidad causada por tricodínidos en condiciones de cultivo (Lom, 1973; Basson y Van As, 1989). En un caso de mortalidad masiva ocurrida en *Cyprinus carpio* y *Oreochromis mossambicus* cultivadas en estanques en una piscifactoría en Transvall, Sudáfrica, Van As *et al.* (1984), identificaron las especies de tricodínidos y observaron que eran las mismas que estaban normalmente asociadas a esos mismos y otros peces en condiciones naturales.

Das y Pal (1987) elaboraron el primer registro de patogenicidad e histopatología de una infestación simultánea de las branquias de dos especies de carpas por monogéneos y tricodínidos que provocaron la muerte en piscifactorías de la India. Recientemente se han registrado con frecuencia enfermedades parasitarias en los peces cultivados en Japón, paralelo al desarrollo de la industria de la piscicultura, sobre todo en las granjas donde se cultiva la anguila (*Anguilla japonica*) que es uno de los principales recursos en la alimentación de los japoneses; ha habido un incremento explosivo de tricodínidos durante la época de lluvias (verano), en especial de *Trichodina japonica*, *T. jadránica* y *T. acuta* (Imai *et al.* 1991).

El género *Chilodonella* se encuentra raramente en peces de reservorios naturales, pero en condiciones de granja acuícola, incrementa enormemente sus poblaciones, a tal grado que los peces pueden estar totalmente cubiertos por una capa continua de parásitos.

Chilodonella tiene una amplia distribución que se extiende a toda la región Holártica. De acuerdo con Chen Chin-leu (1955 en Bauer, 1962), el parásito se encuentra en granjas piscícolas de China.

Bauer (1962) señala que se han dado múltiples casos de muerte por este parásito en truchas jóvenes y en crías de carpa. Schäperclaus (1992). considera más peligrosa a la quiloneliasis que a la costiasis. En febrero se registró una pérdida completa, y aún los peces que no habían sido infectados por *Costia*, fueron parasitados por *Chilodonella*.

Hoffman *et al.* (1979) recolectaron quilonelias de tres epizootias severas en granjas piscícolas de los Estados Unidos, dos en el bagre y una en la carpa dorada. Por su parte, Langdon *et al.* (1985) señalan a *Ch. hexastica* como causante de la mortalidad en peces brema *Nematalosa erebi* en el río Finke en Australia.

Otra causa importante de enfermedad la constituyen los peritricos sésiles (*Apiosoma* Blanchard, 1885; *Scyphidia* Kahl, 1933; *Vorticella* Linnaeus, 1767; *Epistylis* Ehrenberg, 1830; *Carchesium* (Linnaeus, 1758) Ehrenberg, 1830, etc.) que por lo general atacan a las crías de los peces en condiciones de cultivo. Se han registrado pérdidas debidas a densas colonizaciones de truchas en estanques por estos ciliados en crías de 5 cm y en carpas de dos meses de edad (Schäperclaus, 1992).

Se han registrado algunos casos de mortalidad en crías de carpa de 10 a 12 días de edad en la República Federal de Alemania (Taege, 1973 en Schäperclaus 1992). Las crías se encontraron cubiertas por *Apiosoma* y *Epistylis*, incluso en la córnea. Obviamente las grandes cargas orgánicas del agua u otros factores predisponen a la multiplicación de los ciliados a gran escala.

Aspectos biológicos de los ciliados

Los ciliados son organismos dicarióticos que conforman el Phylum Ciliophora y están incluidos en el Reino Protista (Corliss, 1979; Margulis y Schwartz, 1985). Se caracterizan por la presencia de cilios simples u organoides ciliares compuestos (cuando menos en un estado de su ciclo de vida) cuyo axonema central posee microtúbulos en una organización $9 + 2$. Los cilios y la superficie corporal están limitados por la membrana celular. La distribución de los cilios es diversa, pero de manera general, se reconoce la ciliatura somática (cuerpo) y la ciliatura oral (boca o citostoma) a cargo de las cuales se tiene la locomoción y la alimentación respectivamente.

La infraciliatura, siempre presente, está localizada abajo de la película y representada por los gránulos basales o cinetosomas, por las fibrillas y los microtúbulos asociados (la cinetodesma, los microtúbulos transversales y postciliares, etc.) (Martínez y Gutiérrez, 1985). El núcleo, más que los cilios, distingue a los ciliados de otros grupos de protozoos. El macronúcleo (uno o más) regula el metabolismo de la célula, el micronúcleo está involucrado principalmente en la genética y recombinación sexual (Corliss, 1979).

La mayoría de los ciliados son fagótrofos ingiriendo los nutrientes (bacterias, algas, hongos, otros protozoos o pequeños metazoos, materia orgánica, etc.) a través del citostoma; el alimento es conducido del aparato oral, situado en la superficie celular o bien en una depresión, a la citofaringe en donde se forman las vacuolas alimenticias. Después de la digestión, la expulsión de los residuos la efectúa el citopigio o ano celular (Martínez y Gutiérrez, 1985).

Las vacuolas contráctiles para el equilibrio hídrico y regulación osmótica se presentan en la mayoría de los ciliados, que poseen por lo menos una de estas estructuras. Por otra parte, ciertos materiales son liberados de la célula a través de organoides denominados colectivamente como extrusomas (Corliss, 1979): mucocistos (para atrapar alimento), toxicistos (para capturar presas, etc.).

La reproducción ocurre por fisión binaria transversa (homotetogénica, percinética) en la mayoría de los ciliados, aunque se llega a presentar fisión múltiple en pocas especies. También es usual el proceso sexual de la conjugación, que es una fusión temporal de dos organismos que permite el intercambio mutuo de núcleos gaméticos, después del cual las células se separan y dan origen a una nueva progenie por fisión binaria.

Los ciliados de vida libre son formas nadadoras, sedentarias o sésiles que se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos (charcos de agua dulce, arroyos, lagos, estanques, ríos, bahías, estuarios y en el mar) y edáficos. Las formas simbióticas, aunque en menor cantidad, se encuentran comúnmente como ectocomensales, epibiontes, simforiontes o parásitos adheridos a los tegumentos de un buen número de animales (crustáceos, moluscos, peces, etc.), otros como endocomensales o endoparásitos de vertebrados e invertebrados (Aladro-Lubel *et al.* 1990).

Aspectos biológicos de los ciliados asociados a peces

Cuando se realizan investigaciones sobre protozoos parásitos de peces es evidente que estos son más comunes de lo que se hubiera pensado inicialmente y es notoria también la multiplicidad de formas y hábitos. De hecho, todos los grupos mayores de protozoos están representados, aunque las formas más comunes pertenecen a pocas familias de flagelados y especialmente ciliados (Davis, 1947).

Algunas especies de ciliados se han localizado adheridas incidentalmente a la piel y branquias de los peces, que los proveen de soporte o protección, tomando su alimento de organismos presentes en el agua (bacterias, algas, etc.). Otros ciliados son más o menos dependientes de los peces, y el grado de perjuicio o daño a los mismos es diverso. Ciertos ectoparásitos obtienen su alimento exclusivamente del hospedero, y entre estos dos extremos, existen muchas formas intermedias que toman sus nutrientes tanto del hospedero como de fuentes externas (Davis, 1947)

Las especies de *Trichodina* son comunes en las branquias y piel de los peces y bajo ciertas condiciones, estos organismos tan poco virulentos se reproducen rápidamente causando daños significativos que los conducen a la muerte. La virulencia de los ciliados, el estado nutricional del hospedero y la resistencia de este último, contribuyen de manera importante a la regulación denso-dependiente de las poblaciones de parásitos. Las manifestaciones de estrés también tienden a disminuir la resistencia natural a los parásitos (Macmillan, 1985).

Los peces pueden albergar una o más especies de ciliados simultáneamente; en ocasiones solo ciertas áreas del pez son afectadas: sólo las branquias, únicamente algunos filamentos branquiales o solo un arco branquial, y no se conoce si esto está relacionado con los requerimientos nutricionales de los parásitos, factores ambientales o factores de resistencia localizados. En muchos casos parece que el parásito detectara la muerte del hospedero reproduciéndose rápidamente para asegurar su sobrevivencia; si el pez es saludable, el parásito no se reproducirá tan rápido. En otros casos parece ser que el parásito es el factor primario responsable del estrés y mortalidad (Macmillan, 1985).

ANTECEDENTES

La bibliografía sobre ciliados ictioparásitos es muy extensa, de manera que se han recopilado trabajos elaborados por especialistas en casi todo el mundo que constituyen la base de la presente investigación.

Los temas abordados o enfoques son diversos, a continuación se presentan algunos de los estudios más importantes en el área de la ecología del parasitismo. Con los trabajos morfológicos, ultraestructurales, taxonómicos, fisiológicos (especificidad hospedatoria, inmunología, etc.), patológicos, epizootiológicos, de mortalidad, control y distribución geográfica se ha conformado la tabla 1.

El propósito fundamental del trabajo de Adams (1985) consistió en el registro de las especies de ciliados que infestan las branquias de *Fundulus kansae* en el río South Platte de Nebraska, encontrando a los ciliados *Trichoquina* y *Scyphidia*. Se calculó para el número total de peces por sexo y para los grupos de edad, la prevalencia y abundancia (densidad relativa). Las infestaciones ocasionadas por el primer género demostraron mediante pruebas en series log y binomial negativa diferencias significativas entre las hembras y los machos de los peces, así como entre los peces jóvenes y los de un año de edad. Se postula que los primeros parásitos en infectar a los peces son aquéllos que carecen de hospederos intermediarios, incluyendo a *Trichoquina*.

Bauer (1962) en sus investigaciones sobre parásitos de peces dulceacuícolas cita que el reto que afronta la ecología del parasitismo es el estudio de la dependencia de la parasitofauna de las condiciones del medio que rodean al hospedero, así como de los cambios en el estado fisiológico de éste (reproducción, desarrollo y crecimiento). Menciona que un estudio serio de la ecología del parasitismo es imposible sin el uso de métodos experimentales que incluyan un estudio parasitológico completo de animales de diferentes edades, durante diversas épocas del año, en variedad de condiciones y estados fisiológicos del hospedero. Indica que el control de los parásitos es directamente proporcional al conocimiento de todos los detalles de su ciclo vital, siendo el objetivo fundamental de ese trabajo el mostrar la relación tan estrecha entre los parásitos de los peces y su hábitat, y cómo el conocimiento de las particularidades ecológicas del parásito es de vital importancia para elaborar los métodos de control efectivos, en particular para *I. multifiliis* y *Chilodonella*.

Das *et al.* (1989) estudiaron los ciliados parásitos de ciprínidos cultivados y las enfermedades ocasionadas por éstos durante el período comprendido de 1979 a 1983 en condiciones de cultivo intensivo en la India, tomando en consideración las variaciones estacionales en la incidencia, relaciones parásito-hospedero y correlaciones de las condiciones ecológicas con las manifestaciones de las enfermedades. La incidencia de tricodínidos fue más elevada en los meses fríos (octubre-febrero) y el porcentaje de peces jóvenes parasitados fue significativamente mayor, ya que probablemente éstos reciben la infección de los adultos reproductores durante las fases de alevines o crías.

La localización preferencial de algunas especies de tricodínidos es señalada por Grupcheva (1987), con base en datos cuantitativos. Se estudiaron 34 especies de este grupo de ciliados en peces procedentes de estanques, ríos y lagunas. La variedad de tricodínidos fue mayor en las branquias que en la piel; la mayor parte de las especies se encontraron en una sola localización en los hospederos, mostrando selectividad. Se presenta una clasificación: ciliados estenotópicos (una sola localización); ciliados euritópicos (en varias localizaciones pero con preferencia por alguna de ellas).

Halmetoja *et al.* (1992) estudiaron protozoos de la familia Trichodinidae (1985, 1987) en perca (*Perca fluviatilis*) y pez blanco (*Coregonus* sp.) procedentes de cuatro lagos interconectados en Finlandia central, con diferentes niveles de contaminación. Se identificaron cinco especies de tricodínidos, de las que *Trichodina nigra* fue la más frecuente y numerosa en piel y branquias de los peces. Hubo una tendencia a bajos niveles de infección en percas adultas y altos porcentajes en primavera y verano. Mediante modelos log se demostró que las variables: lago, año y temperatura del agua influyeron la prevalencia de ciliados en la perca. En tiempo de frío (temperaturas por debajo de 17°C) siempre hubo altas prevalencias, lo mismo que en el lago oligotrófico; hubo una interacción estadísticamente significativa entre la prevalencia y la temperatura del agua.

Un estudio ictioparasitológico bianual fue realizado por Heckman *et al.* (1987) en peces *Cottus bairdi* del río Provo en Utah encontrando tres géneros de ciliados: *Ichthyophthirius*, *Trichodina* y *Apiosoma*. El mayor número de parásitos se encontró en peces obtenidos en áreas contaminadas (residenciales), en tanto que el número menor se ubicó en peces de aguas no contaminadas. Se enfatiza el aspecto de patogenia en los hospederos. Se indica que los tres géneros son comunes en los peces y su distribución es mundial. Los ciclos de vida de estos protozoos son directos, por tanto al incrementarse la densidad de hospederos, se incrementa la prevalencia.

La investigación de Kazubski y Migala (1968) sobre los tricodínidos de *Cyprinus carpio* en sus diferentes etapas de desarrollo en estanques del Departamento de Piscicultura de Zabieniec, Polonia, mostró a *Trichodina pediculus*, *T. nigra* y *T. domerguei* como las especies más frecuentes en piel y branquias de los peces. Describieron la variación estacional que se presenta en las tres especies, cuyos ejemplares son más grandes y con mayor número de denticulos en el otoño y principios de primavera.

Li y Desser (1985) estudiaron los protozoos parásitos de siete especies de peces dulceacuícolas (ciprínidos, pércidos, centrárquidos y salmónidos) obtenidos en dos lagos de Ontario, Canadá. Obtuvieron 11 especies de ciliados: *I. multifiliis*, *Trichodina algonquinensis*, *T. tumefaciens*, *T. opeongoensis* n. sp., *T. rectangli*, *T. symmetryca*, *T. oviformis*, *Glossatella megamicronudeatea*, *Apiosoma triangularis* n. sp., *Trichophrya piscium* y *T. micropteri*. Presentan la distribución relativa de los parásitos y su prevalencia.

Macmillan (1985) estructuró un trabajo muy interesante acerca de las enfermedades causadas por parásitos (protozoos y metazoos) en peces dulceacuícolas cultivados; considera las enfermedades infecciosas, estrés, mecanismos de defensa (específicos y no específicos), tratamiento, etc; posteriormente trata una a una las especies de ictioparásitos del bagre cultivado en granjas piscícolas de Mississippi, señalando su morfología, patología o daño en los hospederos, diagnóstico, tratamiento y dinámica de la infección en un período de dos años (1982, 1983). *I. multifiliis* tuvo prevalencias entre 3 y 35%, mostrando los valores más altos en los meses de marzo, abril y mayo; *Chilodonella* spp. tuvo una prevalencia entre 2 y 30 %, este último porcentaje se registró de enero a mayo. Finalmente *Trichodina* spp. estuvo representada en todos los meses de los dos años de muestreos y los porcentajes de infección en los peces variaron entre 2 y 20 %, siendo los porcentajes más altos en marzo, abril y noviembre.

Migala (1971) efectuó estudios cuantitativos (intensidad de la infección) y cualitativos de los ciliados asociados a *C. carpio* cultivados en estanques durante su primer año de vida, a lo largo de un período de dos años, en Zabieniec, Polonia. Los peces a examinar se rerecolectaron desde su eclosión, hasta el primer año de edad; los estudios indicaron la presencia de *I. multifiliis*, *Chilodonella cyprini*, *Ch. uncinata*, *Trichodina pediculus*, *T. domerguei* f. *acuta*, *T. nigra*, *T. mutabilis*, *Trichodinella subtilis*, *Apiosoma* sp. y peritricos sesilinos (no determinados). Se puso especial atención a las correlaciones entre los parásitos y el hábitat, así como a la dispersión de los parásitos en tiempo y espacio.

Por su parte, Rintamaki y Halmetoja (1989) investigaron la presencia de *T. nigra* y *Tripartiella obtusa* en 4725 salmones (*Salmo salar*) de un año de edad entre 1985 y 1988, en tres granjas piscícolas de Finlandia. La prevalencia de la primera especie fue de 39 %, 23 % y 13 % respectivamente en la piel de los peces en las tres granjas durante septiembre-marzo. *T. obtusa* se encontró únicamente en las branquias del 5 % de los peces (junio-agosto). Los resultados sugieren que el rango de temperatura óptimo para la multiplicación de estos ciliados en Finlandia es entre 10-16°C.

Singhal *et al.* (1986) estudiaron los ciliados parásitos de peces dulceacuícolas cultivados en Karnal, India y su tasa de infección, relacionándola con los cambios estacionales de parámetros físico-químicos del agua. Se registraron cambios estacionales en la aparición de *Trichodina*, *Ichthyophthirius* y *Chilodonella*. La infección ocasionada por estos parásitos se relacionó positivamente con la disminución de oxígeno. La mayor incidencia de parasitismo se presentó en abril, en donde los porcentajes de los peces parasitados fueron de 54 % (*Trichodina*), de 52% (*Ichthyophthirius*) y 13.3% (*Chilodonella*). Las infecciones por estos protozoos se observaron en el 75 % de los peces, sobre todo en los jóvenes. Al parecer la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto del agua de los estanques son los parámetros abióticos más directamente relacionados con la incidencia de los ciliados en la India.

Un examen parasitológico fue realizado por Willomitzer (1980) en alevines y crías de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* cultivadas en la granja piscícola estatal de Pohorelice en Checoslovaquia, con un seguimiento de tres años que reveló infestación con 12 diferentes parásitos, de los cuales cuatro corresponden al grupo de los ciliados: *Ch. cyprini*, *Trichodinella* sp., *T. domerguei* f. *magna* e *I. multifiliis*. La infestación aparentemente no depende de la edad, ya que los tricodínidos se encontraron en todos los grupos de edad con una prevalencia del 14 al 100 %. La prevalencia fue más elevada durante agosto y octubre. La evidencia presentada indica que las parasitosis más comunes entre las carpas jóvenes son la quilodoneliasis, tricodinelosis y tricodinosis.

TABLA 1 TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE CILIADOS ECTOPARASITOS A NIVEL MUNDIAL

PARÁSITO	AUTOR (ES) Y AÑO
<i>I. multifillis</i>	Bangham, 1972 (8)
	Bauer, 1962 (1,4,7,8)
	Chapman, 1984 (2)
	Chapman & Kern, 1983 (2)
	Dickerson <i>et al.</i> 1989 (6)
	Ewing <i>et al.</i> 1983, 1985, 1986 (1,7)
	Ewing & Kocan, 1986, 1987, 1992 (7)
	Farley & Heckman, 1980 (7)
	Geisslinger, 1987 (1)
	Goven <i>et al.</i> 1980, 1981 (6)
	Hazen <i>et al.</i> , 1978 (6)
	Heckman, 1974 (8)
	Hines & Spira, 1974a, b y c (7, 9)
	Mc Callum, 1982, 1985, 1986 (8,4,6)
	Mosevitch, 1965 (2)
	Nie & Lieng-Siang, 1960 (1)
	Roque <i>et al.</i> 1967 (2)
	Schmal <i>et al.</i> 1992 (7,9)
	Uspenskaja, 1964 (4)
	Uspenskaja & Ovchinnikova, 1966 (4)
Ventura & Paperna, 1985 (7,8,9)	
Williams, 1964 (7)	
Wurtsbaugh & Alfaro, 1988 (7,9)	
Tricodínidos	Adams, 1985, 1986 (8)
	Albaladejo & Arthur, 1989 (3)
	Arthur & Lom, 1984 a y b (3)
	Arthur, 1987 (3)
	Basson <i>et al.</i> 1983, 1990 (3)
	Basson & Van As, 1987, 1989, 1991 (3,4)
	Basson, 1990 (2,3)
	Basson & Kruger, 1990 (2)
	Bondad & Arthur, 1989 (1, 7)
	Calenius, 1980 (7,8)
	Chardez, 1983, 1986 (2,4)
	Das & Pal, 1987 (7,9)
	Das <i>et al.</i> 1989 (8)
	Duncan, 1977 (3)
	El Tantawy & Kazubski, 1986 (3)
Gao <i>et al.</i> 1992 (9)	

1 morfología	6 inmunología
2 ultraestructura	7 patogenicidad, histopatología, epizootiología, mortalidad
3 taxonomía	8 ecología
4 fisiología	9 control
5 especificidad hospedatoria	10 distribución geográfica

Tabla 1. continuación

PARÁSITO	AUTOR (ES) Y AÑO	
Tricodínidos	Grigorjan & Stein, 1981 (3) Grupcheva & Lom, 1980 (3) Grupcheva, 1987 (5) Guhl & Haider, 1988 (3) Habela y Navarrete, 1987 (3) Halmetoja <i>et al.</i> 1992 (8) Hamilton-Attwell <i>et al.</i> 1981 (2) Hausmann & Hausmann, 1981 a y b (2) Hausmann, 1983 (2) Hoffman & Lom, 1967 (7) Imai <i>et al.</i> 1991 (2) Ivanova, 1970 (8) Kazubski, 1967, 1982 a y b, 1986, 1988, 1991 a.b y c (2,3) Kazubski & Migala, 1968, 1974 (2) Kazubski & Pilecka-Rapacz, 1981 (2) Kazubski & El-Tantawy, 1986 (3) Khan, 1972 (8) Kruger <i>et al.</i> 1991 (3) Kulemina, 1968 (3) Li & Desser, 1983, 1985 (3,8) Lom, 1960, 1962, 1963, 1970 (3) Lom y Hoffman, 1964 (10) Masiin-Leny & Bohatier, 1984 (2) Mueller, 1938 (3) Raabe, 1963 (3) Sandon, 1965 (3) Shaharom-Harrison & Abdullah, 1988 (3) Stein, 1964 (4) Stein, 1967, 1968, 1976, 1979, 1985 (3) Stein, 1981 (2) Urawa & Arthur, 1991 (3) Van As & Basson, 1988 (7) Van As & Basson, 1987, 1990, 1992 (5) Van As & Basson, 1986, 1989 (3) Van As <i>et al.</i> 1984 Weilborn, 1967 (3)	
	Peritricos sesilinos	Banina, 1968 (3) Bragg, 1988 (7) Cone & Odense, 1987 (2,3) Crites, 1977 (7) Foissner <i>et al.</i> 1992 (2,3) Hazen <i>et al.</i> 1978 (7) Hazen <i>et al.</i> 1976 (1,4) Hubert & Warner, 1975 (7) Lom, 1966 (3), 1973 (4) Lom & Corliss, 1968 (2) Miyazaki <i>et al.</i> 1986 (4) Overstreet & Howse, 1977 (2,7) Pickering <i>et al.</i> 1985 (2,4) Scheubel, 1973 (3) Warren, 1991 (2)

Tabla 1. continuación

PARÁSITO	AUTOR (ES) Y AÑO
<i>Chilodonella</i>	Ashburner & Ehl, 1973 (7)
	Hoffman <i>et al.</i> 1979 (7)
	Imai <i>et al.</i> 1985 (3)
	Kazubski & Migala, 1974 (3)
	Langdon <i>et al.</i> 1985 (7)
	Migala & Kazubski, 1972 (3)
	Paperna & Van As, 1983 (7)
	Rydlo & Foissner, 1986 (3)
	Urawa & Yamao, 1992 (7)
Wiles & Odense, 1985 (2)	
<i>Colpoda</i>	Fernández-Galiano, 1986 (3, 4)
	Huttenlauch, 1987 (2)
	Lynn & Malcom, 1983 (4,8)
	Wickham & Lynn, 1990 (4)
<i>Coleps</i>	Szèkely & Bereczky, 1992 (2,3)
<i>Tetrahymena</i>	Ferguson <i>et al.</i> 1987 (6,7)
	Hoffman <i>et al.</i> 1975 (6,7)
	Pyle y Dawe, 1985 (6,7)
<i>Amphileptus</i>	Foissner, 1983 (1)
	Mitchell & Smith, 1988 (7)
	Wenrich, 1924 (1,3)

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE CILIADOS ICTIOPARÁSITOS EN MEXICO

Ciliados ictioparásitos diversos	Armijo, 1968 (1,3)*
	Armijo, 1981 (7)
	Contreras, 1988 (9)
	Hattenberger, 1985 (7)
	Iruegas <i>et al.</i> 1994 (1,7)
	Jiménez, 1986 (1,7)
	Jiménez <i>et al.</i> 1986 (7)
	Jiménez <i>et al.</i> 1994 (1,7)
	López, 1987 (7)
	Madrazo-Garibay y López-Ochoterena, 1990 (3)
	Sotelo, 1986 (1,3,8)**
Zeiss <i>et al.</i> 1982 a, b (1,3,)	

* Armijo, A.O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp.

** Sotelo, R.F.J. 1986. Estudio preliminar de los Protozoarios, helmintos y crustáceos ectoparásitos de peces de importancia comercial del Lago "El Rodeo" Miacatlán, Morelos. Tesis Prof. Univ. Autón. Morelos

ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL HOSPEDERO

Morfología

La familia Cyprinidae se caracteriza por agrupar el mayor número de representantes de agua dulce, con 275 géneros y más de 1,500 especies, que por lo general presentan forma y talla variables, llegando a alcanzar entre los 90 y 150 cm de longitud. Presentan mandíbulas desprovistas de dientes, membranas branquiales unidas y uno o dos pares de barbillas que en algunas especies están ausentes.

Dimorfismo sexual ocasionalmente muy marcado en el macho, sobre todo en la época de celo, que es cuando adquiere una coloración brillante, acentuándose los tubérculos prenupciales sobre la cabeza, opérculos y dorso de las aletas pectorales.

Además de la presencia de barbillas maxilares, el género *Cyprinus* tiene los dientes faríngeos molariformes y en tres series 1-1, 3-3 y 1-1. Este pez recibe los nombres triviales de carpa, carpa común, carpa de Israel, carpa espejo, carpa barrigona, y otros, pero a pesar de las denominaciones y de las diferencias reales que se presentan entre las razas, todas ellas pertenecen a una especie que tiene típicamente 38 escamas en una serie longitudinal, pero en algunas de las razas, las escamas son mucho menos y aún suelen faltar por completo (Alvarez del Villar, 1970).

La especie estudiada en esta investigación es :

Cyprinus carpio rubrofuscus (Carpa barrigona)

Cuerpo alto y robusto con el vientre redondeado, de ahí su nombre; cabeza pequeña, alcanza hasta 80 cm de talla y de 10 a 15 kg de peso, labios gruesos con dos pares de barbillas, siendo más cortas y delgadas las inferiores. La coloración del cuerpo es muy variable y está estrechamente relacionada con la turbidez del agua, las hay con el dorso verde pardo y amarillento el vientre, o bien, anaranjado el dorso y blanco amarillento el vientre (Fig.1).

Distribución geográfica

Las carpas son peces cosmopolitas que se encuentran tanto en Africa, Europa, Asia como en América; es la familia más numerosa cuyos representantes acusan una fuerte dependencia hacia el hábitat de agua dulce.

El género *Cyprinus* es originario de Asia, donde se cultiva desde hace siglos; fue llevado a Europa con fines piscícolas y de allí a los Estados Unidos de donde fue traído a México el siglo pasado. Desde entonces, se han distribuido profusamente con propósitos alimenticios y se ha naturalizado a tal grado, que ya es el elemento característico de la ictiofauna en diversas regiones como es la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Recientemente se han distribuido ejemplares de *C. carpio*, correspondientes a variedades que se designan como "Carpa de Israel" y "Carpa Barrigona".



Fig. 1 *Cyprinus carpio rubrofruscus* (carpa barrigona) jóvenes y adultos en un estanque del Centro Acuícola.

En el territorio nacional tiene una amplia distribución. Se le encuentra en un 80% de los cuerpos de aguas dulces, a las cuales se han adaptado con mucho éxito, sobre todo en los estados de Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Tlaxcala, Estado de México, Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Durango y Michoacán.

Hábitat

Los ciprinidos se adaptan a todos los climas, aunque generalmente se desarrollan en las aguas templadas de los ríos, presas, lagos, charcas temporales, en donde pueden soportar condiciones adversas de los factores físico-químicos del agua. Así, la especie antes citada es característica de aguas lénticas, con mucha semejanza en sus hábitos alimenticios y reproductivos a las otras subespecies que se encuentran en México.

Posición taxonómica

La ubicación taxonómica de estos peces según Nikols'Kii (en Aguilera *et al.*, 1988), es la siguiente :

Phylum	Vertebrata
Subphylum	Gnathostomata
Clase	Pisces
Orden	Cypriniformes
Familia	Cyprinidae
Género	<i>Cyprinus</i>
Especie	<i>Cyprinus carpio rubrofruscus</i> Linnaeus, 1758

Requerimientos del ambiente

La **temperatura** influye directamente en cada una de las etapas del desarrollo del pez. Las carpas prefieren temperaturas de 22 a 25°C, consideradas como óptimas, aunque resisten valores mínimos de 17 y máximos de 30°C, que en períodos prolongados llegan a ocasionar trastornos fisiológicos. Se ha determinado que el nivel de **oxígeno** óptimo para estas especies está entre 5 y 7 mg/l, teniendo cuidado de que no caiga por debajo de 3mg/l. Con relación al **pH**, éste está directamente relacionado con la naturaleza del terreno, por lo que deben tomarse lecturas constantes durante el día, ya que la actividad fotosintética puede provocar variaciones significativas. Se señala que un pH de 4.5 o menor puede ocasionar la muerte a la carpa común. Un pH óptimo sería entre 7 y 8 (Aguilera *et al.* 1988).

Hábitos reproductivos

En el medio natural la reproducción ocurre durante el verano, cuando la temperatura se mantiene entre los 18 y 25°C. Para algunas especies de cultivo, estas condiciones se pueden adaptar y controlar a fin de lograr el desove artificial.

Así, tenemos que la carpa espejo y la barrigona se reproducen una vez al año en forma natural, durante los meses de febrero a marzo. Los machos maduran sexualmente a los 18 meses de edad y las hembras a los 24, estas últimas, con un peso de 6 kilos, son capaces de producir de 700 mil a un millón de huevecillos (Aguilera *et al.* 1988).

En la Granja Acuícola "Morelos" (Zacapu, Mich.), para el desove inducido se han utilizado dos métodos de fertilización, el natural (confinación del huevo en substrato) y el artificial con pérdida de adherencia del huevo. Los organismos maduros son revisados para efectuar el desove en el momento más oportuno utilizando extracto hipofisiario de carpa y/o gonadotropinas sintéticas como inductores, en dosis de 2 a 4 mg/kg de peso de pez, dependiendo del sexo y del grado de madurez gonádica (Tamayo, 1987).

Alimentación

Dos días después de la eclosión y en su etapa inicial se realiza la alimentación de los alevines, que incluye yema de huevo, leche en polvo y harina de soya suministrando diariamente 100 gr/10,000 alevines, con una frecuencia de cuatro veces al día durante cinco días. Posteriormente y hasta los 28 días de eclosionados, se administra solamente la harina de soya. A partir de los 29 días, los organismos son alimentados con balanceado molido a un tamaño de partícula adecuado y suministrando diariamente el 5 % de la biomasa en tres raciones. A los reproductores seleccionados se les proporciona alimento balanceado con 34% de proteína, suministrando diariamente el 3 % de la biomasa en dos raciones (Tamayo, 1987).

Cultivo de la carpa en México

La acuicultura de las diversas especies de aguas dulces y saladas que se cultivan en el territorio nacional, en la última década, ha tenido un fuerte desarrollo. Dentro de ellas, la piscicultura de la carpa constituye una alternativa para producir la proteína necesaria que requiere la población del país. La carpa, cultivada en 16 estados de la República, ocupa el segundo lugar en producción. En 1986 se produjeron 23,345 toneladas, cuyo valor comercial se estima en 23,345 millones de pesos (Barrena y Trejo, 1987).

Respecto a las entidades productoras de este ciprínido, Michoacán ocupa el primer lugar con una captura de 2, 490,000 carpas, aportando el 16.81 %.

Del volumen total de especies producidas en el país en 1986 (151, 818 millones de toneladas) la carpa representó el 15.3 %. Lo anterior demuestra por sí mismo la importancia económica que ha adquirido el cultivo y captura de este pez, que por su precio es accesible a la población de menores recursos económicos (Mújica, 1987).

En el país, los técnicos en acuicultura han adaptado a las condiciones climáticas de cada una de las regiones, la tecnología desarrollada en otros países, llegando en algunos casos a realizar innovaciones. Incluso han desarrollado una metodología para su manejo eficiente en ambientes controlados. Con ello se está en posibilidad de llevar al cabo una estrategia para ampliar la acuicultura de esta especie en los cuerpos de aguas continentales del país. Tal estrategia debe propiciar que las organizaciones de productores dedicados al cultivo de esta especie, asimilen la metodología para su manejo, elemento esencial para la obtención de resultados positivos.

Lograr que los proyectos sean autosuficientes y rentables es un aspecto fundamental que deberán contemplar los gestores y promotores de la acuicultura de esta especie. El cultivo de la carpa se ve favorecido porque no tiene limitaciones en cuanto a su distribución climática, pues se le cultiva en regiones subtropicales y templadas. La especie satisface los requerimientos para su cultivo bajo condiciones controladas, ya que presenta las siguientes características: elevada tasa de crecimiento, adaptabilidad a diferentes artefactos de cultivo (estanques, jaulas, bordos y encierros), aceptación del alimento suplementario derivado de subproductos agrícolas y desechos agroindustriales.

Es posible establecer policultivos y cultivos integrales, ello permite aprovechar cíclicamente a las especies que se quieran cultivar: peces, hortalizas, aves, ganado, etc.

El cultivo de las carpas en México se inicia a fines del siglo XIX con la introducción de la carpa común *Cyprinus carpio* y la carpa dorada *Carassius auratus*, importadas de Europa. En su inicio el manejo fue sencillo dada la facilidad con que se adaptó, diseminándose en numerosos cuerpos de agua, a tal grado que hoy en día forma parte de la dieta del mexicano.

Con la construcción de los primeros centros carperos en Zacatepec, Morelos; Jaral de Berrio, Guanajuato, y Antúnez, Michoacán por los años sesentas, y con la introducción de la carpa de israel *Cyprinus carpio specularis*, se da un impulso decidido al cultivo de esta especie en el país.

Para 1963 la Comisión Consultiva de Pesca construye el centro piscícola de Tezontepec de Aldama en Hidalgo, en el cual se introduce el sistema de policultivo tipo chino, utilizando carpas chinas como la herbívora *Ctenopharyngodon idellus*, plateada, *Hypohthalmichthys molitrix* y la barrigona *Cyprinus carpio rubrofuscus* (Mújica, 1987).

Existen programas de extensionismo acuícola que tiene la finalidad de repoblar los ríos y lagos a efecto de incrementar las pesquerías en aguas continentales. En 1979, definidas como "unidades básicas de acuicultura intensiva", dan inicio en el país las prácticas de cultivo de las distintas especies en los diferentes niveles tróficos, incrementándose de esta manera los rendimientos piscícolas en aguas interiores.

En 1981, el Programa Nacional de Acuicultura del Departamento de Pesca, declara a la carpa como especie de interés público y social por corresponder a bienes de consumo popular con cuya explotación se permite la integración de ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios en unidades de producción para la obtención y comercialización de productos con alto rendimiento económico.

Es indispensable recalcar que los ciprínidos son peces introducidos originarios del continente asiático que en los cuerpos de agua dulce de América y particularmente en México, han encontrado ambientes favorables para su desarrollo, aumentando en gran medida sus poblaciones, compitiendo con ventaja por espacio y alimento con especies endémicas, las que van siendo relegadas y muchas de ellas se encuentran en peligro de extinción, por lo que es urgente realizar estudios sobre la biología de los peces nativos (pescado blanco, acúmara, etc.) para determinar la factibilidad de su cultivo en granjas piscícolas y de repoblamiento en los diversos lagos del estado de Michoacán.

JUSTIFICACIÓN

Se han realizado muy pocos trabajos relativos a los protozoos parásitos en carpas cultivadas en estanques a lo largo de uno o más años (Migala, 1971), y por lo general se avocan al conocimiento meramente cualitativo, con excepción de los trabajos de Migala (1971) y Willomitzer (1980) quienes abordan aspectos ecológicos de las infecciones.

Hay una carencia de estudios cuantitativos precisos de las especies o grupos de parásitos que componen la parasitocenosis, así como los que tratan de establecer las relaciones entre ellos. Por otra parte Bauer (1962) y Bauer *et al.* (1981) consideran que el conocimiento de estos problemas, particularmente los relativos a las crías de la carpa, son la clave para diseñar estrategias de trabajo adecuadas para evitar las epizootias, de ahí la necesidad de ampliar el conocimiento de la Biología de los parásitos, y especialmente de su Ecología, condición indispensable para la elaboración correcta de métodos de prevención de enfermedades parasitarias en peces.

En esta investigación se estudiaron carpas barrigonas cultivadas en diversos estanques de una Granja Acuícola en donde la composición cualitativa de los ciliados asociados, ampliamente difundidos en los peces, no había sido efectuada previamente.

OBJETIVOS

- Determinar la composición específica de los ciliados asociados (ectocomensales y ectoparásitos) a *Cyprinus carpio rubrofruscus* en condiciones de cultivo en la Granja Acuícola Morelos de Zacapu, Michoacán.
- Caracterizar las infecciones de los ciliados de esta especie de pez mediante algunos parámetros ecológicos (prevalencia, intensidad promedio y abundancia), dependiendo de la época del año (sequía o lluvias) y de la edad de los hospederos.
- Establecer si existe correlación entre la abundancia y diversidad de las especies identificadas con algunos parámetros físico-químicos del agua de los estanques como temperatura, pH y oxígeno disuelto.
- Analizar la compleja relación hospedero-parásito-ambiente, así como los efectos de las enfermedades de los peces en la piscifactoria y proponer estrategias para reducir dichos efectos.

ÁREA DE ESTUDIO

El "Centro Acuícola Morelos" perteneciente a la Secretaría de Pesca, se encuentra ubicado en el Municipio de Zacapu (palabra de origen chichimeca que significa piedra o lugar pedregoso), en el estado de Michoacán. Está situado a 79 Km de Morelia, capital del estado, por la carretera federal número 15 Morelia-Zamora (SEGOBE, 1988).

Situado en donde la Meseta Tarasca declina hacia el Bajío, se encuentra limitado al sur, sureste y poniente por las estribaciones de la cordillera que atraviesa la parte central de la entidad (Sistema Volcánico Transversal; mientras que por el noreste y norte se abre a un extenso valle. Formando parte de las montañas que lo limitan, entre cuyas alturas sobresalen los cerros del Tecolote, del Tule y del Brinco, hay numerosos y pequeños volcanes de baja altura, entre ellos, a escasos 5 Km de la cabecera, el cerro del Espino, en cuyo cráter existe un depósito de agua fría y transparente (SEGOBE, 1988).

En la parte norte de la población se hallan las lagunas de Zacapu y Zarcita, donde se origina el río Angulo, que antes de desembocar en el Lerma, atraviesa la Ciénega de Zacapu, antigua laguna desecada a fines del siglo pasado, y una parte del Bajío michoacano; existen además, gran cantidad de manantiales y canales de riego (Enciclopedia de México, 1978).

El Municipio de Zacapu, se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19°50'00" de latitud norte y 101°47'30" de longitud oeste, a una altura de 1,980 m.s.n.m (Fig. 2). Su clima según la clasificación de Köppen, es templado, con lluvias de verano (c(w1)(W)b(i)). Tiene una precipitación pluvial anual de 1,068.9 milímetros cúbicos (800 milímetros cúbicos como promedio) y temperaturas que oscilan de 7.6 a 24.7°C (temperatura media anual de 17.5°C) (SEGOBE, 1988).

Centro Acuícola Zacapu

Construido en el período 1977-1982 y originalmente diseñado para la investigación de tecnología en la producción de pez blanco, el Centro Acuícola Zacapu, en el Estado de Michoacán, tiene una capacidad instalada (1982-1986) para 4 millones 236 mil crías de carpas al año; con la reutilización de la estanquería en tres ciclos al año y con una capacidad instalada de producción de crías en talla mínima de siembra de un millón 412 mil crías por ciclo, este centro consigue alcanzar la meta asignada en su creación (Tamayo, 1987).

Zacapu cuenta con 27 estanques de 230 m²; 9 estanques de 3,500 m²; dos de 3,800m²; uno de 3,100 m²; cuatro de 37.5 m² y uno de 150 m², operados por 17 trabajadores encabezados por el jefe de la piscifactoría. Pese a que la granja fue diseñada originalmente para el cultivo del pescado blanco (*Chirostoma estor*) y que la temperatura del agua, en su origen, no es adecuada para la reproducción e incubación del huevo de carpa, ha contribuido con el 50% de la producción estatal anual de crías de este ciprínido. El aporte de agua proviene de un manantial situado en los terrenos de la piscifactoría (Fig. 2a).

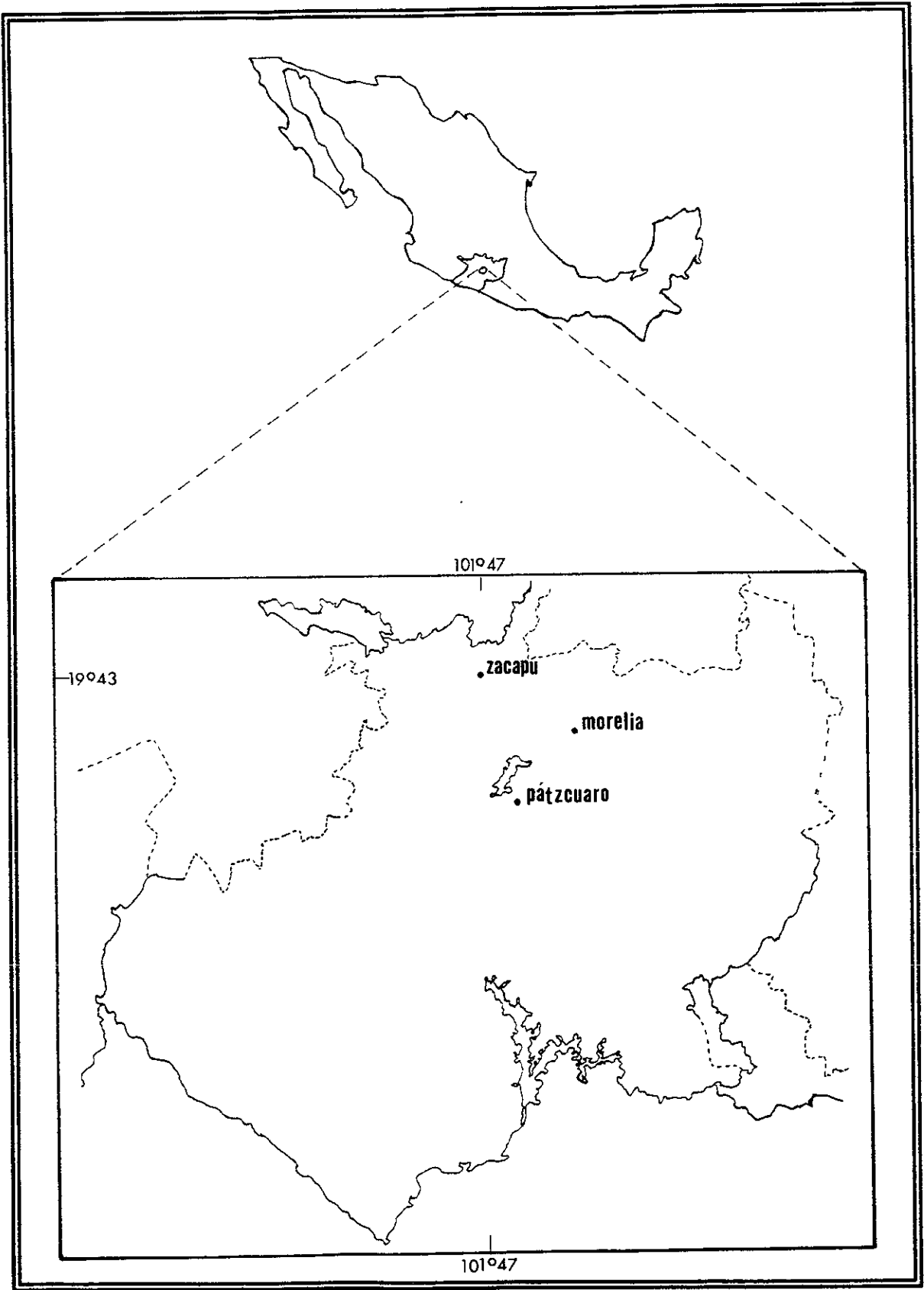


Fig. 2. Mapa en el que se muestra la zona de estudio: Zacapu, Michoacán

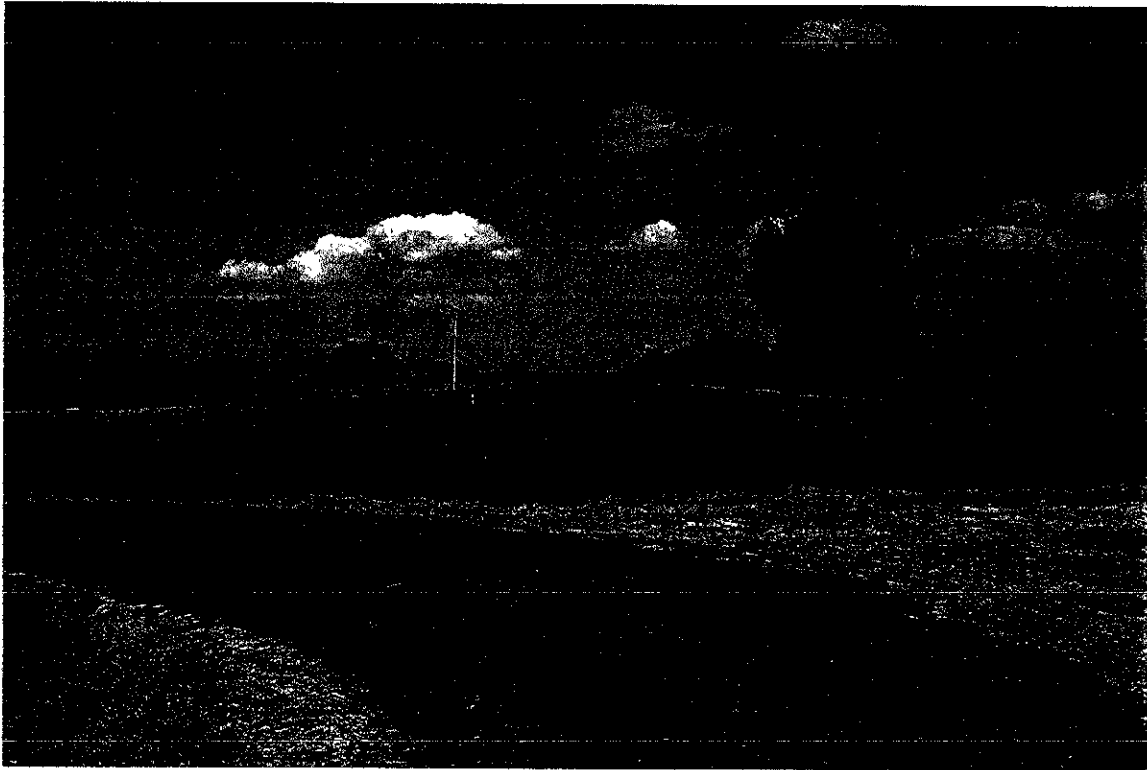


Fig. 2a Panorámica del Centro Acuicola Zacapu. Estanques rústicos.

En la estanquería se efectúan mediciones semanales de oxígeno disuelto, pH y transparencia y mediciones diarias de temperatura, además debe realizarse bimestralmente un muestreo morfométrico de longitud y peso, todo esto con el fin de llevar un registro de las condiciones ambientales que afectan el desarrollo de los peces y relacionarlos con la aparición de situaciones anormales de conducta, retraso de crecimiento, mortalidad, etc.

La producción de crías de carpa en 1985 fue de 3 millones 435 mil, las que se sembraron en diferentes cuerpos de agua y 320 unidades de producción en el estado de Michoacán, un millón 65 mil crías fueron donadas a otras entidades en apoyo a sus programas acuaculturales (Estados de Jalisco, Guanajuato, Estado de México, Puebla, Tlaxcala y Zacatecas), permaneciendo en el centro un lote de 115 mil crías para su selección o posterior entrega (Tamayo, 1987).

El Centro pretende: atender el 7% de la demanda estatal, formar un lote de reproductores altamente seleccionados de las carpas de Israel y barrigona, línea exclusiva de producción de la granja; difundir la tecnología de producción de crías y del cultivo comercial de la carpa; introducir y repoblar los grandes embalses con las especies de carpas que permitan incrementar la producción y apoyar el programa de investigación para el establecimiento de la biotecnología para el cultivo del pez blanco, entre otros (Tamayo, 1987).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de los muestreos

La especie de ciprínido seleccionada fue *C. carpio rubrofruscus*. Para esta investigación se realizaron 14 muestreos en los estanques de la granja piscícola a los largo de tres años (1990-1992), seis en la época de sequía (noviembre-abril) y ocho en el período de lluvias (mayo-octubre), todos ellos en condiciones normales de operación de la piscifactoría. Los ejemplares se extrajeron de cuatro estanques rústicos distintos, en donde se tienen separados por tallas, en ocasiones procedentes del mismo lote inicial y en otras de un lote distinto. Las fechas de los muestreos, así como el número de peces obtenidos en cada ocasión aparecen en la Tabla 1a. La diferencia en el número de peces muestreados entre las dos primeras tallas y las dos últimas se debe a que el centro es, fundamentalmente, productor de crías y los jóvenes y adultos son ejemplares seleccionados con fines de reproducción para los siguientes ciclos, por lo cual no es posible obtenerlos en gran número.

Dinámica seguida en el centro acuícola

El huevo obtenido mediante el desove inducido de reproductores seleccionados permanece en los estanques de desove de dos a cuatro días (dependiendo de la temperatura ± 23 °C) y se transporta en medio húmedo al estanque de incubación-alevinaje-crianza en el que como medida preventiva de sanidad se utiliza Dipterex (1ppm) un día antes de la siembra del huevo, repitiendo el tratamiento a los 15 días. Las crías permanecen en este estanque aproximadamente 60 días hasta alcanzar la talla mínima de siembra (5 cm) en que son extraídas ya sea para repoblamiento de cuerpos de agua naturales o para surtir a diversas unidades de producción, un lote de 115,000 ejemplares se mantienen en el centro para su selección o posterior entrega, se transportan a los estanques de engorda, sin tratamiento alguno, en donde alcanzan en 30 días una talla promedio de 10 cm y en un mes más son considerados como peces jóvenes. Finalmente son transportados a los estanques de reproductores (20 cm) en donde permanecen hasta su selección (150-240 días). El ciclo referido se repite tres veces al año con la reutilización de la estanquería.

Recolecta de hospederos

La recolecta se efectuó con red tipo chinchorro. Los peces se transportaron vivos al Laboratorio de Protozoología de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M., siguiendo la metodología empleada por Lom (1966) en bolsas de plástico con agua oxigenada del estanque correspondiente (Aguilera, 1988), separados por talla y con una densidad por bolsa que no rebasara los 10 ejemplares, instalándose en contenedores de plástico de 60l de capacidad con bomba de oxígeno (Elite 801) (Adams, 1985). Los peces se mantuvieron vivos hasta su revisión, ya que los ciliados mueren rápidamente cuando son separados de sus hospederos, además de que hay características de valor taxonómico que solo se observan en vivo (Lom, 1966). Para algunos ejemplares de cada talla la revisión fue inmediata, y para otros en el transcurso de 96 horas (Heckmann *et al.* 1987).

Tabla 1a. Tallas, número de peces revisados por muestreo y registro de temperatura (promedio semanal) del agua de los estanques del Centro Acuícola Zacapu: 1990, 1991 y 1992

1990	Talla de los hospederos	No. Peces revisados	Estanque	Temperatura promedio semanal °C
Enero	5 cm	26	B1	11.6
	10 cm	14	B4	11.6
	jóvenes	6	13	11.5
	reproductores	-	XII	11.7
Febrero	5 cm	-	B2	17.5
	10 cm	13	B3	16.7
	jóvenes	-	10	18.1
	reproductores	2	XIII	16.7
Marzo	5 cm	11	B2	18.5
	10 cm	19	B3	18.5
	jóvenes	13	11	18.3
	reproductores	6	XII	18.4
Mayo	5 cm	4	B2	19.5
	10 cm	23	B5	19.3
	jóvenes	16	12	19.0
	reproductores	4	XIII	19.45
Julio	5 cm	15	B1	20.0
	10 cm	20	B5	20.0
	jóvenes	10	13	20.0
	reproductores	2	XII	20.0
Octubre	5 cm	32	B2	-
	10 cm	12	B7	-
	jóvenes	8	10	-
	reproductores	-	XIII	-
Total		256		

Tabla 1a. ...continuación

1991	Talla de los hospederos	No. Peces revisados	Estanque	Temperatura promedio semanal °C
Enero	5 cm	8	B1	13.8
	10 cm	11	B4	13.6
	jóvenes	13	12	13.6
	reproductores	1	XIII	13.7
Abril	5 cm	25	B3	19.2
	10 cm	-	-	19.0
	jóvenes	8	11	19.0
	reproductores	6	XIII	19.2
Agosto	5 cm	26	B2	23.4
	10 cm	17	B5	23.2
	jóvenes	1	12	23.2
	reproductores	13	XII	23.3
Octubre	5 cm	13	B1	16.8
	10 cm	25	B5	16.7
	jóvenes	17	10	16.8
	reproductores	7	XIII	16.6
Total		191		
1992	Talla de los hospederos	No. Peces revisados	Estanque	Temperatura promedio semanal °C
Febrero	5 cm	5	B2	15.1
	10 cm	19	B5	15.0
	jóvenes	14	11	15.2
	reproductores	7	XIII	15.1
Mayo	5 cm	25	B1	19.5
	10 cm	-	-	19.3
	jóvenes	-	-	19.4
	reproductores	-	-	19.4
Agosto	5 cm	10	B2	27.2
	10 cm	4	B3	26.9
	jóvenes	2	12	27.0
	reproductores	1	XIII	27.2
Septiembre	5 cm	10	B1	22.5
	10 cm	9	B5	22.5
	jóvenes	1	11	22.3
	reproductores	2	XII	22.4
Total		109		

Registro de parámetros físico-químicos

Los datos de temperatura, pH y oxígeno disuelto del agua de los estanques fueron proporcionados por el personal de la granja, que los monitorea diariamente a las 6 A.M., empleando para ello un termómetro (-20° a 110°C) con intervalos de un grado, oxímetro (marca YSI, modelo 51 B) y potenciómetro (Corning). La tabla 1a muestra los promedios semanales de temperatura. Los valores de pH y oxígeno disuelto se mantuvieron en rangos óptimos de 7.2 a 7.9 y 6.2 a 7.3 mg /l respectivamente.

Análisis ciliatológico

Previo al examen de los peces, se registraron los datos merísticos de longitud total y peso de los mismos (con ictiómetro y balanza granataria Ohaus de triple brazo). El análisis ciliatológico se llevó al cabo obteniendo muestras totales del moco de la piel (en vivo) y de las branquias (después de descerebrar) mediante raspado con portaobjetos, elaborándose frotis. La observación en vivo fue indispensable para apreciar aspectos morfológicos, considerados en la taxonomía de los diversos grupos de ciliados, y fisiológicos (locomoción, contracción, nutrición, reproducción, entre otros). A los frotis con el moco fresco se les añadieron algunas gotas de agua filtrada del contenedor de los peces, se les colocó el cubreobjetos y se observaron detenidamente al microscopio con las técnicas de campo claro y contraste de fases (microscopio Zeiss Junior y microscopio Nikon Optiphot) ambos con sistema integrado para microfotografías (Nikon HFX-DX) y calibrados para la medición en micrómetros (μm) de los organismos. Los datos merísticos considerados usualmente para los ciliados son :

- Ciliados libres nadadores: longitud y anchura del cuerpo.
- Peritricos sesilinos (solitarios o coloniales): longitud y anchura de los zooides, diámetro de la abertura peristomal, anchura del labio peristomal, longitud del pedúnculo, diámetro de la escópula, longitud de la colonia.
- Peritricos mobilinos (tricotínidos): diámetro del cuerpo, diámetro del disco adhesivo, grosor de la membrana del borde, diámetro del anillo denticulado, longitud de los denticulos, grados de la espiral adoral.

En los tres grupos considerados se pudieron apreciar por transparencia organoides como el macronúcleo y las vacuolas contráctiles. En algunos casos, y para resaltar dichas estructuras, se recurrió al empleo de colorantes vitales como el verde de metilo acuoso acidulado al 1 %.

Las mediciones en vivo se complementaron con las obtenidas de las preparaciones permanentes; los datos morfométricos son el promedio de 9 - 20 ejemplares medidos al azar, según la especie de ciliado considerado. De cada medición (longitud, anchura, etc.) se obtuvieron los valores : mínimo, máximo, promedio (X), desviación estándar (SD) y coeficiente de variación (CV) utilizando el paquete de software Q-PRO.

Cuantificación

En las preparaciones temporales de moco de piel y branquias de los peces se llevó al cabo el conteo del total de ciliados presentes en cada frotis, utilizando un contador digital (cuatro dígitos, No.2, marca Compass), abarcando completamente el área del cubreobjetos, deslizando la preparación de manera vertical hasta cubrir todos los campos de observación.

En los contenedores de los peces se sumergieron portaobjetos que sirvieron como substrato artificial para la adhesión de los ciliados, principalmente de peritricos sesilinos (colonización).

Se hicieron esquemas de los protozoos en vivo, que se complementaron con los organismos procesados con las diversas técnicas.

Técnicas micrográficas utilizadas (microscopía óptica)

Los ciliados fueron procesados con las técnicas que a continuación se señalan, para permitir visualizar y resaltar sus componentes estructurales:

- * Hematoxilina de Harris
- * Impregnación argéntica de Klein (1958)
- * Carbonato de plata amoniacal piridinado (Fernández-Galiano, 1976)
- * Protargol (Lee, Hutner y Bovee, 1985).

Hematoxilina de Harris

Demostración del aparato nuclear

- Esparcir albúmina-glicerina (2 partes de albúmina y 1 parte de glicerina) sobre portaobjetos o cubreobjetos.
- Colocar el moco fresco de piel o branquias sobre la albúmina.
- Fijar con Schaudinn 10-15 minutos.
- Calentar en una plancha caliente hasta que casi se seque la muestra.
- Teñir con hematoxilina de Harris filtrada de 1-3 minutos.
- Lavar con agua destilada.
- Verificar la tinción al microscopio sin dejar secar.
- Virar con agua corriente.
- Lavar con agua destilada.
- Deshidratar con alcoholes graduales : 30°, 50°, 70°, 96° y absoluto.
- Aclarar con xilol.
- Montar con Bálsamo de Canadá.

Impregnación argéntica de Klein (1958)

Esta técnica es útil para resaltar la infraciliatura de las diversas especies de ciliados, así como para poner de manifiesto los elementos del disco adhesivo de los tricodínidos.

- Elaborar frotis con el moco fresco de piel o branquias de los peces.
- Dejar secar al aire.
- Sumergir los frotis en una solución acuosa de nitrato de plata (AgNO_3) al 3.5 % durante 15 minutos.
- Lavar con agua destilada.
- Colocar los frotis en una caja de Petri con agua destilada bajo una lámpara de rayos ultravioleta por 15 minutos (debajo de la caja colocar una hoja blanca).
- Lavar con agua destilada.
- Dejar secar al aire.
- Montar con Bálsamo de Canadá.

Carbonato de plata amoniacal piridinado (Fernández-Galiano, 1976)

Con esta técnica es posible poner de manifiesto las estructuras infraciliares y también el núcleo de los protozoos ciliados.

Solución de Río-Hortega :

- Nitrato de plata acuoso al 10 %50 ml
- Carbonato de sodio anhidro al 5 %.....150 ml
- Hidróxido de amonio (añadir gota a gota a la solución anterior hasta disolverse el precipitado blanco)
- Fijar añadiendo 2-4 gotas de formol al 4 % y 2-4 gotas de formol comercial al 40% a la muestra de ciliados (aproximadamente 5 ml de un cultivo rico o bien portaobjetos sumergidos por un mínimo de una semana en los contenedores de los peces a los cuales se adhieren los protozoos) por 2 minutos en una caja de Petri.
- Añadir a la caja 10 gotas de piridina, 2 ml de solución de Río-Hortega, 10 gotas de peptona-proteosa y 20 ml de agua destilada. Calentar con mechero aproximadamente 5.5 minutos hasta que adquiere color cognac (pardo claro).
- Transferir la mezcla a una cápsula de porcelana con 15 ml de tiosulfato de sodio al 5 % (solo si los ciliados proceden de cultivo) y pipetear a los organismos del fondo de la cápsula colocándolos en un portaobjetos al que previamente se le añade glicerol-albúmina (1:1). Los portaobjetos se introducen una hora a la estufa. Si se emplearon desde el inicio portaobjetos con los ciliados adheridos, se omite este paso.
- Agregar a los portaobjetos una mezcla (9:1) de alcohol isopropílico 98 % y formol comercial durante 10 minutos.
- Deshidratar con alcoholes isopropílicos graduales.
- Aclarar con xilol.
- Montar con Bálsamo de Canadá.

Técnica de Protargol (Lee, Hutner y Bovee, 1985)

En primera instancia esta técnica se emplea para resaltar la ciliatura oral y somática, así como la infraciliatura y secundariamente el núcleo.

- Esparcir albúmina-glicerina (2 partes de albúmina y una parte de glicerina) sobre los cubreobjetos y dejarla secar hasta que esté pegajosa.
- Colocar el moco fresco de piel o branquias sobre la albúmina.
- Fijar con Bouin (1 parte de Bouin y 100 partes de agua destilada) entre 5 y 15 minutos.
- Lavar el fijador con agua destilada.
- Deshidratar en alcoholes isopropílicos graduales : 15°, 30°, 50°, 70° y 85°, 5 minutos en cada uno.
- Sumergir en formol-alcohol (etanol absoluto y formol a partes iguales) de 5 a 30 minutos para que se asiente la albúmina.
- Deshidratar por 5 minutos en cada uno de los siguientes alcoholes: isopropanol 95° 2 veces, en etanol absoluto y finalmente en metanol absoluto.

- Sumergir en periodión al 0.5 % disuelto en metanol absoluto, hasta que tenga una apariencia lechosa.
- Rehidratar por 5 minutos en alcoholes isopropílicos de 70°, 50° y 30°.
- Lavar 3 veces en agua destilada.
- Colocar en permanganato de potasio al 0.5 % por 5 minutos (adquiere un color café pardo).
- Lavar en agua corriente varias veces, hasta que el agua sea transparente.
- Sumergir en ácido oxálico al 5 % por 5 minutos y escurrir (remueve el color café pardo).
- Lavar y escurrir de 3-6 veces en agua corriente.
- Colocar en una solución de protargol al 1-2 %. Se espolvorea el protargol sobre el agua destilada (no se mezcla) y se deja que se disuelva solo, se registra el pH que deberá de ser de 8.8. Antes de introducir los cubreobjetos en el protargol se colocan 0.7 g de alambre de cobre que ya ha sido flameado y pasado por etanol 95°. Permanecerán en protargol hasta que el pH haya bajado (6.8-7), normalmente toda una noche.
- Extraer los cubreobjetos del protargol sin escurrir y colocarlos directamente en una solución de hidroquinona al 1 % disuelta en solución de sulfito de sodio al 5% por 5-10 minutos para revelar la plata.
- Lavar con agua corriente 2-3 veces, escurrir después de cada lavado.
- Los cubreobjetos deben sacarse y meterse repetidamente en una solución de cloruro de oro al 1 % (tono morado).
- Transferir a una solución de ácido oxálico al 2 % y dejarlos allí por 5 minutos
- Lavar una vez con agua corriente y escurrir.
- Sin dejar secar, verificar la impregnación al microscopio.
- Pasar a una solución de tiosulfato de sodio al 5 % por 5 minutos.
- Lavar en agua destilada y escurrir.
- Deshidratar en alcoholes isopropílicos graduales: 15°, 30°, 50°, 70°, 95° y absoluto por 5, 6, 7, 8, 9 y 10 minutos respectivamente.
- Aclarar con xilol por 10 minutos.
- Montar con Bálsamo de Canadá.

Microscopía electrónica de barrido

La fijación del material (moco conteniendo a los ciliados asociados) se realizó con glutaraldehído al 1 % y posteriormente con glutaraldehído al 2.5 % preparado con buffer de cacodilato de sodio 0.1 M. El ulterior tratamiento de las muestras es el usual, manejado por los diversos ciliatólogos (Foissner, 1991). La observación fue efectuada en un microscopio electrónico de barrido Zeiss DSM 950.

Clasificación

Se empleó, de manera general, la clasificación propuesta por Small y Lynn (1985). El orden en el que aparecen las especies en los resultados sigue este esquema como segundo criterio, ya que en primera instancia se tomó en cuenta el tipo de relación interespecífica con el hospedero.

Análisis de datos

Parámetros ecológicos

Los parámetros ecológicos de la infección por las diferentes especies de ciliados en los peces incluidos en este trabajo: Prevalencia, Abundancia e Intensidad promedio, se calcularon de acuerdo a Margolis *et al.* (1982).

Prueba de G

Se obtuvieron datos de los ciliados en relación al hábitat específico, tallas de los hospederos y época del año (lluvias o sequía). El significado de estos datos se analizó con base a la prueba de independencia de G (Sokal y Rohlf, 1979).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 12 especies de ciliados asociados a *C. carpio rubrofruscus*, ubicadas en 11 géneros y 10 familias. Para cada especie se señalan los aspectos taxonómico y ecológico (distribución general, tallas de los hospederos, hábitat específico, período climático), así como una discusión (taxonómica, distribución geográfica, dinámica de la infección, fuente de la infección, tallas de los hospederos, hábitat específico, factores bióticos, abióticos y patogenicia). A continuación se enlistan las especies identificadas:

Amphileptus branchiarum

Chilodonella uncinata

Ichthyophthirius multifiliis

Apiosoma piscicola

Trichodina wellborni

Coleps striatus

Tetrahymena corlissi

Epistylis hentscheli

Carchesium polypinum

Vorticella aequilata

Vorticella striata

Colpoda steinii

El orden en que se irán mencionando las especies obedece, en primera instancia al tipo de relación interespecífica mantenida con los peces, ya que en las granjas acuícolas es de fundamental interés el conocer los organismos que pueden afectar negativamente las poblaciones de peces cultivados. En segundo lugar se aplicó el criterio del arreglo taxonómico propuesto por Small y Lynn (1985).

Los tipos de relaciones interespecíficas son

Parasitismo

Comensalismo

Ciliados de vida libre asociados incidentalmente a peces

***Amphileptus branchiarum* Wenrich, 1924**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss 1818 emend. Von Siebold 1846
 Phylum Ciliophora Doflein 1901
 Subphylum Rhabdophora Small 1976
 Clase Litostomatea Small y Lynn 1981
 Subclase Haptoria Corliss 1974
 Orden Pleurostomatida Schewiakoff 1896
 Familia Amphileptidae Bütschli 1889
 Especie ***Amphileptus branchiarum*** Wenrich 1924

Localización en el hospedero : Branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus*

El registro de este ciliado en la presente investigación constituye el primero, tanto para el ciprínido estudiado como para nuestro país.

Descripción de la especie

Las formas libres nadadoras de *A. branchiarum* comprenden ciliados solitarios con el cuerpo frecuentemente alargado y lateralmente comprimido de 58-75 X 41-72 μm , con las superficies dorsal y ventral a manera de bordes estrechos afilados; película gruesa; ciliatura somática casi siempre confinada a la amplia superficie derecha, arreglada en cinetias somáticas; toxicistos y mucocistos presentes; cilios clavados, semejantes a cerdas en ambas superficies; apertura bucal ventral, en forma de hendidura; dos macronúcleos redondeados aproximadamente del mismo tamaño, de 17-25 X 7-19 μm ; micronúcleo pequeño con un diámetro de 2 μm ubicado entre los macronúcleos; vacuolas contráctiles numerosas en los bordes del cuerpo (Figs. 3 - 5).

Los trofozoítos se adhieren por el extremo anterior al epitelio branquial del hospedero, en tanto que el extremo posterior se curva constantemente con movimientos rotatorios, en esta fase las medidas son 57-74 X 52-59 μm .

La fisión binaria puede llevarse al cabo dentro de un quiste redondeado o ligeramente oval de 35 X 32 μm .

En la tabla 2 se presentan las características morfométricas de *A. branchiarum*.



Fig. 3 *Amphileptus branchiarum* (trofozoito) In vivo. Superficie de las branquias. Campo claro. 10X.

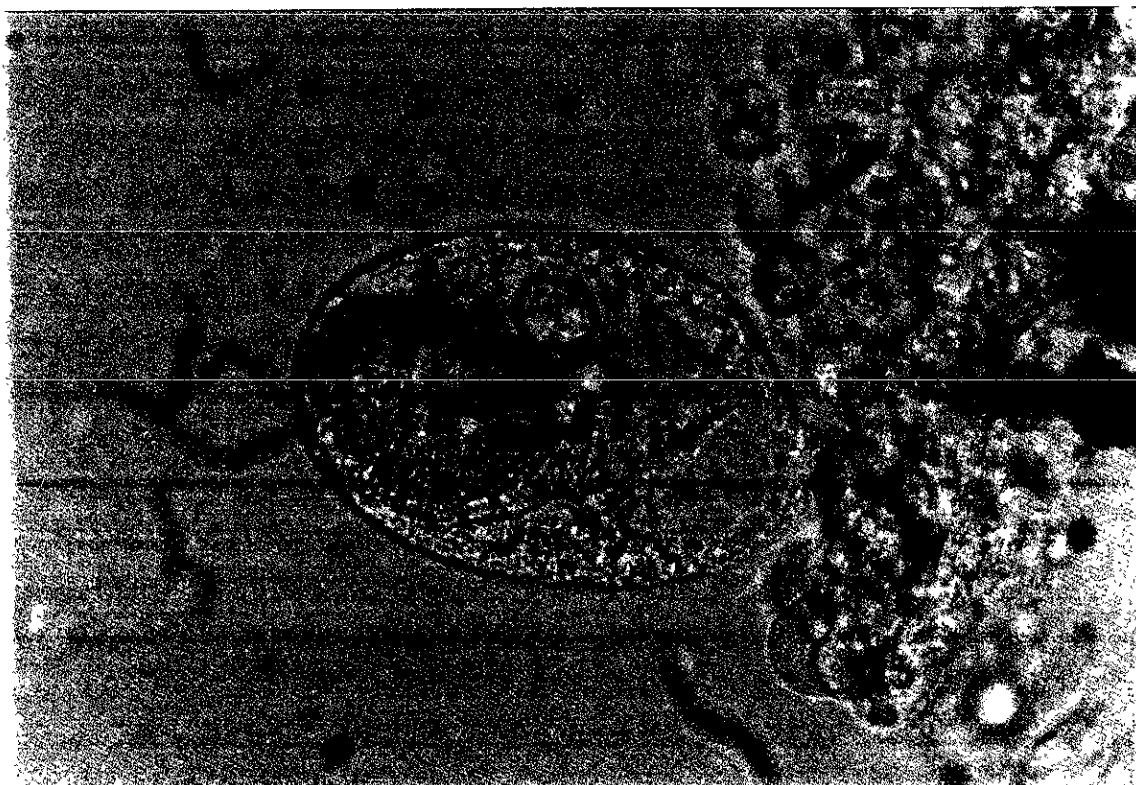


Fig. 4 *A. branchiarum* (trofozoito). In vivo. Moco de la superficie branquial. Se evidencia una vacuola digestiva conteniendo a *T. wellborni*. Campo claro. 40X.

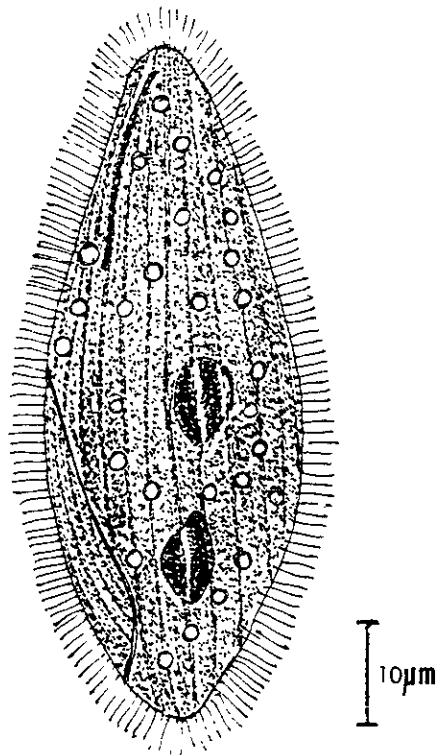


Fig. 5 *Amphileptus branchiarum*. Esquema general de un trofozoíto libre nadador.

Tabla 2 Morfometría de *Amphileptus branchiarum*

	n	Trofozoíto libre nadador promedio μm	Desviación estandar	Coefficiente de variación %	Mínimo μm	Máximo μm
Longitud cuerpo	20	64.8	6.5	10.0	58	75
Anchura cuerpo	20	53.0	8.3	15.6	41	72
Longitud macronúcleo	20	20.4	2.6	12.7	17	25
Anchura macronúcleo	20	14.0	3.5	25.4	7	19
Trofozoíto adherido						
Longitud cuerpo	20	63.1	5.5	8.6	57	74
Anchura cuerpo	20	54.3	2.1	4.0	52	59
Quiste						
Diámetro	20	34.2	1.0	2.9	32	35

Ecología

Distribución general

Se observó a *A. branchiarum* en tres formas diferentes: trofozoíto libre nadador, trofozoíto adherido y quiste. Los dos primeros se presentaron exclusivamente en agosto y septiembre de 1992, con prevalencias del 9 al 12 %, abundancia e intensidad promedio en branquias de 0.6 y 5.5 respectivamente (Fig. 6).

En relación a los quistes implantados en las branquias, estos se localizaron en los catorce muestreos en elevado número (Fig. 8).

Tallas de los hospederos

Analizando las tallas de los peces se encontró que los trofozoítos de esta especie aparecieron en número escaso (menos de veinte ejemplares por hospedero) en cuatro crías de 5 cm, en tanto que la presencia de los quistes fue constante en el 100 % de las crías de 5 y 10 cm. Los jóvenes y adultos estuvieron libres de estos protozoos (Fig. 7 y Tabla 3). Los resultados de la prueba de G no arrojaron diferencias significativas entre las distintas tallas de los peces y los valores de los parámetros ecológicos de la infección por trofozoítos de *A. branchiarum* ($G= 6.25$ con un alfa de 0.1; G tablas = 3.4), sin embargo, cuando se aplicó a los quistes, hubo marcada diferencia ($G= 6.25$ con un alfa de 0.1; G tablas = 289.74) (Fig. 8).

Hábitat específico

Tanto la fase trofozoíto como los quistes únicamente se ubicaron en las branquias de los hospederos. Sin embargo, al encontrarse los primeros solamente en cuatro de los peces examinados, no se encontró relación significativa en la prueba de G ($G=3.8$ con un alfa de 0.05; G tablas = 2.41), en tanto que las formas quísticas se encontraron en 329 peces del total examinado, por lo que se detectó gran diferencia significativa ($G= 2.7$ con un alfa de 0.1; G tablas = 339) que nos muestra a las branquias como el sitio preferencial para su implantación (Fig. 9 y Tabla 4).

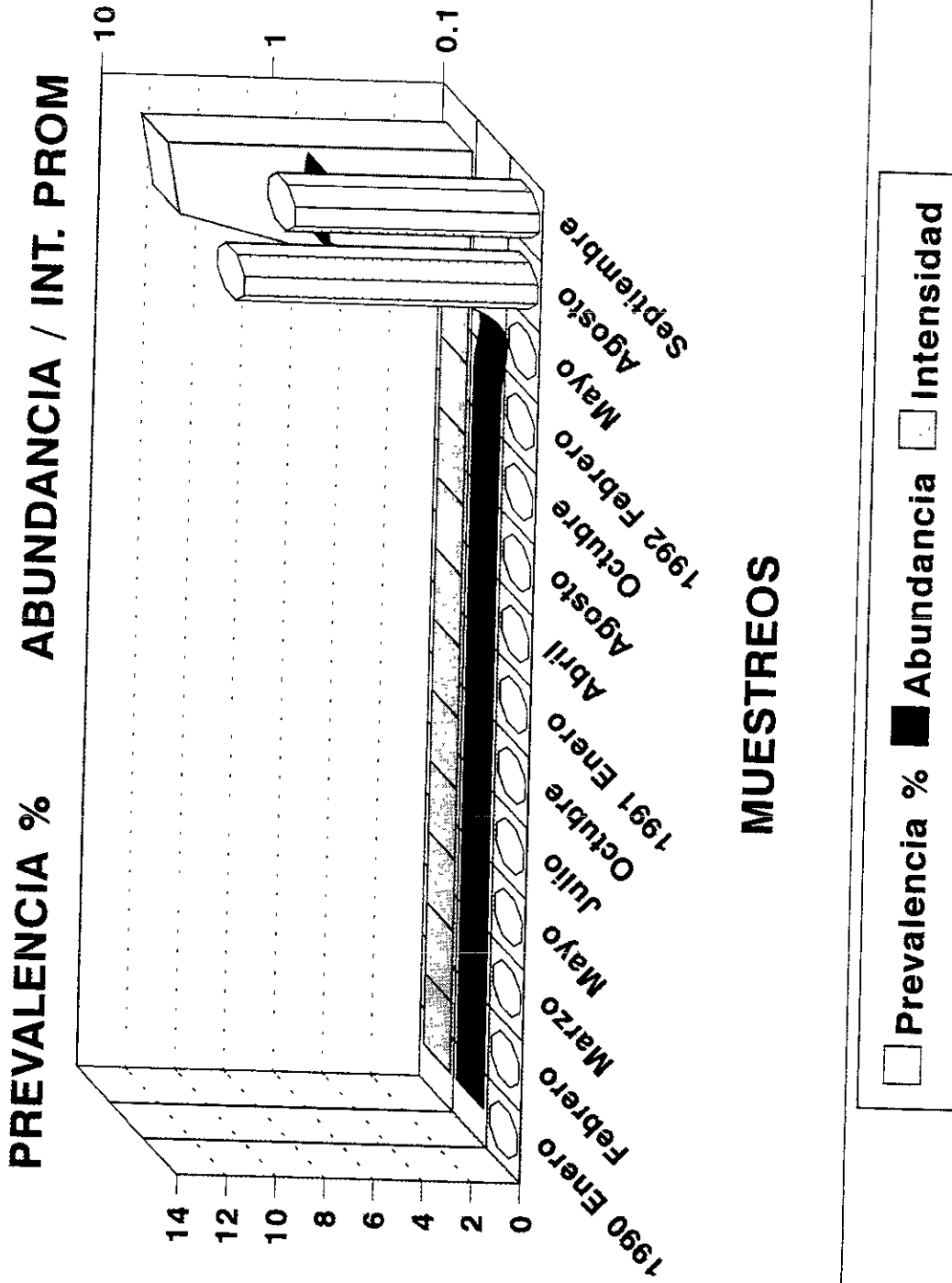


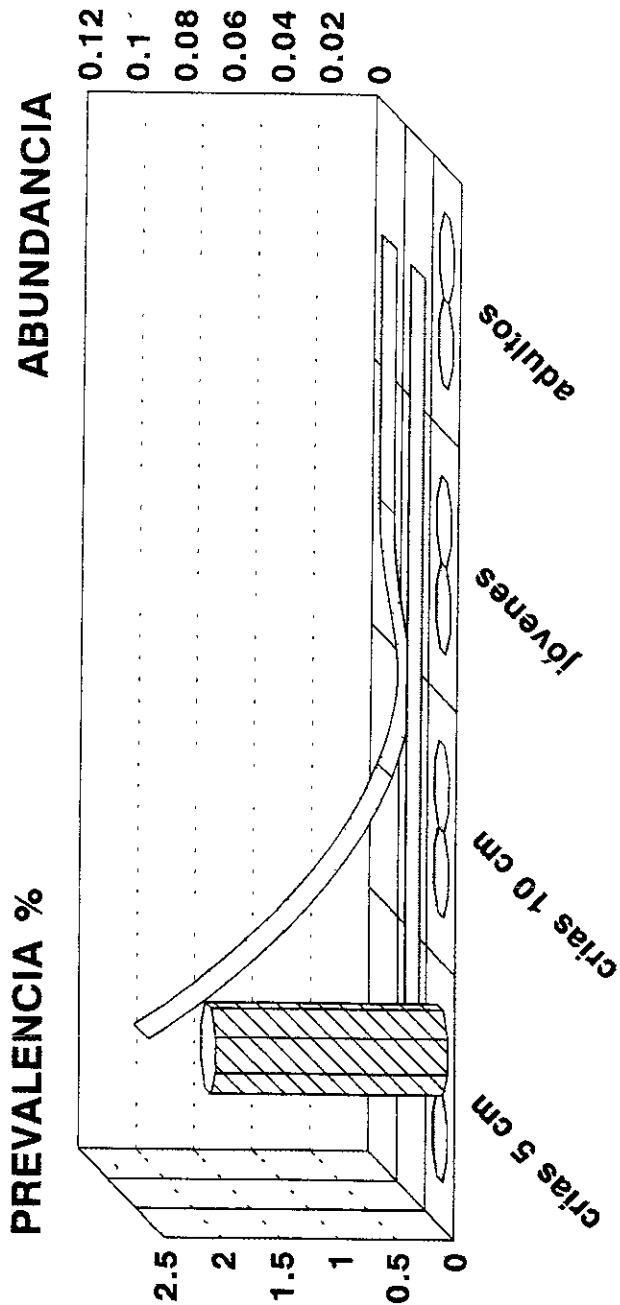
Fig.6 Parámetros ecológicos de la infección por *Amphileptus branchiarum* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992)

Tabla 3. Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Amphileptus branchiarum*

examen.	Hospederos		parasitados		<i>Amphileptus</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom + - SD	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
crías 5 cm	0	4	0	21	0	1.9	0	0.1 + - 0.19	0	5.25 + - 1.84	0	0
crías 10 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
jóvenes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
adultos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	0	4	0	21	0	1.9	0	0.1 + - 0.19	0	5.25 + - 1.84	0	0

Tabla 4. Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio. rubrofruscus* con *A. branchiarum* en los dos periodos estudiados

examen	Hospederos		parasitados		<i>Amphileptus</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom. + - SD	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
Huvas	0	4	0	21	0	0.72	0	0.04 + - 0.23	0	5.25 + - 2.2	0	0
secas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	0	4	0	21	0	0.72	0	0.04 + - 0.23	0	5.25 + - 1.8	0	0

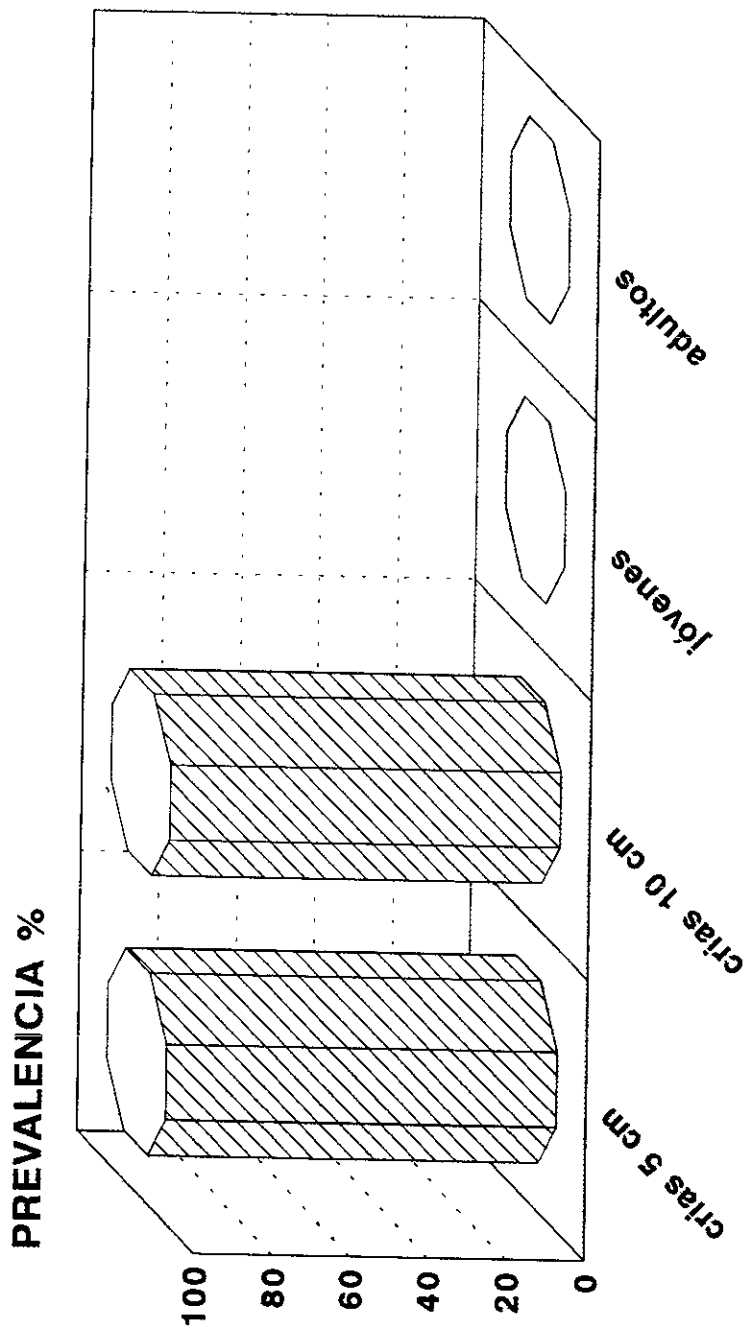


TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

Prevalencia piel	0	0	0	0
Abundancia piel	0	0	0	0
Prevalencia branq.	2	0	0	0
Abundancia branq.	0.1	0	0	0

Prevalencia piel
 Abundancia piel
 Prevalencia branq.
 Abundancia branq.

Fig.7 Prevalencia y abundancia de la fase trofozoíto de *Amphileptus branchiarum* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

Prevalencia branquias

Fig.8 Prevalencia de la infección por la fase quística de *Amphileptus branchiarum* en las branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

Período climático

Respecto a la época del año, *A. branchiarum* estuvo presente en el período de lluvias (verano) en la fase de trofozoíto y los quistes tanto en temporada de lluvias como en sequía, no obstante, las pruebas de G no mostraron diferencias significativas ($G=2.7$ con un alfa de 0.1, tanto para trofozoítos como para quistes y G de tablas = -6.1 y 2.1 respectivamente) (Fig. 9 y Tabla 4).

Aspectos biológicos

En las dos fases de trofozoíto se observaron los hábitos carnívoros de esta especie de protozoo alimentándose en algunos casos de células del epitelio branquial y, en gran medida de trofozoítos de *Trichodina wellborni*, ciliado parásito de peces. Por otra parte, se observó el proceso de adhesión de los trofozoítos al epitelio branquial, con la célula girando torciéndose en espiral (Fig. 3).

Discusión

Taxonomía

Wenrich (1924) describió por primera vez la especie *Amphileptus branchiarum* como parásita de las branquias de renacuajos en Filadelfia U.S.A.; señala a las formas libres nadadoras de esta especie como organismos alargados, elípticos con su región anterior estrecha, con marcado aplanamiento dorsoventral y ambas superficies estriadas, citostoma en forma de hendidura en el lado derecho del tercio anterior de la célula; dos macronúcleos y numerosas vacuolas contráctiles. Indicó que la ciliatura está limitada a la superficie dorsal, lo cual difiere de *A. claperedii* en donde es uniforme en las dos superficies, también difiere en el tamaño más pequeño, sus limitaciones de hospedero y el uso de la membrana cuticular del epitelio branquial en lugar de la secreción quística.

Por su parte Davis (1947) encontró en las branquias de peces (carpas y bagres) del río Mississippi, Iowa y de los estanques de la granja piscícola de Kearnsville, Virginia, otra especie del género a quien nombró *A. voracus*, menciona que es similar a *A. branchiarum*, pero difiere en el tamaño más pequeño y en que no hay evidencia de aplanamiento en uno de los lados del cuerpo. Señaló que es posible que las diferencias sean suficientes para justificar la creación de un nuevo género, pero que es indispensable ampliar el conocimiento de estos organismos.

Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) en su trabajo acerca de los parásitos de peces de agua dulce de la U.R.S.S., describió a la familia Amphileptidae, señalando que exclusivamente los miembros del género *Hemiophrys* y, en particular *H. branchiarum* parasitan peces, no obstante, estudios más recientes (Canella, 1960 en Foissner, 1983; Corliss, 1979) indican a este género como sinónimo de *Amphileptus*.

Las características taxonómicas a nivel familia y género son dadas por Corliss (1979) : posición ventral de la boca en forma de herradura, cuerpo alargado y comprimido lateralmente, ciliatura somática frecuentemente confinada a la superficie derecha, toxicistos y mucocistos presentes, cilios clavados en ambas superficies. Foissner (1983) describió la morfología e infraciliatura del pleurostomado *Pseudoamphileptus macrostoma* (Chen, 1955), encontrando similitud con *Hemiophrys macrostoma* descrito por Chen (1955), aunque la ciliatura del primero muestra algunas características que indican que no es congénico con *Amphileptus* u otros géneros de la familia Amphileptidae, como son las cinetias periorales que son casi tan largas como el cuerpo y cinetias somáticas que corren paralelas a la cinetia perioral derecha.

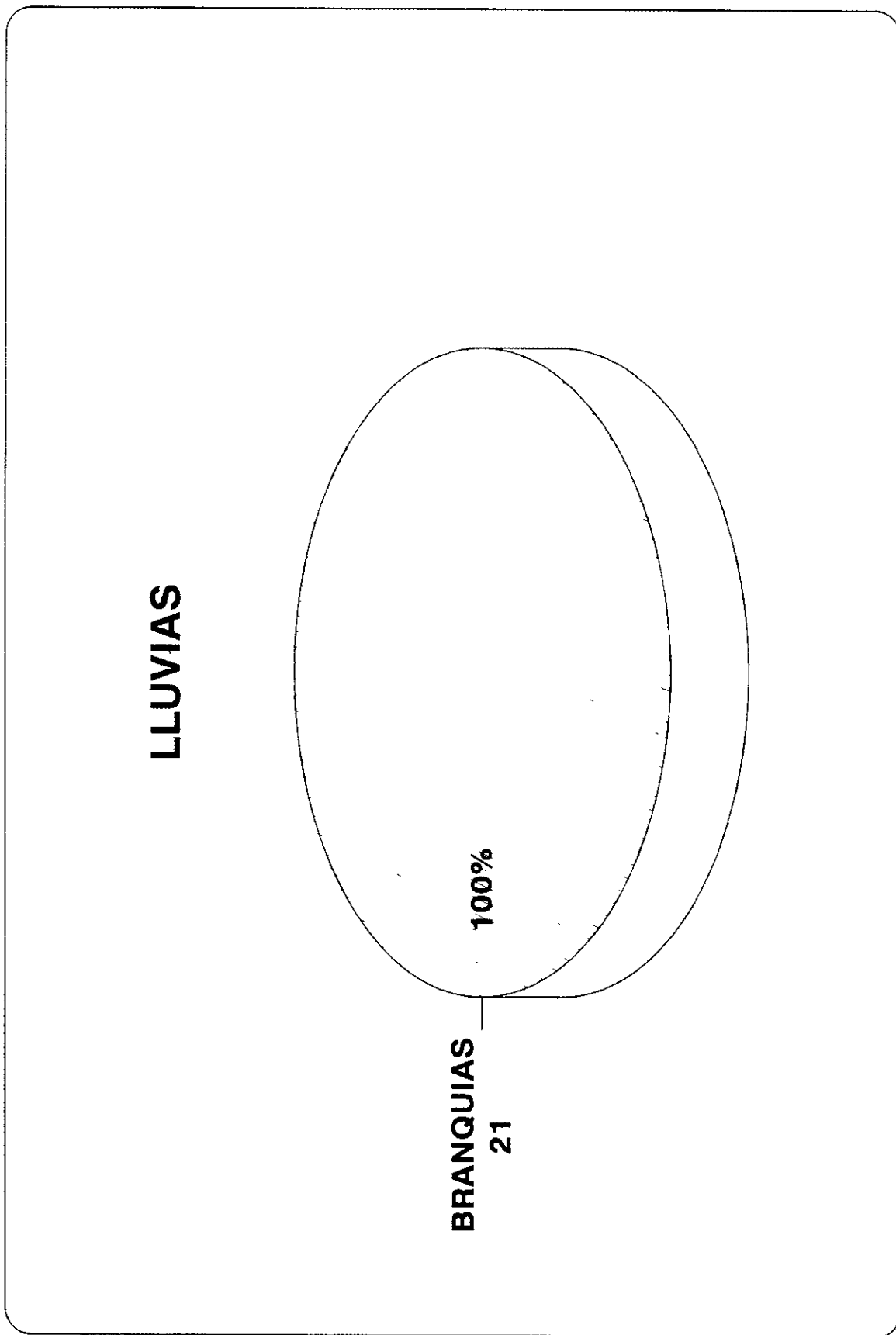


Fig.9 Hábitat específico de *Amphileptus branchiarum*. Período climático : Lluvias
Se indica el número total de trofozoítos en las branquias reuniendo todos los peces analizados

Se realizó la comparación entre las diversas especies del género *Amphileptus* corroborando que la especie identificada en los ciprínidos de Zacapu es *A. branchiarum*.

Distribución geográfica

A. branchiarum ha sido registrada en 12 especies de ciprínidos, dos de catostómidos, dos de gasterosteidos y una de ictalúridos en 15 estados de la Unión Americana, así como en Europa y en la antigua Unión Soviética, tanto en peces silvestres como cultivados. También se ha observado en tres especies de anfibios (Ranidae)(Wenrich, 1924, Bykhovskaya-Pavlovskaya, 1964; Davis, 1947; Foissner, 1983).

Corliss (1979) detalla que las especies del género *Amphileptus* están ampliamente distribuidas tanto en biotopos de agua dulce, como marinos, incluyendo zonas intersticiales. Los ciliados de la familia Amphileptidae por lo general han sido considerados como organismos de vida libre en aguas dulces y marinas (Wenrich, 1924).

Se registra por primera vez a esta especie para México y para la subespecie de carpa que se investigó.

Dinámica de la infección y parámetros abióticos

En esta investigación los trofozoítos de *A. branchiarum* solo se presentaron en el verano, coincidiendo con la temperatura más alta de los tres años de muestreos (27.2°C). Foissner (1983) ubicó a *Pseudoamphileptus macrostoma* en una carpa enferma en la granja piscícola de Kremsmünster (Austria), sin embargo no señaló ni la talla ni la época del año de su hallazgo.

En este sentido, Mitchell y Smith (1988) identificaron a *A. branchiarum* en la piel, pero principalmente como parásito de las branquias de ciprínidos cultivados en estanques de granjas acuícolas de Arkansas, en los meses de julio a octubre, en donde rara vez causa epizootias, pero es responsable de hiperplasia epitelial y fusión lamelar en las branquias, lo cual puede traer como consecuencia un deficiente intercambio de oxígeno.

Tomando en consideración lo anterior, parece ser que existe afinidad de los trofozoítos de este ciliado por las temporadas cálidas, ya que en el resto del año solo se presenta la fase quística.

Fuente de la infección

La presencia de quistes es común en ciliados de la familia Amphileptidae (Corliss, 1979) dentro de los cuales se lleva a cabo la división.

Wenrich (1924) encontró que durante la fisión de *A. branchiarum* los organismos permanecen encerrados en una cápsula, no así en *A. voracus*. Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) citan que estos organismos forman quistes redondeados debajo de la piel o el epitelio branquial y que éstos mantienen conexión con el medio externo.

En este trabajo la presencia de quistes en las branquias de las crías, así como de trofozoítos en el agua de los estanques fue frecuente, por lo que se considera que la infección pudo provenir o bien de peces no cuarentenados introducidos en la granja piscícola.

Tallas de los hospederos

Los trofozoítos de esta especie aparecieron en número escaso en crías de 5 cm y los quistes en el 100 % de las crías de cinco y 10 cm. Es notable el hecho de que existan a la fecha pocos estudios sobre este parásito a nivel mundial, y en la bibliografía analizada, no se encontró ningún antecedente en relación al efecto de la edad de los hospederos sobre las infecciones de *Amphileptus*, aspecto que si fue abordado en la presente investigación.

Hábitat específico

Wenrich (1924) identificó a esta especie en branquias de renacuajos; Davis (1947) lo hizo en branquias de ciprínidos, peces búfalo y bagre. Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) lo detectó en piel y branquias de peces dulceacuícolas. Foissner (1983) señala a este ciliado como ectocomensal de carpas pero no indica la localización. En esta investigación se encontró a *A. branchiarum* en branquias de ciprínidos cultivados. Con base en la clasificación establecida por Grupcheva (1987), este organismo sería considerado como una especie estenotópica que se establece preferentemente en una localización (branquias).

Epoca del año

Respecto a la época del año, los trofozoítos de *A. branchiarum* estuvieron presentes únicamente en el verano, coincidiendo con la temporada de lluvias y con la temperatura del agua de los estanques más alta (28°C) registrada en los tres años de muestreos, lo cual pudo ser el factor desendadenante del exquistamiento. Tanto en el trabajo de Mitchell y Smith (1988), como en la presente investigación, la forma activa del parásito se observó únicamente en el verano.

Patogenia

Tanto los trofozoítos libres nadadores como los adheridos se observaron alimentándose de las células del epitelio branquial, lo cual ya ha sido citado por Wenrich (1924) y Mitchell y Smith (1988), estos últimos autores señalan hiperplasia epitelial y fusión lamelar como los efectos principales de estos parásitos en las branquias, lo cual puede traer como consecuencia deficiente intercambio de oxígeno. Davis (1947) indica que *A. branchiarum* se localiza siempre en una ligera depresión en el epitelio branquial, que evidentemente es el resultado de sus actividades.

La relación de *A. branchiarum* con sus hospederos implica un problema interesante, ya que además de alimentarse de las células epiteliales de las branquias de éstos, depreda también a *Trichodina wellborni*, observándose en su interior restos parcialmente digeridos de estos urceoláridos parásitos que causan en ocasiones severas epizootias. En algunos casos el diámetro de los tricodínidos fue mayor que el de *Amphileptus*, lo cual indica que el citostoma es capaz de gran distensión, a la vez que emplea sus toxicistas para paralizar a la presa, esto fue visto por primera vez por Davis (1947).

Por otra parte, aunque *A. branchiarum* puede dañar al hospedero, también tiene efectos benéficos sobre el mismo al librarlo de otros protozoos parásitos que tienen alta prevalencia, abundancia e intensidad promedio en la granja acuícola de Zacapu.

***Chilodonella uncinata* (Ehrenberg, 1838) Strand, 1928**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Phyllopharyngea de Puytorac *et al*, 1974
 Subclase Phyllopharyngia de Puytorac *et al*, 1974
 Orden Cyrtophorida Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 Suborden Chlamyodontina Deroux, 1976
 Familia Chilodonellidae Deroux, 1976
 Especie ***Chilodonella uncinata*** Strand, 1928

Sin. *Chilodon uncinatus* Ehrenberg, 1838
Chilodon uncinatus Ehrenberg-Klein, 1926
Chilodon uncinatus Chatton y Lwoff, 1931

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus*.

En el estudio realizado por Armijo (1968)* *Ch. uncinata* se encontró asociada a la piel de *Carassius auratus* (carpa dorada) recolectados en la laguna de Salazar, estado de México, señalando que este es el primer registro de esta especie para peces dulceacuícolas de México. En 1981 Armijo indica que ciliados del género *Chilodonella* son abundantes en las branquias de ciprínidos cultivados en México, sin precisar la especie.

Descripción de la especie

Organismos ovoides, cuerpo más esbelto en el extremo anterior con una curvatura pronunciada hacia el lado izquierdo en donde se forma una pequeña muesca o sutura preoral; longitud de la célula de 29.5 - 40.4 μm y una anchura de 15.0 - 33.0 μm ; aplanados dorsoventralmente y adheridos al sustrato mediante cilios ventrales tigmotácticos; la superficie dorsal es convexa y la ventral aplanada; ciliatura exclusivamente ventral con arcos cinéticos preorales anteriores continuos con las cinco cinetias ventrales del lado derecho; cinco cinetias ventrales del lado izquierdo. Citostoma redondeado, cirto prominente, curvado, semejante a un cuerno; canasta oral conspicua, extendible; dos campos de cinetias circumorales y un campo de cinetias preoral que se extiende hacia la sutura anterior; campo postoral medio ventral no ciliado. Macronúcleo redondeado con un diámetro de 7.39 μm ; micronúcleo pequeño empotrado en el extremo posterior del macronúcleo, dos vacuolas contráctiles situadas a ambos lados del macronúcleo (Figs. 10-12). En la tabla 5 se presentan las características morfométricas de *Ch. uncinata*.

* Armijo, A. O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp



Fig. 10 *Chilodonella uncinata*. Moco de la piel. Se observan las cinetias somáticas y orales, así como el cirto. Impregnación con Protargol. Campo claro. 40X.

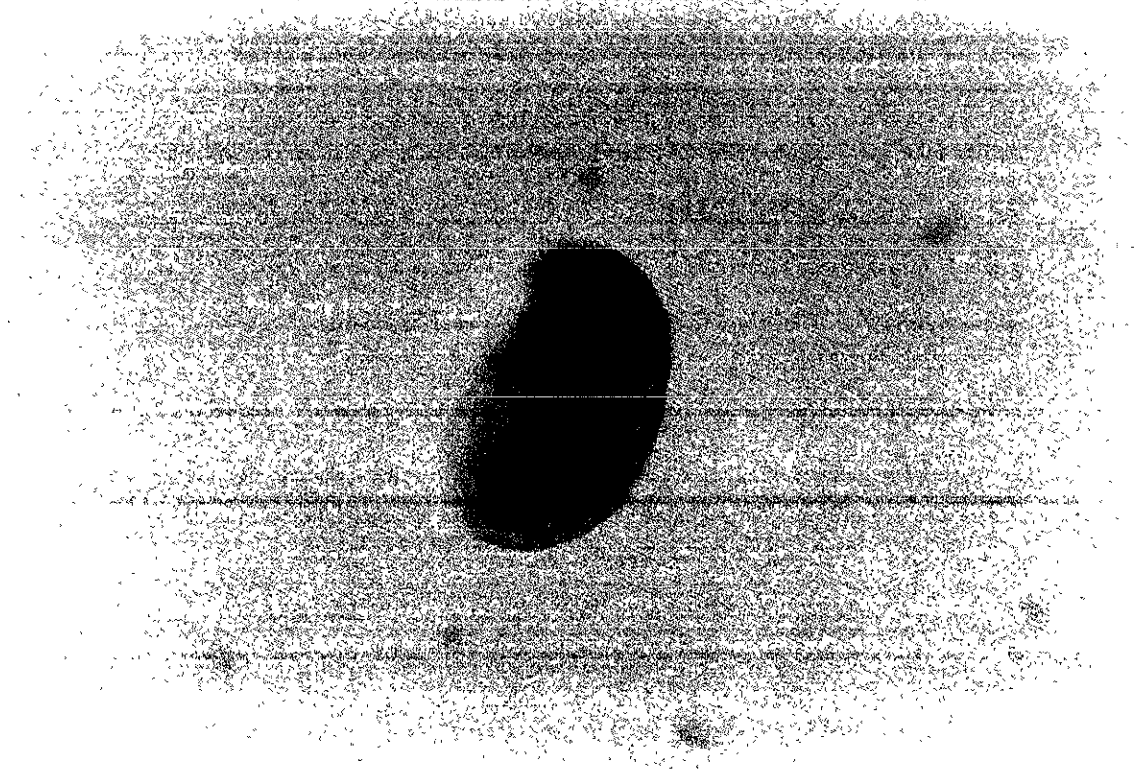


Fig. 11 *Ch. uncinata*. Superficie branquial. Resaltan las cinetias orales así como el macronúcleo y el micronúcleo. Carbonato de plata amoniacal piridinado. Campo claro. 40 X.

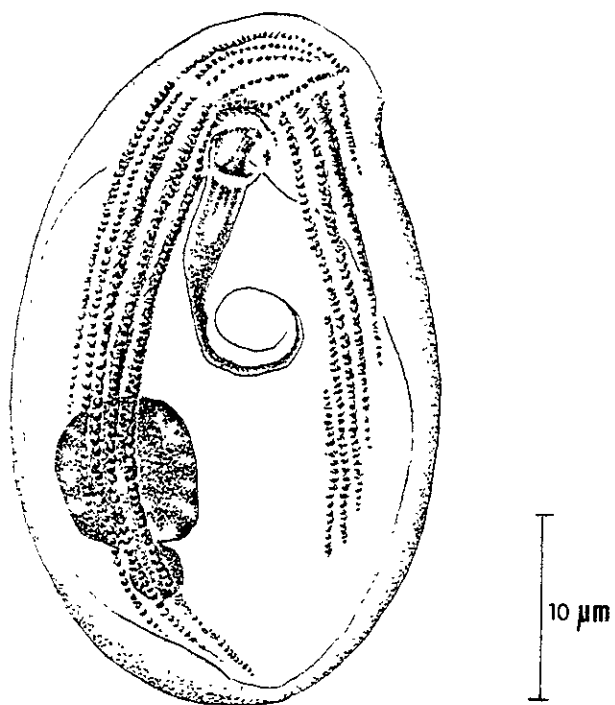


Fig. 12 *Chilodonella uncinata*. Esquema general de un individuo.

Tabla 5 Morfometría de *Chilodonella uncinata*

	n	Prom. µm	Desv. STD	Coef. Var.	Mín. µm	Máx. µm
Longitud del cuerpo	20	37.1	8.0	21.8	29.5	47.0
Anchura del cuerpo	20	21.5	5.7	26.5	14.6	29.0
Diámetro del macronúcleo	20	7.3	0.4	6.3	7.0	9.0
No. cinetias lado derecho	20	5.0	0.0	0.0	5.0	5.0
No. cinetias lado izquierdo	20	5.5	0.2	0.1	5.0	5.5

Ecología

Distribución general

Ch. uncinata se detectó en la piel y branquias de las carpas en 10 de los 14 muestreos realizados; no se registró su presencia en octubre de 1990, así como en febrero, mayo y septiembre de 1992. Los valores obtenidos en los parámetros ecológicos considerados en los tres años de muestreos se detallan a continuación.

En los seis muestreos de 1990 el ciliado estuvo presente con fluctuaciones en sus números y así, en enero la prevalencia fue de alrededor del 11 %, con abundancia e intensidad promedio de 2 y 18 respectivamente; en febrero la prevalencia aumentó a 67% lo mismo que la abundancia a 3.6 y la intensidad promedio disminuyó a 5.4; en marzo la prevalencia fue del 29 % pero aumentaron las cifras de abundancia e intensidad (19.3 y 67.5). En mayo y julio se tuvieron valores similares, prevalencias de alrededor del 11 %, abundancias menores a la unidad e intensidad promedio por debajo de 2 (Fig. 13).

En los primeros meses del segundo año de muestreo (1991), enero y febrero, la prevalencia fue del 2 al 3 %, la abundancia de 0.03 a 2.1 y la intensidad promedio de 1 y 82; en el verano y otoño (agosto y octubre) el porcentaje de peces infectados se ubicó entre 6 y 7 % y la abundancia e intensidad fueron de 0.25 a 0.50 y de 10.25 y 4.0 respectivamente.

Ch. uncinata se comportó en 1992 de la siguiente manera: se localizó en el 6 % de los peces en el mes de agosto con una abundancia menor de 1 e intensidad promedio de 13.

En general, en los tres años de recolecta resaltan dos picos de abundancia e intensidad, uno en marzo de 1990 y otro en abril de 1991.

Tallas de los hospederos

Ch. uncinata se presentó en las carpas de todas las tallas consideradas (Tabla 6 y Fig. 14), en las crías de 5 cm los valores de los parámetros ecológicos fueron bajos, con prevalencias menores al 4 %, abundancia por debajo de la unidad e intensidades menores de 10; en las crías de 10 cm entre el 6 y el 12 % de los peces estuvieron infectados, la abundancia se incrementó a 3 y la intensidad fluctuó entre 9 y 56 en piel y branquias respectivamente.

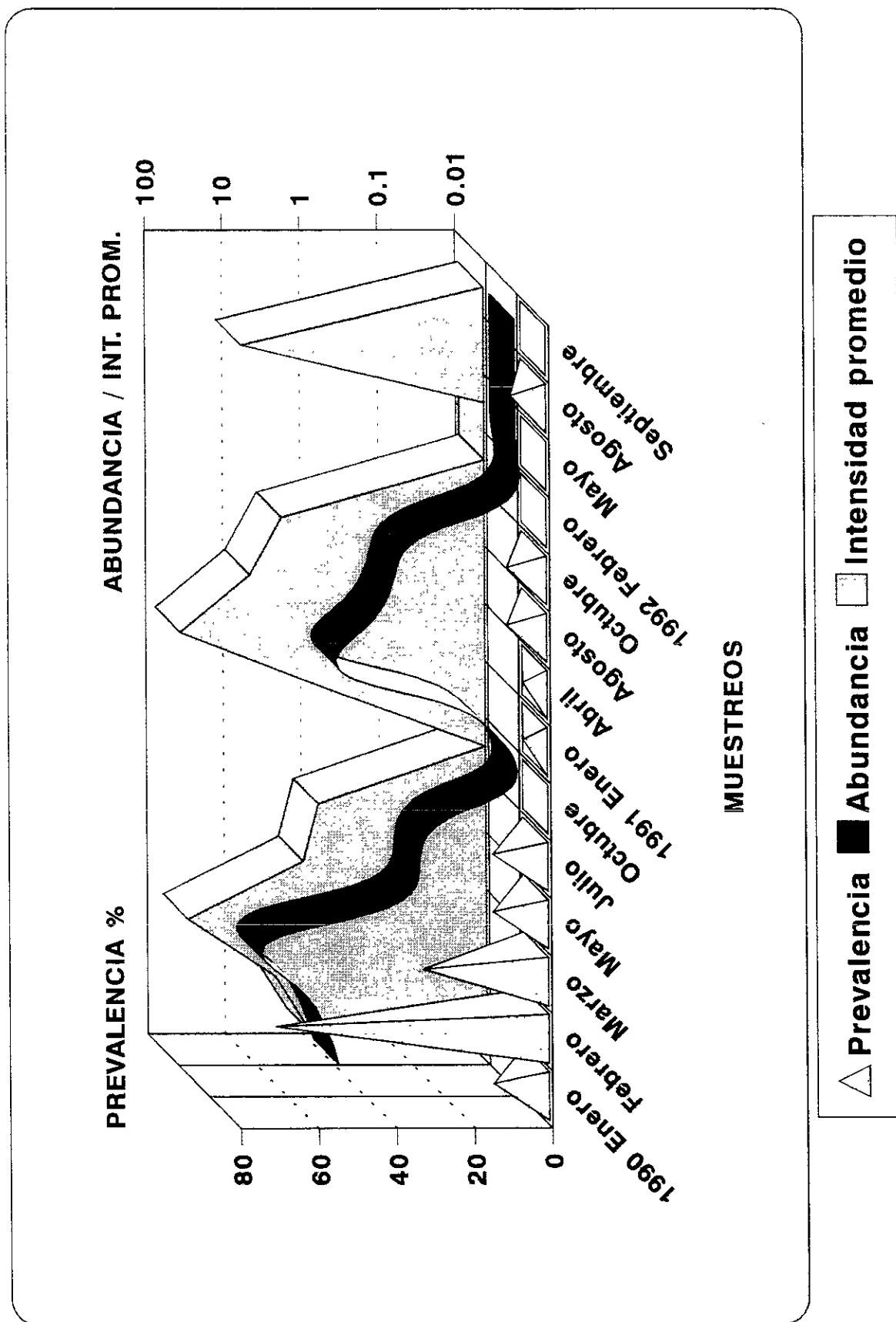


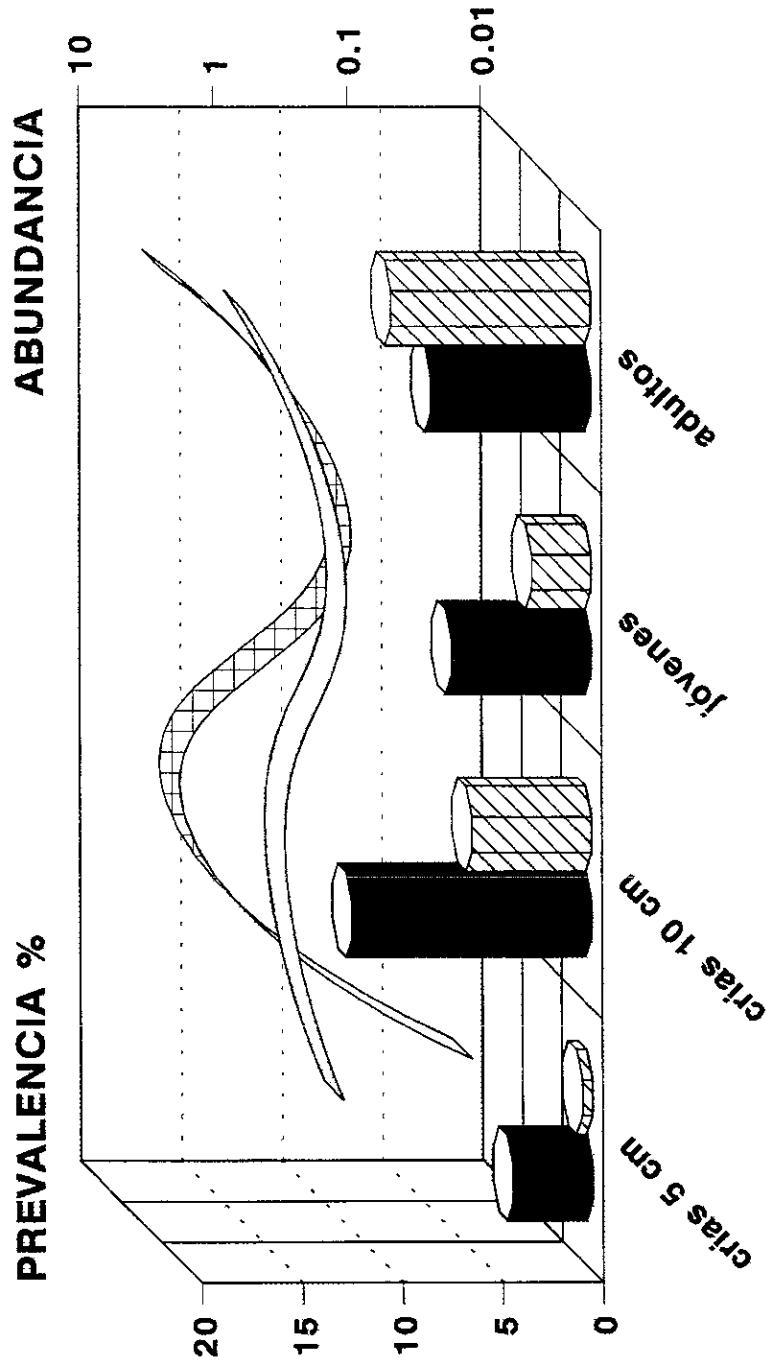
Fig.13 Parámetros ecológicos de la infección por *Chilodonella uncinata* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992)

Tabla 6 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Ch. uncinata*

	Hospederos		<i>Chilodonella</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Int. prom +- SD		
	examin.	parasitados	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	branguias	piel	branguias	
crias 5 cm	210	8	1	79	6	3.8	0.47	0.37 +- 0.71	0.02 +- 0.13	9.87 +- 7.15	6.00 +- 1.54
crias 10 cm	186	23	11	202	620	12.36	5.91	1.11 +- 1.90	3.33 +- 8.21	9.00 +- 8.43	56.0 +- 31.1
jóvenes	109	8	3	39	18	7.33	2.75	0.35 +- 1.40	0.16 +- 0.64	4.87 +- 4.20	6.00 +- 3.85
adultos	51	4	5	112	183	7.84	9.80	2.19 +- 3.47	3.58 +- 4.96	28.0 +- 11.6	36.6 +- 21.8
total	556	43	20	432	827	7.73	3.59	0.77 +- 1.39	1.48 +- 3.67	10.0 +- 6.60	41.3 +- 25.2

Tabla 7 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *Ch. uncinata* en los dos periodos estudiados

Periodo climático	Hospederos		<i>Chilodonella</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Int. prom. +- SD		
	examin.	parasitados	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	branguias	piel	branguias	
lluvias	329	16	4	72	16	4.86	1.21	0.21 +- 0.25	0.04 +- 0.06	4.50 +- 4.27	4.00 +- 3.88
secas	227	27	16	360	811	11.89	7.04	1.58 +- 1.83	3.57 +- 5.18	13.3 +- 8.40	51 +- 33.0
total	556	43	20	432	827	7.73	3.59	0.77 +- 1.39	1.48 +- 3.67	10.0 +- 6.60	41.3 +- 25.2



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

Prevalencia piel
 Abundancia piel
 Prevalencia branq.
 Abundancia branq.

Fig.14 Prevalencia y abundancia de la infección por *Chilodonella uncinata* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

En los jóvenes la prevalencia varió entre el 3 y 7 %, la abundancia menor de 1 y la intensidad entre cinco y seis en los dos hábitats estudiados; en relación a los adultos el ciliado estuvo presente en el 10 % de los mismos, con abundancias de dos a tres e intensidad promedio de 28 a 37 en piel y branquias respectivamente.

Aunque aparentemente las crías de 10 cm y los adultos mostraron valores más elevados de abundancia e intensidad promedio, se aplicó la prueba de G, en la cual el valor obtenido (4.9) fue menor a la G estimada en tablas (6.25 y 7.81 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso), lo que indica claramente que el parásito no tiene preferencia por una talla de hospedero en particular.

Hábitat específico

El número de los ejemplares de *Ch. uncinata* cuantificados en el total de los muestreos y en los dos hábitats estudiados, piel y branquias, fue de 1259 correspondiendo 432 (34.31 %) a la superficie externa y 827 (65.69 %) a las branquias (Tabla 6 y Fig.15).

Aún cuando el porcentaje de ciliados en las branquias casi duplicó al de los ubicados en la piel, se acudió a la prueba de G, resultando una ligera diferencia significativa a favor de las primeras (G obtenida = 3.95; G de tablas = 2.70 y 3.84 con un alfa de 0.1 y 0.05 respectivamente), es decir que los órganos branquiales son el hábitat preferencial de este ciliado.

Período climático

Considerando que pudieran existir probables fluctuaciones en los parámetros ecológicos de la infección por *Ch. uncinata* respecto a la época de lluvias o de sequía de los tres años de estudio, se concentraron los datos en la tabla 7 y Fig.15, en donde se aprecia que la prevalencia, abundancia e intensidad son mayores en la temporada de sequía que en la de lluvias, no obstante, la prueba de G indicó claramente que esta especie se distribuye de manera uniforme a lo largo del año sin una marcada predilección por alguno de los períodos climáticos (G calculada = - 9.65; G estimada entre 2.70 y 3.84 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso).

Discusión

Taxonomía

El género fue establecido originalmente como *Chilodon* Ehrenberg, 1838. Bajo este nombre era bien conocido en la patología de peces, sin embargo, en 1926 Strand lo cambió a *Chilodonella* al descubrir que el nombre anterior se había asignado también a un género de molusco (Schäperclaus, 1992).

El género *Chilodonella* que pertenece al orden Cyrtophorida y a la familia Chilodonellidae está integrado por ciliados carnívoros de vida libre como *C. cucullulus*, así como por parásitos de peces dulceacuícolas entre los que se cuentan principalmente *Ch. cyprini* y *Ch. hexasticha*, e incidentalmente *Ch. uncinata*.

Al igual que *Ichthyophthirius*, *Chilodonella* se distingue por su baja especificidad, y puede encontrarse en cualquier pez de agua dulce (Bauer, 1962). *Ch. cyprini* y *Ch. hexasticha* son especies que fueron descritas en la primera década del presente siglo, la primera por Moroff en 1902 obtenida de piel y branquias de *Cyprinus carpio* y la segunda por Kiemik en 1909, procedente de los mismos hábitats del pez *Tinca tinca*, no obstante sus descripciones fueron incompletas e imprecisas por lo que en muchos trabajos se consideraba que correspondían a variedades o razas de una sola especie: *Ch. cyprini*.

LLUVIAS

PIEL
72

82%

18%

BRANQUIAS
16

SEQUIA

PIEL
360

31%

69%

BRANQUIAS
811

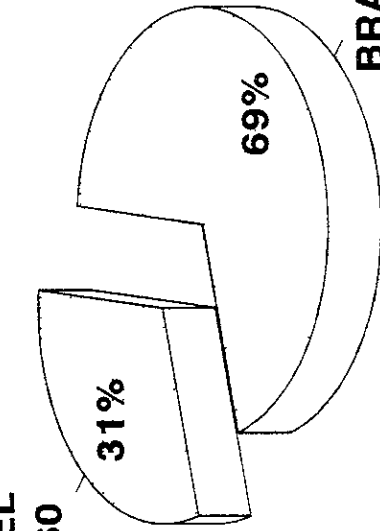


Fig.15 Hábitat específico de *Chilodonella uncinata*. Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Al respecto Kazubsky y Migala (1974) analizaron la separación o distinción de *Ch. cyprini* y *Ch. hexasticha* en material recolectado de diferentes especies de peces procedentes de cuerpos de agua dulce y granjas piscícolas de Polonia, señalando que ambas especies, tratadas por numerosos autores como una sola, son claramente distintas y válidas y que difieren en el número de cinetias así como en el arreglo de las mismas, compararon también ejemplares de *Ch. uncinata* marcando una clara e inconfundible separación.

Ch. uncinata no es una especie que se presente frecuentemente asociada a peces, ha sido citada por Migala (1971) en piel y branquias de *C. carpio* en granjas piscícolas de Polonia; Migala y Kazubski (1972) en las branquias de *Cyprinus carpio* cultivados en Zabieniec, Polonia y por Kazubski y Migala (1974) en la misma localidad y hospedero en número muy escaso. En México Armijo (1968)* efectuó el primer registro de esta especie para el pez dulceacuícola *Carassius auratus* (carpa dorada).

Para la identificación de esta especie se tomaron en consideración, fundamentalmente, los trabajos de: Migala y Kazubski 1972; Kazubski y Migala (1974). En la tabla 8 se presenta una comparación de las especies de *Chilodonella* que con frecuencia se encuentran asociadas a peces dulceacuícolas y *Ch. uncinata* que incidentalmente aparece en dichos hospederos.

Tabla 8. Comparación morfométrica entre tres especies del género *Chilodonella*

Autor y año	Migala y Kazubski, 1972	Migala y Kazubski, 1972	Migala y Kazubski, 1972; Kazubski y Migala, 1974	Rydlo y Foissner, 1986; Foissner et al. 1991	Presente investigación
Especie	<i>Ch. cyprini</i>	<i>Ch. hexasticha</i>	<i>Ch. uncinata</i>	<i>Ch. uncinata</i>	<i>Ch. uncinata</i>
Hospedero	<i>C. carpio</i> y otros	<i>C. carpio</i> y otros	<i>C. carpio</i> y otros	-	<i>C. carpio rubrofruscus</i>
Localización	piel y branquias	branquias	branquias	sistema. mesosaprobio	piel y branquias
Forma del cuerpo	oval aplanada	oval aplanada	oval aplanada	oval aplanada	oval aplanada
Longitud	53-62 μ m	54-60 μ m	42 μ m	24-45 μ m	30-47 μ m
Anchura	39-47 μ m	42-53 μ m	24-33 μ m	15-30 μ m	15-30 μ m
No. cinetias lado der.	9-11	6-8	5	5	5
No. cinetias lado izq.	11-13	8-10	5	6	5

Mediante la comparación anterior se corroboró la correcta identificación del ciliado como *Ch. uncinata* en base a: la forma del cuerpo, especialmente el extremo anterior ligeramente curvado, las dimensiones del mismo (longitud y anchura) y el arreglo y número de las cinetias en los campos laterales de la superficie ventral.

También se tomaron en cuenta la forma, dimensiones y posición del núcleo, así como el círtos prominente y curvado, aún cuando estas últimas características no aparecen en la tabla por no estar incluídas en todos los trabajos.

* Armijo, A.O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof., Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp.

Distribución geográfica

El género *Chilodonella* tiene una amplia distribución que se extiende a toda la región holártica. En la revisión efectuada por Bauer (1962) se indica que el parásito se encuentra en granjas piscícolas de China y que se han dado múltiples casos de muerte de truchas jóvenes debidas a este organismo en Alemania.

Ch. cyprini está distribuída ampliamente y se presenta casi en todo el mundo. Es causante de grandes pérdidas en Europa en los cultivos de carpa y trucha en donde la enfermedad resulta en una elevada mortalidad en diversos peces en cultivos intensivos que utilizan agua fría y caliente. En Norteamérica no se han registrado daños muy graves en las granjas de salmón y el ciliado se encuentra sobre todo en peces de aguas cálidas, principalmente en invierno y primavera. También se ha registrado en peces australianos (Schäperclaus, 1992).

Migala (1971), así como Migala y Kazubski (1972) y Kazubski y Migala (1974) han registrado a *Ch. cyprini*, *Ch. hexasticha* y *Ch. uncinata* en *C. carpio* cultivados en Polonia, el último autor presenta un listado muy completo de los trabajos sobre esas tres especies de *Chilodonella* mencionando autor, año, localidad y hospedero. Para *Ch. cyprini* y *Ch. hexasticha* el registro es muy extenso, resaltando para Europa 27 trabajos (Alemania 11 trabajos; Bulgaria un trabajo; Checoslovaquia seis trabajos; Italia un trabajo; Polonia siete trabajos y Suiza un trabajo). Para la zona eurasiática 26 trabajos (Rusia 25 trabajos e Israel un trabajo). En Asia dos trabajos elaborados en China y en América cinco trabajos (Estados Unidos de Norteamérica cuatro trabajos y Canadá un trabajo).

En relación a *Ch. uncinata* ha sido registrada únicamente por Bauer (1962) en Rusia en diversos peces dulceacuícolas; Migala (1971), Migala y Kazubski (1972) y Kazubski y Migala (1974) en *C. carpio* en cultivos intensivos de Polonia; en Alemania se cuenta con las publicaciones de Reichenbach-Klinke para diferentes peces de agua dulce (1965 y 1966 en Migala y Kazubski 1972). En México existe únicamente la investigación de Armijo (1968)* en donde se encontró a esta especie asociada a la carpa dorada *Carassius auratus* introducidas a la Laguna de Salazar, estado de México.

El registro del presente trabajo constituye, por lo tanto, el segundo realizado en nuestro país en peces dulceacuícolas y el primero para la localidad y subespecie de carpa estudiada.

Dinámica de la infección

Las poblaciones de *Ch. uncinata* mostraron dos picos de abundancia e intensidad en los estanques de la granja piscícola Zacapu, uno en febrero-marzo de 1990, período invernal con temperaturas del agua de los estanques de 17.2 - 18.4°C y concentración de oxígeno entre 6.3 y 6.7 mg/l y el otro en abril de 1991 (principios de primavera con temperatura de 19.2°C y 7.0 mg/l de oxígeno disuelto). En el resto de los muestreos el ciliado estuvo presente con valores mínimos en los parámetros ecológicos.

* Armijo, A.O. 1968. Estudio Preliminar de algunos Protozoos asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof., Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp.

A continuación se señalan algunos trabajos ecológicos referentes a infecciones por *Chilodonella* spp. en peces cultivados. Migala (1971) detalla que en los dos años de su estudio *Ch. uncinata* se encontró en primavera, tanto en piel como en branquias de *C. carpio* procedentes de todos los estanques de hibernación, con temperaturas de 0.7 - 6.8°C en la primavera de 1964 y de 2 - 7.8°C en la primavera de 1965. Este periodo de aparición es típico de la especie mencionada. En algunos peces el número de ciliados en los hábitats examinados excedió a los 1000 individuos. En relación a factores ambientales como la temperatura, e independientemente de que la ecología y biología de *Ch. cyprini* no son bien conocidas, un número de autores han llegado a la conclusión de que esta especie se desarrolla mejor en bajas temperaturas. Bauer y Nikolskaya (1957 en Migala, 1971) expresan el punto de vista de que temperaturas de 1 y 2°C influyen en el proceso de multiplicación de *Ch. cyprini* ocasionando infecciones masivas; esto ha sido observado en carpas cultivadas en varias granjas situadas en latitud norte. De acuerdo a los mencionados autores el incremento de temperatura en primavera tiene un efecto estimulante en el curso de la epizootia.

Bauer (1962) indica que la temperatura óptima para *Ch. cyprini* es de 5 - 10°C y Migala (1971) cita que a una temperatura del orden de 1°C el número de *Ch. cyprini* se incrementa lentamente, pero a temperaturas de 3 - 6°C se acelera el proceso de reproducción. Altas temperaturas cercanas a los 20°C tienen un efecto limitante sobre *Ch. cyprini* ya que en pruebas de laboratorio la mayoría de los ciliados mueren despues de una hora. En este mismo trabajo se encontraron ciliados de la especie *Ch. uncinata* en una sola ocasión en 1964, en número de seis individuos en la piel de dos crías de carpa. Se indica que esta especie es conocida como saprobionte, y que se ha encontrado en los peces esporádicamente y de manera irregular, no constituyendo en ese caso, un peligro para los mismos, siendo un caso incidental en las carpas.

Migala y Kazubski (1972) en su estudio sobre presencia de ciliados no específicos en carpas encontraron a *Ch. uncinata* en peces de dos años de edad en febrero y marzo de 1971 en los estanques de la granja de Zabieniec en Polonia en números de uno a cuatro ejemplares por preparación de moco.

Hoffman *et al.* (1979) identificaron a *Ch. hexasticha* como agente causal de tres epizootias ocurridas en granjas piscícolas de Estados Unidos (Arkansas y Montana) en *Ictalurus punctatus* y *Carassius auratus* con temperaturas entre 19 y 22°C, muy alejadas de la temperatura óptima para *Ch. cyprini* (5 - 10°C); este es el primer registro de esta especie para norteamérica y para la especie de hospedero, así como el primer registro que indica una temperatura óptima tan elevada.

Por otra parte Langdon *et al.* (1985) registraron mortalidades de peces silvestres en su medio natural ocasionadas por *Ch. hexasticha* en invierno de 1984, estación de sequía con bajas temperaturas y flujos de agua disminuídos en el río Finke, en Australia.

Imai *et al* (1985) indicó que la temperatura óptima para *Ch. hexasticha* es de 25 - 30°C, registrada en acuarios con peces *Symphysodon discus* de Japón.

Willomitzer (1980) efectuó un trabajo trianual sobre la dinámica estacional de parasitosis en la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* en la granja piscícola estatal de Pohorelice en Checoslovaquia, en donde una de las especies encontradas en la piel de los hospederos fue *Ch. cyprini*, abundante en las crías de 16 y hasta 35 semanas de edad con una prevalencia de 24.1 y 55.6 % respectivamente. La prevalencia e intensidad fueron más elevadas en el período agosto-octubre en donde se tuvieron más de 100 ciliados en cada carpa, sugiriendo que una de las parasitosis más comunes entre las crías de carpa en la granja estudiada es la quilodoneliasis.

Macmillan (1985) argumentó que *Chilodonella* spp. puede ser un parásito con serios efectos en piel y branquias del bagre *Ictalurus punctatus* cultivado en granjas de Mississippi. Se observó con más frecuencia en primavera (marzo-abril de 1982) cuando las temperaturas del agua son más frías, señalando que una pobre calidad de agua en los estanques y el estrés predisponen a los peces a esta parasitosis.

En un estudio realizado en ciprínidos cultivados en la India se encontró que *Chilodonella* estuvo presente en los 12 muestreos efectuados, con prevalencias mayores del 50 % de agosto a enero y menores de ese porcentaje de febrero a junio; julio (verano) fue el mes que mostró un pico de incidencia mayor con un 76 % de los peces infectados, cabe señalar que no se llevó a cabo la identificación del ciliado a nivel específico (Singhal et al. 1986).

La tabla 8a contiene datos abreviados de algunos de los trabajos señalados anteriormente, resaltando la época del año y temperaturas para las diversas especies de *Chilodonella*.

Tabla 8a. Resumen de los trabajos ecológicos sobre *Chilodonella* spp. asociadas a diversas especies de peces (dinámica de la infección).

Autor y año	Migala, 1971	Migala y Kazubski, 1972	Willomitzer, 1980	Macmillan, 1985	Presente investigación
Especie	<i>Ch. cyprini</i> <i>Ch. uncinata</i>	<i>Ch. uncinata</i>	<i>Ch. cyprini</i>	<i>Chilodonella</i> sp.	<i>Ch. uncinata</i>
Hospedero	<i>C. carpio</i>	<i>C. carpio</i>	<i>C. idella</i>	<i>I. punctatus</i>	<i>C. carpio</i> <i>rubrofruscus</i>
Localidad	Polonia	Polonia	Checoslovaquia	U.S.A.	México
Época del año	primavera	invierno-primavera	verano-otoño	primavera	invierno-primavera
Temperatura del agua	0.7 - 7.8°C	2.0 - 6.8°C	---	---	17.2 - 18.4°C

Como puede apreciarse en la tabla anterior, la época del año en que se presentan *Ch. cyprini* y *Ch. uncinata* coincide en cuatro de las cinco investigaciones: invierno y primavera o primavera, aún cuando las localidades se ubican en latitudes muy diversas (Polonia, cerca de Varsovia; Mississippi, U.S.A. y Michoacán, México), únicamente difiere la época en el trabajo de Willomitzer, quien registró valores altos en los parámetros ecológicos de la infección por *Ch. cyprini* en el período agosto-octubre, aludiendo que las condiciones de los estanques de cultivo en cada una de las granjas piscícolas son muy distintas. Múltiples autores soviéticos, señalados al inicio de este apartado, indican que este período de aparición es típico de *Ch. cyprini*, y probablemente es similar para *Ch. uncinata*.

Por otra parte, los valores de temperatura en el período invernal son dispares (Tabla 1a), pero, independientemente de la localidad de que se trate, son las temperaturas más bajas del año en cada una de ellas, seguidas por temperaturas más elevadas en primavera que probablemente favorecen la multiplicación de los ciliados. La temperatura del agua en los estanques de la granja piscícola de Zacapu durante el período referido (invierno-primavera) fue de 17.0 - 18.0°C, al parecer apropiada para la multiplicación de *Ch. uncinata*.

También es importante señalar que durante el invierno hay una disminución notable en las actividades de la granja, y por ende, acumulación de materia orgánica en los estanques que proveen condiciones para el desarrollo de ciliados saprobiontes, lo cual está de acuerdo con las observaciones de Migala (1971) y de Macmillan (1985)

Fuente de la infección

Bauer (1962) confirmó la presencia de quistes en *Ch. cyprini*; se conoce que especímenes muy grandes desarrollan quistes de resistencia ante condiciones desfavorables, especialmente si se retiran del hospedero y pueden sobrevivir por largos períodos en los sustratos de los estanques o en aguas profundas. Cuando el quiste penetra en la cavidad branquial su pared se disuelve y el ciliado adopta existencia parásita; así, el ciclo vital de *Ch. cyprini* involucra una fase parásita en la que el organismo se reproduce asexualmente y, posiblemente por conjugación, y una fase quística con la cual asegura su sobrevivencia.

En la presente investigación nunca se observaron quistes en *Ch. uncinata*, ya que siempre se localizó al ciliado ya sea sobre la superficie de los peces o en los filamentos branquiales en fase de trofozoíto. En la extensa revisión bibliográfica efectuada no se encontró, en ninguna de las descripciones de esta especie, que se dé el fenómeno de enquistamiento, por lo que es probable que este organismo provenga del microbentos de los estanques de cultivo en condiciones de saprobiedad (Migala y Kazubski, 1972; Rydlo y Foissner, 1986; Foissner *et al.* 1991) y que incidentalmente accedan a los peces como parásitos facultativos, como ocurre en países europeos durante el invierno.

Migala y Kazubski (1972) observaron a *Ch. cucullulus* y *Ch. uncinata* en el microbentos de los estanques de los peces en Polonia indicando que posiblemente en los estanques de hibernación de donde se obtuvieron los peces para su estudio de ciliados no específicos, se desarrollan condiciones similares a las de los reservorios con agua muy contaminada, las cuales favorecen la multiplicación de los ciliados saprobiontes y su instalación en cavidades branquiales y branquias de los peces.

En los estanques de hibernación tales condiciones se generan fácilmente debido a la acumulación de gran número de peces en un pequeño espacio, contaminación del agua con sustancias orgánicas y acumulación de residuos epidérmicos, así como baja concentración de oxígeno en el agua; durante el período examinado (marzo de 1970) el pH fue de 6.5, la concentración de oxígeno de 5.1 mg/l y la temperatura de 0.1°C. El que la presencia de ciliados no específicos esté relacionada con las condiciones antes descritas lo comprueba el hecho de que en primavera, después de la desaparición del hielo, con mayor flujo de agua e incremento del oxígeno disuelto, estos ciliados casi desaparecen por completo de las branquias de los peces (Migala y Kazubsky, 1972). Migala (1971) efectuó investigaciones unos años antes en el mismo sitio durante la estación vegetativa, encontrando solo unos cuantos ejemplares de *Ch. uncinata* en las carpas.

Probablemente los eventos se desarrollan de la siguiente manera: los ciliados de vida libre tienen amplias posibilidades de vivir en diversos hábitats (polisaprobios y mesosaprobios), en condiciones específicas de los estanques de hibernación al final del invierno se multiplican rápidamente y se instalan en las branquias y piel de los peces.

Las condiciones más favorables las encuentran, probablemente en los peces debilitados o enfermos, especialmente cuando las branquias y la piel tienen cambios patológicos evidentes. La multiplicación ulterior de los ciliados puede no ser dañina para el hospedero; los ciliados no específicos pueden ser un factor que acelere la muerte de los peces, más no la causa primaria, encontrándose unos cuantos ejemplares altamente infectados. Existe además otra causa que explica la acción nociva o negativa de los ciliados no específicos en los peces y es que éstos pertenecen a la comunidad de protozoos en la mayoría de los reservorios de agua, imposibles de eliminar, y en condiciones específicas comienzan a actuar como patógenos. Se piensa que previniendo la acumulación de materia orgánica y el desarrollo de procesos de putrefacción en los estanques, se pueden contrarrestar dichas infecciones, así como manteniendo el contenido de oxígeno a un nivel definido.

Tallas de los hospederos

Ch. cyprini al igual que *I. multifiliis* se presenta en casi todas las especies de peces dulceacuícolas y en todos los grupos de edad (Schäperclaus, 1992). Migala (1971) registró a *Ch. cyprini* en *C. carpio* de un año de edad en todos los estanques de hibernación, en tanto que *Ch. uncinata* únicamente se presentó en dos alevines.

Ch. uncinata se encontró en peces de dos años de edad (300 g de peso) en las branquias de *C. carpio* cultivadas en Zabieniec, Polonia (Migala y Kazubski, 1972). Kazubski y Migala (1974) encontró que *Chilodonella* spp. tiene diferentes afinidades hacia sus hospederos, dependiendo de la edad de los mismos, *Ch. cyprini* se encuentra exclusivamente en peces jóvenes (de alrededor de un año de edad), en tanto que *Ch. hexasticha* ocurre en peces más viejos (dos años o más). Urawa & Yamao (1992) detectaron epizootias causadas por *Ch. cyprini* en jóvenes de los salmónidos *Oncorhynchus masou* y *O. gorboscha* cultivados en Japón. *Chilodonella cyprini* se presentó en peces nativos e introducidos en Australia, especialmente en la trucha común *Salmo trutta* cultivadas en la estación de investigaciones de pesquerías Snobs Creek donde es frecuente en las branquias de las crías, causando mortalidades severas y aunque también está presente en los adultos, en ellos ocasiona poco o ningún daño (Ashburner & Ehl, 1973).

Willomitzer (1980) indicó la presencia de *Ch. cyprini* en *Ctenopharyngodon idella* desde las primeras semanas de edad, siendo la infección más severa entre los jóvenes de 16 y hasta de 35 semanas. Singhal *et al.* (1986) detectaron *Ch. cyprini* en peces *Rita rita* de todas las edades, pero con mayor prevalencia en los recién eclosionados.

En la presente investigación los ciprínidos de todas las tallas estudiadas alojaron a *Ch. uncinata*, no obstante el ciliado no mostró predilección o afinidad por una talla en particular.

Hábitat específico

En el desarrollo del presente trabajo las branquias resultaron ser el sitio preferencial para la instalación de *Ch. uncinata*, aunque también estuvo representada en la piel de *C. carpio rubrofruscus*, dicha localización coincide en parte con el trabajo de Kazubski y Migala (1974) quienes la registraron exclusivamente en las branquias. Grupcheva (1987) incluye a los ciliados asociados a dos o más localizaciones con preferencia por alguna de ellas en especies euríticas, siendo este el caso de *Ch. uncinata*.

Patogenia

Chilodonella vive en el cuerpo, branquias y aletas de los peces. Los ciliados causan irritación de la piel e incrementan la secreción de moco, en infecciones masivas la superficie de los peces está cubierta por una capa azulosa de moco. El parásito se alimenta mediante protrusión de la faringe que está provista con un cirto curvado con el que succiona el contenido de las células del cuerpo del hospedero (Bauer, 1962).

En Australia *Ch. cyprini* se presenta en peces nativos e introducidos, en la granja piscícola de Snobs Creek se ha encontrado en las branquias de las crías de la trucha común *Salmo trutta* donde causa pérdidas considerables cada año. Se registra poco o ningún daño a los adultos, pero en las crías (20 - 40 mm) hay mortalidades severas asociadas con hiperplasia del epitelio branquial tan solo con dos ó tres ejemplares por filamento branquial, dependiendo de las condiciones ambientales (Langdon *et al.* 1985).

Hoffman *et al.* (1979) registraron tres epizootias severas causadas por *Ch. hexasticha* en *Ictalurus punctatus* y en *Carassius auratus* cultivados en granjas piscícolas de los Estados Unidos, en los cuales las branquias fueron severamente dañadas por la actividad alimenticia directa de los parásitos sobre los tejidos y su aspecto era rojo oscuro y en ocasiones hemorrágico. A nivel histológico el efecto fue hiperplasia del epitelio lamelar y fusión de las lamelas, proliferación epitelial en las puntas lamelares. Edema y necrosis fueron evidentes en el epitelio hiperplásico. Antes de este trabajo (Hoffman *et al.* 1979) no se había descrito la histopatología ocasionada por *Ch. hexasticha* ya que *Ch. cyprini* ataca frecuentemente a la piel (Hoffman *et al.* 1979) y en ocasiones a las branquias (Amlacher, 1964).

Paperna y Van As (1983), describieron cambios patológicos inducidos por las infecciones de *Ch. hexasticha* en ciclidos silvestres y cultivados de Israel y Sudáfrica. Infecciones severas resultan en emaciación y mortalidad en masa; las infecciones en las branquias causan degeneración, necrosis y degradación del epitelio branquial así como oclusión de los capilares. La infección también provoca la producción masiva de moco e hiperplasia del epitelio de los filamentos.

Por otra parte Langdon *et al.* (1985) mencionan que la causa de la muerte en los peces *Nematolosa erebi* (pez brema) recolectados en el río Finke en Australia en invierno de 1984 fue una infección con el protozoo ciliado *Ch. hexasticha*, el cuál induce la hiperplasia epitelial severa generalizada en las branquias que podría haber comprometido el intercambio respiratorio y causado la muerte de los peces por hipoxaemia.

Imai *et al.* (1985) indican que las opiniones respecto a la patogenicidad de *Chilodonella* varían, pero se reconoce de manera general, que estos ciliados dañan a los peces, fue notoria la cantidad de moco secretado por el epitelio branquial de los peces, así como la adhesión de los filamentos branquiales e infiltración celular en el tejido branquial, no obstante, se encontraron también numerosos monogéneos (Ancylocephalidae), por lo que es difícil evaluar si los cambios patológicos fueron debidos a *Chilodonella*. Independientemente, estos ciliados están morfológicamente bien adaptados a la adhesión a los hospederos, presentando además un cirto rígido con el que ocasionan daño directo a los peces de los que son parásitos obligados.

Schäperclaus (1992) considera más peligrosa a la quilodoneliasis que a la costiasis, ya que se tuvieron pérdidas ligeras debidas a esta última en carpas jóvenes, en tanto que la primera provocó pérdida completa en los peces. Estos organismos son parásitos obligados y se multiplican rápidamente en peces debilitados, lo que predispone a las epizootias. No se ha demostrado si las especies de *Chilodonella* se alimentan de las células epidérmicas enfermas o parcialmente destruidas o de las bacterias que las colonizan; su actividad alimenticia sugiere posible daño a la piel sana. Cabe recalcar que el ciliado muere fuera del hospedero.

Investigaciones realizadas en Japón (Urawa y Yamao, 1992) señalan que *Ch. cyprini*, ciliado ectoparásito, ocasionó epizootias y mortalidades en jóvenes de los salmónidos *Oncorhynchus masou* y *O. gorbuscha* cultivados en la granja piscícola de Nemuro en la primavera de 1988. Los experimentos de transmisión efectuados confirmaron que *Ch. cyprini* puede causar severa proliferación del epitelio branquial en ausencia de otros agentes promotores de estrés. Los peces infectados mostraron pérdida de apetito, reducción en el crecimiento y mortalidades cuando la intensidad promedio alcanzó un pico (619 parásitos/pez) en la cuarta semana postinfección.

Como puede desprenderse del análisis anterior, no existen investigaciones en las que *Ch. uncinata* esté relacionada con patogenicidad a los peces, ya sea por que esta especie se encuentra raramente en los mismos, o por que la identificación no ha sido adecuada o se ha efectuado únicamente a nivel genérico generalizando sus efectos. Este trabajo es el primero en donde se apreciaron efectos negativos de esta especie y, aunque no se abordó el aspecto histopatológico de la piel y branquias de los hospederos, se detectaron algunos síntomas en las crías como pérdida del apetito, nerviosismo, movimientos operculares rápidos y a nivel branquial un color rojo oscuro de estos órganos y gran cantidad de moco cuando la intensidad promedio fluctuó entre 24 y 148 parásitos por pez (crías). Se observó a los ciliados alimentándose directamente de las células epiteliales, sobre todo en las branquias.

***Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
 Subclase Hymenostomatia Dèlage y Hérouard, 1896
 Orden Hymenostomatida Dèlage y Hérouard, 1896
 Suborden Ophryogienina Canella, 1964
 Familia Ichthyophthiriidae Kent, 1881
 Especie *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*

En México este ciliado ha sido registrado tanto en peces de cuerpos de agua naturales como en granjas piscícolas; respecto a los primeros, Pérez-Reyes y Salas (en Armijo, 1968)* lo encontraron asociado a peces del género *Girardinichthys* en el lago de Chapultepec y Armijo (1968)* en *C. carpio* y *Carassius auratus* en la laguna de Salazar.

En relación a las granjas piscícolas, Zeiss *et al.* (1982 a y b) lo mencionan en sus investigaciones respecto a las especies *Sarotherodon mossambicus* y *S. homorum* en "El Rodeo" y "Zacatepec" en el estado de Morelos. Por su parte, Hattenberger (1985) registró a *I. multifiliis* en alevines de siete especies de carpa en la granja de "Tezontepec de Aldama", Hidalgo.

Descripción de la especie

Ciliado de cuerpo redondeado u oval, afilado en el extremo anterior, alcanzando tallas de 44 - 207 μm de longitud (en otros trabajos puede llegar hasta 1.5 mm); citostoma pequeño, redondeado, con una citofaringe corta en forma de una depresión cónica cubierta con cilios largos; cuerpo totalmente ciliado con cinetias somáticas longitudinales que convergen en el citostoma anterior; macronúcleo grueso, corto en forma de herradura, situado a la mitad del cuerpo; micronúcleo pequeño, inconspicuo que se adhiere a la superficie convexa del macronúcleo; vacuolas contráctiles numerosas, pequeñas, distribuidas en la superficie del cuerpo (Figs. 16-18).

Este ciliado tiene dos fases en su ciclo vital: una de vida libre y otra parásita, es decir, alterna entre la alimentación en el epitelio de los peces dulceacuícolas y el desplazamiento y enquistamiento en agua dulce. El teronte tiene una corta etapa de vida libre en la que busca al hospedero, invade rápidamente el epitelio y se convierte en trofante (trofozoíto). El parásito abandona el hospedero después de algunos días y se transforma en tomonte que nada libremente y posteriormente se enquista, éste se divide repetidamente para producir tomitos los cuales se diferencian en la siguiente generación de terontes.

El desarrollo depende directamente de la temperatura del agua, a 24-26°C el ciclo completo tiene una duración de cuatro días, sin embargo, a 7°C se requieren aproximadamente 40 días.

* Armijo, A. O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp



Fig. 16 *Ichthyophthirius multifiliis*. In vivo. Piel del hospedero. Trofozoíto redondeado. Campo claro. 100X.

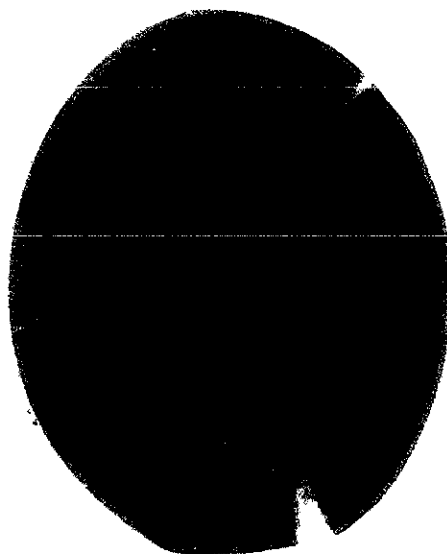


Fig. 17 *I. multifiliis*. Superficie de las branquias. Resalta el macronúcleo en forma de herradura. Tinción con hematoxilina de Harris. Campo claro. 40 X.

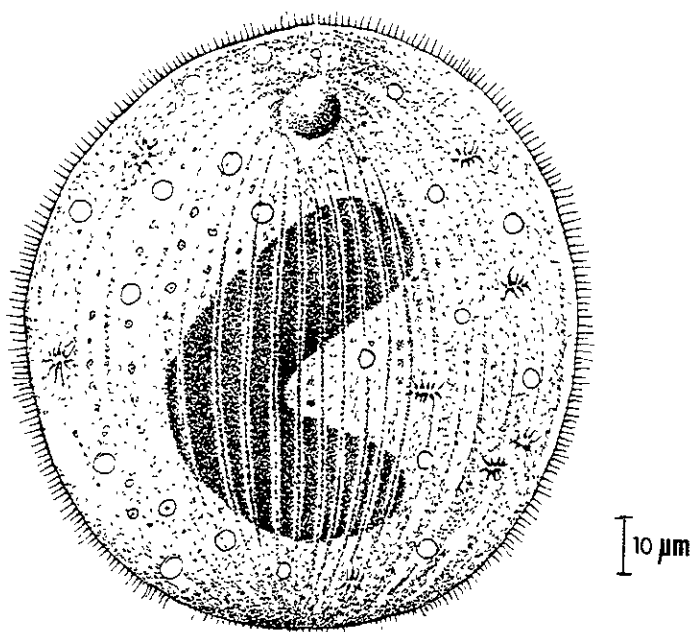


Fig. 18 Esquema general de un trofozoito de *Ichthyophthirius multifiliis*.

El parásito produce pústulas blancas debajo de la piel de los hospederos. Aparentemente cualquier especie de pez de agua dulce puede ser infectado. *Ichthyophthirius* causa necrosis de los tejidos de los órganos infectados en infestaciones a gran escala. Los tejidos branquiales se tornan anémicos y mueren, en tanto que la superficie de la piel se descama y cuando se establecen en ojos los peces quedan ciegos debido al deterioro de la córnea, seguido por emaciación y muerte.

La tabla 9 presenta las características morfométricas de *Ichthyophthirius multifiliis*.

Tabla 9 Morfometría de *Ichthyophthirius multifiliis*.

	n	Trofonte promedio μm	Desviación estandar	Coefficiente de variación	Mínimo μm	Máximo μm
Díámetro	20	115.0	47.0	40.6	115.0	207.2

Ecología

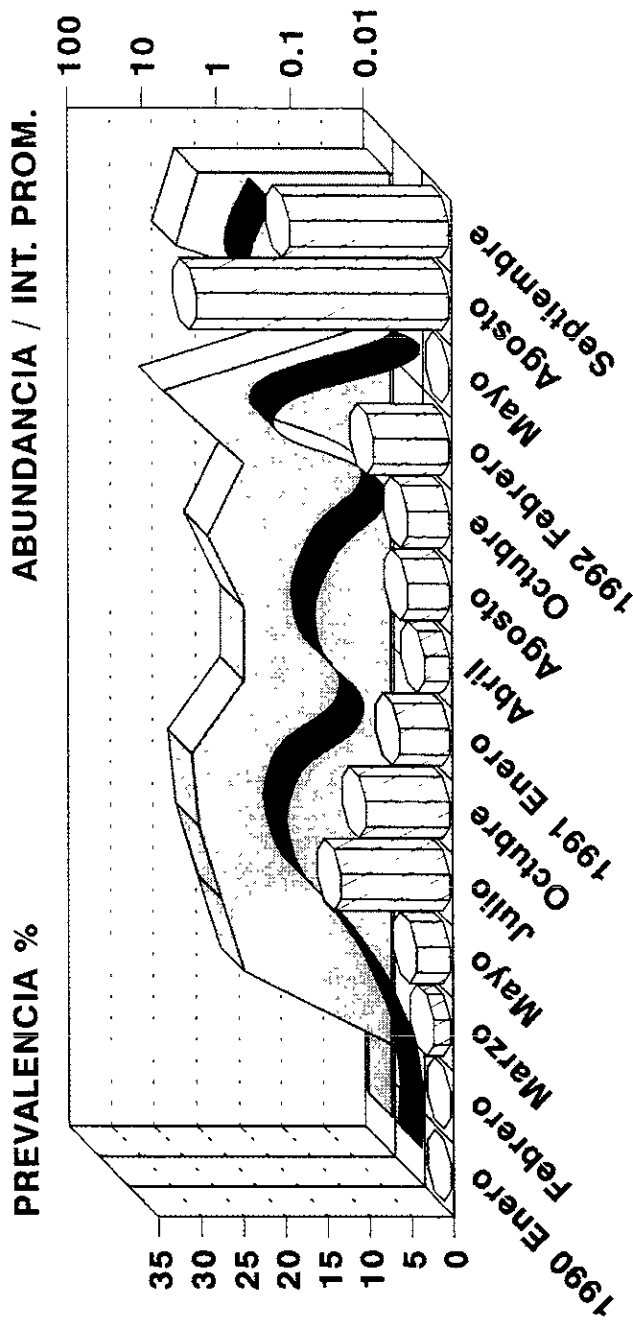
Distribución general

I. multifiliis se presentó en piel y branquias de los ciprínidos examinados, la dinámica de la infección se señala a continuación: el ciliado se encontró en 11 de los 14 muestreos efectuados, es decir, estuvo presente en los tres años que duró la investigación (1990-1992).

En los dos primeros muestreos de 1990 (enero y febrero) correspondientes a la estación invernal, no se detectó a esta especie de ciliado; en los muestreos de marzo y mayo del mismo año (primavera) se encontraron cinco ejemplares del parásito en tres de los peces (prevalencia del 2 - 4 %) e intensidad promedio y abundancia menores de dos. En los dos últimos muestreos de ese año, es decir, julio (verano) y octubre (otoño) se registró un incremento en el número de peces parasitados que fueron 11 (prevalencia del nueve al 13%), en el número de parásitos (51) y la abundancia e intensidad promedio fluctuaron entre 0.5 y 5, y esto ocurrió al aumentar la temperatura del agua de los estanques.

En 1991, segundo año de los estudios, *I. multifiliis* se registró en los cuatro muestreos estacionales, permaneciendo bajo el número de peces infectados y el número de parásitos, con un ligero incremento en el mes de agosto (verano) en el que en tres peces se cuantificaron 10 ejemplares del ciliado. En octubre disminuyó la infección.

Finalmente en 1992 *I. multifiliis* apareció en tres de los cuatro muestreos, siendo el de febrero (invierno) en el que hubo mayor cantidad de parásitos (48) con prevalencia del 9 % en los peces e intensidad promedio de 12. En mayo no se encontró al parásito, el cual surgió de nuevo en agosto y septiembre, verano y otoño respectivamente, con prevalencia del 18 al 29 %, e intensidad promedio entre cuatro y ocho. (Fig. 19).



	1990 Enero	1990 Febrero	1990 Marzo	1990 Mayo	1990 Julio	1991 Octubre	1991 Enero	1991 Abril	1991 Agosto	1991 Octubre	1992 Febrero	1992 Mayo	1992 Agosto	1992 Septiembre
Intensidad Promedio	0	0	1	2	4	4	5	1	1	3	1	12	0	8
Abundancia	0	0	0.02	0.08	0.51	0.51	0.51	0.06	0.25	0.17	0.03	1	0	2
Prevalencia	0	0	2	4	13	10	6	3	5	5	9	0	0	30

MUESTREOS

Prevalencia
 Abundancia
 Intensidad Promedio

Fig.19 Parámetros ecológicos de la infección por *Ichthyophthirius multifiliis* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992) (Prev., Abund. e Int. prom. totales considerando a todos los peces revisados)

Tallas de los hospederos

Al analizar los parámetros ecológicos de la infección en relación a las diferentes tallas de los peces, tenemos que este ciliado estuvo presente tanto en las crías (5 y 10 cm) como en los jóvenes y adultos.

La prevalencia fue de 5 a 6 % en las crías, de 10 % en los jóvenes y del 2 % en los adultos. La abundancia en ninguno de los casos alcanzó la unidad, siendo ligeramente más alta en los jóvenes, en tanto que la intensidad promedio fue menor en las crías (2-7), de alrededor de seis en los jóvenes y de 12 en los adultos.

Al aplicar la prueba de G, no hubo diferencias significativas entre las tallas (G estimada = 6.25 - 7.81 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso; G tablas = 2.22) (Fig. 20 y Tabla 11).

Hábitat específico

El número de *I. multifiliis* en la piel, considerando al total de los hospederos analizados fue de 119, y en las branquias de 54, es decir, que alrededor del 70 % de los ciliados se encontraron en la primera y más o menos el 30 % en la segunda, no obstante la prueba de G no mostró diferencias significativas entre estos hábitats (G estimada = 2.7 con un alfa de 0.1; G tablas = 0.18). (Fig. 21 y Tabla 11).

Período climático

I. multifiliis se presentó en siete de los ocho muestreos efectuados en época de lluvias con una prevalencia, abundancia e intensidad promedio de 8%, 0.36 y cinco respectivamente. Por otra parte, en el periodo de sequía se encontró en cuatro de los seis muestreos con una prevalencia de 3.5 % y abundancia e intensidad promedio de 0.22 y 6.5 respectivamente.

Finalmente cabe señalar que no hubo diferencias significativas en este rubro con la prueba de G aplicada (G estimada = 2.7 alfa de 0.1; G tablas = 2.1) (Fig. 21 y Tabla 11).

Discusión

Distribución geográfica

La distribución geográfica de *I. multifiliis* es muy amplia ya que es capaz de parasitar a casi todas las especies de peces dulceacuícolas y salobres. En cuerpos de agua naturales es relativamente raro; únicamente bajo condiciones de alta densidad poblacional, donde hay acumulación masiva de peces jóvenes y especialmente en granjas piscícolas y acuarios es donde el número de parásitos aumenta abruptamente y aparece la enfermedad. Se han registrado epizootias causadas por este ciliado en granjas piscícolas de: Alemania, Arabia, Australia, Bolivia, Bosnia, Bulgaria, Checoslovaquia, China, Corea, Dinamarca, Estados Unidos, Filipinas, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, India, Indonesia, Inglaterra, Iraq, Japón, Malasia, México, Noruega, Perú, Polonia, Portugal, Rusia, Singapur, Sri Lanka, Sudáfrica, Suiza, Tailandia y Yugoslavia (Arthur, 1987; Bauer, 1962; Zeiss *et al.* 1982 a y b; Hattenberger, 1985, Enriquez, 1995*).

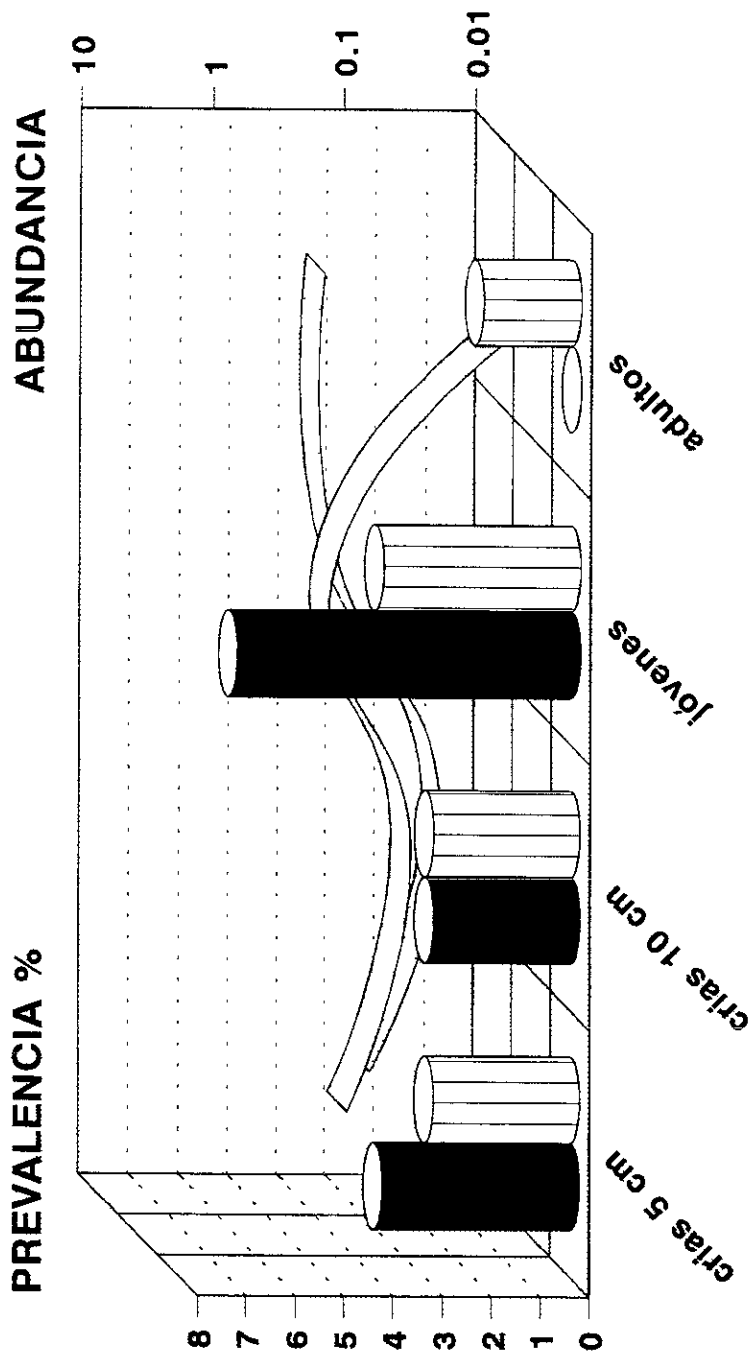
* Enriquez, D.C.O., 1995. Ichthyophthiriasis : Estudio Recapitulativo. Tesis Prof. Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. 25 pp.

Tabla 10 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas con *Ichthyophthirius multifiliis*

examen.	Hospederos		<i>Ichthyophthirius</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad Prom. + - SD	
	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.
crías 5 cm	8	7	58	13	4	3	0.3 + - 2	0.1 + - 0.2	7 + - 5	2 + - 1
crías 10 cm	6	6	15	6	3	3	0.1 + - 0.3	.03 + - 0.04	3 + - 1.3	1 + - 0.45
jóvenes	8	4	41	22	7	4	0.4 + - 0.8	0.2 + - 2	5 + - 4	6 + - 4
adultos	0	1	0	12	0	2	0	0.23 + - 3	0	12 + - 3.1
total	22	18	114	53	4	3	0.2 + - 0.3	0.2 + - 0.3	5 + - 4	3 + - 3

Tabla 11 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* con *Ichthyophthirius multifiliis* en los dos períodos estudiados

examen.	Hospederos		<i>Ichthyophthirius</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom. + - SD	
	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.
lluvias	17	14	72	49	5	4	0.22 + - 0.2	0.15 + - 0.5	4 + - 3	4 + - 4
secas	5	4	47	5	2	2	0.2 + - 0.4	0.02 + - 0.1	9 + - 4	1 + - 0.1
total	22	18	119	54	4	3	0.2 + - 0.3	0.1 + - 0.4	5 + - 4	3 + - 4

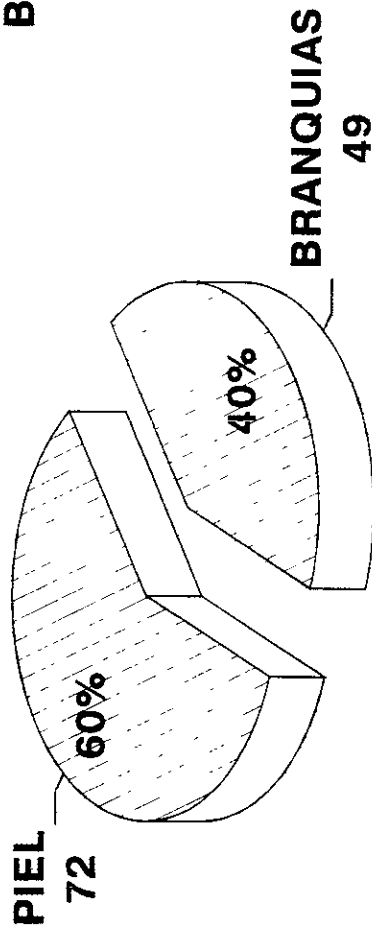


TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

Prevalencia piel
 Abundancia piel
 Prevalencia branq.
 Abundancia branq.

Fig.20 Prevalencia y abundancia de la infección por *Ichthyophthirius multifiliis* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

LLUVIAS



SEQUIA

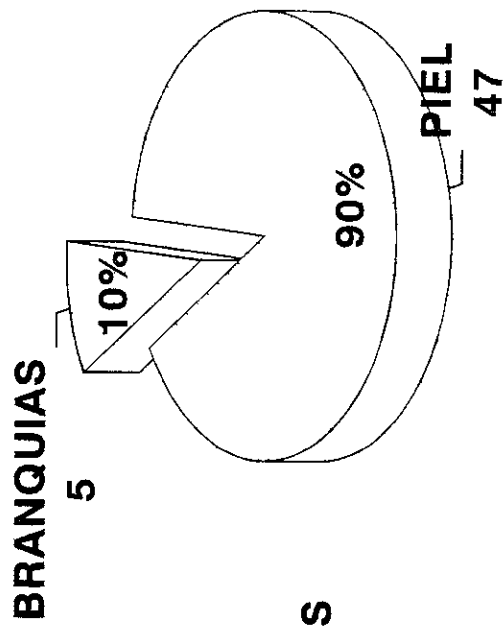


Fig.21 Hábitat específico de *Ichthyophthirius multifiliis*. Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Dinámica de la infección

La intensidad de la enfermedad está determinada esencialmente por la intensidad del ataque a los peces y a las condiciones de reproducción de los parásitos. En un estudio similar al de la presente investigación, efectuado por Migala (1971) en relación a ciliados parásitos de *C. carpio* cultivados en estanques sin tratamiento alguno en una granja piscícola en Polonia, en el proceso de infección por *I. multifiliis* se identificaron ciertas fases o etapas: fase inicial, intensificación, pico máximo y extinción.

En la primera de ellas, aparecieron unos cuantos parásitos en un solo pez o en unos pocos en junio de 1963, correspondiendo al verano. Subsecuentemente en la fase de intensificación con el paso del tiempo y elevación de la temperatura del agua, el número de peces infectados aumentó, pero el número de ciliados parásitos por hospedero permaneció bajo (fines de junio). A fines de julio y en condiciones favorables, la infección alcanzó su máximo, casi todos los peces estuvieron infectados y el número promedio de parásitos por pez se incrementó, sin embargo, se encontraron gran cantidad de carpas con infecciones leves (una docena de parásitos por pez); un número considerablemente menor de carpas con infecciones moderadas (algunos cientos de ciliados por pez) y unos pocos especímenes fuertemente infectados (alrededor de 1000 trofozoítos de *I. multifiliis* por hospedero); durante este periodo ocurrió la muerte de algunos peces. En la última fase disminuyó la fuerza de la infección y el parásito gradualmente desapareció del medio (otoño-invierno). La ocurrencia de este ciliado en los tres años de estudio fue cíclica hasta cierto grado.

En el caso de la granja piscícola de Zacapu el parásito estuvo presente en los estanques en los tres años de muestreo (11 de 14 muestreos), sin embargo, no fue causa de epizootias en los peces los cuales se mantuvieron con infecciones ligeras, albergando unos pocos parásitos maduros que, probablemente de haber continuado en los estanques, los hubieran abandonado sin causar mayor daño, esto también fue observado por Schäperclaus (1992). En enero y febrero de 1990 no se encontró al parásito y se detectaron las dos primeras fases reconocidas por Migala (1971), en marzo y mayo la primera y en julio y octubre la segunda, sin embargo, en el verano y otoño nunca se alcanzaron números tan elevados de ciliados por pez y no hubo mortalidad de los hospederos.

En el primer muestreo de 1991, a pesar de corresponder al periodo invernal si se detectó al ciliado aunque en números muy bajos, en abril y agosto, primavera y verano respectivamente, aumentaron ligeramente los valores de abundancia e intensidad promedio y en octubre disminuyeron.

En febrero de 1992 se elevó un poco el número de parásitos, así como la prevalencia e intensidad promedio; en mayo no apareció el ciliado y en agosto y septiembre volvieron a aumentar los parámetros ecológicos de la infección.

Se observa que las dos primeras fases (inicial y de intensificación) si se reconocen en los estanques de la granja acuícola, y también la de extinción con cierta irregularidad, no obstante la fase de pico máximo no se evidenció. Por lo expuesto anteriormente puede señalarse que la presencia del ciliado en ambas granjas fue cíclica, hasta cierto grado, a pesar de ubicarse una en Polonia y la otra en México.

Por otra parte Singhal *et al.* (1986) estudiaron las relaciones entre los cambios en los factores físico-químicos del agua de los estanques de cultivo de peces y la presencia de parásitos en Haryana, India, observando un pico en la prevalencia de *Ichthyophthirius* de diciembre a marzo con temperaturas que fluctuaron de 12.5 a 30°C, con la mayor incidencia en el último mes señalado, probablemente atribuida a diversos factores, por ejemplo: temperatura óptima de 30°C y/o pH entre 8.0 y 8.2 que pudieron favorecer el desarrollo del parásito. La alta prevalencia en el invierno pudo deberse a la baja resistencia de los peces debida a una reducida disponibilidad de alimento. Los quistes del ciliado se encontraron en vegetación sumergida y no fueron abundantes en otoño e invierno. En la presente investigación hubo coincidencia con estos autores en haber registrado al parásito en dos periodos invernales, pero las temperaturas en Zacapu en estos periodos fluctuaron entre 13.86 y 15.16°C, muy por debajo de las citadas por ellos en la India.

Fuente de la infección

La fuente de la infección por *I. multifiliis* probablemente fueron los peces que se importaron de granjas piscícolas de Estados Unidos para iniciar el cultivo de reproductores seleccionados, así como carpas enviadas del centro acuícola de Tezontepec ya que como se mencionó en el apartado de distribución en México, en dicha granja está presente este parásito. En ambos casos, al no implementarse las medidas preventivas adecuadas, el parásito encontró condiciones favorables para su desarrollo. Por otra parte, el agua de los estanques proviene de un manantial profundo ubicado en la misma granja, por lo que se descarta la posibilidad de infección por agua o peces provenientes de ríos o lagos cercanos.

Edad de los hospederos

En relación a la edad de los hospederos, se encontró a *Ichthyophthirius* tanto en crías como en jóvenes y adultos, lo cual coincide con las investigaciones de Bauer (1962) quien cita que la infectividad del parásito no parece afectarse con la edad del hospedero. Peces de todas las edades pueden ser portadores de este protozoo y pueden morir como resultado de una infección masiva; también señala que si los peces se encuentran debilitados, son especialmente susceptibles a la enfermedad, sobretodo los más jóvenes.

De acuerdo con el autor antes señalado, en el caso de las crías de carpa puede ocurrir un ataque en los primeros días posteriores a la eclosión si los peces progenitores estaban infectados con *Ichthyophthirius* y no son retirados inmediatamente despues del desove. En aproximadamente 8 - 10 días el ataque puede ser tan severo que cause su muerte.

En la granja piscícola de Zacapu no ocurrió esto, ya que el huevo es obtenido mediante el desove inducido de reproductores seleccionados, los cuales aunque estuvieran infectados con el ciliado, en ningún momento se colocan en el estanque de desove; los embriones son posteriormente transportados en medio húmedo al estanque de incubación-alevinaje-crianza en el que, como medida de preventiva de sanidad se utiliza Dipterex (1ppm) un día antes de la siembra del huevo oculado, repitiendo el tratamiento a los 15 días. En este sentido, la fuente probable de infección para las crías pueden ser los instrumentos empleados para su transportación de un estanque a otro, que no se lavan ni desinfectan convenientemente.

Además de los factores biológicos que promueven que se presente la enfermedad, los factores fisiológicos así como los físico-químicos del agua de los estanques tienen una influencia directa en la dinámica del desarrollo del parásito y en la propagación de sus poblaciones, por tanto serán considerados a continuación.

Factores ambientales

La temperatura es un factor importante para que se lleve al cabo el ciclo vital de *I. multifiliis*. Las altas temperaturas acortan significativamente la duración del crecimiento, división y vida de los parásitos infectivos. Los parásitos son incapaces de desarrollarse por debajo de los 2 o 3°C y por arriba de los 27 o 28°C (Wagner, 1960 en Schäperclaus 1992).

El desarrollo depende directamente de la temperatura del agua, a 24-26°C el ciclo completo tiene una duración de cuatro días, sin embargo, a 7°C se requieren aproximadamente 40 días (Van Duijn, 1967 y Reichenbach *et al.* 1965 citados en Hoffman, 1978). Un descenso en la temperatura retarda el inicio del enquistamiento; a 18 - 20°C el enquistamiento de los parásitos maduros ocurre en la hora siguiente de que abandonan los tejidos del hospedero; a 8°C el periodo se amplía a 1 día o más. Bauer *et al.* (1981) por su parte señalan que la mayor parte de las epizootias ocurren a temperaturas moderadas (19-21°C).

En los estanques de la granja acuícola estudiada, la temperatura del agua fluctuó entre 12.5°C (invierno) y 27.25°C (verano), rango de temperatura favorable para el parásito. Durante el invierno de 1991-1992 hubo un ligero aumento de parásitos, probablemente relacionado con una moderada elevación de la temperatura en relación a los otros muestreos invernales, además de una densidad ligeramente mayor de peces en los estanques, lo cual concuerda con lo registrado por Bauer (1962). Hacia la primavera la infección empieza a aumentar conforme lo hace la temperatura. En dos muestreos la temperatura fue adecuada para que el ciliado lograra dividirse en 10 - 15 hrs., en ocho muestreos en 18 - 26 hrs. y en cuatro en 28 a más de 30 hrs.

En relación al pH *I. multifiliis* es capaz de vivir a valores de 6 a 10, siendo el pH óptimo para la división entre 7.3 y 7.9 (Wagner, 1960 en Schäperclaus 1992). En los estanques de la granja piscícola de Zacapu los valores en los 14 muestreos se mantuvieron justamente entre 7.23 y 7.9, es decir, un pH ligeramente alcalino y óptimo para su desarrollo.

Respecto a la concentración de oxígeno disuelto en el agua de los estanques, se mantuvo entre 6.23 y 7.26 mg/l, también favorable al parásito, ya que solo a concentraciones menores de 1 mg/l los parásitos perecen ya que se impide la reproducción.

Factores bióticos

Considerando que un quiste puede albergar desde 256 hasta 2000 tomitos que son los elementos infectivos de la nueva generación, y que estos pueden abandonar el quiste y recolonizar nuevos peces en un corto periodo de tiempo, podrían esperarse valores mucho más elevados en los parámetros ecológicos que los obtenidos, no obstante, si los tomitos no acceden a su hospedero en 72 hrs. mueren (Schäperclaus 1992).

Otro aspecto interesante es que al analizar al microscopio muestras del agua de los estanques, se encontraron grandes poblaciones de diversas especies de copépodos y rotíferos alimentándose tanto de ciliados de vida libre, como de tomitos de *I. multifiliis*, llevando al cabo su función de consumidores secundarios en las tramas de alimentación, y a la vez ayudando a mantener en equilibrio las poblaciones del parásito, siendo una de las razones por las que probablemente el número de éstos no se eleva a dimensiones epizooticas, esto ha sido observado con anterioridad en trabajos de investigadores rusos mencionados en la revisión de Migala (1971), quienes detectaron que en los estanques donde había infecciones ligeras por *I. multifiliis* existían grandes poblaciones de copépodos de la familia Cyclopidae. Otra razón es que en la mayoría de los estanques se mantiene un número de peces adecuado a sus dimensiones y volumen, evitando el hacinamiento, lo cual está de acuerdo a los modelos en computadora de Schäperclaus (1992).

Factores fisiológicos

En lo referente al aspecto inmunofisiológico Hines y Spira (1974 b) han llevado a cabo investigaciones que confirman que los peces desarrollan inmunidad hacia la reinfección por *I. multifiliis*; infectaron experimentalmente carpa espejo con dosis subletales del parásito y después de 21 días de la infección, estaban libres de éste y permanecieron así por un periodo de ocho meses manteniéndose en un ambiente infectivo. Durante una segunda infestación, los peces control que no habían tenido contacto previo con el parásito murieron, y los inmunizados resistieron. Se observó también que las formas infectivas no son capaces de penetrar en la membrana mucosa de peces resistentes.

Otros investigadores como Goven *et al.* (1980) han trabajado con el bagre *Ictalurus punctatus* inmunizándolos con elementos (cilios y células completas) tanto de *I. multifiliis* como de *Tetrahymena pyriformis*, exponiéndolos posteriormente al parásito, obteniendo un alto grado de protección en ambos casos. Por otra parte Mc Callum (1986) inmunizó a peces de la especie *Poecilia latipinna* induciendo en ellos una gran resistencia a *Ichthyophthirius*.

A su vez Dickerson *et al.* (1989) han inmunizado bagres y obtenido el suero de éstos, el cual al contacto con los tomitos libres nadadores de *I. multifiliis* los inmoviliza y aglutina. Actualmente están tratando de identificar las proteínas (de membrana y plasma) responsables de dicha acción.

Por todo lo expuesto anteriormente se puede señalar que quizá en los peces de Zacapu se ha desarrollado inmunidad al tener contacto con el parásito, el cual se mantiene en números bajos, y esta sea otra de las razones por las que no se detectaron epizootias durante los tres años de muestreos.

***Apiosoma piscicola* Blanchard, 1885**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.*, 1974
 Subclase Peritrichia Stein, 1859
 Orden Sessilisa Kahl, 1933
 Familia Scyphidiidae Kahl, 1933
 Especie ***Apiosoma piscicola*** Blanchard, 1885

Sin. *Glossatella piscicola* (Blanchard, 1885) Kahl, 1935
Glossatella cyprini Srámek-Husek, 1953
Glossatella cylindriformis Chen, 1956
Apiosoma magna Banina, 1968

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus*.

Cabe señalar que el género *Apiosoma* fue registrado por Jiménez *et al.* (1986) en el bagre *Ictalurus punctatus* en piscifactorías del norte de nuestro país, no obstante, a nivel específico, el de este trabajo constituye el primer registro en México de *A. piscicola*.

Descripción de la especie

Organismos ciliados solitarios, sésiles sin pedúnculo. El cuerpo es cilíndrico alargado de 47 - 84.5 μm de longitud por 17.3 - 39.6 μm de anchura, terminando en una escópula de 7.3 - 19 μm de diámetro. La película presenta entre 64 y 80 estriaciones argentófilas prominentes (desde el peristoma hasta la escópula). La ciliatura adoral consta de una haplocinetia y una policinetia; infundíbulo corto. Disco epistomal aplanado, con una ligera elevación en el lado del infundíbulo. Labios peristomales de 5 - 7 μm de alto. La vacuola contráctil descarga en el infundíbulo. Vacuolas nutritivas distribuidas en la mitad superior de la célula. Macronúcleo triangular con una longitud de 15 - 26 μm y un diámetro de 7.6 - 15.8 μm . Micronúcleo oval situado a un lado del macronúcleo con una longitud de 3.2 - 7.0 μm y un diámetro de 1.6 - 2.7 μm (Figs. 22, 22 a, 23 y 24).

En la tabla 12 se presentan las características morfométricas de *Apiosoma piscicola*.

Tabla 12 Morfometría de *Apiosoma piscicola*

	n	Promedio µm	Desv. STD	Coef. Var. %	Mín. µm	Máx. µm
Longitud del cuerpo	9	63.4	11.7	18.46	47.0	84.5
Anchura del cuerpo	9	27.0	4.75	17.61	17.3	39.6
Estriaciones argentófilas	9	74.0	2.20	6.09	64.0	80.0
Diámetro escópula	9	11.6	2.66	22.82	7.3	19.0
Longitud macronúcleo	9	20.0	2.32	11.58	15.0	26.0
Diámetro macronúcleo	9	11.41	1.85	16.28	7.6	15.8
Longitud micronúcleo	9	4.92	1.07	21.76	3.2	7.0
Diámetro micronúcleo	9	2.1	0.28	13.60	1.6	2.7

Ecología

Distribución general

Apiosoma piscicola se localizó en la piel y las branquias de los peces en 13 de los muestreos y únicamente estuvo ausente en el mes de marzo de 1990. A continuación se detallan los valores obtenidos de los parámetros ecológicos de la infección en los tres años del estudio.

En enero de 1990 (invierno) el 26 % de los hospederos presentaron esta especie, con una abundancia e intensidad promedio de 193 y 738 respectivamente; en febrero (invierno) se notó una drástica disminución de los valores, sólo el 13 % de los peces alojaron al ciliado con una abundancia de 1.26 e intensidad promedio de 10; en marzo no se localizó a esta especie. En mayo (primavera) y julio (verano) la prevalencia no rebasó el 6 %, con abundancias insignificantes de 0.1 y 0.3 e intensidades promedio bajas, entre dos y ocho. En octubre (otoño) alrededor del 4 % de los peces albergaron al parásito con abundancia e intensidad de 1.61 y 42 respectivamente (Fig. 25).

En los dos primeros meses del segundo año de muestreo (1991), enero y abril, la prevalencia fue baja, entre 2.5 y 3 %, lo mismo que la abundancia (0.03 - 0.51) y la intensidad (1 - 2); en el muestreo de verano (agosto) aumentó la prevalencia con un 7 % de los peces infectados, abundancia de tres e intensidad promedio de 41. En otoño (octubre), solo en el 3 % de los peces se localizó a este ciliado con abundancia insignificante (0.21) e intensidad promedio de 6.5.

El comportamiento de *A. piscicola* en 1993 fue como sigue: en febrero (invierno) se tuvieron valores de prevalencia, abundancia e intensidad promedio de 9 %, cuatro y 42 respectivamente; en mayo (primavera) aumentó el número de peces infectados a 36 %, pero la abundancia e intensidad disminuyeron a 1.5 y 4. En el muestreo de verano (agosto) el porcentaje de los peces con este protozoario fue de 23.5, siendo de tres y 13 los valores de abundancia e intensidad. Finalmente, en el último muestreo realizado (septiembre), la prevalencia fue del 32 %, con abundancia de 25 e intensidad de 80 (Fig. 25).

En resumen, enero de 1990 fue el muestreo en donde se tuvo el registro más elevado de poblaciones de esta especie de ciliado de los tres años.

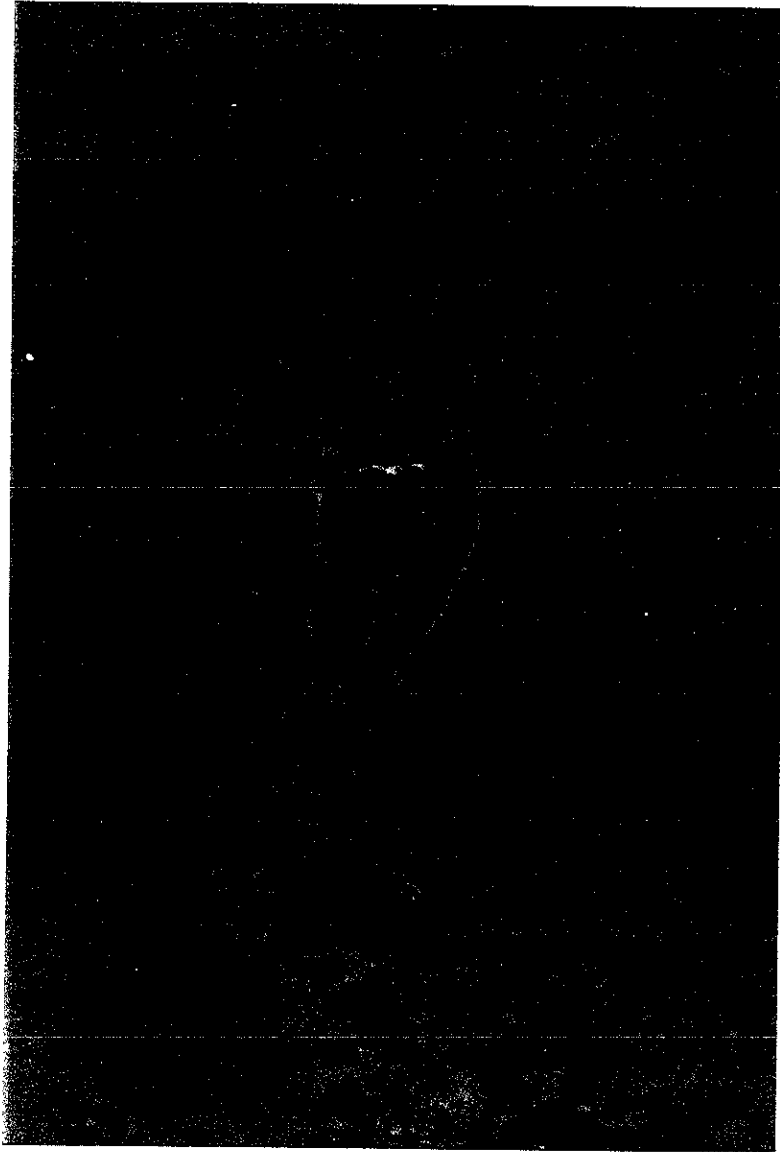


Fig. 22 *Apiosoma piscicola*. in vivo. Sobre la superficie de la piel. Se aprecia la ciliatura oral, el infundíbulo, la vacuola contráctil, las estriaciones de la membrana y la escópula. 40X.

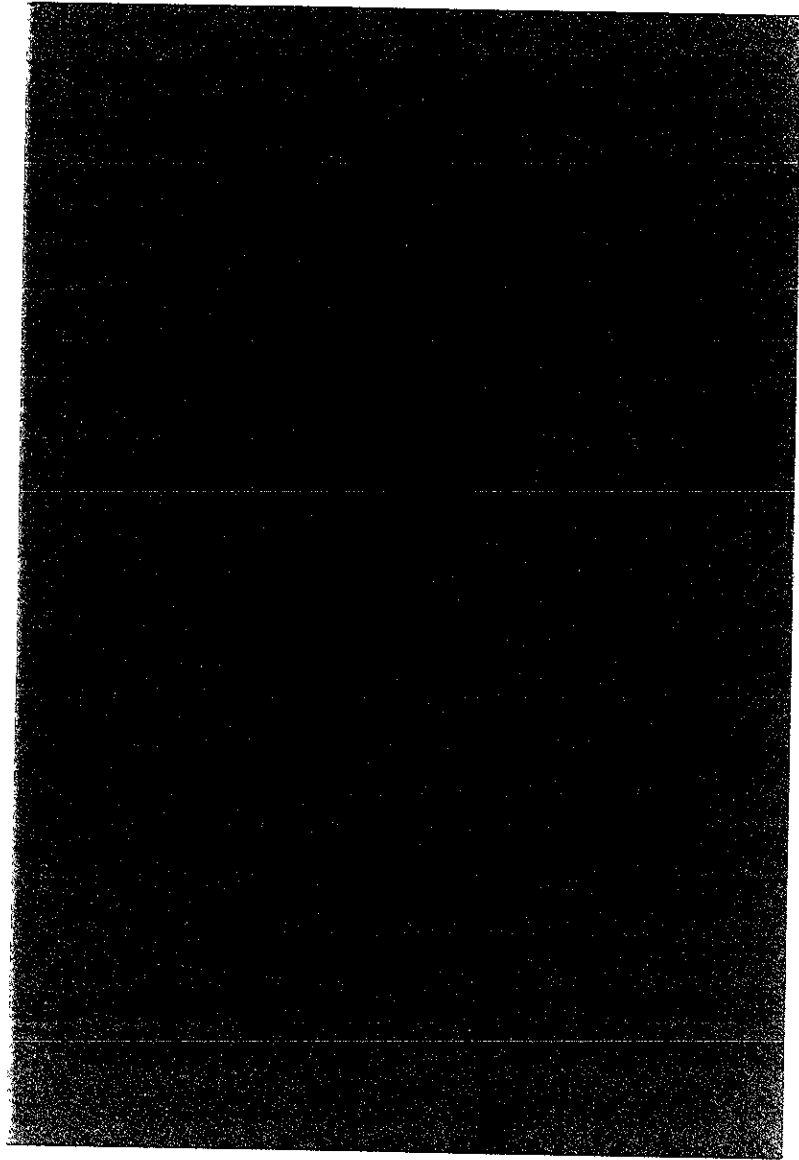


Fig. 22a *Apiosoma piscicola*. Piel del hospedero. Se evidencia el macronúcleo triangular. Tinción con hematoxilina de Harris. Campo claro 40 X.



Fig. 23 *Apiosoma piscicola*. Moco de la piel. Resaltan las estriaciones transversales de la membrana, los cilios orales y los mionemas dispuestos radialmente. Microscopía electrónica de barrido. 2000 X.

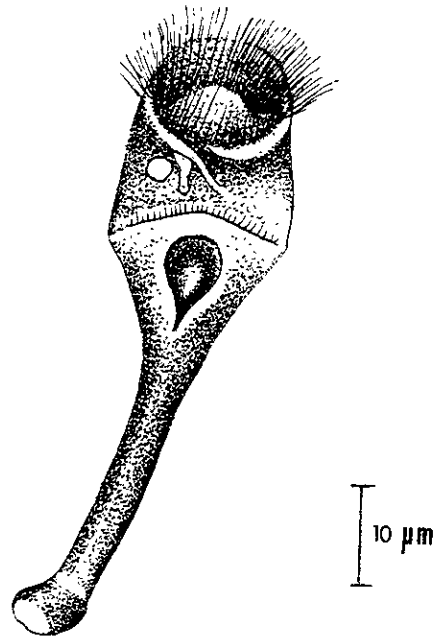
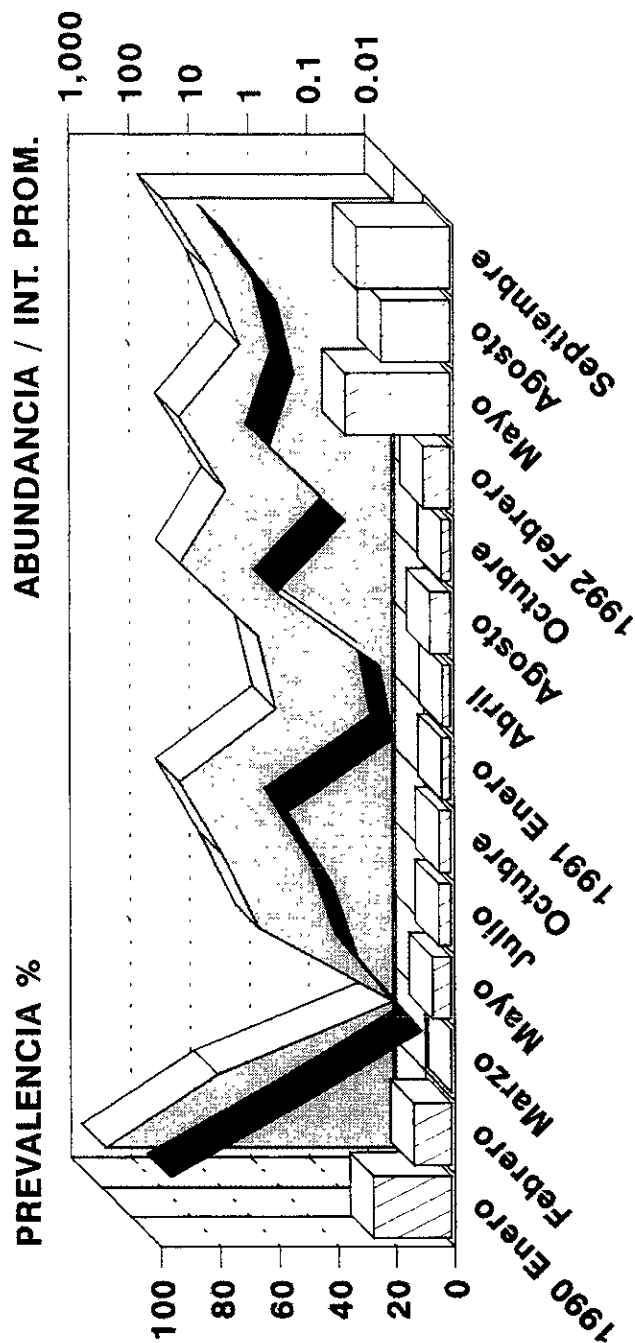


Fig. 24 *Apiosoma piscicola*. Esquema general de un individuo.



Intensidad	738	10	0	2	8	42	1	2	41	7	42	4	13	80
Abundancia	193	1.26	0	0.127	0.34	2	0.03	0.051	3	0.21	4	1.5	3	25.4
Prevalencia %	27	13	0	6.4	4.2	4	3	2.6	7	3	9	36	23.5	32

MUESTREOS

Prevalencia %
 Abundancia
 Intensidad

Fig.25 Parámetros ecológicos de la infección por *Apiosoma piscicola* en *C. carpio rubrofuscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992) (Prev., Abund. e Int. prom. totales considerando a todos los peces revisados)

Tallas de los hospederos

La figura 26 y tabla 13 muestran que *A. piscicola* se presentó en los hospederos de todas las tallas estudiadas. De manera general los parámetros ecológicos de la infección fueron bajos en las crías de 5 y 10 cm, aumentaron significativamente en los jóvenes, en donde el 8 y 12 % de las carpas alojaron esta especie de ciliado con abundancias de 21 y 61 en piel y branquias respectivamente e intensidades promedio de 173 y 741 para esos mismos órganos. En los adultos los valores disminuyeron en relación a los jóvenes, pero fueron más elevados que en las crías.

Al comparar con la prueba de G el número de hospederos de las diferentes tallas que presentaron al parásito con los que no lo hicieron, resultó que la G calculada (0.5568) fue mucho menor que la G estimada en tablas que fluctuó entre 6.25 y 7.81 (alfa de 0.1 y 0.05 respectivamente) lo cual indica que no se detectaron diferencias significativas en los parámetros ecológicos de la infección en los peces de las diversas tallas ó edades.

Hábitat específico

Tomando en consideración los 14 muestreos realizados, se cuantificó un total de 9967 individuos de la especie *A. piscicola*, de este número, 2955 fueron detectados en la piel de los peces y 7012 en las branquias (Fig. 27 y Tablas 13, 14), es decir que el 29.65 % de los organismos ocuparon la superficie de los hospederos, en tanto que el 70.35 % se presentaron en las branquias y, aunque aparentemente existía preferencia por este último hábitat, se aplicó la prueba de G. El valor de G obtenido (3.68) fue menor que la G estimada en tablas (3.84 con un alfa de 0.05) lo cual muestra que no hay diferencias significativas entre los dos hábitats estudiados.

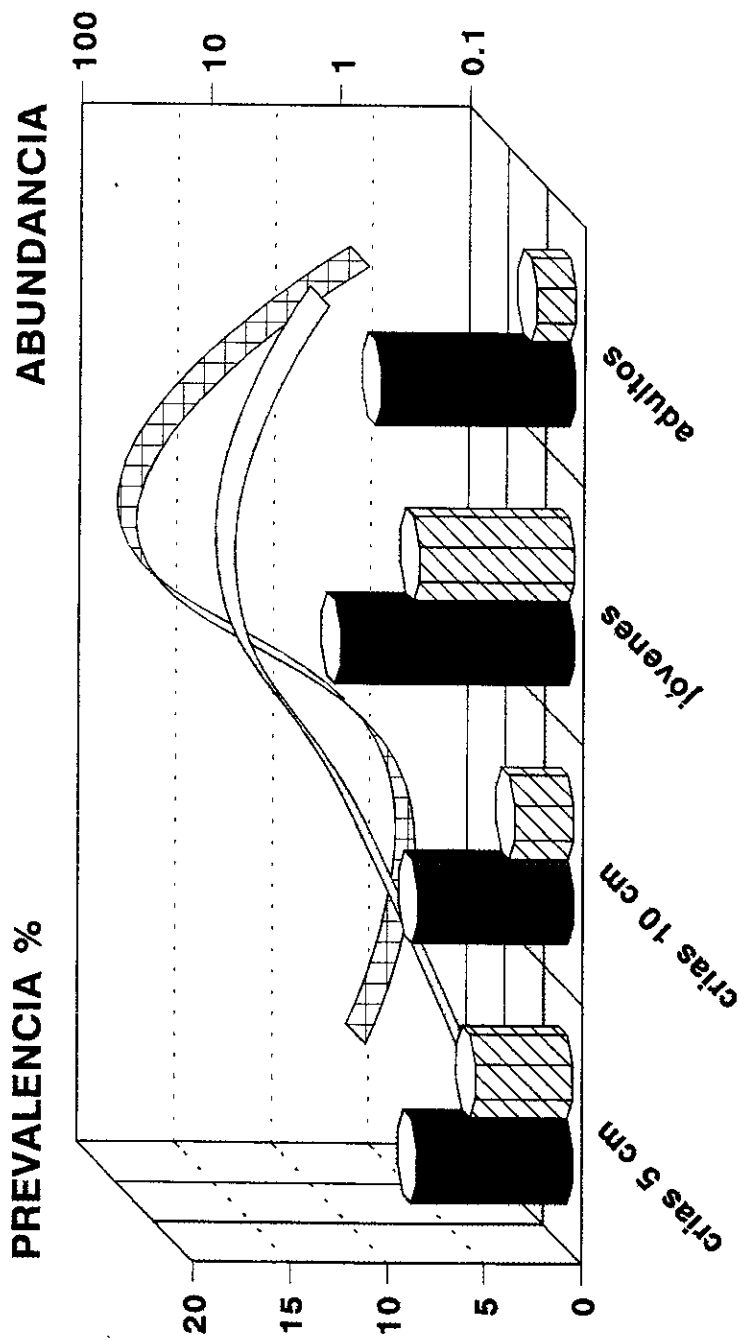
Período climático

En relación a las posibles variaciones en los parámetros ecológicos de la infección de las carpas por *Apiosoma piscicola* respecto a las épocas de lluvias y secas, se elaboró la tabla 14 en donde se aprecian los datos conjuntos de los tres años de muestreos y se observa que el número de apiosomas recolectados en la época de secas fue mayor, así como la abundancia e intensidad promedio, en comparación al periodo de lluvias. El porcentaje de los peces parasitados (prevalencia) en ambos periodos fue similar (Fig. 27).

Se ratificó mediante la prueba de G que la distribución de esta especie de ciliado es uniforme, permaneciendo con variaciones no significativas en ambos periodos climaticos (G calculada = - 13.86; G estimada = 3.84 con un alfa de 0.05).

Patogenia

De los 556 peces revisados, correspondientes a los 14 muestreos, únicamente los seis ejemplares jóvenes del muestreo de enero de 1990 mostraron desde su transporte signos de sofocación (boqueo y movimientos operculares rápidos) que indicaban que su condición no era satisfactoria, y al llegar al laboratorio murieron y fueron examinados de inmediato; al elaborar los frotis fue notable la cantidad de moco tanto en piel como de las branquias, así como el color pálido de estas últimas y el elevado número de ciliados (2124 en piel y 6663 en las branquias). La prevalencia fue de 100 %, con abundancia de 354 en piel y 1110 en branquias.



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. ▩ Abundancia branq.

Fig.26 Prevalencia y abundancia de la infección por *Apiosoma piscicola* en piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas

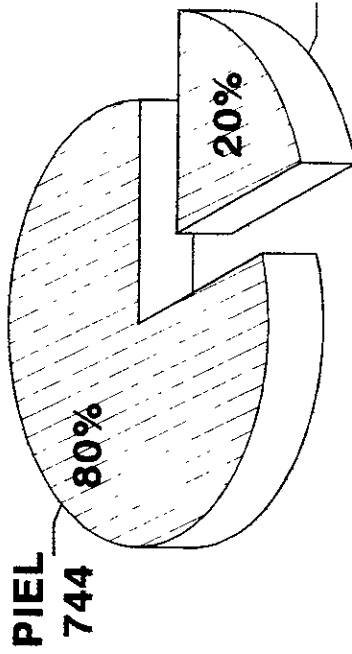
Tabla 13 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Apiosoma piscicola*

examin.	Hospederos		<i>Apiosoma</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Int. prom +- SD	
	piel	parasitados brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.
crías 5 cm	16	10	52	190	8	5	0.24 +- 0.31	1 +- 8	3 +- 3	19 +- 38
crías 10 cm	15	5	444	99	8	3	2 +- 10	.53 +- 3	30 +- 30	20 +- 9
juveniles	13	9	2247	6673	12	8	21 +- 91	61 +- 285	173 +- 10	741 +- 286
adultos	5	1	212	50	10	2	4 +- 15	1 +- 1	42 +- 31	50 +- 13
total	49	25	2955	7012	9	5	5 +- 0.30	13 +- 0.5	60 +- 3.55	280 +- 4

Tabla 14 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *A. piscicola* en los dos periodos climáticos estudiados

Periodo climát.	Hospederos		<i>Apiosoma</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Int. prom +- SD	
	piel	parasitados brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.	piel	brangqs.
lluvias	31	15	744	183	9	4	2 +- 7	0.55 +- 1	24 +- 22	12 +- 16
secas	18	10	2211	6829	8	4	10 +- 17	30 +- 53	122 +- 72	683 +- 350
total	49	25	2955	7012	9	4	5 +- 0.3	13 +- 0.5	60 +- 4	280 +- 4

LLUVIAS



SEQUIA

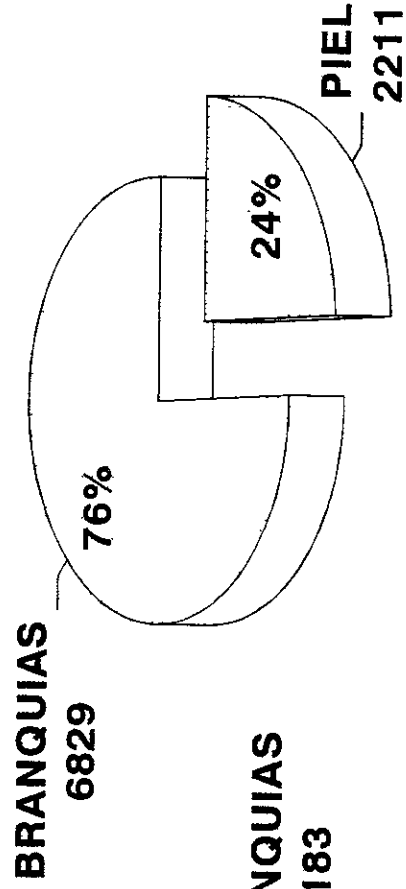


Fig.27 Hábitat específico de *Apiosoma piscícola*. Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Discusión

Taxonomía

La familia Scyphidiidae Kahl (1930-1935) incluye a los peritricos sesilinos que se encuentran en la superficie corporal de los peces. Hasta hace poco tiempo eran considerados como comensales ya que apenas eran notados en los análisis parasitológicos de los peces, sin embargo, durante los últimos años se ha encontrado que son verdaderos ectoparásitos que son sumamente abundantes en las crías.

Es difícil llevar al cabo investigaciones detalladas de este grupo debido a la carencia de marcados caracteres específicos en la familia en su totalidad; la gran variabilidad de las formas incluídas hace sus descripciones inadecuadas y la determinación de especies muy difícil.

La familia Scyphidiidae de acuerdo al sistema de Kahl (1930-1935), incluye a los géneros *Scyphidia* Dujardin, 1841 y *Glossatella* Bütschli, 1889, sin embargo este último fue anulado (rechazado) por Lom (1966), quedando como válido el género *Apiosoma*, ya que fue el primer representante del género, descrito por Blanchard (1885) bajo el nombre de *A. piscicola* obtenido de la superficie corporal de ciprínidos.

Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) elaboraron una clave de identificación de los parásitos de peces dulceacuícolas de la U.S.S.R., entre los que se encuentra el género *Glossatella* Bütschli, 1889, presentando una amplia descripción del mismo con aspectos morfológicos, mediciones y características de la biología de estos ciliados, cabe señalar que este trabajo fue previo al cambio efectuado por Lom y citado en el párrafo anterior, por lo que se maneja todavía el género *Glossatella*. La clave de este género incluye 14 especies conocidas a esa fecha, siendo una de ellas *G. piscicola*, con esquemas y cuadros comparativos para los peces de la Unión Soviética, en donde consideran para su separación entre otras características las siguientes: forma del cuerpo y relación longitud-anchura del mismo, posición del micronúcleo respecto al macronúcleo, así como la forma y posición de éste y las estriaciones de la película. Encontraron a *G. piscicola* en piel y branquias del pez negro de Alaska, en el gobio, carpa de Crucia, en el albur y en el barbo.

Lom (1966) realizó una investigación referente a los peritricos sesilinos de la superficie de algunos peces dulceacuícolas en donde menciona que a la fecha los estudios sobre parásitos de peces han pasado de ser únicamente descriptivos o taxonómicos, a un análisis de las relaciones hospedero-parásito, lo cual no aporta solamente datos teóricos interesantes, sino conocimientos fundamentales para poder lograr un control más efectivo. Sin embargo, hay grupos de parásitos de peces en los que los estudios permanecen en la fase alfa de la taxonomía, y no se tienen casi datos sobre la frecuencia de las especies, siendo este el caso de los peritricos sesilinos asociados a la piel de peces marinos y dulceacuícolas. Aunque su presencia en los peces es bastante común, en la mayoría de los trabajos sobre parasitofauna de peces los denominan como "Epizoa spp.", lo cual causa serias dificultades cuando se quieren obtener conclusiones en los estudios ecológicos. La razón para evadir el trabajar con estos organismos son las dificultades a nivel técnico en su estudio, deben examinarse en vivo, ya que la fijación provoca cambios en la forma del cuerpo, especialmente en el área peristomal. Son muy sensibles también a los cambios en su entorno y al ser removidos del hospedero se contraen y mueren rápidamente. Hasta 1967 se habían registrado alrededor de 35 especies de peritricos sesilinos en peces, la mayoría de ellas descritas por autores soviéticos (Timofeew, 1962; Zhukov, 1962 citados por Lom, 1966).

El género *Apiosoma* comprende ciliados que viven asociados a la superficie de animales acuáticos, a los cuales se adhieren directamente mediante la escópula. La forma del cuerpo va de cilíndrica a cónica-alargada; la ciliatura adoral se ajusta al esquema general de los peritricos, tanto la haplocinetia como la policinetia dan un poco más de una vuelta antes de hundirse en el vestíbulo; los tres penículos dan $\frac{3}{4}$ de vuelta hasta llegar al infundíbulo. El macronúcleo compacto y triangular está situado en la mitad aboral del cuerpo; únicamente la región anterior de éste es contráctil y el aparato peristomal queda invaginado.

La situación del género es un reflejo de las dificultades a nivel taxonómico de los peritricos, el primer problema es la uniformidad de las características corporales, la gran variabilidad y la carencia de una estricta especificidad hospedatoria. En relación a la forma del cuerpo, poblaciones agrupadas en distintas especies poseen, a fin de cuentas, una forma corporal característica, sin embargo, varía de acuerdo a las condiciones micro y macroambientales. En las infecciones leves la identificación exacta es difícil y hay que considerar que el ciliado crece y cambia su forma durante su ciclo vital (Lom, 1966).

A. piscicola posee las siguientes características: Su tamaño alcanza límites mayores que otras especies. Las poblaciones de los ciliados más grandes se han encontrado en carpas (40 X 110 μm), siendo menores en otros peces como *Abramis brama* (33 X 80 μm), *Leucaspis delineatus* (38 X 60 μm) y *Gobio gobio* (62 X 25 μm). El número de anillos argentofílicos de la película tiende a ser mayor que el de otras especies, siendo de 86 en percas, de 84 en truchas, de 81 en *A. brama* y alrededor de 76 en carpas. En relación al aparato nuclear, en organismos maduros el macronúcleo es triangular, sus dimensiones varían de 15 X 10 -11 μm ; el micronúcleo oval a ligeramente elongado tiene una longitud de 4 μm y está situado a un lado del macronúcleo en la parte superior. La forma del cuerpo de los individuos maduros es característica, ya que los ciliados de otras especies no son tan delgados como *A. piscicola* en donde la región aboral no suele medir más de 5 μm .

Por otra parte Banina (1968) efectuó un estudio taxonómico sobre ciliados del género *Apiosoma*, asociados a peces dulceacuícolas de la porción europea de la U.R.S.S., señalando que la gran variabilidad de estos ciliados causa dificultades para el reconocimiento de especies y en la descripción de las mismas. En este trabajo trató de distinguir las características taxonómicas más conspicuas, de precisar las descripciones de las especies y de dar recomendaciones metodológicas para la recolecta y el procesamiento del material. De las 10 especies encontradas, cuatro resultaron ser nuevas (*A. magna*, *A. carpeli*, *A. cryptomicronucleata* y *A. minimicronucleata*) y seis más habían sido descritas por Timofeew en 1962 y por Kashkowskij, 1965 (ambos citados en Banina, 1968), no obstante estas últimas carecían de datos por lo cual se efectuaron redescriptiones.

Banina (1968) indica que las características más estables de *Apiosoma* son: la forma, posición y dimensiones del núcleo; la forma y dimensiones del cuerpo. La estructura del peristoma es también una característica taxonómica. *Apiosoma piscicola* se encontró en la superficie corporal y branquias de las siguientes especies de peces dulceacuícolas: *Barbus barbus*, *Carassius carassius*, *Alburnus alburnus*, *Leuciscus idus*, *Cyprinus carpio* y *Coregonus albula*. La morfología general de la especie es la que se menciona a continuación: cuerpo muy alargado en forma de copa de 39.6 a 90 μm de largo por 11 a 36 μm de anchura, con la región aboral aguda formando una escópula; disco peristomal ligeramente convexo; estriación transversal del cuerpo bien marcada; macronúcleo en forma de huevo ó triangular, alargado verticalmente, con su extremo más afilado dirigido hacia la parte posterior de 5.4 a 25 μm de largo por 5.4 a 14.5 μm de anchura. Micronúcleo oval situado lateralmente al macronúcleo con una longitud de 2.3 a 7.2 μm y una anchura de 1.8 a 4.3 μm .

En el trabajo realizado por Scheubel (1973) se examinaron 29 especies de peces de las familias Salmonidae, Cyprinidae, Cobitidae, Anguillidae, Esocidae, Percidae, Cottidae y Gasterosteidae de diferentes cuerpos de agua dulce de Kiemen, Flossen, Haut y Mundhöhle en Alemania durante 1969 y 1971, estudiando particularmente a los ciliados sesilinos del orden Peritricha. Se encontraron 27 especies correspondientes al género *Apiosoma*, 18 de las cuales fueron nuevas y se elaboró una clave para la determinación de especies de este género considerando la forma del cuerpo, relación largo-anchura del mismo, anchura de la escópula en relación a la anchura del cuerpo, tamaño del labio peristomal, forma del disco peristomal, longitud de los cilios peristomales, número de vueltas de la espiral peristomal, así como la posición y forma del macronúcleo. *A. piscicola* se registró en esta investigación con una longitud y anchura del cuerpo de 45 - 80 μm y 19 - 36 μm respectivamente.

Viljoen y Van As (1983) llevaron al cabo un estudio taxonómico de peritricos sesilinos en diversos cuerpos de agua dulce de Johannesburgo en Sudáfrica, tomando en consideración su preferencia por diversos sustratos (animales, vegetales o inorgánicos). Identificaron, entre otras especies, a dos del género *Apiosoma*, *A. piscicola* y *A. nasalis* que mostraron especificidad por los peces cíclidos y ciprínidos nativos y cultivados. Cabe señalar que antes de esta investigación no se habían realizado identificaciones a nivel específico de peritricos sesilinos de peces en Sudáfrica, por lo que para facilitar el trabajo taxonómico en el futuro, se incluyeron descripciones comparativas de los mismos, fotografías y esquemas.

Los mismos autores señalados en el párrafo anterior recolectaron en el año de 1985 peritricos sesilinos de peces dulceacuícolas de lagos, ríos, arroyos y estanques en Transvaal, Sudáfrica. Describieron nueve especies del género *Apiosoma*, siete de las cuales son nuevas: *A. caulata*, *A. curvinueleata*, *A. micralesti*, *A. mothlapitsis*, *A. obliqua*, *A. phiala* y *A. viridis*, y las dos ya conocidas *A. nasalis* y *A. piscicola*, presentando sus descripciones taxonómicas. Elaboraron también un compendio de todas las especies asociadas a peces del género mencionado, que hasta esa fecha eran 61, indicando sus sinónimos, hospedero(s) tipo, ubicación en los mismos, localidad tipo, longitud y anchura del cuerpo, así como esquemas de cada una de ellas.

Finalmente Cone y Odense (1987) encontraron a *A. piscicola* en las crías del salmómido *Salvelinus fontinalis* en una granja piscícola de Nueva Escocia, Canadá; la identificación se efectuó mediante observación de ejemplares "in vivo", fijados y teñidos para microscopía óptica (hematoxilina, Klein y protargol) y electrónica (barrido). Este estudio representa las primeras identificaciones a nivel específico de peritricos en salmónidos de Norte América y el primer registro de *A. piscicola* en el continente.

Para su identificación a nivel específico en los peces se contó con abundante material proveniente de peces de Zacapu con infecciones severas, en donde se complementaron las observaciones "in vivo", con las efectuadas después de procesar los ejemplares para microscopía óptica (hematoxilina e impregnación argéntica de Klein) que permitieron resaltar las estructuras de importancia taxonómica de *A. piscicola*: un tamaño de 47 a 85 μm , mayor que el señalado para otras especies y dentro del valor citado por Lom (1966) para ciprínidos; el número de anillos argentófilos entre 64 - 80 que es más elevado que el de otras especies; el macronúcleo triangular resultó ser ligeramente mayor que el indicado por otros autores; micronúcleo oval de 3.2 - 7.0 μm situado lateralmente al macronúcleo en la parte superior; la forma del cuerpo de los individuos maduros es característica, ya que los ciliados de otras especies no son tan delgados como *A. piscicola*; infundíbulo corto; disco epistomial más o menos aplanado; labios epistomales bien marcados y vacuola contráctil a nivel del infundíbulo. En general las características de los organismos recolectados en los peces de la granja piscícola Zacapu coinciden ampliamente con los citados por Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) para peces de agua dulce de la Unión Soviética, por Lom (1966) en Checoslovaquia, por Banina (1968) también en la Unión Soviética y por Scheubel (1973) en Alemania.

Fue evidente que los adultos alcanzaron, casi siempre, una forma muy elongada, en algunas poblaciones no obstante, permanecieron más cortos y esféricos. Algunas veces su forma se ve alterada por su desprendimiento del hospedero. La fijación cambia la forma de los ciliados ya que la contracción disminuye las dimensiones corporales, así como la forma y el tamaño del macronúcleo, el cual se observa redondeado en lugar de tener su forma triangular.

Es importante recalcar que este trabajo es el segundo registro a nivel del continente americano de *A. piscicola*, el primero para México y el primero para *C. carpio rubrofruscus*.

Distribución geográfica

Desde la primera descripción de esta especie por Blanchard (1885 en Cone y Odense, 1987) en Francia, se ha registrado principalmente en otros países europeos, asiáticos y africanos, y solo en dos ocasiones en el continente americano, lo cual quizá sea un reflejo de la importancia que se brinda a los ciliados parásitos de peces en esos lugares. La tabla 15 contiene los lugares geográficos, a nivel mundial, donde se ha localizado a *A. piscicola*, así como el autor y año de los diversos trabajos. Los hospederos se enlistarán al final de la tabla.

Tabla 15 Distribución geográfica mundial de *A. piscicola*

EUROPA		
PAIS	AUTOR	AÑO
Francia	Blanchard*	1885
Checoslovaquia	Lom	1966
Polonia	Migala	1971
Alemania	Scheubel	1973
Inglaterra	Pickering y Christie *	1980
<i>Inglaterra</i>	Wooten y Smith *	1980
<i>Inglaterra</i>	Pottinger <i>et al.</i> *	1984
<i>Inglaterra</i>	Poynton y Bennett *	1985
<i>Inglaterra</i>	Pickering <i>et al.</i> *	1985

* citados por Cone y Odense (1987).

ASIA		
China	Chen *	1956
Rusia	Timofeew *	1962
Rusia	Zhukov *	1962
Rusia	Bhykhovskaya-Pavlovskaya	1964
Rusia	Banina	1968

* citados por Lom (1966)

AFRICA		
Sudáfrica	Viljoen y Van As	1983
Sudáfrica	Viljoen y Van As	1985

AMERICA		
Canadá	Cone y Odense	1987
México	Herróz-Zamorano y Aladro-Lubel	1996

A. piscicola se localiza regularmente en la superficie del cuerpo de *Cyprinus carpio* y otros ciprínidos, así como en *Abramis brama*. Con menos frecuencia en *Carassius carassius*, *Rhodeus sericeus*, *Leucaspis delineatus*, *Salmo trutta* m. *fario* y *S. gairdneri*, *Gobio gobio*, *Leuciscus cephalus* y mucho menos frecuente, en *Rutilus rutilus* y *Perca fluviatilis*. Timofeew (1962) la ha encontrado también en *Barbus barbus* y *Alburnus alburnus*. Recientemente se le ha ubicado en el salmónido *Salvelinus fontinalis* y en las tilapias *Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*.

Resulta evidente que las especies del género *Apiosoma* que se encuentran en peces dulceacuícolas de Norteamérica no han recibido la atención que tienen en otras áreas del mundo, sobre todo en Europa y Asia. En la revisión bibliográfica efectuada se observa que en la mayoría de los trabajos no se realizaron identificaciones a nivel específico.

Vale la pena señalar que aunque buena parte de los registros de *A. piscicola* pertenecen a sitios con clima frío en latitudes circumpolares, el de este trabajo constituye el primero en una localidad templada, subhúmeda, con temperatura media anual de 16.5°C, en el continente Americano y en particular en México.

Dinámica de la infección

Esta especie, salvo el muestreo de marzo de 1990, estuvo permanentemente presente en los estanques de la granja piscícola. El pico de mayor abundancia e intensidad promedio (193 y 738 respectivamente) correspondió justamente al primer muestreo de la investigación en enero de 1990 (invierno), en donde casi la tercera parte de los peces alojaron al ciliado, siguiéndole en valores el último muestreo de septiembre de 1992 (otoño), también con prevalencias de 32 %, pero con números menores de abundancia e intensidad (25 y 80). En el resto de los muestreos la prevalencia fluctuó entre 2.6 y 36 %, la abundancia entre 0.03 y 25.4 y la intensidad promedio entre 1 y 42.

Aunque los dos picos ocurrieron en meses fríos, no se podría señalar que fueron las bajas temperaturas las únicas causantes de ese comportamiento de las poblaciones de este ciliado, ya que en los muestreos de enero de 1991 y febrero de 1992 los valores de los parámetros ecológicos fueron bajos, a pesar de ser recolectas invernales, interviniendo probablemente otros factores como las condiciones fisiológicas de los peces y las condiciones particulares de los estanques.

Hay que considerar que la mayor parte de los trabajos sobre *A. piscicola*, señalados anteriormente, tienen un enfoque taxonómico, y solo unos pocos involucran elementos ecológicos, siendo este el caso de Migala (1971) sobre poblaciones naturales de ciliados parásitos de *C. carpio* en condiciones de cultivo, en la granja de Zabieniec, Polonia, quien encontró a dicha especie en piel y branquias de los hospederos durante todo el año, mostrando fluctuaciones irregulares, siendo particularmente abundante en julio de 1964 (prevalencia de 65 % e intensidad promedio de 1108). Menciona que además de las carpas, el ciliado se localizó en *Rhodeus sericeus* del agua que suplementa a los estanques, siendo la temperatura media anual de 11°C.

Li y Desser (1985) realizaron una investigación de ciliados parásitos de cuatro especies de peces en dos lagos del parque Algonquin en Ontario, Canadá, describieron a una nueva especie de *Apiosoma*, *A. triangularis*, en aletas, branquias y nostrilos con prevalencias de 12, 29 y 40 % respectivamente en *Notropis cornutus*, *Notemigonus crysoleucas*, *Perca flavescens* y *Semotilus atromaculatus*. Este trabajo se menciona, aún cuando no corresponde a la especie identificada en la presente investigación, por incluir elementos ecológicos y por haber sido realizada en el continente americano.

Macmillan (1985) por su parte señala a *Apiosoma* spp. como uno de los peritricos sésiles que se ha localizado ocasionalmente en piel y branquias del bagre *Ictalurus punctatus* en granjas piscícolas de Mississippi. Heckmann *et al.* (1987) localizó en el pez *Cottus bairdi* al género *Apiosoma* en ríos del estado de Utah en la Estados Unidos, sus números fluctuaron con las estaciones del año, observándose las infecciones más altas en primavera.

Arthur (1987) en su revisión de trabajos ha encontrado a *Apiosoma* spp. en diversas especies de peces dulceacuícolas cultivados como *Ophiocephalus striatus*, *Clarias batrachus*, *C. macrocephalus*, *Pangasius sutchi* y *Ctenopharyngodon idella*, entre otros, en pequeño número y sin representar un problema serio. Oldewage y Van As (1987) efectuaron un estudio sobre los parásitos de la tilapia *Oreochromis mossambicus* cultivadas en Transvaal, Sudáfrica considerando diversas edades de los hospederos, desde crías hasta adultos en dos periodos del año de 1985, invierno y verano, y en ambos localizaron al género *Apiosoma*.

Cone y Odense (1987) registraron a principios del verano grandes cantidades de los peritricos sesilinos *A. piscicola* y *Heteropolaria lwoffii* en el salmónido *Salvelinus fontinalis* cultivados en una granja de Nueva Escocia, Canadá, sin considerar factores bióticos, abióticos ni ecológicos.

Se desprende de los trabajos anteriores que no se ha efectuado un esfuerzo serio para profundizar en la biología, pero sobre todo en la ecología del género *Apiosoma* en peces dulceacuícolas cultivados, y que hay un extenso campo de acción a este respecto, y por lo mismo no hay investigaciones similares a la efectuada en la granja piscícola de Zacapu con las cuales poder comparar y discutir los resultados obtenidos.

Fuente de la infección

Lom (1966), así como Viljoen y Van As (1983) señalan que las especies del género *Apiosoma* en estado adulto son peritricos sésiles que no emplean otro sustrato que no sean peces dulceacuícolas (piel y branquias principalmente), es decir, que presentan especificidad por los mismos y son dependientes del hospedero como sustrato, indicando que *A. piscicola* se localiza regularmente en la superficie del cuerpo de *C. carpio* y otros ciprínidos, y con menos frecuencia, en peces cultivados de otras familias. Su dispersión en el agua se realiza mediante la "larva" telotroca, ya que no se conoce fase quística, por tanto es probable que la presencia de esta especie en la granja piscícola Zacapu se deba a la importación de lotes de ciprínidos de granjas piscícolas de Estados Unidos y de Checoslovaquia que se efectuaron hace algunos años (comunicación personal con el Biólogo Pedro Tamayo Díaz Director de la granja Zacapu).

Tallas de los hospederos

Al analizar las tallas de los peces se notó que aparentemente los valores de los parámetros ecológicos de la infección por *A. piscicola* se incrementan en las tres primeras edades: son bajos en las crías de 5 cm, aumentan ligeramente en las crías de 10 cm, llegan a un máximo en los jóvenes y disminuyen notoriamente en los adultos, aunque se indicó previamente que las diferencias no fueron significativas con la prueba de G aplicada.

Las crías en la granja estudiada tienen la prioridad en los cuidados y mantenimiento de estanquería ya que el cultivo de éstas es la razón de ser de dicho centro, lo cual se refleja en los bajos valores encontrados; no así en los jóvenes en donde la densidad de carga en los estanques es mucho mayor (± 200 peces/m²), lo que está directamente relacionado con la acumulación de materia orgánica y desechos, mayor tiempo de permanencia en los estanques y ningún tratamiento aplicado. Todo lo anterior produjo un estado de estrés en los peces, factor determinante en la susceptibilidad a los parásitos.

Aunque los jóvenes por su edad ya deberían tener una buena respuesta inmune para combatir la invasión de parásitos, ese sistema protector depende también de la nutrición y del ambiente de los peces, y al parecer, en este caso, este último fue determinante en los parámetros ecológicos mostrados, lo cual ha sido señalado también por Arthur (1987) en sus investigaciones sobre peces cultivados en Asia y por Macmillan (1985) en granjas piscícolas de Estados Unidos.

Hasta el momento se han llevado a cabo pocos estudios en relación al efecto de las edades de los hospederos sobre las infecciones de *Apiosoma*, Miyazaki *et al.* (1986), Arthur (1987) y Schmal *et al.* (1989) han descrito epizootias causadas por este ciliado en crías de carpas en condiciones de cultivo, sin embargo, no estudiaron los grupos de mayor edad por lo cual no es posible establecer una comparación con los datos obtenidos en la presente investigación.

Habitat específico

Aunque aparentemente el número total de ciliados registrados en las branquias de los peces duplicó a los encontrados en la superficie de éstos, la prueba de G aplicada no arrojó diferencias significativas, por lo que, con base en la clasificación establecida por Grupcheva (1987), *A. piscicola* sería considerada como una especie eurítica establecida en varias localizaciones, que no mostró preferencia clara por alguna de ellas.

Patogenia

Como se señaló en resultados, los seis ejemplares jóvenes del muestreo de enero de 1990 murieron al llegar al laboratorio y al ser analizados se detectó una gran cantidad de moco, tanto en piel como en branquias, palidez de estas últimas y numerosos ciliados de la especie *A. piscicola*. La muerte fue debida probablemente a diversos factores: debilidad, trastornos fisiológicos ocasionados por la baja temperatura del agua de los estanques (11.6°C), condiciones de transporte (baja concentración de oxígeno en el agua), y el estrés al que estuvieron sujetos, que pudo hacer que los ciliados ejercieran un mayor efecto selectivo (Toft *et al.* 1993), o bien, otros factores que no fueron considerados en este trabajo. En relación a la concentración de oxígeno y el pH del agua del estanque de procedencia, 5.5mg/l y 7.86 respectivamente, se encuentran dentro de los valores óptimos para el cultivo de la carpa (Aguilera *et al.* 1988).

En general los peritricos sesilinos han sido registrados en varias ocasiones como la causa principal de una pobre condición o pérdidas en las poblaciones de peces cultivados, la mayor parte de los trabajos que a continuación se detallan, se tomaron de un excelente resumen al respecto efectuado por Lom en 1973. El primer estudio bien documentado señala que las crías de *Huro salmoides* tenían las branquias densamente invadidas por *Scyphidia micropteri*, las cuales dejaron de alimentarse y tuvieron una mortalidad del 100 %, adjudicándolo a la sofocación, ya que no detectó evidencias de necrosis o penetración en las células hospederas.

Banina (1962) señaló a *Ambiphrya tholiformis* y a *Epistylis lwoffii* como potencialmente patógenas. Davis (1947) describió una mortalidad masiva causada por *A. tholiformis* en peces *H. salmoides* cultivados en una granja de New Jersey.

Fijan (1962) señaló pérdidas en las crías de dos meses de *C. carpio* causadas por un crecimiento epifaunal masivo de *Apiosoma piscicola*, sin detectar cambios patológicos en piel y branquias, atribuyendo la muerte a sofocación. Banina (1962) confirmó el desarrollo masivo de *Apiosoma* con efectos desastrosos para los jóvenes.

Ghittino (1979) localiza grandes números de *Apiosoma* en las branquias de crías de anguilas cultivadas en estanques. Se han registrado algunos casos de mortalidad por *Apiosoma* y *Epistylis* en crías de carpa de 10 a 12 días de edad durante su cultivo intensivo en Alemania (Schäperclaus, 1992).

En general de los trabajos antes citados se desprende que son las grandes cargas orgánicas del agua aunadas a otros factores, las que predisponen la multiplicación de los ciliados a gran escala. En vista de que no se han encontrado daños macroscópicos a la piel o branquias se asume que la mortalidad es debida a una densidad de población que impide que se efectúe el intercambio de gases y las funciones excretoras de piel y branquias, aún cuando no se cuenta con evidencias experimentales.

Cierta irritación o alergia debidas a una densa colonización podrían ser, en algunos casos, las causas de mortalidad. En vista de que *Apiosoma* se adhiere firmemente a las células epiteliales con su escópula, causa irritación de la piel en casos de una colonización masiva.

En el presente trabajo no se abordó el aspecto histopatológico, sin embargo, Miyazaki *et al.* (1986) confirmaron cambios histopatológicos en el bagre *Ictalurus punctatus* infectado con cuatro especies de ciliados, siendo una de ellas *A. micropteri*, la cual se adhiere a las branquias causando degeneración del epitelio respiratorio que se apreciaba separado, atrofiado y necrotizado, con cargas parasitarias altas, lo que indica que este género es capaz de ocasionar la muerte por asfixia. El boqueo y los movimientos operculares rápidos que fueron evidentes en los seis jóvenes señalados, son sintomáticos de esta situación.

Factores ambientales

Aunque se sabe que en las áreas cercanas a los trópicos no hay una marcada estacionalidad (Krebs, 1985), el área de estudio tiene un clima templado que se refleja en la temperatura del agua de los estanques. En el muestreo de enero de 1990 se registró la temperatura más baja del año (11.6°C) y en julio la más elevada (20°C) con notable diferencia entre ambas.

Lom (1966) encontró poblaciones más numerosas de *Epistylis lwoffii* y cuatro especies de *Apiosoma* en peces silvestres y cultivados en Checoslovaquia durante los meses de invierno en que la condición de los peces es débil; en primavera, cuando la temperatura aumenta, los peces retoman a su actividad y vuelven a alimentarse, por lo que en verano y otoño las epizootias son muy raras o están completamente ausentes.

Halmetoja *et al.* (1992) sustentan que la temperatura del agua influye sobre la prevalencia de los ciliados tricodínidos, cuando la temperatura fue menor de 17°C, encontraron siempre mayores prevalencias en peces obtenidos de lagos de Finlandia.

La temperatura influye en cada una de las etapas del desarrollo de los peces. La temperatura óptima para las carpas es entre 22 y 25°C (Aguilera *et al.* 1988), no obstante, en la granja acuícola la temperatura del agua en su origen no es adecuada para la reproducción e incubación del huevo de carpa. Las bajas temperaturas, menores de 17°C o por encima de los 25°C, en periodos prolongados, llegan a ocasionar trastornos fisiológicos y una condición de debilidad, lo que probablemente fue más notorio en los jóvenes por las características del estanque referidas anteriormente, todo lo cual propició la reproducción de los ciliados. A temperaturas más elevadas, se mejora la condición de los peces, así como la respuesta inmunológica.

Factores bióticos

Desde el punto de vista de la relación parásito-hospedero, Lom (1966) considera que estos ciliados son un ejemplo interesante de adaptación a la vida parásita: no dependen de su hospedero para la obtención de nutrientes ya que se alimentan de bacterias y partículas dispersas en el agua, aunque por supuesto pueden ingerir partículas de detritos de la superficie del hospedero. De acuerdo a lo anterior, la región oral no se encuentra introducida o en contacto con los filamentos branquiales, escamas o espacios de la piel, sino orientada hacia el agua circundante. Thompson *et al.* (1947 en Lom, 1966) y Lom y Hoffman. (1964) encontraron una relación directa entre el elevado contenido de bacterias en el agua y la abundancia de *Scyphidia ameiuri* y otros peritricos sesilinos en la superficie de los peces, tanto en su ambiente natural como en los mantenidos en laboratorio, no obstante estos ciliados son dependientes del hospedero como sustrato y este ejerce influencia sobre los ciliados; su asociación con un hospedero dado está determinada de una manera enigmática por un complejo de propiedades, principalmente químicas, de la superficie del hospedero. El resultado de tales interacciones indican la presencia abundante o rara de estos ciliados en el hospedero.

Neninger (1948) incorporó un sistema de clasificación biológica para los peritricos sesilinos de acuerdo a su adhesión a diversos sustratos en donde se ubica a *Apiosoma piscicola* en el grupo III C por encontrarse específicamente en la piel y branquias de peces, en particular de *Pseudocrenilabris philander*. Viljoen *et al.* (1983) indican que los requisitos para el establecimiento son: la naturaleza hidrofílica de las superficies, una composición química apropiada, y la presencia de protrusiones o pliegues en la superficie que facilitan la acumulación de material orgánico y la posibilidad de crecimiento de un estrato algal y bacteriano. Estos factores pueden quizá explicar la especificidad de la fauna de peritricos sesilinos en los peces, en comparación con los que colonizan otros sustratos.

Por otra parte parece que la relación no es tan estrecha como ocurre con los tricodínidos, sin embargo, los organismos epizoicos desaparecen cuando los tricodínidos están presentes en poblaciones masivas. De gran interés es la asociación de *Epistylis Iwoffi* con las especies de *Apiosoma*, en la mayoría de los casos dirigida hacia una explotación más eficiente de la capacidad de adhesión de uno de ellos. Los ciliados siempre prefieren fijarse a la piel del hospedero en la forma más ventajosa. Para los peritricos epizoicos la superficie del pez dista de ser una superficie adecuada para establecerse ya que, por ejemplo, el caparazón de los crustáceos, así como los estratos superficiales epitelio-mucosos con descamación frecuente no son un soporte sólido. Por ello *Apiosoma* busca las placas basales de los pedúnculos que ofrecen las poblaciones de *E. Iwoffi* sobre las carpas, y por el contrario *E. Iwoffi* se adhiere a *Apiosoma* el cual tiene una larga escópula.

En general *Apiosoma* está mejor adaptado para vivir en una superficie "no sólida", como es la piel de los peces, por esta razón se conocen gran cantidad de especies de *Apiosoma* asociadas a peces, contra unas cuantas de peritricos sesilinos pedunculados. La adaptación de una escópula que puede extenderse en una gran superficie basal adherente, explica la presencia de los organismos de la familia Scyphidiidae sobre animales acuáticos de superficie blanda (Lom, 1966). Cone y Odense (1987) señalan también que *A. piscicola* tiene afinidad para adherirse a la escópula de *Heteropolaria lwoffii*.

En la presente investigación se corroboraron los planteamientos anteriores notando una estrecha relación entre *A. piscicola* y *Epistylis hentscheli*, en ocasiones el primero de ellos se encontraba adherido a las placas basales del segundo y en otras circunstancias los pedúnculos de *E. hentscheli* ubicados sobre las escópulas de *A. piscicola*.

En relación a otro aspecto importante de la biología de estos ciliados, Lom (1966) plantea que nunca se ha observado la formación de quistes, lo cual es una característica común de organismos epizoicos (peritricos sesilinos y en especial de tricodínidos), ya que su distribución es asegurada mediante las formas telotrocas, y la protección ante condiciones ecológicas desfavorables corre a cargo del hospedero. La conjugación es un proceso frecuente en el que intervienen macro y microconjugantes y la reproducción asexual es por fisión longitudinal.

***Trichodina wellborni* Lom, 1970**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
 Subclase Peritrichia Stein, 1859
 Orden Mobilida Kahl, 1933
 Familia Trichodinidae Claus, 1874
 Especie *Trichodina wellborni* Lom, 1970

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*.

En México se han realizado únicamente tres trabajos con identificación a nivel específico de tricodínidos de peces de agua dulce y son el de Sokoloff (1931) citado por Armijo (1968)*, quien reconoció a *Trichodina steinii* como ectoparásito de animales acuáticos de Xochimilco; posteriormente Armijo (1968)* señala a *Trichodina domerguei* en branquias, piel y aletas de la carpa herbívora *C. idellus* y a *T. symmetrica* en las mismas localizaciones de la carpa común *C. carpio* y de la carpa dorada *C. auratus* obtenidos de la Laguna de Salazar, México. En 1981 Armijo en un trabajo efectuado en diversas piscifactorías de México identifica a *T. symmetrica*.

Existen otros estudios en donde únicamente se realiza la determinación a nivel genérico (*Trichodina* sp.) y son los de Zeiss *et. al.* (1982 a y b**) en tilapias cultivadas en las piscifactorías de El Rodeo y Zacatepec en el estado de Morelos; Hattenberger (1985) quien encontró frecuentemente a este género en ciprinidos cultivados en el centro piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo. y finalmente Jiménez (1986) lo registra en el bagre *Ictalurus punctatus*.

Con base en la información señalada anteriormente, el registro de *T. wellborni* en el presente trabajo es el primero para México, así como para la granja acuícola de Zacapu y el primero para la subespecie de carpa estudiada (*C. carpio rubrofruscus*).

Descripción de la especie

Tricodínido de talla moderada, cuerpo discoidal a campaniforme de 53 µm de diámetro (41 - 57 µm) (Figs. 28 y 30); disco adhesivo con un diámetro de 38 µm (30 - 43µm) rodeado por la membrana del borde finamente estriada y de 4 µm de anchura; centro del disco adhesivo granular que no se tiñe de oscuro en los especímenes con impregnación argéntica.

* Armijo, A. O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp

** Zeiss, E., R. Viichis., M. Hernández & Ma. E. Valdez. 1982 b. Observaciones preliminares sobre ectoparásitos de tilapias (*Tilapia mossambica* y *Tilapia* sp.) sometidas a cultivo intensivo en el estado de Morelos, México. IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura. República de Panamá : 43 - 58.

Diámetro del anillo denticulado de 24 μm (21-31 μm); número de denticulos 22 (21 - 25); longitud de los denticulos 4 - 5 μm ; longitud de los rayos 6 μm (4.4-5.9 μm); anchura de la parte central del denticulo 3.18 μm (2.9 - 4.4 μm); rayos en forma de daga, anchuras en su base, angostándose rápidamente hasta terminar en punta; márgenes laterales de la hoja más o menos paralelos; hoja truncada; hoja y rayo adheridos al mismo nivel de la parte central; número de "pins" (estriaciones radiales) por denticulo igual a ocho (8 - 9) (Figs. 29, 31 y 34).

La zona adoral de cilios forma una espiral de 380-390° alrededor de la superficie anterior, convexa y paralela al plano del disco adhesivo; vacuola contráctil excéntrica; macronúcleo en forma de herradura con un diámetro externo de 35 μm (25-44 μm) y anchura de 4.6 μm (3.6-9.0 μm); distancia entre las terminaciones del macronúcleo de 4 μm (7.0-22.0 μm); micronúcleo pequeño, oval, descansando en una posición + (externa a uno de los extremos del macronúcleo) y con una longitud de 7.8 μm y anchura de 3.16 μm (2.5-4.0 μm) (Figs. 32, 33, 35 y 36). En la tabla 16 se presentan los datos morfométricos de esta especie.

Ecología

Distribución general

Trichodina wellborni fue la especie más frecuente en los estanques de la granja piscícola y con valores más elevados en los parámetros ecológicos de la infección. Con la única excepción de febrero de 1990, estuvo representada en los 13 muestreos restantes de 1990, 1991 y 1992.

La dinámica de la infección por este ciliado en los peces estudiados fue la siguiente: En enero de 1990 (invierno) el 23.9 % de los hospederos presentaron la infección, con una abundancia e intensidad promedio de 19.5 y 81.54 respectivamente; en febrero no se localizó a esta especie y en marzo y mayo (primavera) disminuyeron los valores (prevalencia de 8 - 10 %, abundancia entre 0.10 y 0.85 e intensidad promedio de 1 - 8). En el verano (julio) y otoño (octubre) se registraron prevalencias de 68 y 32 %, abundancias de 11 y 62 e intensidades de 16 y 190, siendo estos los muestreos con poblaciones más elevadas de esta especie de ciliado en ese año.

En el primer mes de 1991 alrededor del 55 % de los peces presentaron a *T. wellborni*, registrándose una abundancia e intensidad de 53 y 97 respectivamente. En el mes de abril (primavera) se tuvieron los valores más bajos de ese año (prevalencia de 12.82 %, abundancia de 7.28 e intensidad promedio de 57). En agosto (verano), aunque la prevalencia fue de 35 % hubo un incremento considerable en la abundancia (686) e intensidad promedio (1954). Por otra parte en octubre (otoño) el porcentaje de peces infectados fue del 50 % y los otros dos parámetros disminuyeron a 175 y 329.

Durante el tercer año de la investigación (1992), febrero fue el mes en donde se registró a *T. wellborni* en mayor cantidad y porcentaje. El 100 % de los peces alojaron al parásito, coincidiendo la cifra de 943 para la intensidad promedio y la abundancia. En mayo hubo un 16 % de peces parasitados con valores menores de dos en la abundancia e intensidad. En los meses de verano (agosto y septiembre) hubo un repunte con 80 - 90 % de los hospederos parasitados y abundancia e intensidad entre 472 y 519. Como puede verse la presencia del ciliado parece ser cíclica, con incrementos en sus poblaciones en invierno (enero-febrero) y verano (julio-octubre) y una fase no de extinción, pero sí de reducción significativa en los meses de marzo-mayo (primavera). Fig. 37.

Tabla 16. Morfometría de *Trichodina wellborni*

	n	Prom. µm	Desv. STD	Coef. Var. %	Mín. µm	Máx. µm
Diámetro del cuerpo	20	52.61	3.65	6.94	41.3	56.9
Diámetro del disco adhesivo más el borde de la membrana	20	46.11	3.26	7.08	37.4	51.7
Diámetro del disco adhesivo menos el borde de la membrana	20	38.24	2.79	7.31	29.6	42.6
Diámetro del anillo denticulado	20	24.19	1.92	7.94	21.4	30.9
Número de dentículos	20	22.05	1.11	5.06	21.0	25.0
Longitud de los dentículos	20	4.40	0.53	12.0	3.9	5.2
Longitud de los rayos	20	5.95	0.68	11.4	4.4	7.4
Longitud de la hoja	20	5.73	0.44	7.74	4.4	5.9
Anchura de la parte central	20	3.18	0.47	14.9	2.9	4.4
Membrana del borde	20	3.94	0.20	5.2	3.9	4.8
Número de "pins" por dentículo	20	8.40	0.49	5.8	8.0	9.0
Diámetro del círculo central	20	10.23	1.29	12.6	7.8	13.0
Diámetro externo del macronúcleo	20	35.47	6.01	16.9	25.8	44.1
Anchura del macronúcleo	20	4.68	1.76	37.6	3.6	9.1
Distancia entre las terminaciones del macronúcleo	20	14.09	3.19	22.6	7.3	22.2
Longitud del micronúcleo	20	7.83	2.37	30.3	2.9	11.1
Anchura del micronúcleo	20	3.16	0.41	13.1	2.7	4.0

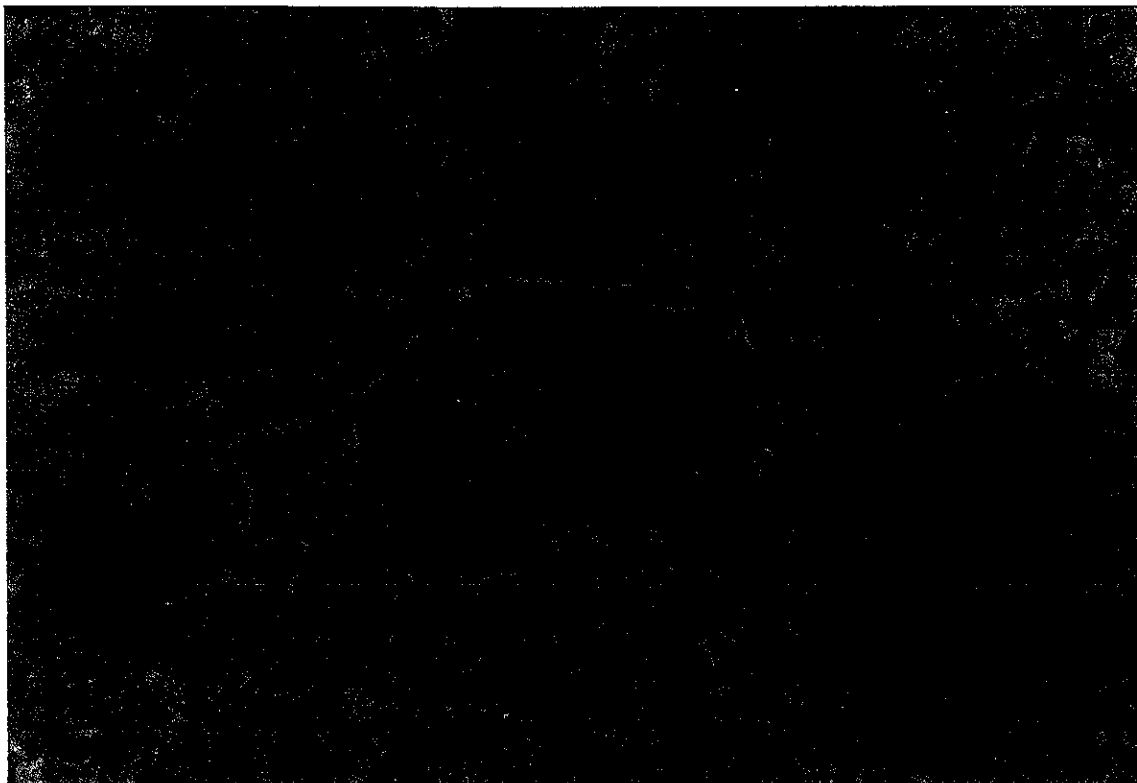


Fig. 28 *Trichodina wellborni*. In vivo. Superficie de la piel. Vista lateral del trofozoito (forma discoidal). Se evidencia la ciliatura adoral así el macronúcleo en forma de herradura. Contraste de fases. 100X.

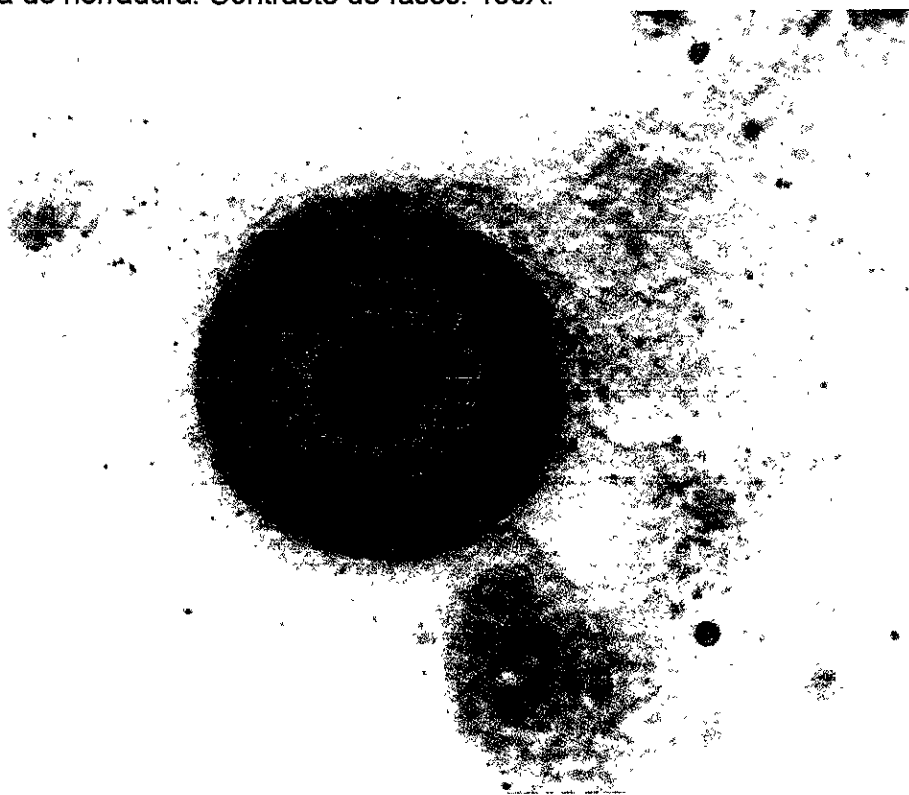


Fig 29 *T. wellborni*. Moco de la piel. Destaca el disco adhesivo con los dentículos y rayos. Impregnación argéntica de Klein. Campo claro. 100X.

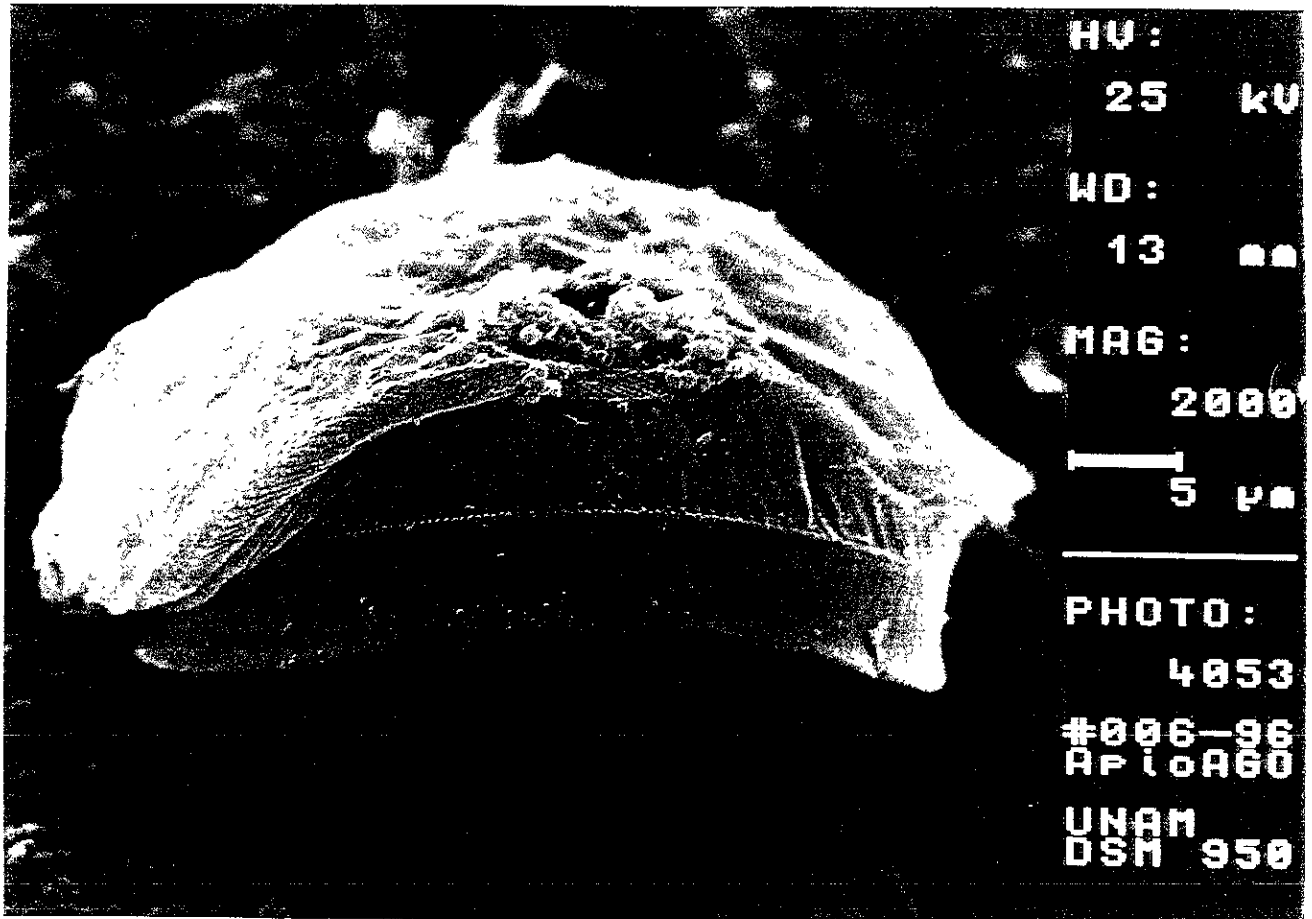


Fig. 30 *Trichodina wellborni*. Moco de las branquias. Vista lateral. Se observa su forma discoidal y en la parte inferior el borde del disco adhesivo (región aboral). Microscopía electrónica de barrido. 2000X.

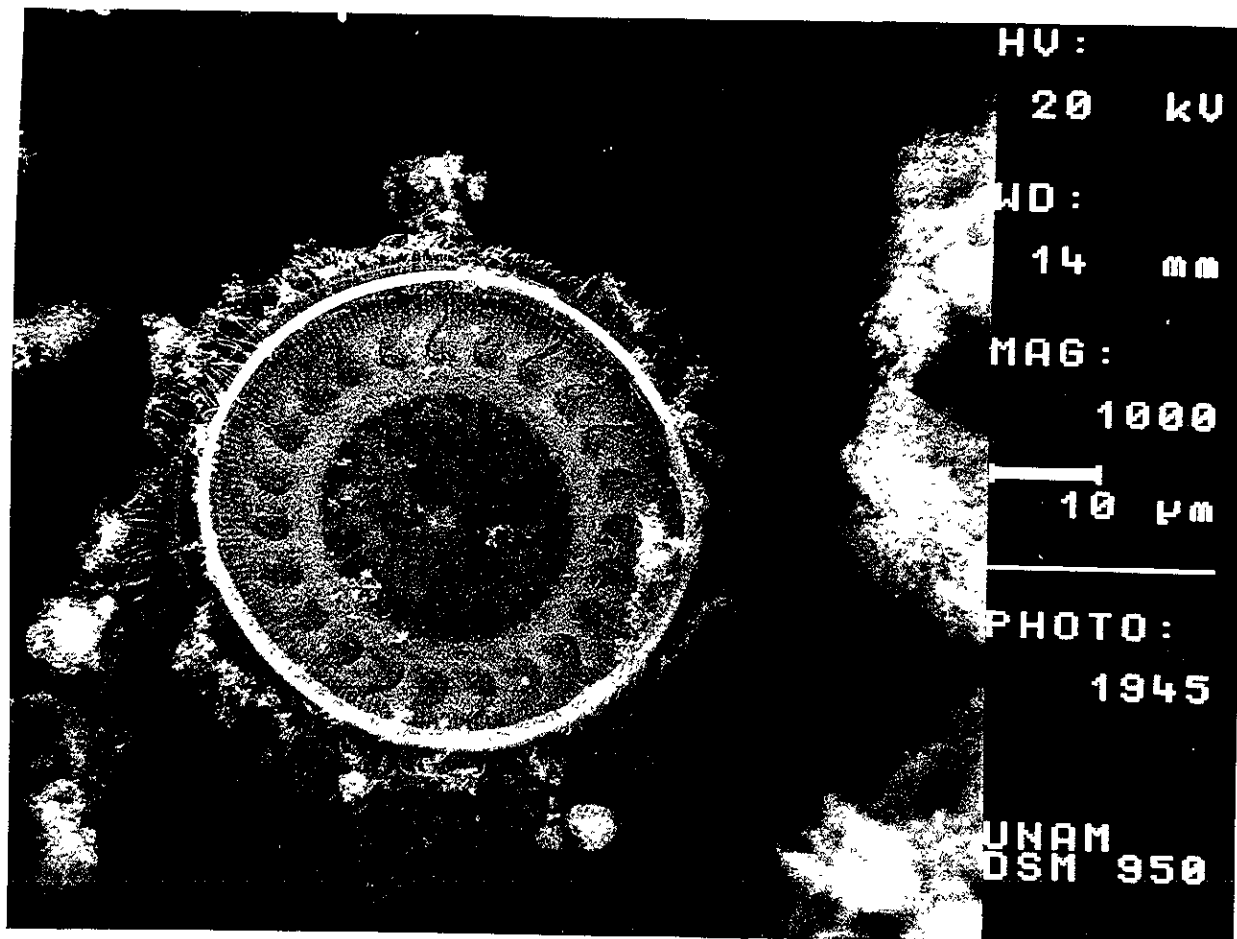


Fig. 31 *Trichodina wellborni*. Moco de las branquias. Vista aboral mostrando los diversos elementos del disco adhesivo, así como la ciliatura. Microscopía electrónica de barrido. 1000X.



Fig. 32 *Trichodina wellborni*. Moco de las branquias. Ciliatura adoral formando una espiral completa y el infundíbulo. Impregnación con protargol.

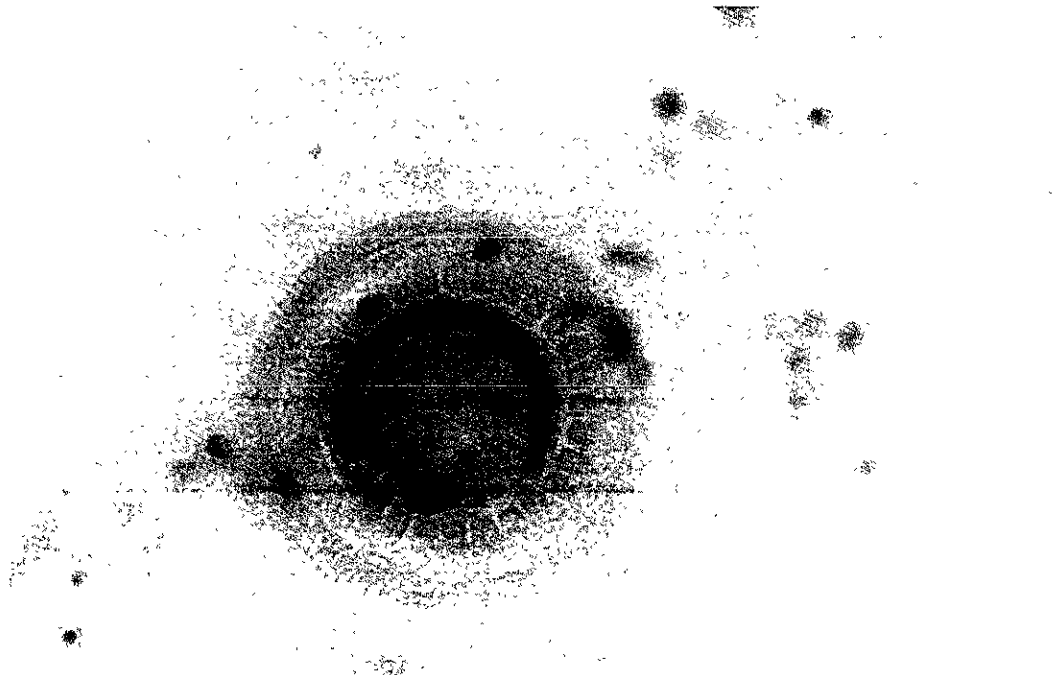


Fig. 33 *T. wellborni*. Superficie de las branquias. Se revelan el macronúcleo en forma de herradura y el micronúcleo oval incluido en una invaginación del macronúcleo. Tinción con hematoxilina de Harris. Campo claro 100X.

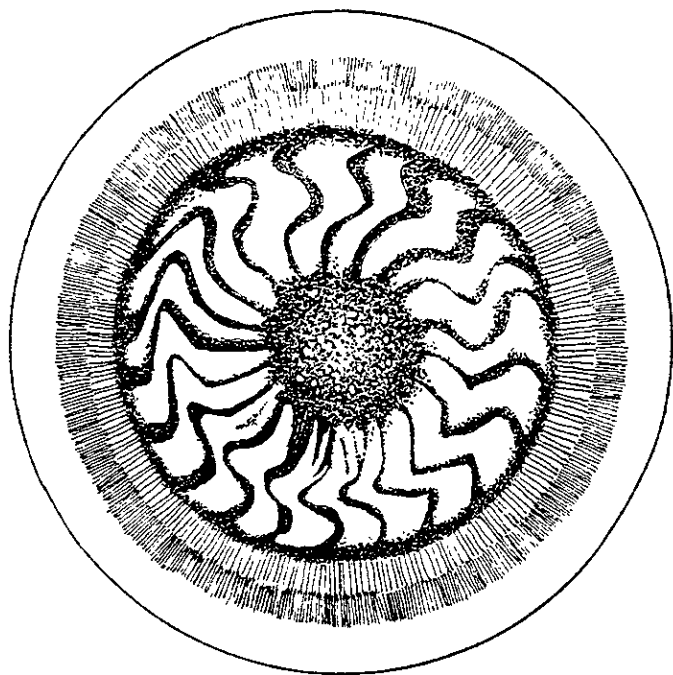


Fig.34 *Trichodina wellborni*. Disco adhesivo

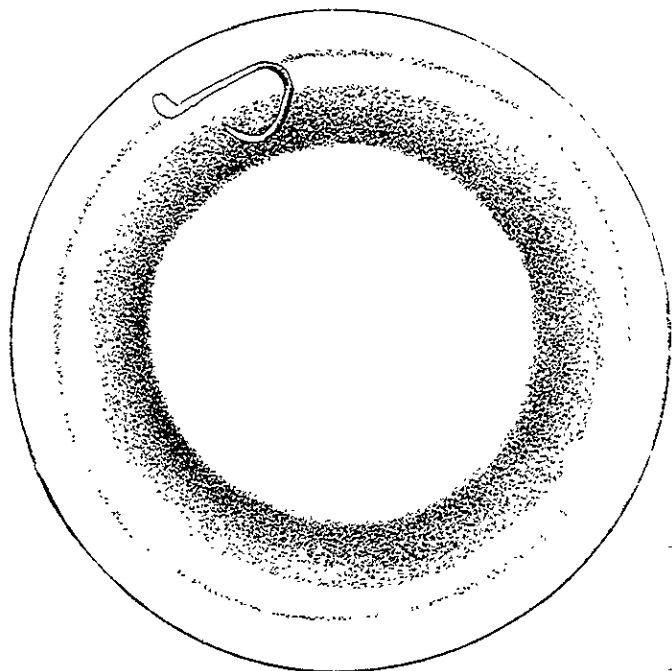


Fig.35 *T. wellborni*. Espiral adoral.

10 μ

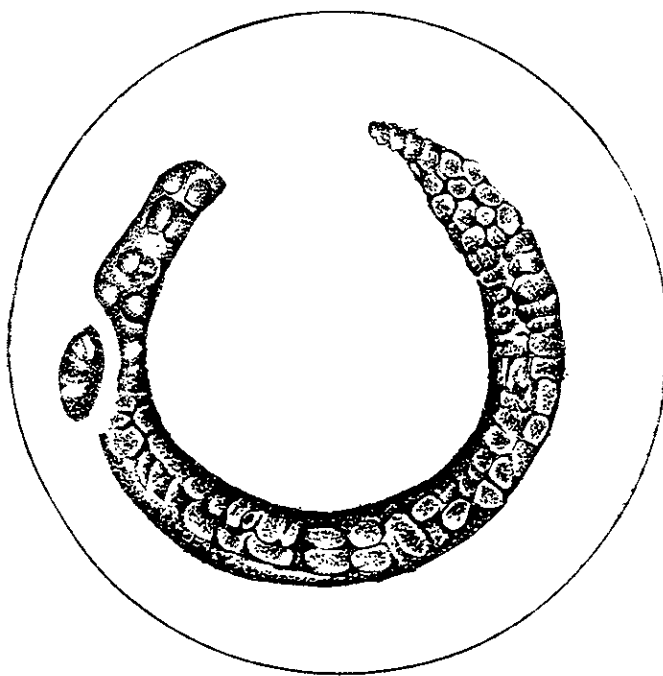


Fig. 36 *T. wellborni*. Macronúcleo y micronúcleo.

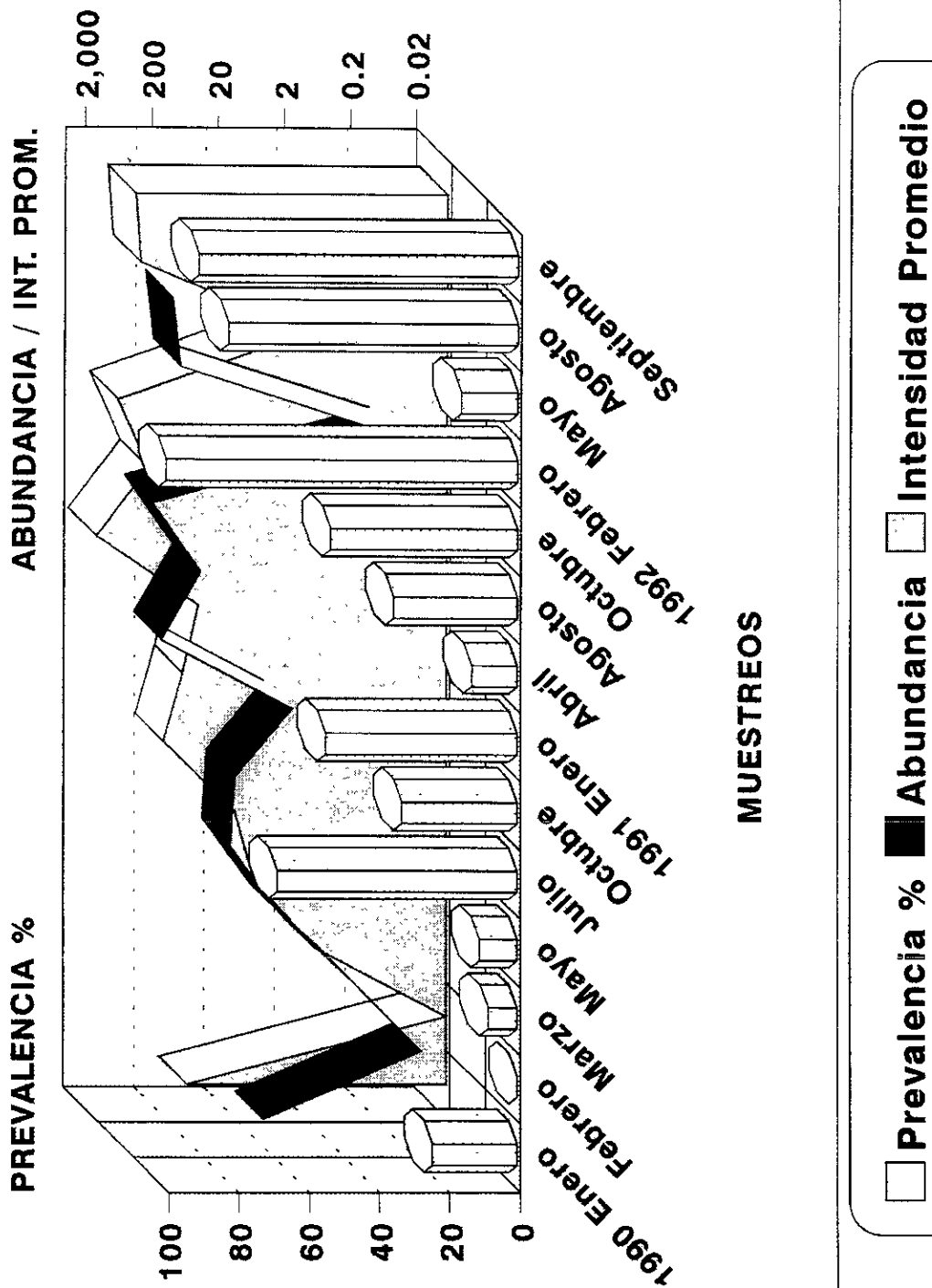


Fig.37 Parámetros ecológicos de la infección por *Trichodina wellborni* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992) (Prev., Abund. e Int. prom. totales considerando a todos los peces revisados)

Tallas de los hospederos

Como se puede observar en la tabla 17 *Trichodina wellborni* se encontró en las carpas de todas las tallas estudiadas. Los datos mostraron, de manera general, una relación directamente proporcional, es decir, que al aumentar la talla (edad) de los hospederos, aumentaron los valores de los parámetros ecológicos de la infección.

Al aplicar la prueba de G para evaluar la significatividad de los resultados, tenemos que la G obtenida fue de 8.08 que es mayor a la X^2 estimada en tablas que fue de 6.25 y de 7.81 (con un alfa de 0.1 y 0.05 respectivamente y con tres grados de libertad). Con base en lo anterior es importante señalar que si hubo diferencias significativas en los parámetros ecológicos de las infecciones de los hospederos respecto a la edad de los mismos (Fig. 38).

Hábitat específico

En general, en los 14 muestreos efectuados se cuantificó un total de 115,625 ciliados de la especie *T. wellborni* de los cuales 92,810 se localizaron en la piel de los peces y 22,815 en las branquias de los mismos (Fig. 39 y Tablas 17 y 18). Estos números transformados a porcentajes arrojaron un 80.27 % de tricodínidos ubicados en la piel, en tanto que en las branquias se obtuvo el 19.73 %, notándose una afinidad cuatro veces mayor por la piel que por las branquias.

Se recurrió también en este caso a la prueba de G, obteniéndose un valor de 18.41, considerablemente mayor que la X^2 de tablas de 2.70 (alfa de 0.1) y de 3.84 (alfa de 0.05) ambas con un grado de libertad, que nos indica que la diferencia en el número de ciliados, así como en los porcentajes de las dos localizaciones es altamente significativa.

Período climático

Como puede observarse en la Fig. 39 y tabla 18, en la época de lluvias el número de tricodínidos recolectados fue mayor, así como los valores de prevalencia en piel y abundancia en branquias en comparación con el periodo de secas, no obstante en este último la prevalencia en branquias, así como la abundancia en piel tuvieron valores más elevados. La prueba de G indicó que la distribución en ambos periodos climáticos fue similar y que no hubo diferencias significativas (G obtenida = -12.63; G tablas = 2.70 y 3.84 con un alfa de 0.1 y 0.05 respectivamente y un grado de libertad).

Patogenia

En los ciprínidos de Zacapu se pudieron detectar síntomas que podrían considerarse de ligeros a moderados debidos a la presencia de *T. wellborni*, sobretudo en la piel, ya que esta es una especie que tiene afinidad por dicho hábitat. En primer lugar fue notoria la elevada producción de moco, en ocasiones blanquecino y en otras gris azulado en los hospederos, así como pérdida de algunas escamas y hemorragias cutáneas leves.

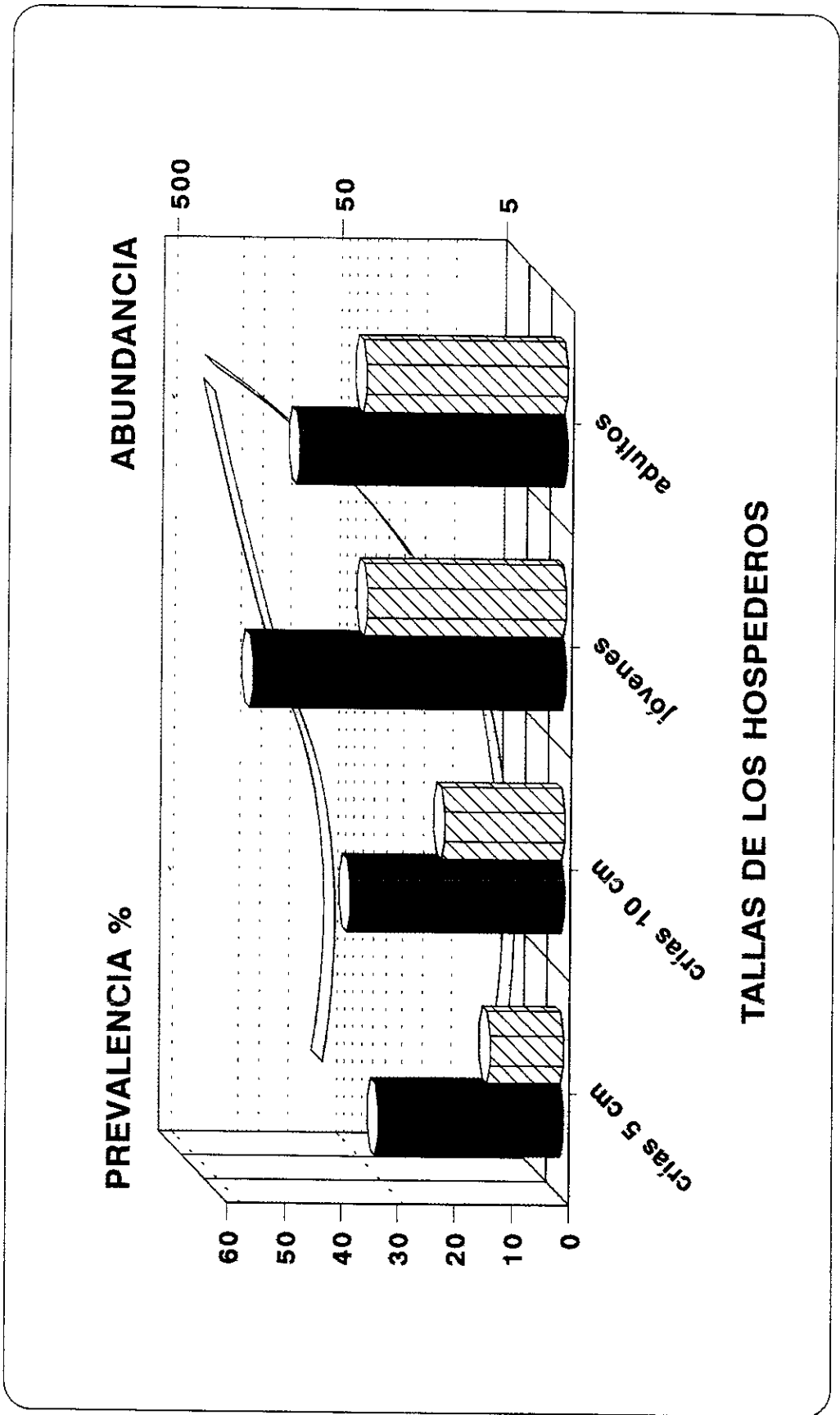
Los síntomas estuvieron relacionados con el número de tricodínidos, los cuales tuvieron una distribución sobredispersa en la población de hospederos, es decir, algunos peces no presentaron al parásito, en otros se encontró en números bajos y, en ciertos ejemplares, se cuantificó en el orden de miles de ciliados (tabla 19).

Tabla 17 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas con *Trichodina wellborni* en todos los muestreos realizados

examin.	Hospederos		<i>Trichodina</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom.		
	piel	parasitados brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	branguias	piel	brangs.	
crias 5 cm	210	68	27	22,508	1275	32	13	107 +- 468	6 +- 31	331	47
crias 10 cm	186	70	39	17,988	1090	38	21	97 +- 284	6 +- 22	256	28
juveniles	109	60	38	26,082	1756	55	35	239 +- 651	16 +- 56	435	46
adultos	51	25	19	26,232	18,694	47	35	514 +- 1906	366 +- 1386	1093	1038
total	556	223	123	92,810	22,815	40	22	167 +- 765	41 +- 463	416	186

Tabla 18 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* con *T. wellborni* en los dos periodos climáticos estudiados

Período climát.	Hospederos		<i>Trichodina</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom.		
	piel	parasitados brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	
lluvias	329	141	60	50,714	19,528	43	18	154 +- 170	59 +- 100	360	325
secas	227	82	63	42,096	3287	36	28	185 +- 323	14 +- 23	513	52
total	556	223	123	92,810	22,815	40	22	167 +- 765	41 +- 463	416	186



■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. □ Abundancia branq.

Fig.38 Prevalencia y abundancia de la infección por *Trichodina wellborni* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

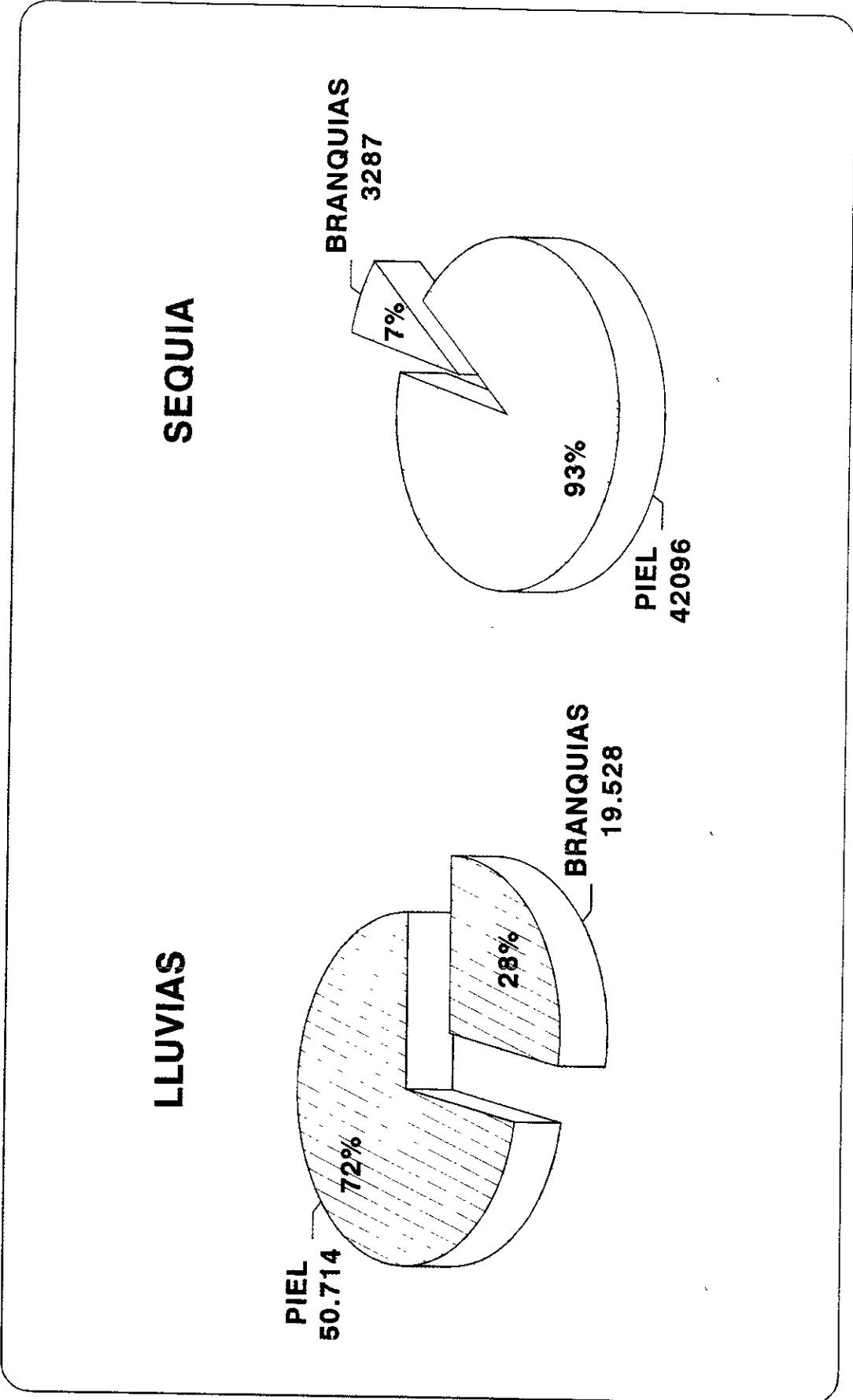


Fig.32 Hábitat específico de *Trichodina wellborni*. Período climático : Lluvias y sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

En las branquias los números nunca fueron tan elevados como en la piel (ver resultados: hábitat específico y tallas de los hospederos), no obstante se hicieron evidentes la palidez de estas estructuras (color blanquecino), la mayor producción de moco, así como la irritación e inflamación del epitelio branquial (Tablas 19 y 20).

Discusión

Distribución geográfica

La familia Trichodinidae incluye nueve géneros de los cuales el más amplio es *Trichodina* Ehrenberg, 1838 que comprende más de 150 especies asociadas a invertebrados (crustáceos, moluscos y cnidarios) y vertebrados acuáticos (peces y anfibios) principalmente como ectoparásitos o ectocomensales y su distribución es mundial. La mayoría de los trabajos científicos sobre estos ciliados se refieren al aspecto taxonómico, el primero de ellos fue el relativo a la descripción de Ehrenberg (1838) de *Trichodina pediculus* en *Hydra* (Van As y Basson, 1989). La literatura referente a tricodínidos de peces, y en especial de peces cultivados es amplia. Estos ciliados están implicados en severas enfermedades y mortalidades en los peces cultivados en granjas y mantenidos en acuarios, causando pérdidas económicas significativas en diversas partes del mundo (Schäperclaus, 1992).

Las especies de *Trichodina* que se encuentran en peces dulceacuícolas de Norteamérica no han recibido la atención que tienen en otras áreas del mundo, aún cuando son uno de los grupos más importantes de ectoparásitos de peces. Antes de 1958 con frecuencia se hacía referencia a los tricodínidos que parasitaban a los peces en la bibliografía sobre piscicultura, sin embargo, en muchos casos no se hacían identificaciones a nivel específico. Únicamente Davis (1947), Mueller (1938), Lom y Hoffman (1964), Wellborn 1967, Hoffman y Lom (1967), Li y Desser (1983), Arthur y Lom (1984 a y b), Macmillan (1985) y Khan (1991) han contribuido al conocimiento de la taxonomía y distribución de *Trichodina* de los peces de agua dulce de Norteamérica, en especial de los Estados Unidos, Canadá y Cuba.

Estos ciliados debido a su pequeño tamaño, supuesta carencia de caracteres específicos y a la dificultad de desprenderlos de sus hospederos, han sido ignorados por mucho tiempo. En los estudios efectuados en Estados Unidos se han examinado 46 especies de hospederos pertenecientes a 14 familias de peces, con descripción de ocho especies de *Trichodina* y redescrición de nueve especies más (Wellborn, 1967). Hasta 1984 se habían identificado 13 especies ectozoicas de tricodínidos de peces dulceacuícolas y eurihalinos de Norteamérica y una sola especie de la región neotropical (Cuba) (Arthur y Lom, 1984).

A pesar de su amplia distribución geográfica y de hospederos, los tricodínidos de los peces dulceacuícolas Neárticos y Neotropicales no han sido estudiados intensivamente desde el punto de vista parasitológico como sus contrapartes Eurasiáticas.

En Europa se han realizado trabajos sobre estos ciliados en: Alemania (Haussmann y Haussmann, 1981 a y b; Guhl y Haider, 1988), Checoslovaquia (Lom, 1960; Lom, 1962; Lom, 1970 y Willomitzer, 1980), España (Habela y Navarrete, 1987), Francia (Maslin-Leny y Bohatier, 1984), Inglaterra (Williams, 1964) y Polonia (Kazubski y Migala, 1968; Migala, 1971; Kazubski 1982 b, 1988 y 1991 a, b y c), siendo los mayores esfuerzos los efectuados por los investigadores checos y polacos. En Rusia han efectuado investigaciones Kulemina (1968), así como Arthur y Lom (1984 a y b). En Israel se tienen los trabajos de Basson *et al.* (1983) y de Van As y Basson (1989).

Se han registrado alrededor de 42 especies de tricodínidos de peces dulceacuícolas del sur, este y sudeste de Asia: China (Arthur, 1987); Corea del norte (Arthur 1987), Filipinas (Duncan, 1977; Albaladejo y Arthur, 1989), India (Singhal *et al.* 1986; Das y Pal, 1987), Japón (Imai *et al.*, 1991; Urawa y Arthur, 1991), Malasia (Shaharom-Harrison y Abdullah, 1988), Sri Lanka y Tailandia (Arthur 1987), Taiwan (Van As y Basson, 1986) y Vietnam (Arthur 1987), sin embargo, menos de 20 son especies bien establecidas y el resto requiere de confirmación. Nueve especies se identificaron en piel y branquias de ciprínidos importados a dichas localizaciones con propósitos de acuicultura y acuarios (Albaladejo y Arthur 1989).

Por otra parte, los tricodínidos de Sudáfrica han recibido considerable atención en los últimos años, lo que ha resultado en descripciones taxonómicas de varios representantes de los géneros *Trichodina* Ehrenberg, 1838, *Trichodinella* Sramek-Husek, 1953 y *Tripartiella* Lom, 1959 recolectados en peces dulceacuícolas. En Egipto se tienen los trabajos de Kazubski y El-Tantawy, 1986 y de Kazubski, 1986. En Sudáfrica : Sandon, 1965; Hamilton-Attwell *et al.* 1981; Basson *et al.* 1983; Van As *et al.* 1984, Van As y Basson, 1988, 1990 y 1992; Kazubski, 1986; Kazubski y El-Tantawy, 1986; Basson y Van As 1987 y 1989; Oldewage y Van As 1987; Basson y Kruger 1990 y Kruger *et al.* 1991.

Taxonómica

Los tricodínidos tienen forma variable que va desde platillo o disco aplanado hasta campaniforme o cilíndrica, reconociéndose en ellos una región oral representada por una zona adoral de cilios arreglada en espiral (espiral adoral) y una región aboral o basal constituida por un disco adhesivo con denticulos con un eje oral-aboral corto. Su tamaño fluctúa 20 μm y 140 μm . Los géneros se diferencian por la extensión o magnitud de la espiral adoral, así como por la forma de sus denticulos entre otras características.

Muchas de las "nuevas" especies de tricodínidos de peces marinos y dulceacuícolas se han descrito únicamente por haberse encontrado en un hospedero distinto o en otras regiones geográficas. En algunos casos la misma especie ha recibido distintos nombres por diversos autores. Las descripciones insuficientes e inexactas de la mayoría de los investigadores hacen dudosa la identificación de muchas especies.

El resultado de todo esto ha sido una gran confusión en la taxonomía de esta familia, sin embargo, a pesar de ser tan debatida, las investigaciones morfológicas, así como las infecciones experimentales efectuadas por Lom y Hoffmann (1964) han esclarecido muchos puntos, en particular la aplicación de la técnica de impregnación argéntica de Klein (Lom 1958 en Wellborn, 1967) revela detalles del disco adhesivo que son importantes en la taxonomía de estos organismos, siendo requisito indispensable en la actualidad el registro de 20 mediciones distintas en no menos de 20 ejemplares.

La taxonomía de los ciliados urceoláridos sigue siendo perfectible, no obstante que una separación real de las especies es una de las condiciones esenciales para efectuar un análisis ecológico de la parasitofauna de peces. También es indispensable estudiar con más detalle la relación parásito-hospedero, así como la variabilidad (cambios en la morfología de los ciliados) que son temas poco considerados (Lom, 1970).

En relación a la presente investigación, la identificación tanto a nivel genérico como específico de este peritrico mobilino fue problemática, ya que como se mencionó con anterioridad, conforman la familia Trichodinidae alrededor de nueve géneros y más de docientas especies. En relación a los géneros, éstos se separan con base en los grados que abarca su espiral adoral, siendo indispensable la aplicación de la técnica de protargol para resaltar dicha estructura y, de esa manera se pudo conocer que abarcaba entre 360 y 380 ° que son los carcterísticos del género *Trichodina*.

Para su reconocimiento a nivel específico se revisaron inicialmente los trabajos sobre tricodínidos de peces de agua dulce de México: el de Sokoloff (1931) citado por Armijo (1968)* en donde se identificó a *T. steinii* como ectoparásito de animales acuáticos del lago de Xochimilco; el de Armijo (1968)* quien analizó ejemplares de *C. idellus*, *C. carpio* y *C. auratus* de la laguna de Salazar, México, encontrando en sus branquias, piel y aletas a *T. symmetrica* y finalmente otro trabajo de esta misma autora, quien en 1983 reconoció a *T. symmetrica* en ciprínidos cultivados en diversas piscifactorías de nuestro país. Existen otros cinco trabajos (citados anteriormente) que contienen únicamente identificaciones a nivel genérico. Las características de la especie encontrada en la granja acuícola de Zacapu no correspondieron con las de las especies señaladas en dichas investigaciones.

Por otra parte, se analizaron nueve trabajos de tricodínidos de peces dulceacuícolas de norteamérica (Estados Unidos, Canadá y Cuba) cuyas citas se incluyeron en la discusión de distribución geográfica, que contemplan descripciones de nuevas especies, así como re descripciones de algunas anteriormente erigidas, conformando entre ambas un total de alrededor de 25 especies. El trabajo de Davis (1947) efectuado en la Estados Unidos destaca por ser uno de los más extensos con identificación de 11 especies del género *Trichodina*, de las cuales nueve resultaron ser nuevas, sin embargo, no estuvo fundamentado en la técnica de Klein, que a partir de 1958 es esencial para resaltar los caracteres del disco adhesivo, por lo que tuvo que ser reevaluado por Lom y Hoffman (1964), Hoffman y Lom (1967) y principalmente por Wellborn (1967) quien re describió 6 de sus nuevas especies.

Como algunas especies tienen una amplia distribución geográfica, en dos ó más continentes, así como de hospederos (diversas familias de peces dulceacuícolas), se revisaron 21 trabajos de investigadores europeos y rusos (citados previamente) con el análisis de 38 especies del género *Trichodina*, así como 21 trabajos correspondientes a diversos países africanos con 16 especies de dicho género, y finalmente, 12 trabajos efectuados en países del sur y sureste de Asia con 23 especies.

Trichodina wellborni fue registrada primeramente por Lom y Hoffman (1964) en una investigación efectuada en los estanques de la granja acuícola de Kearneysville, Virginia del Oeste, en *Lepomis macrochirus* y *Micropterus salmoides*, sin embargo, no se llegó a identificar a nivel específico, quedando como *Trichodina* sp. (? *T. nigra*) por su parecido con algunas subespecies de *T. nigra*.

* Armijo, A. O. 1968. Estudio preliminar de algunos Protozoarios asociados a peces dulceacuícolas de México. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM., 39 pp

Posteriormente Wellborn (1967) realizó un trabajo en donde se presenta esta misma especie en *M. salmoides* de la granja piscícola nacional en Alabama, y la designa igualmente como *Trichodina* sp. (? *Trichodina nigra*).

Lom en 1970, basado en el análisis de las preparaciones de Wellborn (1967) llevó al cabo una comparación con subespecies de *T. nigra* (*T. nigra gobii*, *T. nigra luciopercae* y *T. nigra siluri*) encontrando que los ciliados de *M. salmoides* tenían cierta afinidad con *T. nigra*, pero sus características no correspondían íntegramente con ésta, por lo que se erigió con ellos una nueva especie, designándola como *T. wellborni* Lom, 1970, por la morfología peculiar de sus rayos.

En esta investigación se analizaron con todo detalle las preparaciones permanentes de *Trichodina* procesadas con la técnica de Klein y al comparar las mediciones obtenidas de los diversos elementos del disco adhesivo con las presentadas por Lom (1970) para *T. wellborni*, se notó que hubo correspondencia en casi todas ellas, por lo que se llegó a concluir que se trata de la misma especie, y que las ligeras diferencias en la longitud de los denticulos y de los rayos, probablemente se deban a variaciones morfológicas y estacionales que ocurren generalmente en los representantes de este grupo como ha sido corroborado en las investigaciones de Kazubski y Migala (1968), Kazubski et al. (1981) y Kazubski (1982 a y b, 1988, 1991a, b y c).

Dinámica de la infección

De manera general los parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* por *Trichodina wellborni* estuvieron dentro de los siguientes valores:

• Prevalencia	8	-	100 %
• Abundancia	0.1	-	943
• Intensidad	1	-	1954

Los parámetros tuvieron, en términos generales, una relación directamente proporcional, ya que a menor número de peces infectados (menor prevalencia), se tuvieron abundancia e intensidad bajas, en cambio a mayor prevalencia se presentaron valores altos de abundancia e intensidad.

T. wellborni es un tricodínido que estuvo permanentemente presente en los estanques de la granja piscícola, sus poblaciones fluctuaron en los diferentes meses del año, sin embargo, los picos de abundancia e intensidad máxima se tuvieron entre julio y octubre (verano-otoño), meses cálidos en donde se registraron temperaturas entre 17.0 y 27.25° C (promedio de 21.47° C), por lo que es quizá la temperatura, entre otros factores, la que determina los altos valores de prevalencia, intensidad y abundancia en esos periodos del año.

Por otra parte el pH y el oxígeno disuelto estuvieron dentro de los valores óptimos para el cultivo de la carpa, con variaciones mínimas entre los muestreos. Fue notorio también un pico de abundancia e intensidad en el mes de febrero de 1992 (invierno), en donde los 45 peces revisados alojaron al parásito, no obstante es conveniente señalar que la variación de temperaturas en la semana del muestreo fue entre 15.2 y 17.23° C, esta última fue alta para un mes invernal y coincide con la temperatura más baja del verano.

También es interesante mencionar que en el periodo otoño-invierno disminuyen las actividades en la granja piscícola, no se les dá mantenimiento a los estanques, hay acumulación de residuos alimenticios, de defecación y excreción, los peces sufren deficiencias nutricionales y debido a todo ello se presenta una condición de estrés que los ectoparásitos aprovechan, siendo notable el incremento de *T. wellborni*, que aunque no alcanzó dimensiones epizoóticas, sus números en las carpas fueron muy elevados evidenciando los síntomas de esta parasitosis.

No se encontró ningún trabajo semejante efectuado en granjas piscícolas, con lineamientos ecológicos, que citara a esta especie de tricodínido en particular, por lo que a continuación se analizarán, trabajos similares con otras especies de este grupo.

Kazubsky y Migala (1968) en un trabajo efectuado en *C. carpio* en sus diversas etapas de desarrollo (desde el desove hasta los dos años de edad), cultivadas en los estanques del Departamento del Instituto de Pesquerías del interior en Zabieniec, cerca de Varsovia encontraron que *Trichodina pediculus* estuvo presente en número escaso en la piel y en las branquias de algunos peces de un año de edad, justo previo a la hibernación; *T. nigra* y *T. domerguei* f. *acuta* fueron especies muy comunes y se presentaron con gran abundancia en la piel de las carpas, en tanto que *T. mutabilis* y *Trichodinella (Foliella) subtilis* se localizaron frecuentemente y en grandes cantidades en las branquias de los hospederos.

Un estudio ecológico de ciliados ectoparásitos de *C. carpio* en condiciones de cultivo semejante a la presente investigación fue realizado por Migala (1971) en los estanques de la granja piscícola citada en el párrafo anterior, se efectuaron estudios cuantitativos y cualitativos de los ciliados en 2970 carpas de diferentes edades (desde su eclosión hasta el primer año de edad), poniendo especial atención a las correlaciones entre los parásitos y el hábitat, así como a la dispersión de los mismos en tiempo y espacio. De las once especies de ciliados identificadas, cinco correspondieron al grupo de los tricodínidos, siendo: *Trichodina pediculus*, *T. domerguei* f. *acuta*, *T. nigra*, *T. mutabilis* y *Trichodinella subtilis*. En relación a *T. pediculus* se encontraron unos cuantos ejemplares en una sola ocasión, durante la primavera (estanques de hibernación) en piel y branquias de cuatro carpas, sin presentar riesgo alguno para los peces en las condiciones ecológicas dadas. *T. domerguei* f. *acuta* se presentó casi siempre en la piel y raramente en las branquias, comenzó a aparecer en los estanques de las crías en el verano en número escaso, en el otoño se registró un abrupto incremento, el pico de abundancia se encontró en octubre en donde todas las carpas alojaban al parásito; en primavera hubo un decremento notable.

Bajo diferentes condiciones, de acuerdo a Ivanova (1970), la mayor infestación en carpas de un año de edad por *T. domerguei* ocurre en primavera, con temperaturas del agua entre 1 y 5° C. *T. nigra* se encontró en la misma localización que la especie anterior, su aparición fue en los estanques de los alevines a principios de agosto y en dicho mes, así como en septiembre, su población aumentó ligeramente. En octubre hubo un periodo de crecimiento rápido y en primavera se encontró al ciliado en todas las carpas y se notó el pico de máxima abundancia. El número de organismos cuantificados de esta especie fue siempre mayor al de *T. domerguei* f. *acuta*. Por otra parte, *T. mutabilis* fue frecuente en las branquias y rara en la piel de las carpas, apareció en los estanques de los alevines a fines de junio, en julio tuvo un incremento rápido, con máxima abundancia en agosto y descenso en octubre. En la primavera los números de esta especie descendieron.

De acuerdo con Sukhanova (1968) citada por Migala 1971, el número más alto de individuos de las especies de diversos ciliados, generalmente se presentan a una temperatura óptima para su desarrollo. En vista de que la temperatura, entre los diversos factores climáticos, es determinante en el desarrollo de los ciliados, las observaciones indican que *T. domerguei* y *T. nigra* prefieren aguas más frías y una tendencia opuesta a la anterior es la que presenta *T. mutabilis* que es afín a aguas con temperaturas más elevadas.

Bajo las condiciones ambientales estudiadas, las infecciones de urceoláridos no tuvieron carácter epizootico y no hubo síntomas en los peces que indicaran la acción negativa de un ataque severo. Aunque en la presente investigación se identificó una sola especie de tricodínido, su distribución a lo largo del año coincide con la señalada por Migala (1971) para *T. domerguei f. acuta* (piel de las carpas) en granjas piscícolas de Polonia, es decir, incremento notable en el periodo de otoño, pico máximo en el mes de octubre y decremento en primavera.

Willomitzer (1980) estudió la dinámica estacional de parásitos en alevines y crías de la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* en la granja piscícola estatal de Pohorelice en Checoslovaquia, *T. domerguei f. magna* se presentó en las branquias y piel de los alevines, entre las semanas uno y tres después de la eclosión, al igual que *Trichodinella sp.* ambas con alta frecuencia y abundancia; las infestaciones aparentemente no dependen de la edad, ya que *Trichodinella sp.* se encontró en todos los grupos de edad, con una prevalencia del 13.8 al 100 %. La prevalencia e intensidad promedio fueron más elevadas durante agosto y octubre lo cual es semejante a lo que ocurrió con *T. wellborni* en este trabajo.

Los resultados confirman el punto de vista de Willomitzer (1980) que el examen para llevar al cabo una vigilancia sobre los parásitos que pueden tener un impacto negativo en las granjas piscícolas debe iniciarse en los estanques de los alevines y crías.

En 1985 Macmillan realizó investigaciones en granjas piscícolas productoras de bagre *Ictalurus punctatus* en Mississippi, en los Estados Unidos, los peces aparentemente sanos pueden presentar un par de ejemplares de *Trichodina discoidea* por campo en la piel y las branquias, sin embargo, los bagres con enfermedades bacterianas pueden albergar gran cantidad de organismos de esta especie en ambas localizaciones. La incidencia estacional en 1982 fluctuó entre un dos y un 20 %, siendo los meses con valores más altos marzo, abril, noviembre y diciembre. En 1983 los ciliados estuvieron también presentes en todos los meses con los porcentajes más altos en enero, abril, mayo, junio, octubre y noviembre. Esta distribución marca que *T. discoidea* se encuentra siempre presente en los estanques de cultivo del bagre, lo que es similar a lo que sucede con *T. wellborni* en este trabajo, no obstante los periodos de máxima abundancia son bastante distintos.

Por su parte Singhal *et al.* (1986) encontraron a *Trichodina sp.* en *Hypophthalmichthys molitrix* (carpa plateada) cultivados en la granja piscícola de Karnal en Haryana, India, sobretodo en carpas jóvenes y recién eclosionadas. Su incidencia mostró un pico en febrero-marzo con temperaturas del agua de 16.5 - 30° C, y otro de noviembre a mayo con temperaturas de 20.5 - 31.5° C y concentraciones altas de oxígeno. Las prevalencias variaron de 28 - 61 % en 1982 y de 25 - 77 % en 1983.

De los cuatro parámetros físico-químicos registrados por dichos autores, parece que la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto del agua de los estanques son los más directamente relacionados con la incidencia de este género de ciliado con lo cual se coincide plenamente, además también en la presente investigación se encontró un pico máximo en el mes de febrero.

También en la India Das *et al.* (1989) efectuaron estudios macroecológicos en seis especies de carpas sometidas a cultivo intensivo en estanques de la granja de Krishnagar, tomando en consideración las variaciones estacionales en la incidencia, relaciones parásito hospedero y correlaciones de las condiciones ecológicas con las manifestaciones de las enfermedades. Las especies de tricodínidos encontradas en las branquias de los peces fueron *Tripartiella bulbosa*, *T. copiosa*, y *T. obtusa* cuya incidencia fue más elevada en los meses fríos del año (octubre-febrero) con valores del 25.3 al 29.8 %. *T. wellborni* especie identificada en Zacapu, tuvo dos picos de abundancia, en verano-otoño y en invierno (febrero), este último coincidiendo con lo señalado por Das *et al.*, (1989) en las especies del género *Tripartiella*.

Fuente de la infección

T. wellborni había sido identificada únicamente en granjas piscícolas de Virginia del Oeste y de Alabama en los Estados Unidos en los peces *Lepomis macrochirus* y *Micropterus salmoides* (Lom y Hoffman, 1964; Wellborn, 1967), aunque probablemente su distribución abarque otros estados de dicho país.

La presencia de este ciliado en piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus* cultivados en los estanques de Zacapu en el presente estudio puede deberse a la importación de peces que se realiza frecuentemente de Estados Unidos para proveer granjas piscícolas de México. La granja de Zacapu cuenta con algunos estanques de policultivo en donde conviven diversas especies de peces, entre ellos los registrados por Lom y Hoffman (1964).

Se descarta la adquisición de este tricodínido por medio del agua que suplementa los estanques, ya que proviene de un manantial profundo en donde no hay presencia de peces, anfibios u otros animales que pudieran albergar a este parásito.

Tallas de los hospederos

En este estudio se consideraron carpas de cuatro tallas diferentes para determinar si los parámetros ecológicos de la infección por *T. wellborni* se modificaban en los peces de distintas edades. Fue evidente que al aumentar la edad de los hospederos, se incrementaron los valores de abundancia e intensidad promedio, las diferencias resultaron ser significativas con la prueba de G aplicada. Cabe señalar que la distribución de las poblaciones del parásito en los estanques de la granja piscícola de Zacapu fue sobredispersa, con gran número de tricodínidos en pocos hospederos, lo cual coincide con lo registrado por Dogiel y Noble en 1961 y 1960 respectivamente (ambos citados por Adams, 1985), quienes mencionan además, que los parásitos en términos generales, incrementan su abundancia con la edad de los hospederos.

Posiblemente algunos de los factores que pudieran ser responsables del incremento de la prevalencia y abundancia con el aumento de talla (edad) de los hospederos sean: acumulación con el tiempo, incremento en el área superficial y cambios de hábitat con la edad (Adams, 1985). También es importante recalcar que el ciclo de vida de los tricodínidos es directo, y que al incrementarse la densidad de los hospederos se incrementa la prevalencia de estos parásitos (Heckmann *et al.* 1987).

Un factor más que puede añadirse a los anteriores, son las condiciones particulares de los estanques de cultivo detectadas en la granja estudiada en la presente investigación. Siendo el objetivo fundamental de dicho centro la producción de crías de carpa (4 millones de crías en tres ciclos anuales), las condiciones de los estanques de incubación-alevinaje-crianza de 3500 m³ cada uno fueron óptimas: con agua limpia, cristalina, recién extraída del manantial, valores adecuados en los factores abióticos, densidad de carga de 40-100 crías/m², con un flujo de 3-5 l/seg/ha y con tratamiento preventivo para ectoparásitos con Dipterex (1 ppm) 24 hrs. antes de la siembra del huevo oculado y 15 días después, además de eliminación más o menos periódica de peces muertos y desechos acumulados. Al alcanzar la talla mínima de siembra (5 cm) la mayor parte de las crías fueron transportadas ya sea a otros centros acuícolas (unidades de crecimiento y engorda) o a presas, bordos, lagunas, lagos, etc., para su repoblamiento.

Al no ser Zacapu una granja de crecimiento y engorda, los peces que se mantienen en ella no reciben los mismos cuidados que las crías, es decir, los estanques de los jóvenes tienen una densidad de carga mayor (150-200 peces/m²) que en ocasiones raya en hacinamiento, y por ende, mayor acumulación de materia orgánica y desechos, lapso de permanencia más prolongado y sin aplicación de tratamiento todo lo cual produce estrés en los peces, factor determinante en la susceptibilidad a los parásitos. Finalmente, en los estanques de los adultos (reproductores para seleccionar a futuro) las condiciones no fueron tan drásticas como en el caso anterior, la densidad de carga fue de dos carpas/m², sin embargo, este lote procedía de jóvenes con abundancia e intensidad promedio de tricodínidos eleyadas que continuaron incrementando su población con el tiempo y encontraron una mayor área superficial para adherirse.

Hasta el momento se han llevado al cabo pocos estudios en relación al efecto de la edad de los hospederos sobre las infecciones por tricodínidos, algunos de ellos similares al de esta investigación, desarrollados en granjas de cultivo, en donde se señala que estos parásitos fueron más abundantes en los peces jóvenes (alevines y crías) que en los de mayor edad, entre estos están: Kazubsky y Migala (1968), Migala (1971), Ivanova (1970); Willomitzer (1980), Singhal *et al.* (1986), Das y Pal (1987). Esto es contrario a lo registrado en esta investigación, pero puede explicarse con base en las distintas condiciones ecológicas de los centros piscícolas :

- ◆ Peces sometidos a condiciones de cultivo intensivo y hacinamiento.
- ◆ La producción de crías no es prioritaria.
- ◆ Los reproductores con tricodínidos son colocados en los estanques de desove, siendo la fuente de la infección para los alevines y crías.
- ◆ El agua que suplementa a los estanques de cultivo proviene de canales ó ríos que contienen diversas especies de peces, anfibios, etc., que son la fuente de la infección desde las fases iniciales del cultivo.
- ◆ En algunas granjas en un inicio son monocultivos de peces que después se transforman en policultivos.
- ◆ No hay aplicación de tratamiento en los estanques de incubación-alevinaje-crianza.
- ◆ Ubicación geográfica diversa con temperaturas muy diferentes
- ◆ Los alevines y crías no tienen bien desarrollado su sistema inmunológico.

Hábitat específico

Los resultados del estudio arrojaron cifras del 80.27 % de *T. wellborni* en la piel de los peces y 19.73 % en las branquias. La prueba de G mostró que la diferencia entre ambos hábitats fue altamente significativa, por tanto es evidente que la piel ofrece condiciones idóneas para el desarrollo de esta especie, cuadruplicando en número a los ejemplares recolectados en las branquias.

Con base en la clasificación establecida por Grupcheva (1987) para tricodínidos, *T. wellborni* sería considerada como una especie euritópica establecida en varias localizaciones, pero con preferencia por alguna de ellas.

Patogenia

La trichodiniasis causada por parásitos obligados de los géneros *Trichodina* y *Trichodinella* es frecuente tanto en peces de acuario como de interés alimenticio, sus síntomas van desde molestias moderadas hasta una considerable mortalidad en los peces de cuerpos de agua naturales y artificiales. Los signos clínicos en los peces afectados son muy diferentes, dependiendo de la especie de que se trate y de la edad.

Schäperclaus (1992) indica que cuando hay un ataque severo de urceoláridos parásitos, los peces muestran moco gris-azuloso resultado de la acción de los parásitos sobre las células epiteliales y mucosas que progresivamente destruyen. La piel delicada entre los rayos de las aletas, especialmente de crías y jóvenes se ve afectada y desintegrada.

En estanques con efluentes termales se observa repetidamente la destrucción total del epitelio branquial en carpas malnutridas de dos semanas de edad, en tanto que carpas de la misma edad alimentadas con nutrientes naturales no son parasitadas. La investigación histológica de los peces afectados muestra los síntomas típicos de una autointoxicación, especialmente en los riñones. Se concluye de todo esto que en el caso de un ataque por parásitos en las branquias, además de obstaculizarse la función respiratoria, las funciones excretoras de las branquias no se efectúan, con todas las consecuencias que esto conlleva (Schäperclaus, 1992).

Hoffman (1978) indica que las infestaciones ligeras no tienen efectos patológicos significativos, sin embargo, las infestaciones masivas causan daños severos. Las especies que se localizan principalmente en la piel, como *Trichodina fultoni*, frecuentemente ocasionan lesiones dérmicas extensivas que incluyen gran producción de moco, manchas blancas irregulares en la cabeza y en la superficie dorsal del cuerpo, pérdida de escamas, aletas deshinchadas e hiperplasia epitelial, anorexia e indiferencia que es seguida por la muerte de los peces. Las lesiones causadas por *T. domerguei* son similares e incluyen la formación de una película blanquecina sobre el cuerpo, hemorragias cutáneas y descamación de la epidermis. Las especies que se alojan principalmente en las branquias pueden causar hiperplasia del epitelio branquial, disnea y eventualmente la muerte.

En vista de que la región oral no se encuentra dirigida hacia la superficie del hospedero, es difícil que el tricodínido consuma tejidos vivos del pez, pero puede alimentarse de moco desprendido como resultado de la irritación producida por el disco adhesivo (Hoffman, 1978).

Van As y Basson (1987) señalan que los tricodínidos se han observado en pequeños números en la mayoría de las poblaciones de peces silvestres, en donde causan poco o ningún daño, pero cuando se encuentran en cultivo intensivo en donde prevalecen pobres condiciones ambientales, las poblaciones de estos ciliados pueden incrementarse rápidamente y esto puede causar hiperinfestaciones en la piel y branquias, ocasionando daños epiteliales con subsecuentes infecciones secundarias por bacterias y hongos acuáticos. Los alevines y crías de los peces son especialmente vulnerables y pueden ocurrir severas epizootias si las infestaciones no se diagnostican y tratan rápidamente.

Este estudio es el primero en el que los síntomas de la infección en piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus* se relacionan de manera precisa con el número de *T. wellborni* presentes en el moco total de dichas localizaciones. Se observó que por lo general el número de tricodínidos en piel y branquias de las crías no rebasa los 2000 y 1000 organismos respectivamente, en tanto que jóvenes y adultos pueden albergar, en ambos casos, más de 2000 y en ocasiones hasta 8000 y 14000 tricodínidos. (Tablas 19 y 20).

Los síntomas observados están de acuerdo a los mencionados por Hoffman (1978), Van As y Basson (1987) y Schäperclaus (1992), solo que dichos trabajos adolecen de datos cuantitativos, registrando únicamente infestaciones ligeras, sin efectos patológicos significativos e infestaciones masivas con daños severos.

Davis (1947) señala que la hiperplasia epitelial es básicamente una reacción de protección que beneficia a los parásitos que se alimentan de las células epiteliales que pueden ser la fuente nutritiva principal y se observan en las vacuolas digestivas de los tricodínidos; también se encontraron eritrocitos en las vacuolas digestivas de *Trichodina spheroides*, parásito capaz de ocasionar gran destrucción de los tejidos branquiales y la muerte de los peces.

En vista de los números de tricodínidos en este trabajo y que en México no se han determinado valores críticos para la aplicación de tratamiento, se podrían considerar los emitidos por el servicio de salud de peces de la República Democrática Alemana de 25 tricodínidos por campo a un aumento del microscopio de 120 X (para carpas de un verano) y de 50 tricodínidos por campo (para carpas de dos veranos) y en dichas circunstancias sería necesario aplicar un tratamiento apropiado consistente en :

- baños cortos en formaldehído (concentración de 250-330/m³ durante 30 minutos) para adultos y crías de carpas en estanques.
- baño prolongado en cloruro de sodio (2 g / l durante 10 hrs.)
- baño corto en cloruro de sodio (10-15 g / l durante 20-30 minutos) para crías, adultos y peces de acuario sensibles al formaldehído.
- terapia con cloruro de calcio (10 Kg / Ha) durante el verano, con repeticiones a intervalos de 3-8 días.

Tabla 19. Síntomas de la infección por *Trichodina wellborni* en la piel de *C. carpio rubrofruscus*

Número de Trichodinas en el moco total de la piel	Síntomas		
	crías	jóvenes	adultos
1 - 100	*	*	*
100 - 1000	+	+	+
1000 - 2000	+ 0 °	+ 0 °	+ 0 °
4000 - 14,000		= 0 °	= 0 °

* sin síntomas aparentes
+ moco blanquecino-grisáceo
0 pérdida de escamas

° hemorragias cutáneas leves
= moco gris-azuloso

Tabla 20. Síntomas de la infección por *Trichodina wellborni* en las branquias de *C. carpio rubrofruscus*

Número de Trichodinas en el moco total de las branquias	Síntomas		
	crías	jóvenes	adultos
1 -100	*	*	*
100 - 1000	+ 0	+ 0	+
1000 - 2000			+ 0 °
2000 - 8000			+ 0 °

* sin síntomas aparentes
+ elevada producción de moco

0 ligera inflamación del epitelio branquial
° palidez

Factores ambientales

Los parásitos de peces son parte natural de las comunidades acuáticas y su distribución y abundancia se ven afectadas directa o indirectamente por numerosos factores ambientales bióticos y abióticos. Los parámetros físico-químicos del agua también pueden desempeñar un papel importante en la determinación del tamaño y composición de la parasitofauna. Los factores físicos como la temperatura, pH, salinidad, contenido mineral y flujo del agua (Singhal *et al.* 1986) influyen sobre la longevidad de los estadios de vida libre de ciertos ciliados, helmintos y copépodos parásitos.

Las epizootias de los parásitos son más comunes en ciertos periodos en los cuales el daño de la enfermedad es mayor, y si se pudieran identificar y corelacionar dichos periodos con los cambios en las condiciones ambientales, podrían tomarse medidas preventivas o de control, que es lo que se pretende hacer en este estudio.

Singhal *et al.* (1986) estudiaron los parásitos de peces de agua dulce y su tasa de infección relacionándola con los cambios estacionales de parámetros físico-químicos del agua; registraron cambios estacionales en la aparición de *Trichodina*, *Ichthyophthirius* y *Chilodonella*, entre otros ciliados. La infección ocasionada por la mayor parte de los parásitos se relacionó positivamente con la disminución de oxígeno durante el verano. La mayor incidencia de parasitismo ocurrió en abril, siendo 55 % mayor que julio, segundo periodo de incidencia durante el año. *Trichodina* fue un parásito común en alevines y crías de la carpa plateada, su incidencia mostró un pico en febrero-marzo, cuando la temperatura del agua varió de 16.5 - 30° C y otro pico de noviembre a mayo con temperaturas de 20.5 - 31.5° C y una elevada concentración de oxígeno disuelto. El análisis de las propiedades físico-químicas del agua y sustrato de los estanques en Kamal, India, sugieren una importante relación con la incidencia y abundancia de los parásitos de los peces. De los once parámetros físico-químicos registrados parece que la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto del agua de los estanques son los más directamente relacionados con la incidencia de los parásitos en Kamal.

Por otra parte Das *et al.* (1989) indican que la incidencia de tricodínidos fue más elevada en los meses más fríos (octubre-febrero). Durante los periodos fríos la utilización de fertilizantes en los estanques es menor, resultando en una mayor acumulación de materia orgánica. Como resultado, la secreción de moco en los peces también se incrementa, sirviendo como sustrato para los tricodínidos parásitos que elevan enormemente su número. Se cree que en los sistemas acuáticos donde los niveles de amonio o la contaminación química aumentan, la producción de moco se acelera habiendo cambios en su consistencia.

En una investigación realizada en peces dulceacuícolas cultivados en granjas piscícolas de Polonia, Kazubski y Migala (1968) identificaron cuatro especies de tricodínidos encontrando variación estacional en el tamaño y número de los denticulos e incluso en su forma, entre los individuos recolectados en verano (con temperaturas más elevadas) y los de invierno. Los individuos más pequeños se presentaron en el verano y los más grandes en invierno.

De acuerdo con Migala (1971) el número más alto de especímenes jóvenes y adultos de las especies dadas de ciliados generalmente se presentan a una temperatura óptima para su desarrollo. En vista de que la temperatura, entre los diversos factores climáticos es determinante en el desarrollo de los ciliados, las observaciones indican que *T. domerguei* y *T. nigra* prefieren aguas frías. Una tendencia opuesta a la anterior es la que presenta *T. mutabilis* que es afín a temperaturas más elevadas.

Los urceoláridos, en general, sobreviven a periodos desfavorables y tienen gran tolerancia a las temperaturas. Otro factores que puede influir en la abundancia de *Trichodina domerguei* y *T. nigra* durante el periodo frío del año sería la menor intensidad de insolación relacionada con días más cortos en otoño y primavera. Respecto a la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en el agua Noland (1925 en Migala, 1971) llevó al cabo una serie de experimentos con 60 especies de ciliados de vida libre demostrando que la concentración mínima de oxígeno para varias especies de ciliados varía de 0.0 - 6.8 cm³/l, y está relacionada con sus hábitos alimenticios y es indispensable en ciliados aerobios, sin embargo, no hay estudios del comportamiento de *Trichodina* a diferentes concentraciones de éstos.

Halmetoja *et al.* (1992) realizaron un estudio de los tricodínidos de peces obtenidos de cuatro lagos de Finlandia con diferente calidad de agua, demostrando mediante modelos y pruebas estadísticas que la variable temperatura del agua influyó significativamente la prevalencia de tricodínidos en *Perca fluviatilis*.

En tiempo de frío (menos de 17° C) siempre hubo altas prevalencias, siendo los mayores valores los correspondientes al lago oligotrófico. De acuerdo a la prevalencia y abundancia mostradas por *T. nigra*, es evidente que es la especie principal en los hospederos recolectados. Este parásito es capaz de vivir tanto en piel como en branquias y está bien adaptado a las bajas temperaturas del agua durante el periodo de congelación superficial del agua. No se descarta el que otros factores bióticos o abióticos hayan influido en la prevalencia de la infección, pero es probable que el tamaño de la población de la especie principal de tricodínido en el área de estudio en *P. fluviatilis* esté en gran medida determinada por la temperatura. A mayores temperaturas los peces se encuentran en mejores condiciones y se acrecenta su respuesta inmunológica, esto se demostró experimentalmente en el pez *Rutilus rutilus* cuyas defensas se activan a temperaturas de 17 - 18° C.

En granjas piscícolas de Finlandia Rintamäki y Halmetoja (1989) investigaron acerca de la influencia de la temperatura del agua de los estanques sobre la presencia de *Trichodina nigra* y *Tripartiella obtusa* en el salmón *Salmo salar* de un año de edad, encontrando prevalencias entre 13 y 39 % para la primera especie y entre 5 y 7 % para la segunda. Durante 1988 *T. nigra* se presentó en la piel de los peces en el periodo de septiembre a mayo, con infecciones severas en octubre-noviembre y disminuyó considerablemente o cesó por completo en julio-agosto que fue el verano más cálido de los últimos años con temperatura promedio de 21° C. Por el contrario, en 1987 la prevalencia e intensidad de la infección por *T. nigra* en el salmón fueron altas en julio-agosto, con una temperatura promedio para el mes de 15 - 16° C. Los resultados sugieren que el rango óptimo de temperatura para la multiplicación de esta especie de tricodínido es entre 10 y 16° C.

Aspectos biológicos del parásito

Los tricodínidos se adhieren al epitelio de piel y branquias de los hospederos mediante un disco adhesivo compuesto por dentículos y efectúan un movimiento rotatorio en los peces raspando y dañando la mucosa y el epitelio. El movimiento ciliar crea corrientes que transportan fragmentos del moco y células epiteliales a la boca ubicada en la región adoral opuesta al disco. Todos estos detalles morfofisiológicos pudieron apreciarse en el transcurso de la investigación.

La reproducción se efectúa por fisión binaria y presentan a la conjugación como proceso sexual, la primera de ellas fue observada en numerosas ocasiones durante la revisión del material. En condiciones favorables para el parásito, éste se divide rápidamente y la población puede duplicar su número en algunas horas. Si la condición general de los peces es pobre, lo que implica que su resistencia al parásito sea baja, una ligera infestación puede desarrollarse en una hiperinfestación en pocos días (Van As y Basson, 1988).

Por otra parte, y con base en la extensa bibliografía analizada sobre este grupo de peritricos mobilinos, se puede señalar que no hay evidencia clara, hasta el momento, de que el sistema inmune de los peces pueda protegerlos contra estos organismos, sin embargo, como regla general se ha visto que los peces saludables mantenidos en buenas condiciones ambientales pueden sobrevivir a infestaciones leves a moderadas, en tanto que peces debilitados como resultado de otros factores como bajas concentraciones de oxígeno o bajas temperaturas son más susceptibles a la infestación.

***Coleps striatus* Nitzsch, 1827**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Rhabdophora Small, 1976
 Clase Prostomatea Schewiakoff, 1896
 Orden Prorodontida Corliss, 1974
 Familia Colepidae Ehrenberg, 1838
 Especie *Coleps striatus* Nitzsch, 1827

Sin. *Coleps inermis* Perty, 1858
Coleps kenti Bathia, 1922

Localización en el hospedero : Piel de *Cyprinus carpio rubrofuscus*.

El registro de esta especie constituye el primero tanto para el país como para el hospedero y la localidad. A nivel mundial es el segundo registro para peces cultivados, ya que se tiene el antecedente de Székely & Bereczy (1992) en Hungría, quienes la encontraron en *Corydoras schultzei*, *Barbus tetrazona* y *Carassius auratus* mantenidos en acuarios.

Descripción de la especie

Cuerpo oval en forma de barril de 25.8 - 40.4 X 14.8 - 25.8 μm ; superficie del cuerpo cubierta por lamelas ectoplásmicas engrosadas por depositación de calcio y dispuestas regularmente marcando hileras perpendiculares a las 12 - 14 cinetias somáticas; citostoma localizado en el extremo anterior sin depresión citostomal; macronúcleo oval de 7.3 X 6.45 μm ; vacuola contráctil postnuclear; carece de espinas posteriores; dulceacuícolas o marinos (Figs. 40- 43 y Tabla 21).

Tabla 21. Morfometría de *Coleps striatus* .

	n	Prom. μm	Desv. STD	Coef. Var.	Mín. μm	Máx. μm
Longitud del cuerpo	12	36.9	3.8	10.2	25.8	40.4
Anchura del cuerpo	12	22.1	3.3	15.0	14.8	25.8
Longitud del macronúcleo	12	7.3	0	0	7.3	7.3
Anchura del macronúcleo	12	6.45	0	0	6.45	6.45

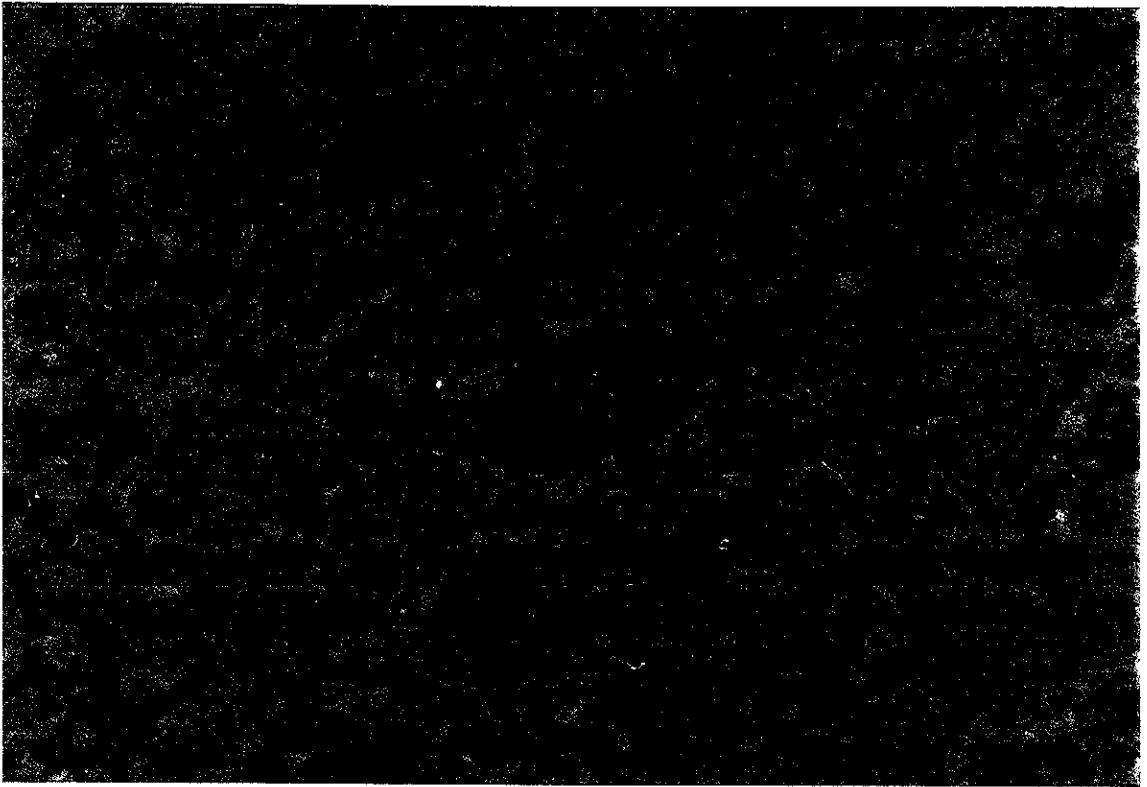


Fig. 40 *Coleps striatus*. In vivo. Superficie de la piel. Se observan las lamelas ectoplásmicas características del género. Campo claro. 100X.

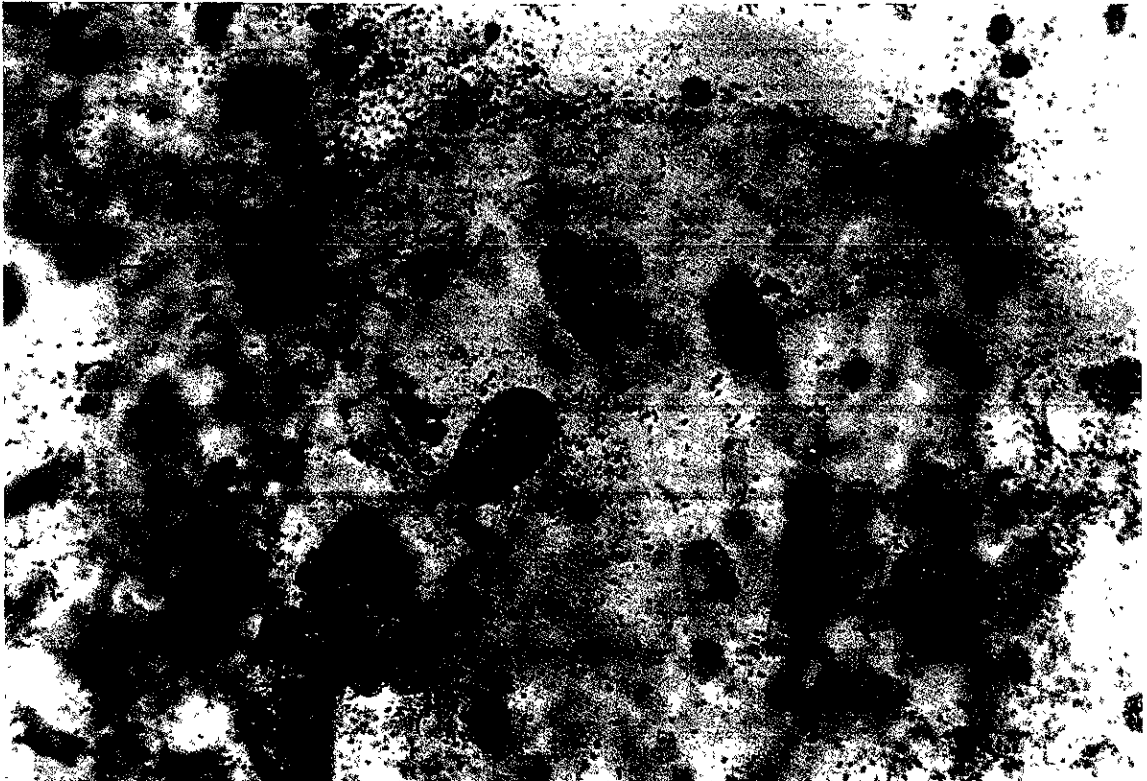


Fig. 41 *C. striatus*. Moco de la piel. Resaltan las cinetias somáticas y el núcleo. Impregnación con protargol. Campo claro. 40X.

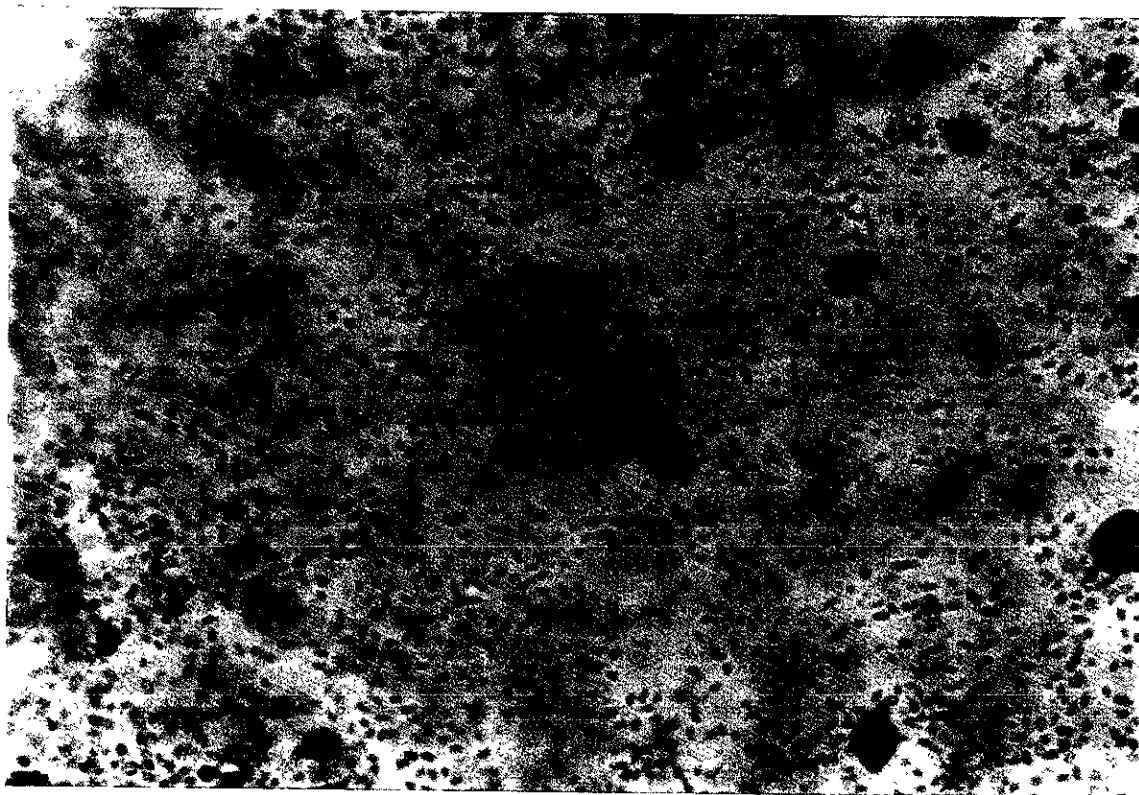


Fig. 42 *Coleps striatus* . Superficie de la piel. Detalle de un trofozoíto en división. Impregnación con protargol. Campo claro 100X.

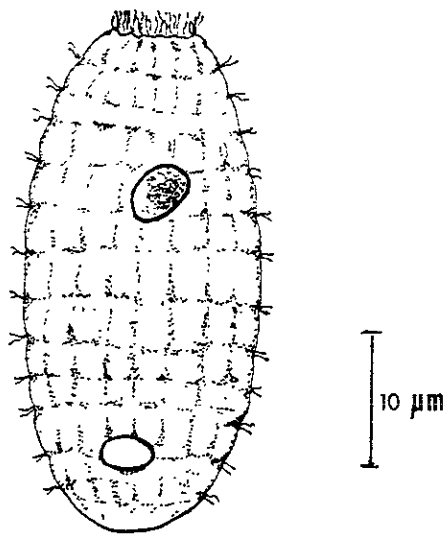


Fig. 43 Esquema general de un trofozoito de *Coleps striatus* .

Ecología

Distribución general

De los 14 muestreos realizados entre 1990 y 1992, *C. striatus* se encontró únicamente en dos de ellos, en julio de 1990 (verano) y en agosto de 1991 (verano). En julio de 1990 se presentó solamente en dos de los 47 ejemplares revisados en ese periodo con una prevalencia de 4.25 %, abundancia menor de uno e intensidad promedio de 20.5. En agosto de 1991 se registró en seis de los 57 hospederos estudiados, es decir que el 10.52% de los mismos estuvieron infectados, siendo su abundancia e intensidad promedio de menos de uno y 6.83 respectivamente.

Como puede observarse en la figura 44, los dos picos de abundancia e intensidad ocurrieron durante los meses más cálidos del año, siendo la temperatura y el oxígeno disuelto en el agua de los estanques de 20.16°C y 6.33 mg/l en julio, y de 27.27°C y 6.95mg/l en agosto.

Tallas

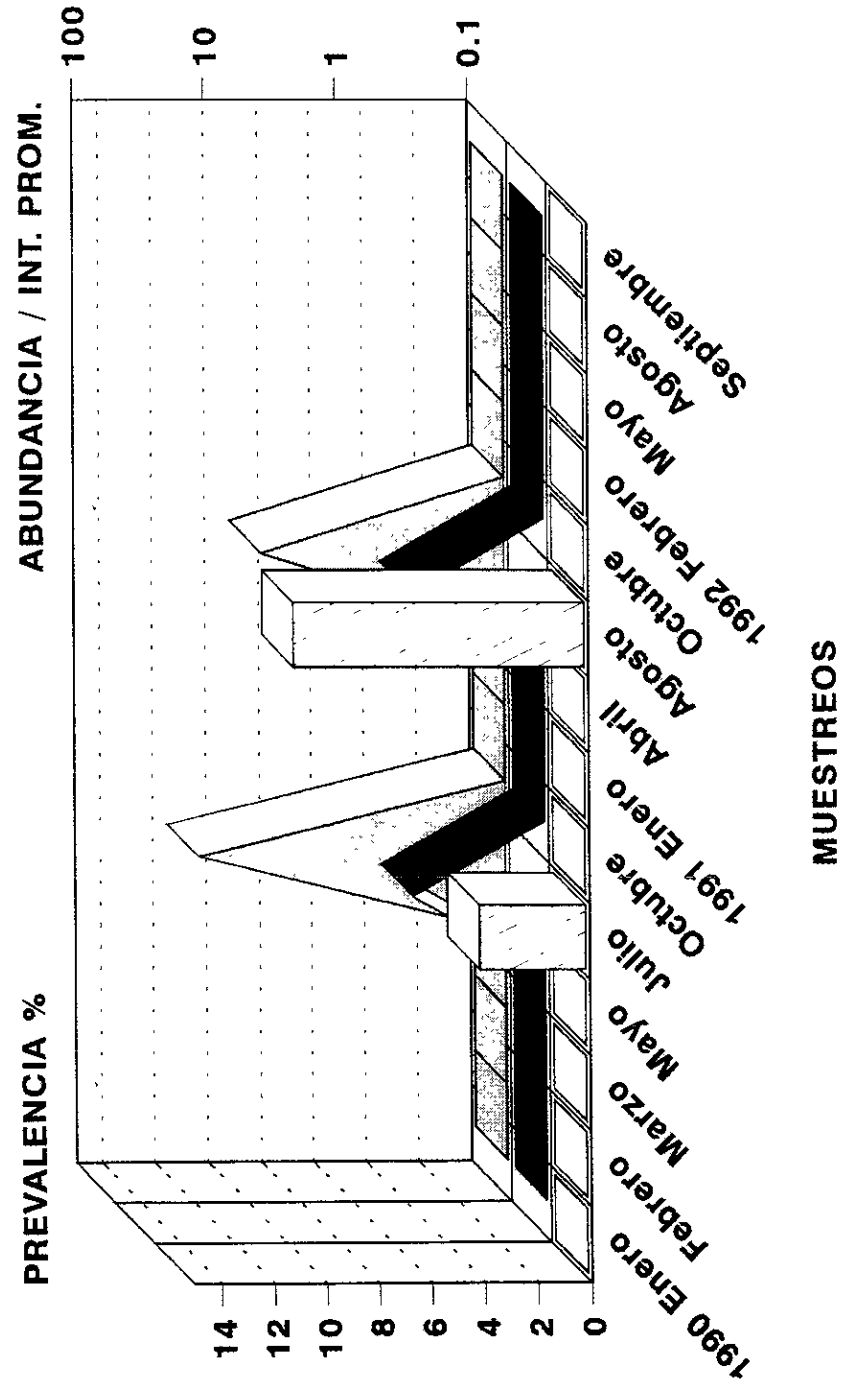
C. striatus se presentó en hospederos de todas las tallas: en dos crías de 5 cm, en tres crías de 10 cm, en un joven de 15 cm y en dos adultos (Tabla 22). Se aplicó la prueba de G para determinar si existía preferencia por alguna talla de peces en especial, siendo la G calculada de 0.94, menor que la G de tablas de 6.25 y 7.8 (con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso), lo que indicó claramente que no se encontró relación del ciliado con carpas de una edad en particular, es decir, que no hubo diferencias significativas.

Hábitat específico

La cuantificación total de *C. striatus* fue de 82 ejemplares. todos ellos implantados en la piel de los hospederos; en las branquias no se localizó a esta especie. Aún cuando el 100 % de los ciliados se presentaron en la superficie de los peces, se aplicó la prueba de G, siendo el valor calculado de 4.84, mayor que la G estimada en tablas que fluctuó entre 2.7 y 3.8 (alfa de 0.1 y 0.05 con un grado de libertad en cada caso), mostrando una diferencia significativa que indica a la piel como la localización preferencial de este ciliado (Fig. 45 y Tabla 22).

Periodo climático

Los dos muestreos en los que se registró la presencia de *C. striatus* (julio de 1990 y agosto de 1991) correspondieron al verano durante la época de lluvias, en donde el 2.43% de los peces alojaron al ciliado, con abundancia e intensidad promedio de 0.24 y 10.25 respectivamente; en la temporada de sequía no se detectó a este organismo. Se instrumentó la prueba de G para esclarecer si existía afinidad del ciliado con una época del año en particular, sin embargo, las diferencias entre la G calculada y la estimada no mostraron ser significativas (G calculada = -10.3; G tablas entre 2.7 y 3.8 (alfa 0.1 y 0.05 con un grado de libertad), es decir, que el ciliado puede presentarse por igual en ambos periodos climáticos (Tabla 23 y Fig 46).



PREVALENCIA %
 ABUNDANCIA
 INTENSIDAD PROMEDIO

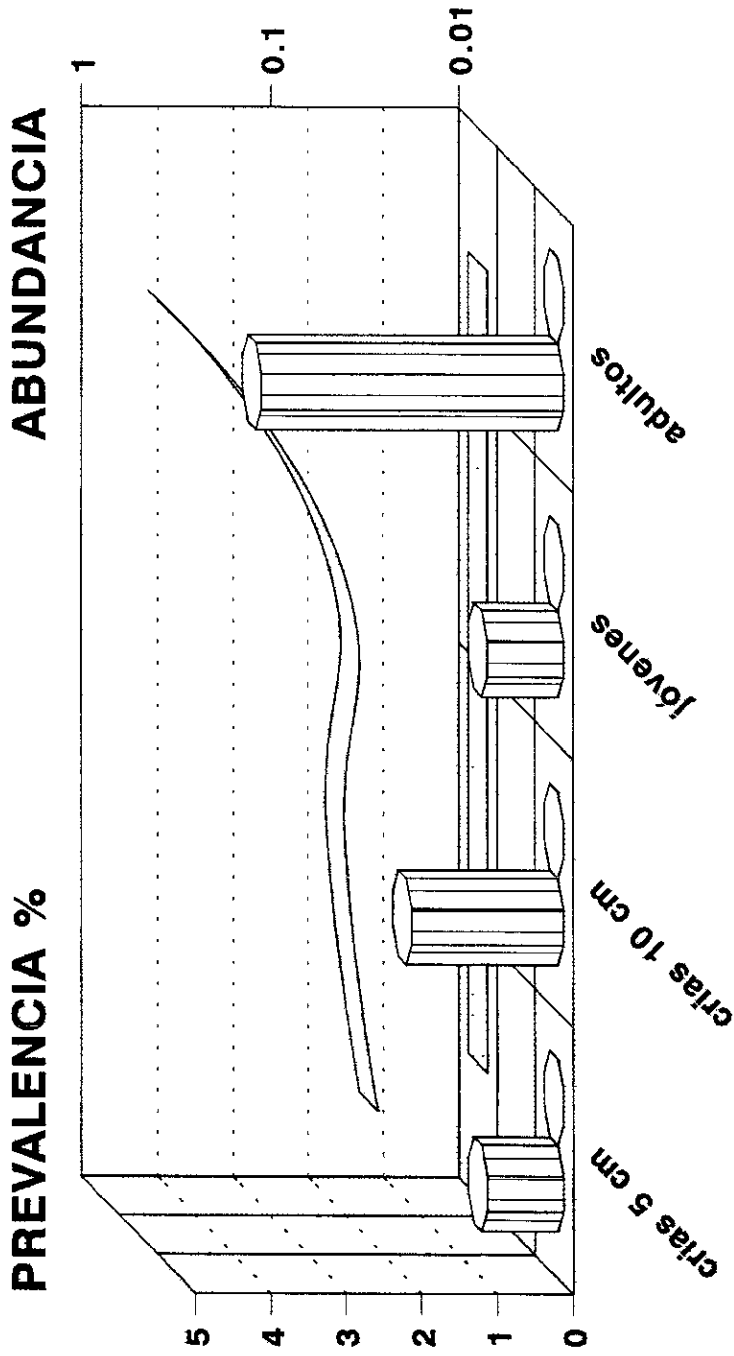
Fig.44 Parámetros ecológicos de la infección por *Coleps striatus* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992)

Tabla 22 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Coleps striatus*

examen.	Hospederos		parasitados		Coleps		Prevalencia %		Abundancia		Intensidad promedio	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
crias 5 cm	2	0	13	0	1	0	0.1+	-0.01	0	7	+ 2	0
crias 10 cm	3	0	18	0	2	0	0.1+	-0.02	0	6	+ 2	0
jóvenes	1	0	10	0	1	0	0.1+	-0.02	0	10	+ - 3	0
adultos	2	0	41	0	4	0	1.0	+0.22	0	21	+ - 5	0
total	8	0	82	0	1.4	0	0.2+	-0.3	0	10	+ - 5	0

Tabla 23 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *Coleps striatus* en los dos periodos climáticos

período climático	hospederos		parasitados		Coleps		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom. +- SD	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
lluvias	8	0	82	0	2.4	0	0.2	+ -0.3	0	10	+ - 7	0
secas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	8	0	82	0	2.4	0	0.2	+ -0.3	0	10	+ - 5	0



▨ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. □ Abundancia branq.

Fig.45 Prevalencia y abundancia de la infección por *Coleps striatus* en piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas

LLUVIAS

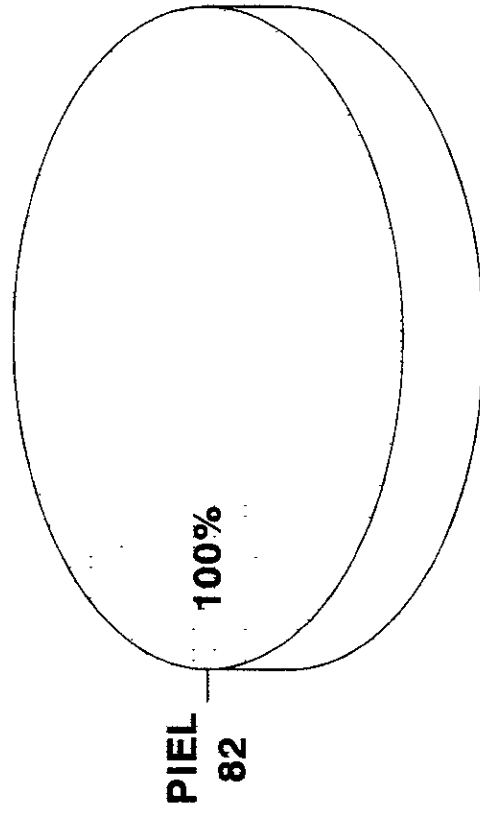


Fig.46 Hábitat específico de *Coleps striatus*. Período climático : Lluvias
Se indica el número total de ciliados en la piel, reuniendo todos los peces analizados

Aspectos biológicos relevantes

Este organismo siempre se observó con su extremo oral aplicado sobre la piel de los peces, alimentándose directamente de ésta y del moco secretado por la misma, lo cual se comprobó tiñendo estos elementos con rojo congo acuoso diluido y ubicando este material englobado en vacuolas nutritivas en el citoplasma de los ciliados.

En vista del pequeño número de ciliados cuantificados, los peces no manifestaron síntomas relacionados con la actividad fagocítica de *C. striatus*.

Discusión

Taxonomía

Los protozoos gimnostomados del suborden Prorodontina al que pertenecen los ciliados del género *Coleps* presentan citostoma apical o subapical permanentemente abierto a la superficie; como característica diagnóstica poseen una estructura a manera de cepillo ("brosse") constituida por cilios largos orientado de forma oblicua al eje del cuerpo en la superficie anterodorsal de los organismos de función desconocida (sensorial ?); complejo citofaríngeo tipo rhabdos de gran complejidad y estomatogénesis de tipo telocinetal. Las especies de este género son conocidas como excavadoras y por su característica única: posesión de placas esqueléticas subpeliculares (Corliss, 1979). Los trabajos taxonómicos se refieren a especies de vida libre: dulceacuícolas, de aguas salobres y marinas, entre los que destacan el de Kahl (1930), Kudo (1979), Jahn *et al.* (1979), Small y Lynn (1985) y Huttenlauch (1987), los cuales se revisaron en detalle para poder efectuar la correcta identificación, asimismo se obtuvo un solo trabajo en el que se relaciona a *Coleps* sp. con mortalidad de peces cultivados en Hungría (Székely & Bereczky, 1992), no obstante este último no fue de utilidad para el proceso de identificación, ya que no lograron determinar la especie correspondiente.

El género fue identificado fácilmente por las placas esqueléticas subpeliculares que les imprimen una apariencia reticulada muy peculiar. La especie coincidió con las características señaladas por Kahl (1930) para *Coleps striatus* en cuanto a: forma, tamaño, disposición de las placas, ausencia de procesos espinosos, aparato nuclear, etc.

Distribución geográfica

El género tiene distribución a nivel mundial con especies de vida libre dulceacuícolas, salobres y marinas, así como eurihalinas y eurióticas. El género y la especie que nos ocupa fueron descritos por Nitzsch (1827 en Kahl, 1930) en Alemania, y posteriormente únicamente Kahl (1930) lo ha encontrado también en cuerpos de agua del mismo país. El del presente trabajo constituye el primer registro para la localidad, el país y la especie de ciprínido estudiada y el segundo a nivel mundial de una especie de *Coleps* asociada a peces cultivados.

Dinámica de la infección

Las poblaciones de *C. striatus* encontradas en asociación con ciprínidos cultivados en estanques rústicos en la granja piscícola de Zacapu se registraron solamente en dos de los 14 muestreos, en julio de 1990 (verano) y en agosto de 1991 (verano), durante el régimen de lluvias y con prevalencias entre 4 y 10 %, abundancias menores a uno e intensidad promedio entre 20.5 y 7.0.

Del análisis bibliográfico efectuado a nivel nacional e internacional, se obtuvo un solo trabajo, el de Scékely & Bereczky (1992) para poder efectuar comparaciones con los hallazgos realizados en la presente investigación, no obstante el planteamiento de ambas investigaciones es muy diferente ya que el de los autores húngaros plantea un caso inusual de enfermedad y muerte causada por *Coleps* sp. en porcentaje elevado (20 - 90 %) en los peces *Corydoras schultzei*, *Barbus tetrazona* y *Carassius auratus* de dos a cuatro semanas de edad, mantenidos en acuarios densamente poblados en el periodo de primavera y constituye el primer registro de pérdidas causadas por este ciliado en peces. Mencionan que las especies de este género habitan aguas superficiales y son euritópicas respecto a la temperatura.

Fuente de la infección

Según Scékely y Bereczky (1992) la introducción de *Coleps* sp. en los acuarios probablemente fue debida a quistes adheridos a la cubierta de los huevos de *Artemia salina* utilizada como alimento, aunque esto no se comprobó experimentalmente.

En la piscifactoría de Zacapu existe la posibilidad de que los quistes de *C. striatus* hayan sido transportados por el viento a los estanques de cultivo al desecarse charcas y arroyos cercanos, o bien por medio de aves o insectos.

Tallas de los hospederos y hábitat específico

La aparición de *C. striatus* fue esporádica y únicamente se presentó en la piel de ocho de los 556 peces revisados de las cuatro tallas manejadas y no mostró afinidad por peces de una edad determinada. Según la clasificación establecida por Grupcheva (1987) y tomando en cuenta la preferencia por la piel que mostraron los ciliados, esta especie es considerada como estenotópica. Los autores húngaros antes citados indican que *Coleps* spp. se encontró en la piel de crías de dos a cuatro semanas de edad de las siguientes especies de hospederos: *Corydoras schultzei*, *Barbus tetrazona* y *Carassius auratus* cultivados en acuarios con gran hacinamiento, la mortalidad se dió principalmente en los peces pequeños y débiles.

Patogenia

En la presente investigación no se registró sintomatología en los peces asociada a la presencia de *C. striatus* probablemente por ser escaso su número y su tamaño muy pequeño comparado con el área superficial de las carpas, no obstante como ya se indicó con anterioridad, estos organismos se alimentan directamente de la piel y el moco secretado por las células epidérmicas. Scékely & Bereczky (1992) enlistan los siguientes efectos del parásito: retardo en el crecimiento, disminución del apetito y movimiento, emaciación, deshilachamiento de aletas y muerte que sobrevino uno a dos días despues de las primeras manifestaciones; en ocasiones se encontraron en grandes cantidades formando masas en todo el cuerpo de los hospederos, siendo este el primer registro de mortalidad ocasionada en crías de peces por *Coleps* sp.

***Tetrahymena corlissi* Thompson, 1955**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
 Subclase Hymenostomatia Dèlage & Hérouard, 1896
 Orden Hymenostomatida Dèlage & Hérouard, 1896
 Suborden Tetrahymenina Fauré-Fremiet in Corliss, 1956
 Familia Tetrahymenidae Corliss, 1952
 Especie ***Tetrahymena corlissi*** Thompson, 1955

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*.

El registro de esta especie constituye el primero para el país, la localidad y la subespecie de carpa estudiada. A nivel mundial y previos a esta investigación, existen los trabajos de Thompson (1955 en Hoffman *et al.* 1975) a quien se debe la descripción de este ciliado en el sistema circulatorio de una larva de *Pseudotriton*, el de Speidel (1958 en Hoffman *et al.* 1975) en el ictalúrido *Ameiurus* y el de Hoffman *et al.* (1975) en poecílicos (*Poecilia reticulata*) e ictalúridos (*Ictalurus punctatus*).

Descripción de la especie

Cuerpo oval con el extremo anterior puntiagudo y el posterior redondeado de 38.7µm (29.6 - 51.0) de largo por 18.5 X 44.4 µm de anchura; cuerpo uniformemente cubierto por cilios arreglados en 26 (22 - 30) cinetias meridionales, una o dos de las cuales alcanzan el borde posterior del aparato bucal, el resto llegan hasta el extremo anterior o sutura por encima del aparato bucal. El aparato bucal posee una haplocinetia del lado izquierdo y tres policinetias oblicuas del lado derecho; aparato bucal cerca del polo anterior del cuerpo; macronúcleo oval a esférico de 6.17 X 10.22 µm; micronúcleo cercano al macronúcleo de 2 - 3 µm. (Figs. 47 - 49 y Tabla 24).

Tabla 24. Morfometría de *Tetrahymena corlissi*

	n	Prom. µm	Desv. STD	Coef Var.	Min. µm	Max. µm
Longitud del cuerpo	15	38.7	6.4	16.5	29.6	51.4
Anchura del cuerpo	15	24.1	6.5	27.2	18.5	29.6
Longitud del macronúcleo	15	10.2	1.8	18.3	8.0	14.0
Anchura del macronúcleo	15	6.1	1.3	21.1	4.0	7.8

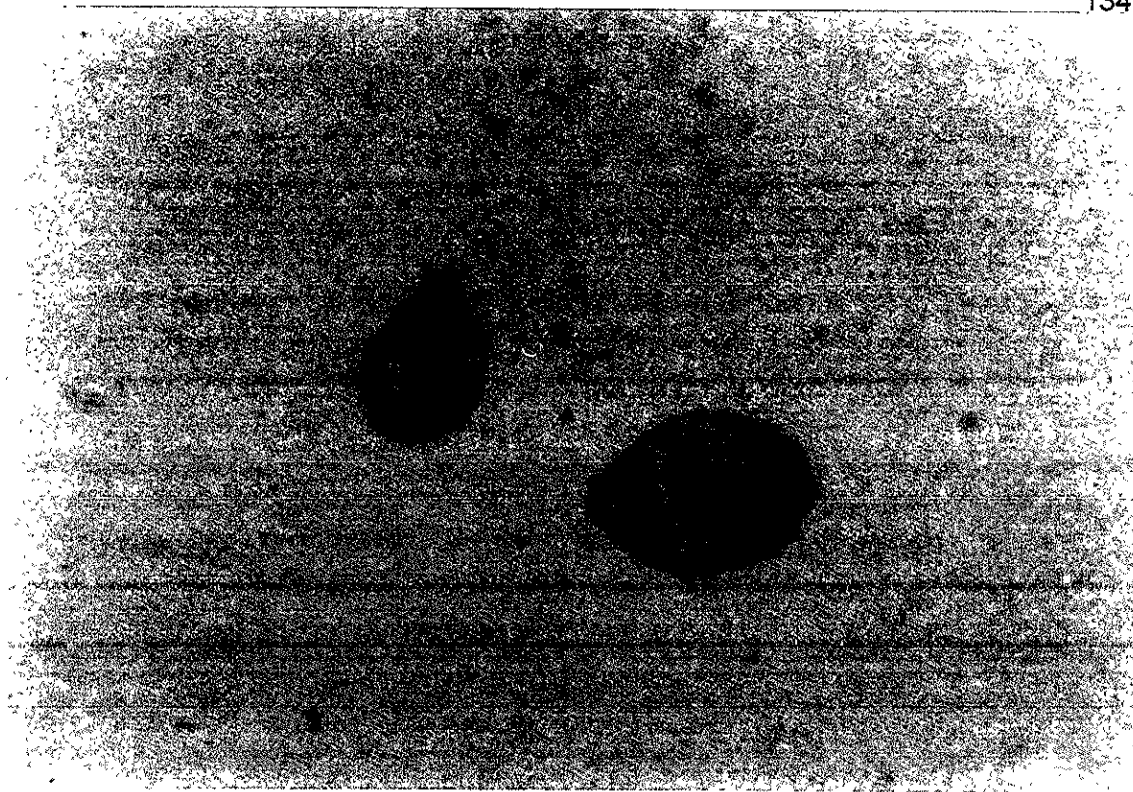


Fig. 47 *Tetrahymena corlissi*. Moco de las branquias. Se ponen de manifiesto las cinetias y el aparato nuclear. Impregnación con protargol. Campo claro. 100X.

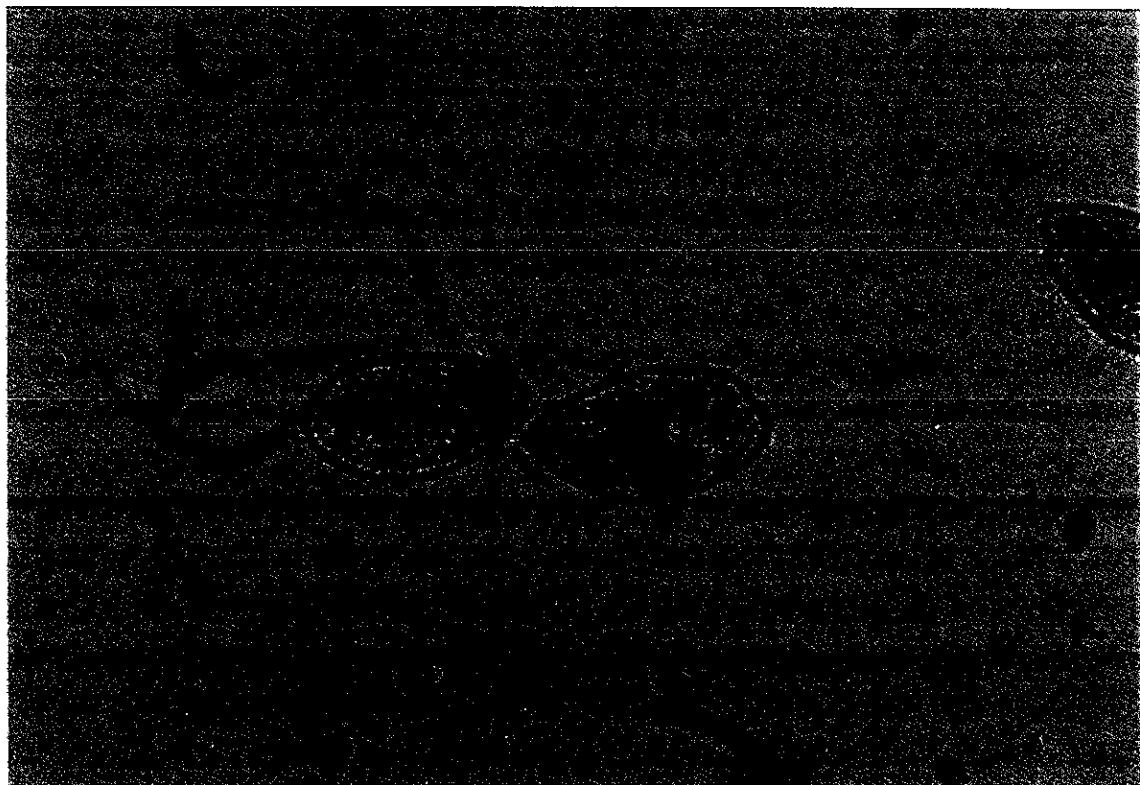


Fig. 48 *T. corlissi*. In vivo. Superficie de la piel. Resalta la ciliatura somática núcleo y vacuolas. Tinción vital con verde de metilo. Contraste de fases 100X.

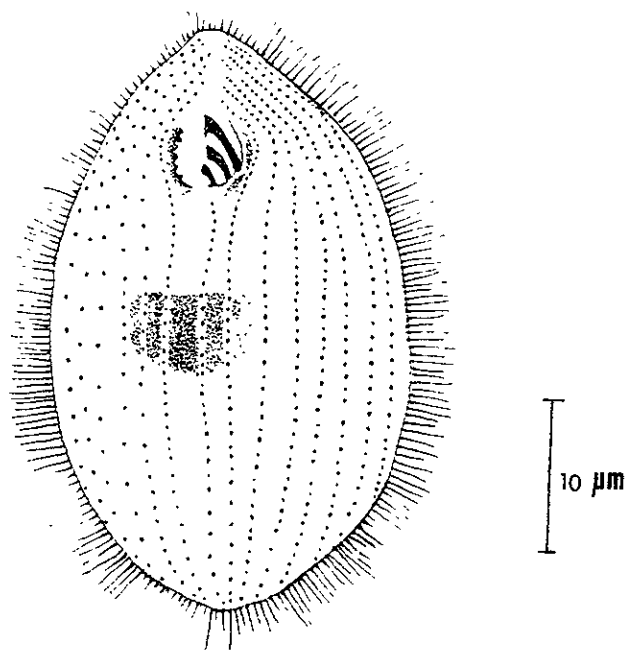


Fig. 49 *Tetrahymena corlissi*. Esquema general de un individuo.

Ecología

Distribución general

En once de los 14 muestreos realizados entre 1990 y 1992 se presentó *T. corlissi*; pero en febrero de 1990 así como en abril y agosto de 1991 no se detectó a este ciliado. A continuación se detallan los valores obtenidos en los parámetros ecológicos considerados para los tres años (Fig. 50).

En el primer mes de 1990 (invierno) se tuvo una prevalencia de 4.34%, abundancia de 0.45 e intensidad promedio de 10.5; en el mes siguiente (febrero) no hubo indicios de esta especie de ciliado, no obstante en marzo (primavera) volvió a encontrarse y el 14.89 % de los peces estuvieron parasitados con abundancia de 0.48 e intensidad promedio de 3.42; en mayo disminuyó la prevalencia a 2.12 con abundancia e intensidad promedio mínimas (0.04 y dos respectivamente); en el muestreo de verano (julio) ocho peces alojaron al ciliado siendo la prevalencia de 17 %, la abundancia de 0.61 y la intensidad de 3.62; en el último muestreo de ese año (octubre/otoño) la prevalencia, abundancia e intensidad fueron de 3.84 %, 0.07 y dos en cada caso.

En enero de 1991 solo un pez se encontró parasitado mostrando una prevalencia de 3.03 %, abundancia de 0.03 e intensidad de uno; en abril (primavera) y agosto (verano) no se observó a *T. corlissi*, sin embargo en octubre (otoño) seis peces la albergaron siendo la prevalencia de 9.67, la abundancia cercana a dos y la intensidad casi de 20.

Respecto a 1992, en el mes de febrero (invierno) el porcentaje de peces infectados fue de 4.44 con abundancia menor de dos e intensidad promedio de 38.5, en tanto que en mayo (primavera) la prevalencia aumentó a 16 %, la abundancia se mantuvo igual y la intensidad promedio disminuyó a 2.5; en agosto (verano) se tuvo una prevalencia de 29.41 y los otros dos parámetros fueron de 4.29 y 14.6; finalmente en septiembre (otoño) un solo pez presentó al ciliado (prevalencia de 4.54%) y la abundancia e intensidad fueron de 0.09 y dos respectivamente.

En resumen, los valores más altos de prevalencia ocurrieron durante los muestreos correspondientes a primavera-verano y verano-otoño de 1990 y 1992, las intensidades promedio mayores se registraron en otoño-invierno de 1991-1992 así como en verano de este último año.

Tallas de los hospederos

Los peces de todas las edades presentaron a *T. corlissi*; en las crías de 5 cm la prevalencia fue entre 3 y 6 %, la abundancia menor de la unidad y la intensidad promedio entre seis y 14 en branquias y piel respectivamente; en relación a las crías de 10 cm la prevalencia fue similar a la antes mencionada, se tuvo una abundancia entre 0.1 y 0.3 y la intensidad promedio entre cinco y seis. Alrededor del 9.17 % de los jóvenes albergaron a este ciliado con abundancia de 0.32 e intensidad de 3.5. Finalmente solo en el 2 % de los adultos se observó a *T. corlissi* con abundancia de 0.07 e intensidad de cuatro.

La prueba de G indicó que el parásito no tiene preferencia por una talla de hospedero en particular, siendo el valor calculado de 1.99, menor que la G de tablas que fue de 6.25 y 7.81 (alfa 0.1 y 0.05 respectivamente) (Fig. 51 y Tabla 25).

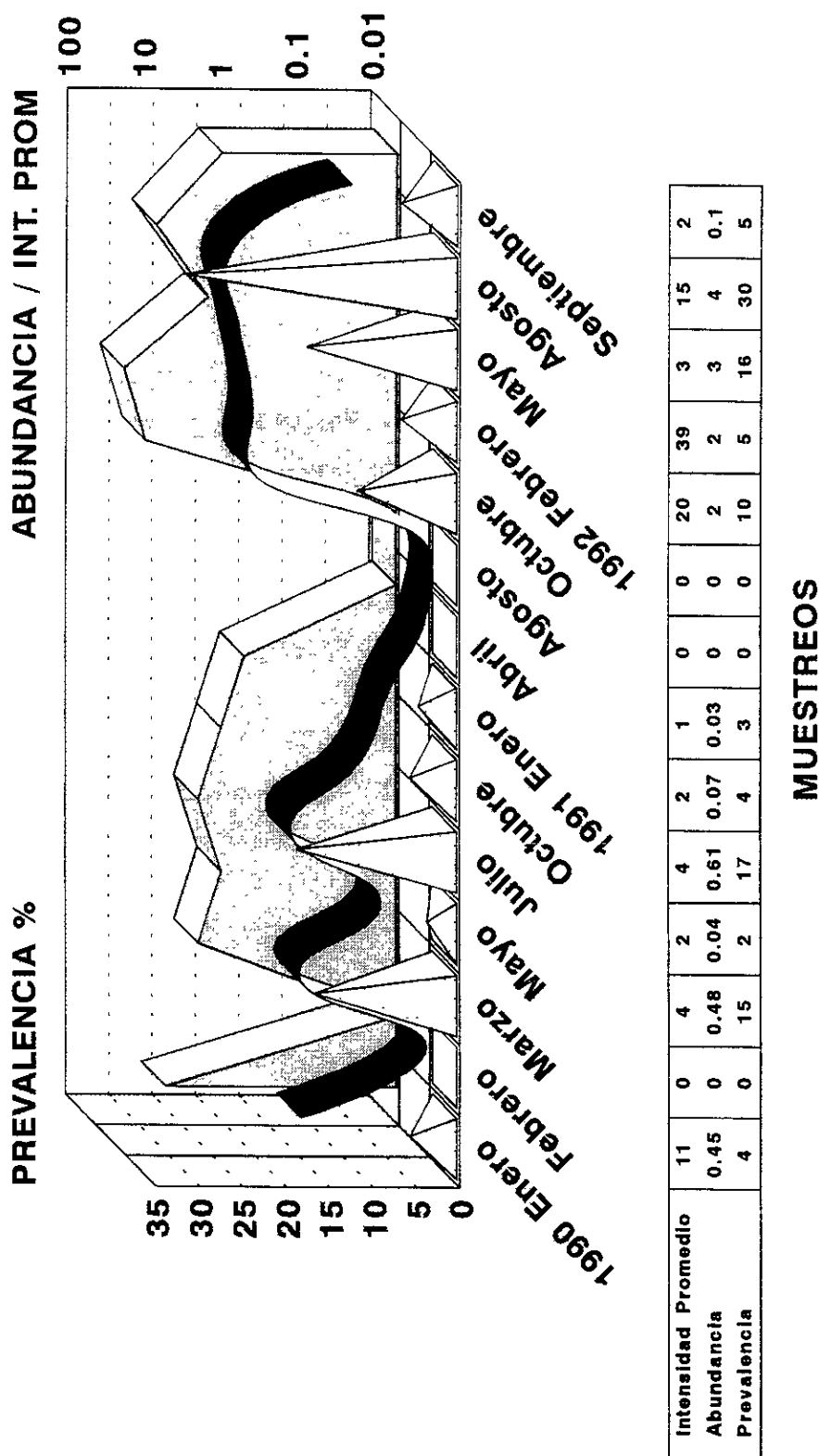


Fig.50 Parámetros ecológicos de la infección por *Tetrahymena corlissi* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992) (Prev., Abund. e Int. prom. totales considerando a todos los peces revisados)

Hábitat específico

Se cuantificaron 361 ejemplares de *T. corlissi* en 39 de los 556 peces examinados en el total de los muestreos, de los cuales 290 (80.33 %) se localizaron en la piel y 71 (19.67 %) en las branquias (Fig. 52 y Tabla 25). La prueba de G arrojó diferencias significativas a favor de la piel, siendo el valor obtenido de 5.32 y el de tablas entre 2.70 y 3.84 (alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso).

Periodo climático

Tomando en cuenta que pudiera influir la época de lluvias o sequía en los valores de los parámetros ecológicos de la infección por *T. corlissi* en los peces, se acudió también a la prueba de G, obteniendo un valor de -13.21 que al compararse con el valor estimado en tablas (2.70 alfa de 0.1 y 3.84 alfa 0.05) resultó considerablemente menor, mostrando claramente que el parásito puede ocurrir por igual tanto en la época de lluvias como en la de sequía (Fig. 52 y Tabla 26).

Discusión

Taxonómica

T. corlissi pertenece al orden Hymenostomatida que se caracteriza por que sus miembros poseen una sutura preoral, cavidad bucal bien definida típicamente con una haplocinetia del lado izquierdo y tres policinetias oblicuas del lado derecho; la mayoría de vida libre en cuerpos de agua dulce. Los representantes de la familia Tetrahymenidae tienen cuerpo piriforme oval a elongado, las bases de las policinetias de anchura uniforme; una a tres cinetias postorales, una de ellas estomatogénica. Los representantes del género *Tetrahymena* son únicos por su polimorfismo (estadios microstoma y macrostoma, quistes, etc.) y por mantener relaciones simbióticas con diversos hospederos (babosas, caracoles, bivalvos, gusanos, mosquitos, renacuajos y peces) aunque su hábitat es esencialmente dulceacuícola y edáfico.

El reconocimiento de especies se basa en gran medida en diferencias morfológicas, no obstante, en las especies de *Tetrahymena* hay gran conservación de la forma y, por consecuencia, dificultad para distinguir una especie de otras, por lo que en años recientes ha sido necesario aplicar análisis morfométrico multivariado y a nivel molecular, así como un control exhaustivo de las condiciones de los cultivos, reconociéndose actualmente alrededor de 35 especies (Grassé, 1993).

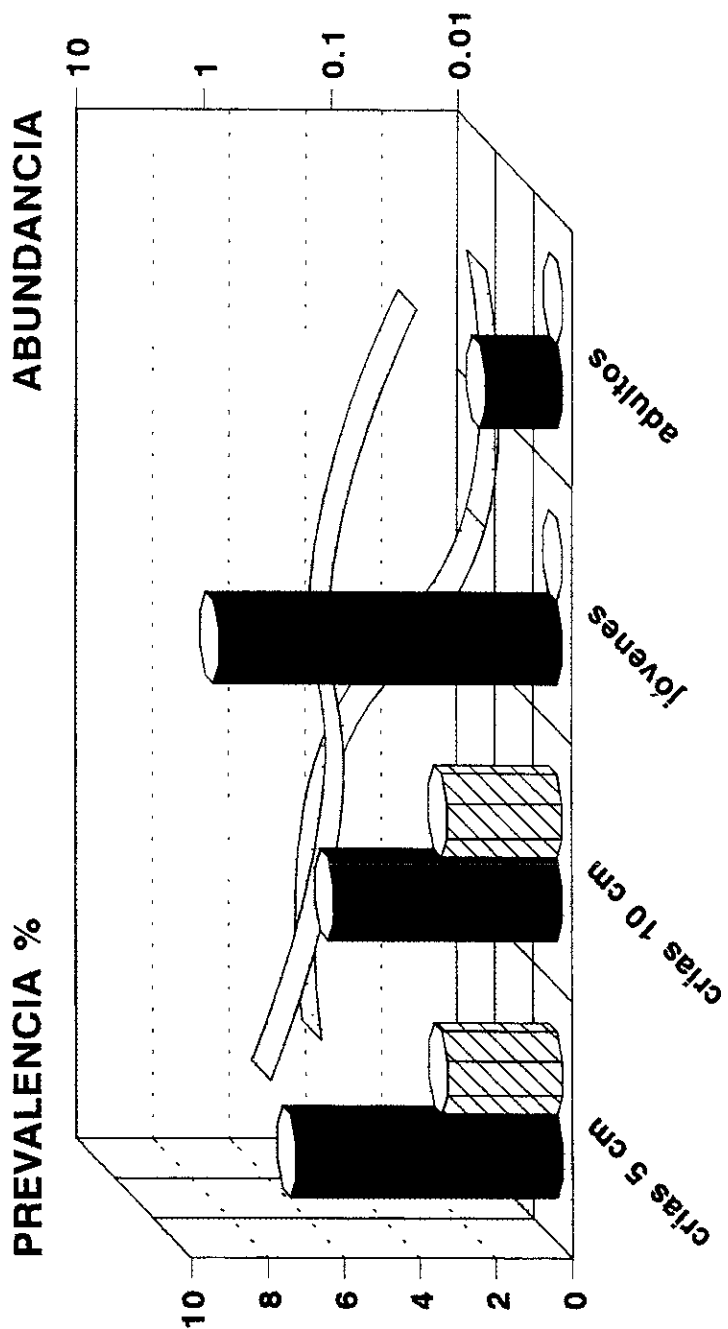
La especie de *Tetrahymena* asociada a los ciprínidos de la piscifactoría de Zacapu coincidió con las características señaladas por Hoffman *et al.* (1975) para *T. corlissi*, estos autores la encontraron tanto en peces de acuario (*Poecilia reticulata*) como en peces cultivados en estanques, principalmente *Ictalurus punctatus* en los Estados Unidos. La forma del cuerpo, longitud y anchura del mismo, el número de cinetias meridionales, la posición y el número de las mismas en la zona inferior del aparato bucal, colocación y forma de este último, así como la ciliatura oral y la forma y dimensiones del macronúcleo y micronúcleo, coincidieron en gran medida en las dos investigaciones, además resulta relevante el hecho de que estos organismos se encontraron, en ambos casos, asociados a peces cultivados de agua dulce en Norteamérica.

Tabla 25 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Tetrahymena cortissi*

examen.	Hospederos		parasitados		<i>Tetrahymena</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom +- SD	
	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias
crias 5 cm	14	7	198	41	7	3	1 +- 4	0.2 +- 0.7	14 +- 18	6 +- 3		
crias 10 cm	11	5	53	30	6	3	0.3 +- 0.7	0.1 +- 1.4	5 +- 5	6 +- 6		
jóvenes	10	0	35	0	9	0	0.3 +- 0.9	0	3.5 +- 3	0		
adultos	1	0	4	0	2	0	0.1 +- 0.1	0	4 +- 1	0		
total	36	12	290	71	6.5	2	0.5 +- 0.8	0.1 +- 0.6	8 +- 10	6 +- 4		

Tabla 26 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *Tetrahymena cortissi* en los dos periodos estudiados

examen.	Hospederos		parasitados		<i>Tetrahymena</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom. +- SD	
	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias
lluvias	23	12	167	71	7	4	0.5 +- 0.9	0.2 +- 0.8	7 +- 5	6 +- 5		
secas	12	0	123	0	5	0	0.5 +- 0.6	0	10 +- 14	0		
total	35	12	290	71	6	2	0.5 +- 0.8	0.1 +- 0.6	8 +- 10	6 +- 4		



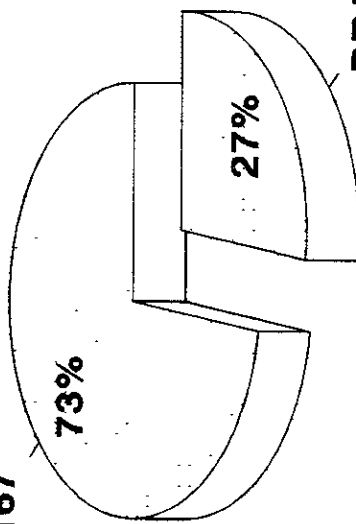
TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. □ Abundancia branq.

Fig.51 Prevalencia y Abundancia de la infección por *Tetrahymena corlissi* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

LLUVIAS

PIEL
167



BRANQUIAS
62

SEQUIA

PIEL
123

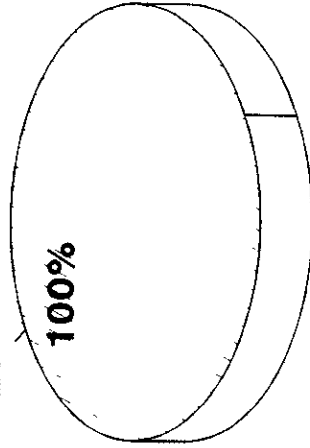


Fig.52 Hábitat específico de *Tetrahymena corlissi* Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Distribución geográfica

T. corlissi ha sido registrada en peces cultivados principalmente en Arkansas, Maryland, Michigan, Carolina del Norte, Tennessee, Virginia del Oeste y California. Este ciliado es común en la naturaleza y probablemente no tenga límites geográficos en Norteamérica (Hoffman *et al.* 1975), una especie semejante se ha registrado en Europa.

El primer estudio de *Tetrahymena* sp. en peces es el de Corliss (1979) en trucha arcoiris en París, Francia. *T. corlissi* fue descrita por primera vez por Thompson (1955 en Hoffman *et al.* 1975) en larvas de *Pseudotriton*.

Previo a la descripción de *T. corlissi*, hay varios registros que coinciden en gran medida con las características de esta especie: en peces *Abramis brama*, en salamandras en los estados de Illinois, Massachusetts, New Hampshire y Virginia; en aves de Missouri y en un infante de Texas (Hoffman *et al.* 1975).

También se cuenta con el registro a nivel genérico de Ferguson *et al.* (1987) quienes encontraron a este ciliado en salmones *Salmo salar* cultivados en Canadá.

El de este trabajo constituye el primer registro de *T. corlissi* para México, para la localidad y para la subespecie de ciprinido estudiada.

Dinámica de la infección

La presente investigación constituye uno de los pocos trabajos de corte ecológico a nivel mundial para el género *Tetrahymena* y para la especie *T. corlissi* en particular, asociada a ciprinidos cultivados en la granja piscícola de Zacapu, Michoacán, México.

Se ha encontrado a esta especie en numerosas ocasiones en peces cultivados (ver discusión taxonómica y distribución geográfica) pero el enfoque de los trabajos es meramente descriptivo, muy general, o bien taxonómico ó centrado en la patología de la especie. Se indicó con anterioridad que *T. corlissi* apareció en 11 de los 14 muestreos realizados entre 1990 y 1992, es decir que estuvo casi permanentemente presente en el agua de los estanques y en los peces. Los valores de los parámetros ecológicos de la infección nunca fueron muy elevados, no obstante en primavera-verano y verano-otoño de 1990 y 1992, así como en otoño-invierno 1991-1992 y otoño de ese último año se notaron los valores más altos de prevalencia e intensidad promedio.

El tratar de relacionar la presencia de los ciliados con la temperatura del agua de los estanques resultó difícil debido a que el ciliado se encontró tanto en temperaturas más o menos bajas (12.5 a 16.8°C) y también cuando alcanzaron los 27°C, por lo que es probable que sea una especie euritérmica.

Hoffman (1978) señala que el parasitismo facultativo de *T. corlissi* ha sido descrito en diversos peces dulceacuícolas cultivados en estanques en los Estados Unidos y Europa, así como en peces de acuario (guppies). Este organismo en forma común es de vida libre y aunque las razones para que torne hacia el parasitismo no han sido totalmente dilucidadas, posiblemente el alto contenido de materia orgánica en los estanques favorezca la alta población de ciliados previa al parasitismo. En las epizootias en los estanques de hibernación de los peces, los más débiles son los más susceptibles a la infección.

Bykhovskaya-Pavlovskaya (1964) en su clave de identificación de los parásitos de peces dulceacuícolas de la antigua Unión Soviética citan a la especie *T. pyriformis* como un ciliado que puede parasitar piel, branquias, nostrilos y, ocasionalmente órganos internos de larvas y crías de distintos peces (*Abramis brama*), pez blanco, ciprínidos y truchas en diversos cuerpos de agua dulce. Una forma de vida libre polisaprobica puede parasitar la superficie y también los órganos internos de los peces.

Fuente de la infección

Grassé (1993) menciona que *Tetrahymena* atraviesa por dos o tres fases durante su ciclo vital: una etapa asexual con fisión binaria en la cual aumentan las poblaciones de manera significativa; una fase en donde el organismo presenta el proceso sexual de la conjugación y en la cual hay recombinación genética y, en algunas especies, la etapa quística en donde los ciliados se rodean de una cubierta resistente ante condiciones adversas del ambiente. De estas fases fue observada únicamente la primera, aunque es posible que las otras dos también se presentaran.

Al ser comunes las especies de este género en ambientes polisaprobios no es de extrañar su presencia en los estanques de la granja piscícola y aunque no se analizaron muestras del sedimento, es muy posible que en el mismo existieran quistes a partir de los cuales los organismos emergieran para llevar vida activa.

Talla de los hospederos

En el presente estudio los ciprínidos de todas las tallas estudiadas alojaron a *T. corlissi*, no obstante el ciliado no mostró predilección o afinidad por peces de una talla en particular, lo que contrasta con las investigaciones donde se ha detectado a *T. corlissi* y a *T. pyriformis* en larvas y crías de *Pseudotriton*, pez brema y pez blanco, ciprínidos y truchas. Este ciliado es capaz de penetrar en los sacos vitelinos de las larvas y posteriormente migrar a otras localizaciones.

A nivel genérico se menciona que *Tetrahymena* parasitó a la trucha arcoiris de 15 mm, *Abramis brama* de 7 mm (Hoffman *et al.* 1975). Ferguson *et al.* (1987) investigaron una infección por *Tetrahymena* sp. en salmones (*Salmo salar*) de un año de edad.

Existen otras investigaciones respecto a *T. corlissi* en donde se indican los peces que le sirven de hospedero, más no se detallan las edades de los mismos.

Hábitat específico

Se ha encontrado a *T. corlissi* en piel, músculos de la cavidad corporal, vísceras y celoma de los peces, así como en el sistema circulatorio de las larvas de *Pseudotriton* y en el sistema nervioso de *Ameiurus* (Hoffman *et al.* 1975).

Tetrahymena sp. fue registrada en el craneo, nervios craneales y canal supraóptico de *Salmo salar* por Ferguson *et al.* (1987).

En la presente investigación, el 80 % de los individuos de *T. corlissi* que se cuantificaron fueron localizados en la piel de los peces, mostrando que en este caso la superficie de éstos fue su hábitat preferencial, únicamente Hoffman (1975) cita esta misma localización, en tanto que la mayor parte de los autores mencionados anteriormente señalan al sistema nervioso como ubicación principal. Grupcheva (1987) incluye a los ciliados asociados a dos ó más localizaciones pero con preferencia por alguna de ellas en el rubro de especies euritópicas, siendo este el caso de *T. corlissi*.

Patogenia

Hoffman *et al.* (1975) en su investigación encontraron que *T. corlissi*, ciliado de vida libre, aparentemente causó la muerte de gran número de guppies (*Poecilia reticulatus*) y ocasionalmente otros peces en acuarios y granjas piscícolas en diversas localidades de Estados Unidos. Al parecer la enfermedad ocurrió cuando tanto los peces como las poblaciones de ciliados estaban en alto nivel de densidad; las hembras de los peces murieron una semana despues de la infección y los machos a las tres semanas. Los ciliados se observaron en gran número en los vasos sanguíneos de un guppi muerto. *Tetrahymena* se ha encontrado repetidas veces y su acción patológica se ha establecido claramente mediante observaciones repetidas y pruebas histológicas, no obstante, no ha sido posible efectuar infecciones experimentales. Casi siempre la infección se manifiesta como pequeñas manchas blancas (1 mm) en piel y musculatura, acompañadas por descamación de la epidermis, elevación de las escamas y pérdida del equilibrio; las manchas blancas son áreas de necrosis que contienen a los ciliados. Los ciliados se observaron en gran número en los vasos sanguíneos de un guppi muerto.

Histológicamente se observaron en piel y musculatura de la pared corporal y también en el celoma, las dos primeras localizaciones fueron prácticamente corroídas por estos organismos; la necrosis de los músculos esqueléticos no se acompañó de hemorragia ni edema. En algunos casos hubo fuerte respuesta inflamatoria en áreas de la dermis y musculatura; algunos ciliados que penetraron profundamente fueron rodeados por fibroblastos. *Tetrahymena corlissi* ingiere eritrocitos, ya que el núcleo de éstos era visible en las vacuolas.

Por otra parte, la ulceración craneal en salmones (*Salmo salar*) de un año de edad estuvo asociada a la presencia de grandes cantidades de ciliados holotricos del género *Tetrahymena*. Se detectó inflamación subaguda pronunciada en relación con la invasión de los tejidos de la cabeza. Los efectos patológicos importantes fueron: erosión del cráneo acompañada por perineuritis de los nervios craneales y un reemplazo virtual del epitelio del canal supraóptico por los parásitos (Ferguson *et al.* 1987).

En este trabajo los ciliados se presentaron en número escaso y no hubo señales de daño alguno a la piel o a las branquias de los hospederos; en ningún momento se encontraron como endoparásitos.

Factores fisiológicos (inmunidad)

Pyle y Dawe (1985) realizaron experimentos para medir la respuesta de los anticuerpos aglutinantes del pez *Ictalurus punctatus* de un año de edad a antígenos solubles y particulados de *Tetrahymena pyriformis* administrados vía tres rutas distintas: parenteral, oral y tópica. Los anticuerpos específicos se produjeron también como respuesta a la administración de una preparación soluble de cilios del protozoario inoculado mediante inyección intramuscular, esta fue la única ruta que produjo niveles detectables de anticuerpos circulantes medidos por aglutinación directa de células vivas de *T. pyriformis*. La respuesta al antígeno soluble también tuvo un pico a las tres semanas.

Como se observa, este parásito es capaz de desencadenar respuesta inmune en *I. punctatus*, no obstante no se ha experimentado con otras especies del género *Tetrahymena* en especial *T. corlissi*, ni con otras especies de hospederos. Es importante recalcar que la inmunidad inducida por este ciliado puede hacer que los peces sean más resistentes a una reinfección.

***Epistylis hentscheli* Kahl, 1935**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
 Subclase Peritrichia Stein, 1859
 Orden Sessilida Kahl, 1933
 Familia Epistylididae Kahl, 1933
 Especie ***Epistylis hentscheli*** Kahl, 1935

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*

Descripción de la especie

Organismo colonial; los zooides en vivo miden 110 - 170 X 38 - 160 μm , fijados y teñidos alcanzan unas dimensiones de 73 - 102 X 55 - 65 μm ; película con estriaciones finas; pedúnculo ramificado con una longitud aproximada de 1.5 a 2.0 mm y un diámetro de 7.1 μm carente de espasmonema; labio peristomal ligeramente más amplio que el diámetro del cuerpo; vacuolas alimenticias situadas centralmente; macronúcleo en forma de "C" dispuesto en forma oblicua al eje del cuerpo; el micronúcleo no se observó; colonias de 1.6-2.1 mm con numerosos zooides (hasta 370); de vida libre (Figs. 53 - 55 y Tabla 27).

Tabla 27 Morfometría de *Epistylis hentscheli*

	n	Prom. μm	Desv. STD	Coef. Var	Mín. μm	Máx. μm
Longitud del zooide	11	83.58	9.85	11.79	73	102
Diámetro del zooide	11	61.98	4.14	6.68	55	69
Diámetro del peristoma	11	30.05	1.03	3.44	28	32
Longitud del pedúnculo	11	1875	155.32	8.28	1500	2000
Diámetro del pedúnculo	11	7.13	0.24	3.43	6.6	7.5
Longitud de la colonia	11	1986	141.66	7.13	1600	2100

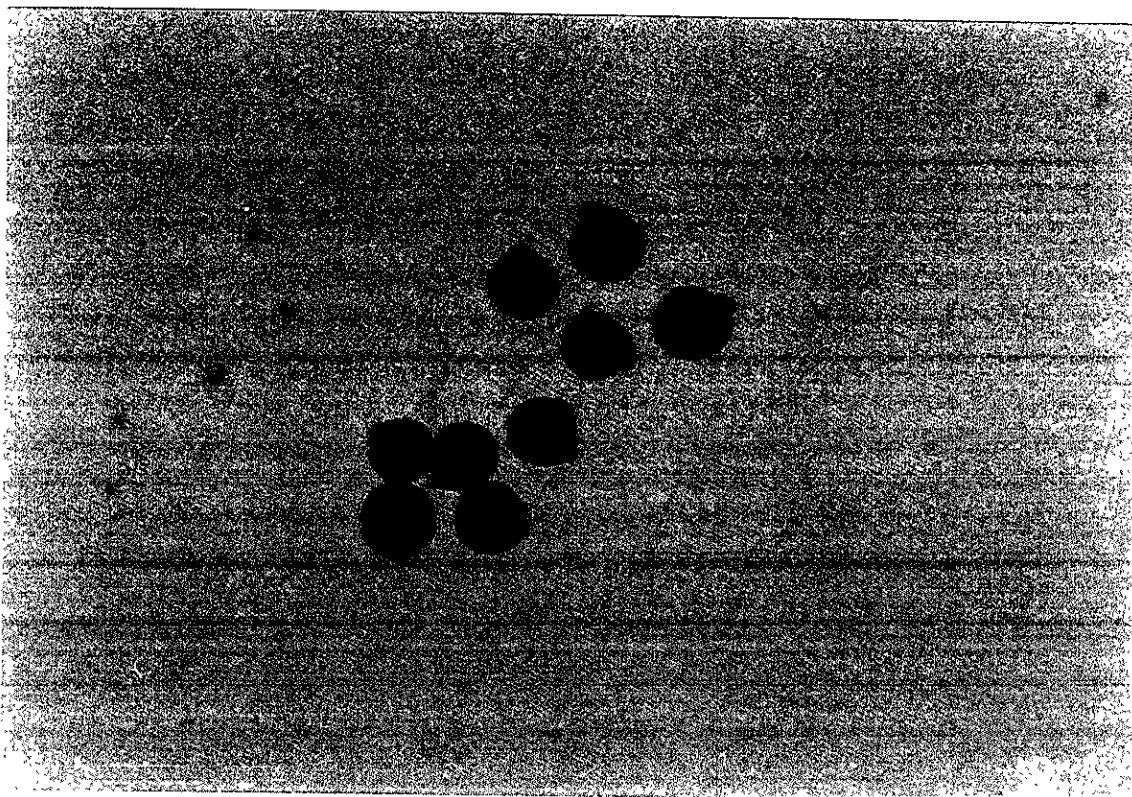


Fig. 53 *Epistylis hentscheli*. Superficie de la piel. Macronúcleo y pedúnculo ramificado. Tinción con hematoxilina de Harris. Contraste de fases. 40X.



Fig. 54 *E. hentscheli*. Moco de la piel. Ciliatura bucal, macronúcleo y mionemas somáticos. Carbonato de plata amoniacaal piridinado. Campo claro. 100X.

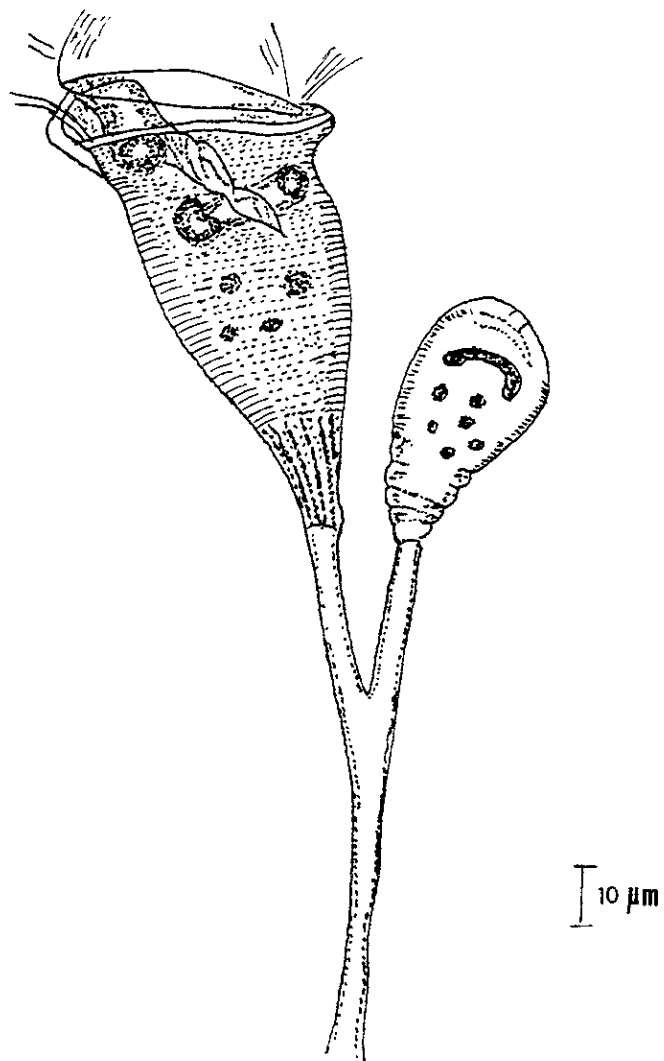


Fig. 55 Esquema general de dos individuos de una colonia de *Epistylis hentscheli*.

Ecología

Distribución general

E. hentscheli se detectó en la piel y branquias de las carpas en cinco de los 14 muestreos realizados. La abundancia e intensidad promedio se calcularon con base en el número de colonias y no al número de individuos.

El ciliado estuvo presente en enero y marzo de 1990, en el primer mes la prevalencia fue del 13 %, con abundancia de cuatro e intensidad promedio de casi 29. Para el mes de marzo la prevalencia disminuyó a 2 % con abundancia menor a la unidad e intensidad de uno.

Las colonias de este ciliado volvieron a registrarse hasta agosto y octubre de 1991 con prevalencias de 9 y 17 %, abundancia menor a uno e intensidad promedio entre dos y cuatro respectivamente. El último mes en que se detectó a este peritrico fue en septiembre de 1992, donde el 23 % de los peces lo presentaron, con abundancia de seis e intensidad de 27. En resumen, la presencia de esta especie fue esporádica con tres picos en los parámetros ecológicos, uno en los últimos meses del invierno 1989-90, otro en verano-otoño de 1991 y el último en otoño de 1992 (Fig. 56).

Tallas de los hospederos

E. hentscheli se encontró en las carpas de todas las tallas consideradas (Fig. 57 y Tabla 28); en las crías de 5 cm los valores de los parámetros ecológicos fueron bajos, con prevalencias menores a tres, abundancia por debajo de la unidad e intensidad entre dos y 21 en branquias y piel. En las crías de 10 cm la prevalencia fue entre uno y cinco, la abundancia menor a la unidad y la intensidad entre dos y cinco en los dos hábitats estudiados.

En los jóvenes la prevalencia varió entre 5.5 y 6.5, abundancia menor a 1.5 e intensidad de 2 y 23 en branquias y piel respectivamente. Respecto a los adultos, el ciliado estuvo presente en la piel del 12 % de los peces con abundancia menor a uno e intensidad de dos.

Aunque aparentemente los valores de los parámetros ecológicos se fueron incrementando con la edad de los hospederos, al llevar al cabo la prueba de G el valor obtenido (2.79) fue menor a la G estimada en tablas (6.25 y 7.81 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso), lo que indica de manera clara que el ciliado no tiene preferencia por una talla de carpa en particular.

Hábitat específico

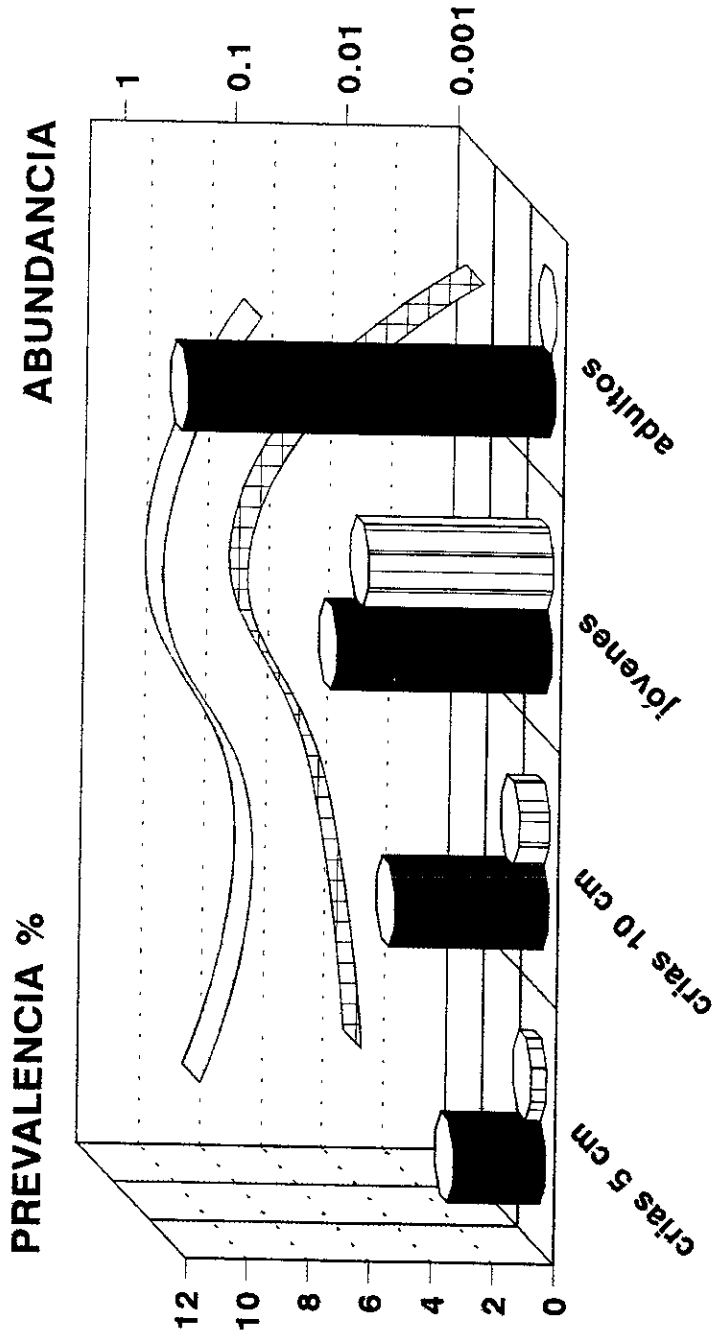
El número de colonias de *E. hentscheli* cuantificadas en el total de los muestreos y en los dos hábitats estudiados fue de 359, correspondiendo 341 (95 %) a la piel y 18 (5 %) a las branquias (Fig. 58 y Tabla 29). La prueba de G mostró que sí hubo diferencias significativas a favor de la piel, ya que el resultado obtenido fue de 4.59, mayor que el de tablas que fue de 2.7 y de 3.84 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso, por tanto la superficie externa de los peces resultó ser el hábitat preferencial de estos peritricos.

Tabla 28 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Epistylis hentscheli*

Hospederos -examin.	parasitados		<i>Epistylis</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom.		
	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	
crías 5 cm	210	6	1	127	2	2.85	0.47	0.60 + - 2.4	0.01 + - 0.05	21.1 + - 8.7	2 + - 0.51
crías 10 cm	186	9	2	42	4	4.83	1.08	0.22 + - 1.0	0.02 + - 0.11	4.6 + - 3.1	2 + - 0.51
jóvenes	109	7	6	161	12	6.42	5.50	1.47 + - 6.8	0.11 + - 0.51	23 + - 6.8	2 + - 0.51
adultos	51	6	0	11	0	11.76	0	0.21 + - 0.2	0	1.83 + - 0.5	0
total	556	28	9	341	18	5.03	1.61	0.61 + - 1.7	0.03 + - 0.1	12.17 + - 10	2 + - 0.70

Tabla 29 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *Epistylis hentscheli* en los dos periodos estudiados

Período climático	Hospederos		parasitados		<i>Epistylis</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Int. prom. + - SD	
	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias
lluvias	329	20	3	180	6	6	1	0.54 + - 2	0.01 + - 0.1	9 + - 10	2 + - 0.7	
secas	227	7	6	161	12	3	3	0.71 + - 1.3	0.05 + - 0.1	23 + - 10	2 + - 0.7	
total	556	27	9	341	18	5	2	0.61 + - 1.7	0.03 + - 0.1	13 + - 10	2 + - 0.7	



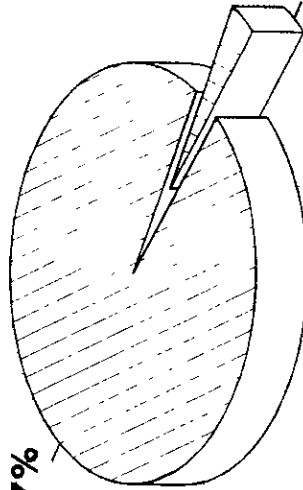
TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. ▨ Abundancia branq.

Fig.57 Prevalencia y abundancia de la infección por *Epistylis hentscheli* en piel y branquias de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas (La abundancia está calculada en base al número de colonias)

LLUVIAS

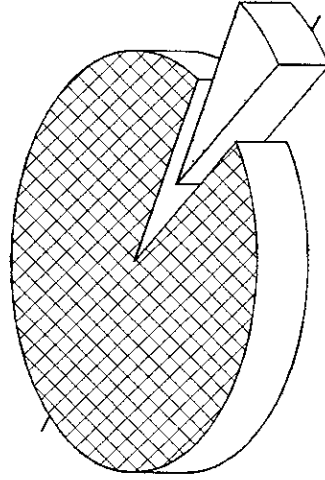
PIEL 180
97%



BRANQUIAS 6
3%

SEQUIA

PIEL 161
93%



BRANQUIAS 12
7%

Fig.58 Hábitat específico de *Epistylis hentscheli*. Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Periodo climático

En relación a las épocas de muestreo, lluvias o sequía de los tres años de estudio, se concentraron los datos en la tabla 29, en donde se aprecia una mayor prevalencia en lluvias que en sequía, abundancias similares en ambos periodos e intensidad promedio mayor en sequía que en lluvias, no obstante, la prueba de G indicó de manera clara que esta especie se distribuye uniformemente a lo largo del año, sin una marcada predilección por alguno de los periodos climáticos (G calculada = -12.59; G estimada entre 2.70 y 3.84 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso).

Discusión

Taxonómica

La forma de los zooides, así como sus dimensiones de longitud y anchura; el diámetro del peristoma y su arreglo oblicuo; las estriaciones de la membrana; las medidas del pedúnculo; la forma y posición del macronúcleo, así como el tamaño de la colonia y el número de zooides fueron comparados con las diversas especies de *Epistylis* y se llegó a la conclusión de que la especie es *E. hentscheli*. Hentschel (1916 en Foissner *et al.* 1992) citó a esta especie de peritrico en su trabajo como *Epistylis* sp. obtenida de cuerpos de agua dulce de Hamburgo, Alemania y, por otra parte Kahl en su revisión de 1935 la describió como *E. hentscheli*.

Distribución geográfica

Algunas especies del género *Epistylis* se han registrado en artrópodos acuáticos, particularmente acociles y en caparazones de tortugas en Norteamérica (Crites, 1977) y Mayén-Estrada (1997)* localizó colonias de diversas especies de este peritrico en acociles recolectados en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. En Europa se han presentado en peces de aguas cálidas (Kahl, 1930; Lom, 1966).

En Norteamérica los registros en peces se han realizado únicamente en salmónidos, salvo dos excepciones. En 1976 se encontraron masas gelatinosas grisáceas de más de 6.8 cm de diámetro y de una altura de 1.2 cm sobre la piel, cubriendo las escamas de las regiones laterales del cuerpo de *Micropterus dolomieu*, *Ambloplites rupestris* y *Aplodinotus grunnius*, peces recolectados en el Lago Erie, Ottawa (Crites, 1977).

Por otra parte, Foissner *et al.* (1992) citan numerosos trabajos realizados en cuerpos de agua dulce y en sistemas de tratamiento de aguas en Alemania en donde encontraron a *E. hentscheli* cuantificándose en el mes de octubre alrededor de 500 individuos/cm² en ambientes alfamosaprobios, y un máximo de 8000 individuos/cm² en el verano con temperaturas entre 2 y 15°C, pH entre 7.2 y 7.6, concentración de oxígeno entre 7 y 12; 2 - 8 mg/l de CO₂; 0 - 19 mg/l de NH₄ y 1 - 7 X 10⁶ bacterias/ml.

* Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados Asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias UNAM. 238 pp.

Viljoen y Van As (1983) identificaron a *Epistylis transvaalensis* en la piel de peces de la especie *Pseudocrenilabris philander* en Transvaal, Sudafrica.

El registro de este trabajo es el primero en piel y branquias de peces de la subespecie *C. carpio rubrofruscus* cultivados en estanques rústicos de la granja piscícola Zacapu, Michoacán, México.

Patogenia

Hubert y Warner (1975) registraron una epizootia del ciliado *Epistylis* en el pez gato *Ictalurus punctatus*; las colonias aparecieron primero en las puntas de las aletas dorsal y pectoral, extendiéndose y erosionando el tejido y hueso, así como la región anterior del cuerpo de los peces. La mortalidad ocurrió cuando el ciliado cubrió y erosionó grandes extensiones de la piel con el disco basal de los pedúnculos; estos autores señalan que es posible que distintas especies de *Epistylis* ataquen a los peces en forma diferente.

En el trabajo de Crites (1977) el ciliado identificado fue *Epistylis niagarae* Kellicott, 1883 cuyos pedúnculos primarios penetraron la epidermis, llegando a la hipodentina de las escamas de los peces, las cuales se observaron erosionadas. Únicamente la parte posterior y más externa de las escamas fue colonizada por los ciliados. La penetración de la epidermis por éstos ciliados puede producir efectos que favorezcan la invasión por otros ciliados, como es el caso de *Trichodina* sp. e *I. multifiliis* en la misma área de adhesión que *Epistylis*.

Overstreet y Howse (1977) estudiaron las relaciones entre peces centrárquidos, el ciliado peritríco pedunculado *Epistylis*, invasores secundarios y el estrés. La enfermedad conocida como "red sore" ó úlcera roja aqueja a más de la mitad de los peces capturados en agua dulce y salobre de Mississippi, e involucra en ocasiones más de la mitad del tegumento de diversas especies de peces. Las respuestas patológicas son diversas; las áreas que rodean a las colonias exhiben hiperplasia epitelial y hemorragia extensiva con proliferación de la dermis. En algunos peces las lesiones profundas exponen los huesos y la colágena reemplaza al músculo esquelético degenerado, abarcando la epidermis y dermis, presentándose también hiperemia.

Hazen *et al.* (1978) detallan severas epizootias ocasionadas por la úlcera roja en algunas especies de peces de interés comercial, causandoles mortalidad elevada. Se mencionaba en anteriores trabajos que el agente etiológico era el ciliado peritríco *Epistylis* sp. aunado a los efectos de la bacteria *Aeromonas hydrophila* que produce septicemia hemorrágica que los conduce a la muerte, no obstante estos investigadores pudieron demostrar que ni el pedúnculo ni el disco basal del ciliado presentan organoides capaces de producir enzimas líticas, en tanto que *A. hydrophila* secreta poderosas enzimas líticas, por lo que concluyen que *Epistylis* es un comensal benigno y la bacteria el principal agente etiológico de la enfermedad.

Hoffman (1978) incluye al género *Epistylis* en su trabajo acerca de los ciliados asociados a peces dulceacuícolas citando que estos organismos pueden ser parásitos o comensales con especificidad hospedadora, adhiriéndose a los peces a través del disco basal. Si los organismos son numerosos, causan irritación y ulceración de la piel y de las branquias e infecciones secundarias por bacterias son comunes. Los parásitos están presentes generalmente en aguas con elevado contenido orgánico.

En Sudáfrica se cuenta con dos unidades de producción del pez gato *Clarias gariepinus*, en donde en 1987 se tuvo una mortalidad del 90 % de las crías de dos a cinco días de edad por obstrucción física de las branquias como resultado de una fuerte infestación con organismos del género *Epistylis* (Bragg, 1988).

Arthur (1987) identificó a *Epistylis transvaalensis* en la piel de peces silvestres y cultivados de la especie *Ophiocephalus striatus* en Transvaal, Sudáfrica, encontrando que una pobre calidad del agua en los estanques de cultivo conlleva a problemas de salud en los peces.

En la presente investigación *Epistylis hentscheli* fue aparente en piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus*, en la primera localización, las colonias se encontraban adheridas al borde de las escamas y casi siempre en relación con *Apiosoma piscicola*; en las branquias el ciliado se ubicó principalmente en los filamentos de estos órganos. En ninguno de estos órganos hubo daños.

***Carchesium polypinum* (Linneo, 1758) Ehrenberg, 1830**

Taxonomía

- Subreino Protozoa Goldfuss emend. Von Siebold, 1846
- Phylum Ciliophora Doflein, 1901
- Subphylum Cyrtophora Small, 1976
- Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
- Subclase Peritrichia Stein, 1859
- Orden Peritrichida Stein, 1859
- Suborden Sessilina Kahl, 1933
- Familia Vorticellidae Linneo, 1767
- Carchesium polypinum* (Linneo, 1758) Ehrenberg, 1830**
- Sin. *Sertularia polypina* Linneo, 1758
- C. polypinum* Ehrenberg, 1830
- C. corymbosum* Penard, 1922

Localización en el hospedero: Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus*.

En México, el registro de esta especie es el tercero, pero es el primero para la especie de hospedero analizada.

Descripción de la especie

Organismo colonial; zooides en forma de cono a cilíndricos que se angostan rápidamente hacia el pedúnculo, con una longitud de 80 - 140 μm en vivo, fijados y teñidos alcanzan de 50 - 87 μm ; diámetro de 43 - 78 μm ; película con 85 - 100 estriaciones de tipo cóncavo; pedúnculo ramificado con una longitud aproximada de 1 mm y un diámetro de 7.3 μm , cada rama con su espasmonema independiente; zona adoral de cilios compuesta por tres policinetias espirales en un solo plano; área peristomal convexa; el labio peristomal es más amplio que el diámetro del cuerpo; vacuolas alimenticias situadas centralmente; macronúcleo sumamente alargado en forma de banda con un pliegue a la mitad de su longitud, descansando en forma oblicua al eje del zooide; micronúcleo oval situado entre las terminaciones del macronúcleo; colonias de 1 - 2 mm de largo; de vida libre o asociado con moluscos, larvas de insectos y peces. (Figs. 59 - 61 y Tabla 30).

Tabla 30. Morfometría de *Carchesium polypinum*.

	n	Prom. μm	Desv. STD	Coef. Var.	Mín. μm	Máx. μm
Longitud del zooide	10	77.04	19.16	24.87	50	101
Diámetro del zooide	10	56.15	10.37	18.47	43	78
Diámetro del peristoma	10	25.08	0.59	2.38	24	25.85
No. de estriaciones	10	92.00	6.54	7.11	80	100
Longitud del pedúnculo	10	94.23	63.76	67.66	860	1050
Diámetro del pedúnculo	10	7.10	0.17	2.43	6.80	7.3
Longitud de la colonia	10	94.58	183.31	193.82	645	1300



Figs. 59 y 60 *Carchesium polypinum*. Zooides implantados en la superficie corporal del hospedero mostrando los mionemas somáticos, el macronúcleo en forma de banda y pedúnculo ramificado con espasmonemas independientes. Carbonato de plata amoniacal piridinado. Campo claro 100X y 40X.



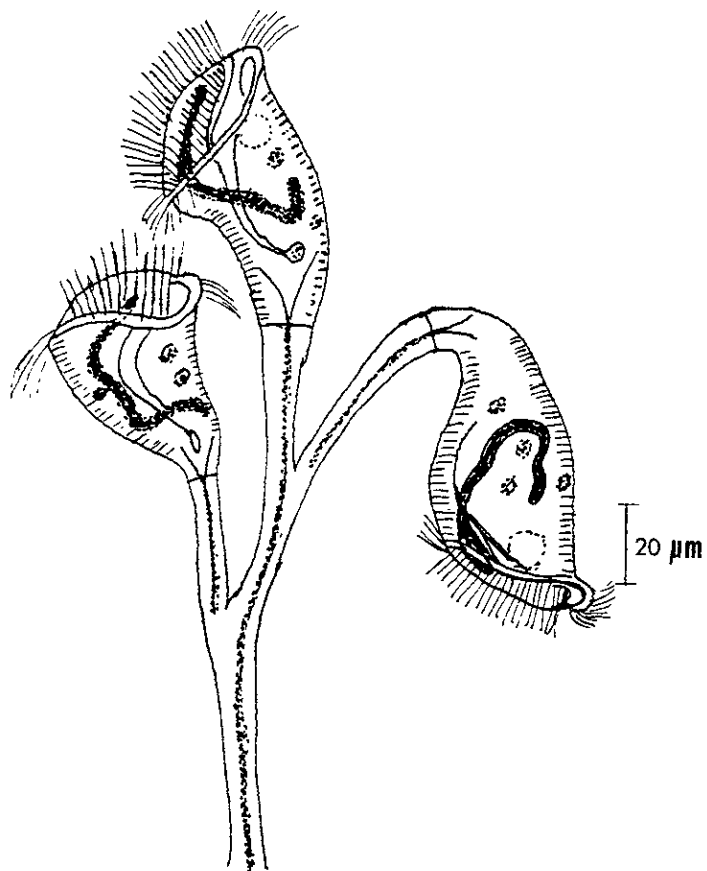


Fig. 61 Esquema general de una colonia de *C. polypinum*.

Ecología

Distribución general

La presencia de *Carchesium polypinum* fue incidental, localizándose en la piel y branquias de tres de los 556 peces revisados, correspondiendo a los muestreos de enero de 1990, octubre de 1991 y septiembre de 1992 (Fig. 62).

De los 46 peces analizados en el primer mes de 1990 (invierno), solo en la piel de uno de ellos se localizaron tres colonias del ciliado, con una abundancia menor a uno e intensidad promedio de tres.

En octubre (otoño) de 1991, se registraron seis colonias del peritrico en la piel de uno de los 62 peces analizados, siendo el porcentaje de hospederos infectados menor de uno y la intensidad promedio de seis.

En relación al año de 1992, en el mes de septiembre (otoño) solo uno de los 22 peces revisados mostró dos colonias de este ciliado en las branquias, siendo la abundancia menor a uno y la intensidad promedio de dos.

Tallas de los hospederos

C. polypinum se presentó únicamente en una carpa joven y en dos crías de 10 cm, en los tres casos la prevalencia y la abundancia fueron menores a uno, y la intensidad promedio se mantuvo entre dos y seis. Aún cuando los parámetros ecológicos fueron tan bajos y la aparición del ciliado incidental, se aplicó la prueba de G, arrojando un valor de 1.66, bastante menor que la G obtenida en tablas que fue de 6.2 y de 7.8 (alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso), lo cual indica con claridad que la distribución del ciliado es similar en las diferentes tallas de los hospederos, es decir, que no hay preferencia del ciliado por una talla de carpa en particular (Fig. 63 y Tabla 31).

Hábitat específico

El número total de colonias de *C. polypinum* cuantificadas en el total de los muestreos y en los dos hábitats estudiados, piel y branquias, fue de once, correspondiendo nueve colonias (81.8 %) a la piel, y dos a las branquias (18.2 %) (Fig. 64 y Tabla 32).

Se acudió a la prueba de G, no encontrándose diferencias significativas entre la piel y las branquias, es decir, el ciliado puede optar por uno u otro sitio para adherirse (G obtenida = 0.148; G de tablas = 2.7 y 3.8 con un alfa de 0.1 y 0.05 respectivamente).

Periodo climático

Considerando que pudieran registrarse fluctuaciones en los parámetros ecológicos de la infección por *C. polypinum* respecto a la época de lluvias o de sequía de los tres años de estudio, se concentraron los datos en la tabla 32 en donde se aprecia que la prevalencia, intensidad promedio y abundancia son similares en los dos periodos. La prueba de G indicó de manera clara que esta especie se distribuye de manera uniforme a lo largo del año, sin una marcada predilección por alguno de los periodos climáticos (G calculada = - 13.9; G de tablas = 2.7 y 3.8 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso (Fig. 64 y Tabla 32).

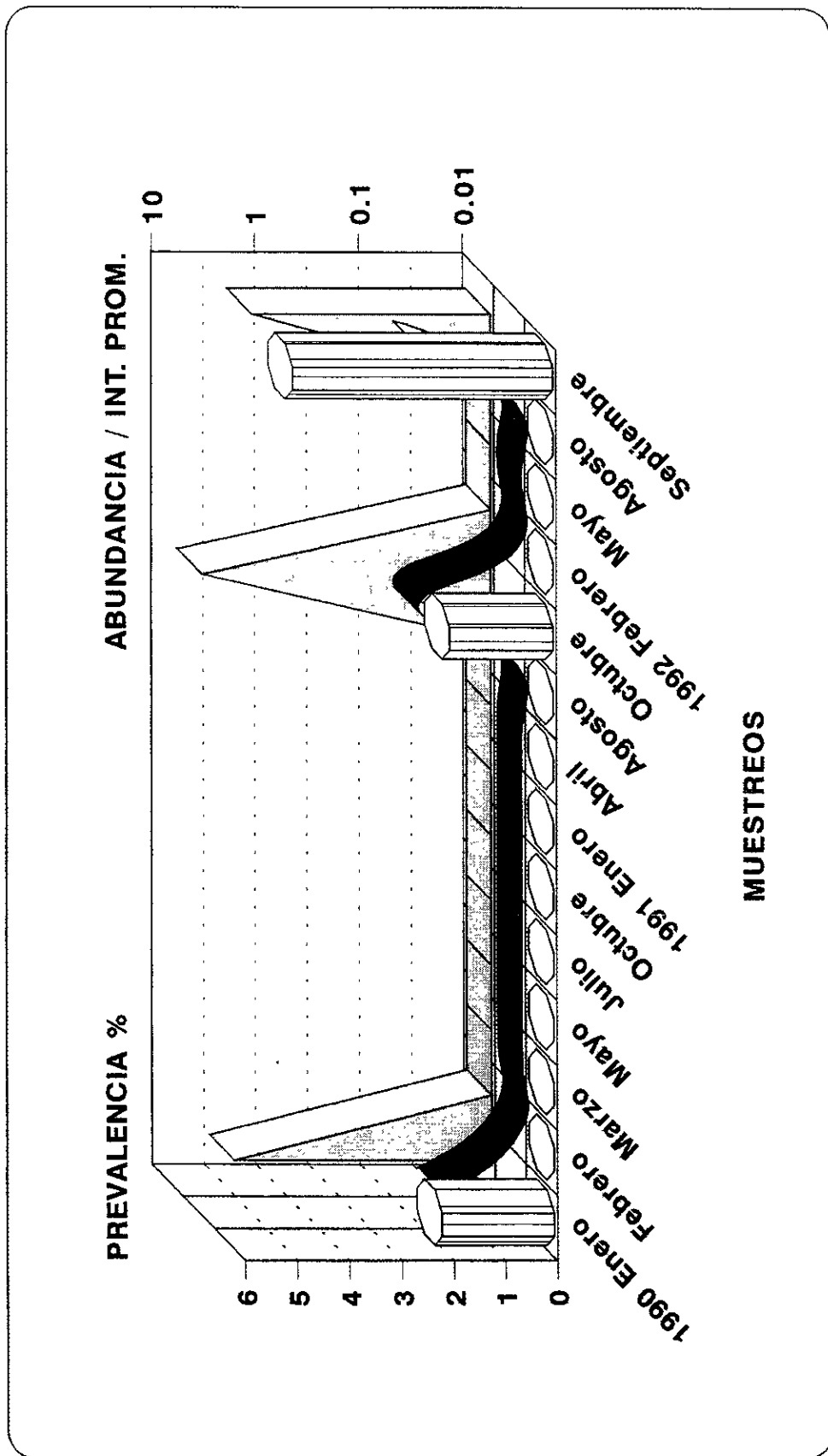


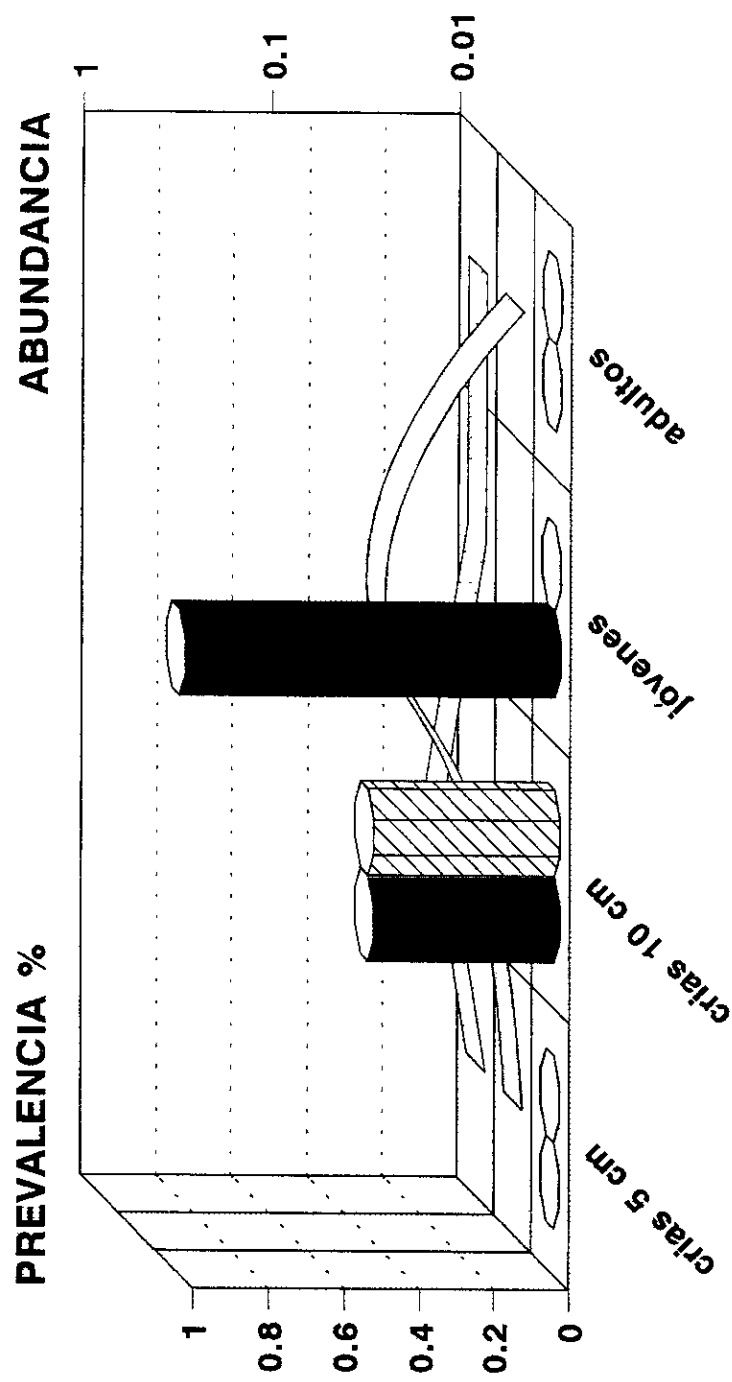
Fig.62 Parámetros ecológicos de la infección por *Carchesium polypinum* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992) (La abundancia e intensidad promedio se calcularon en base al número de colonias)

Tabla 31? Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas con *Carchesium polypinum*

examenin.	Hospederos		<i>Carchesium</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad prom.	
	Parasitados		<i>Carchesium</i>		piel		piel		piel	
	Piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias
crias 5 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
crias 10 cm	1	1	3	2	0.53	0.53	0.016 +- 0.01	0.01 +- 0.02	3 +- 0.77	2 +- 0.51
jóvenes	1	0	6	0	0.91	0	0.055 +- 0.02	0	6 +- 1.54	0
adultos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	2	1	9	2	0.36	0.18	0.016 +- 0.02	0.0035 +- 0.02	4.5 +- 1.67	2 +- 0.51

Tabla 32 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* con *Carchesium polypinum* en los dos periodos estudiados

Periodo climático	Hospederos		<i>Carchesium</i>		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad Prom. +- SD	
	parasitados		<i>Carchesium</i>		piel		piel		piel	
	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias	piel	branquias
lluvias	1	1	6	2	0.30	0.30	0.18 +- 0.029	0.006 +- 0.02	6 +- 2	2 +- 0.66
secas	1	0	3	0	0.44	0	0.01 +- 0.02	0	3 +- 1.11	0
total	2	1	9	2	0.36	0.18	0.01 +- 0.02	0.003 +- 0.02	4.5 +- 1.67	2 +- 0.51



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. □ Abundancia branq.

Fig.63 Prevalencia y abundancia de la infección por *Carchesium polypinum* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas
 (La abundancia se calculó en base al número de colonias)

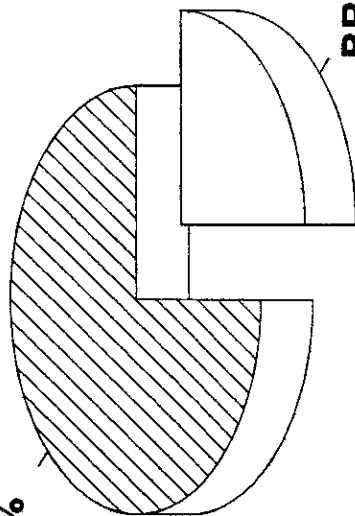
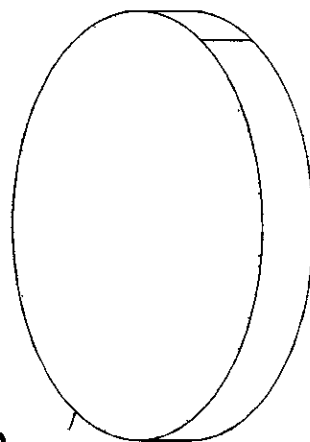
LLUVIAS**SEQUIA****PIEL 6
75%****PIEL 3
100%****BRANQUIAS 2
25%**

Fig.64 Hábitat específico de *Carchesium polypinum*. Período climático : Lluvias y sequía
Se indica el número total de colonias en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Discusión

Taxonómica

Al revisar los trabajos de Kahl (1930), Stiller (1971), Viljoen y Van As (1983), así como el de Foissner *et al.* (1992) y comparar las características de las colonias de peritricos encontradas en los peces de Zacapu, se estableció una notoria similitud, coincidiendo con la morfología de *Carchesium polypinum*, cabe señalar que Foissner *et al.* (1992) indican que esta especie puede ser de vida libre, o establecer asociación con moluscos y larvas de insectos, y que frecuentemente aparece en los sistemas de tratamiento de aguas residuales. El presente trabajo es el único en el que se encontró a dicha especie de ciliado asociado con peces dulceacuícolas cultivados.

Distribución geográfica

C. polypinum ha sido ubicada en diversos países del mundo, en Europa la han registrado Kahl (1930), Nenninger (1948), Stiller (1971) y recientemente Foissner *et al.* (1992) asociada a diversos sustratos vegetales, crustáceos, moluscos y larvas de insectos. En Sudáfrica Viljoen y Van As (1983) citan a esta especie asociada a algunos crustáceos dulceacuícolas. En México Ochoa-Gasca (1969)** la localizó en el acocil *Cambarellus montezumae zempoalensis* y Mayén-Estrada (1997)* en *Cambarellus patzcuarensis*.

Dinámica de la infección y parámetros físico-químicos

En la bibliografía revisada sobre ciliados ectoparásitos de peces no se encontró ningún trabajo en donde se haya registrado a *Carchesium polypinum*, por lo que al presente trabajo de investigación corresponde el primer registro de esta especie en peces dulceacuícolas cultivados a nivel mundial. Como se señaló en resultados, *C. polypinum* se localizó en tres de los 14 muestreos: en enero de 1990 (invierno) con una temperatura del agua de los estanques de 12.5°C, la más baja de todos los muestreos, un pH de 7.4, ligeramente alcalino, y 6.23 mg/l de oxígeno disuelto. En octubre de 1991 (verano) con temperatura del agua de 16.8°C, pH de 7.35 y 6.9 mg/l de oxígeno disuelto. En septiembre de 1992 (verano) se registró una temperatura del agua de los estanques de 22.5°C, un pH de 7.37 y 7.05 mg/l de oxígeno disuelto. Como puede notarse, dos de los registros correspondieron a la estación más cálida del año y uno a la más fría, por tanto se considera que la temperatura por sí sola no influye en la presencia de este organismo, sino que más bien son las grandes cargas orgánicas las que la determinan.

Fuente de la infección

Estos ciliados se caracterizan por poseer una fase telotroca, larva libre nadadora a cargo de la cual está la dispersión de la especie estas larvas están presentes en el agua que suplementa los estanques y pueden encontrar, además de sustratos vegetales (algas y fanerógamas sumergidas) a sustratos animales (peces) a los que se adhieren a través de la escópula, iniciándose la formación de colonias.

* Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados Asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM 238 pp

** Ochoa-Gasca, Ma. E. 1969. Contribución al conocimiento de la fauna epizoica (Protozoa, Ciliata) del crustáceo *Cambarellus montezumae zempoalensis* Villalobos. Tesis Prof. Facultad de Ciencias, UNAM. 58pp.

Se presenta a continuación la taxonomía de las dos especies de Vorticelidos identificados, al final de la cual se incluyen los resultados ecológicos y discusión conjuntos, ya que la cuantificación en vivo de estos ciliados no permitió la distinción de las especies, por lo que se les nombrará como *Vorticella* spp.

***Vorticella aequilata* Kahl, 1935**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.* 1974
 Subclase Peritrichia Stein, 1859
 Orden Sessilida Kahl, 1933
 Familia Vorticellidae Ehrenberg, 1838
 Especie ***Vorticella aequilata*** Kahl, 1935

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus*.

El registro de esta especie es muy amplio en diversos cuerpos de agua dulce en Europa, Asia y Norteamérica principalmente (Foissner *et al.* 1992), no obstante el de este trabajo constituye el segundo para el país, ya que Martínez-Murillo (1997)* la identificó sobre algas y mangle, y el primero en peces a nivel mundial.

Descripción de la especie

Organismo con forma de barril elongado, zooide con una longitud de 42-56 μm (x 48.8 μm) por 24 - 35 μm (x 26 μm) de anchura; labio peristomal de 15 μm de grosor, región peristomal constreñida con un diámetro de 20 - 23 μm ; disco peristomal prominente por encima del labio; escópula de 4.7 - 7 μm (x 5.6 μm) de diámetro; película con aproximadamente 50 estriaciones; macronúcleo en forma de C situado longitudinalmente al eje del cuerpo; vacuola contráctil situada cerca de la citofaringe; pedúnculo de 3 μm de diámetro y 122 - 365 μm de longitud (x 284 μm); organismo solitario formando frecuentemente agrupaciones en agua dulce y marina (Figs. 65 - 69 y Tabla 33).

Tabla 33. Morfometría de *Vorticella aequilata* .

	n	Prom μm	Desv. STD	Coef. Var.	Mín. μm	Máx. μm
Longitud del zooide	12	48.8	4.6	9.3	42	56
Anchura del zooide	12	26	2.9	11.2	24	35
Diámetro del peristoma	12	21.2	0.7	3.4	20	23
Diámetro de la escópula	12	5.6	1.0	19	5.0	7.0
Longitud del pedúnculo	12	284	72	25	122	365

* Martínez-Murillo, Ma. E. 1997. Ciliados asociados a la vegetación sumergida y a las raíces de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, UNAM. 264 pp.

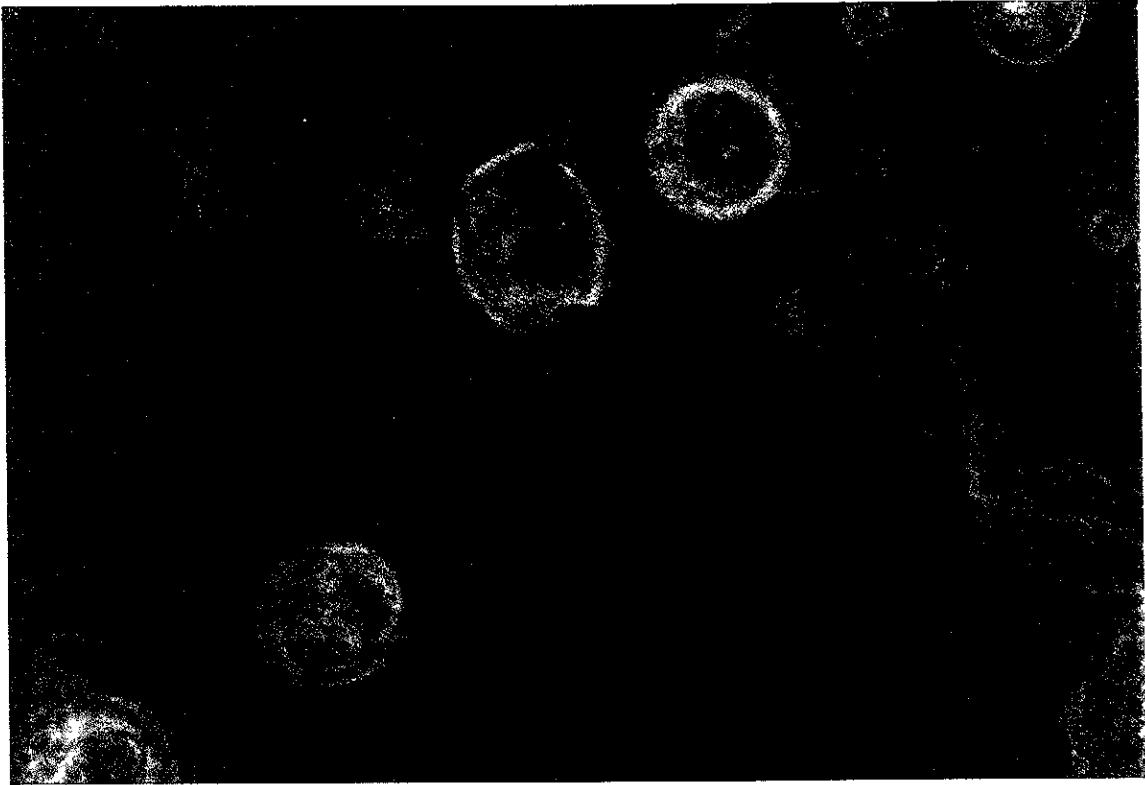


Fig. 65 *Vorticella aequilata*. In vivo. Piel del hospedero. Se aprecia la forma de barril, infundíbulo, vacuola contráctil y pedúnculo. Contraste de fases. 100X.

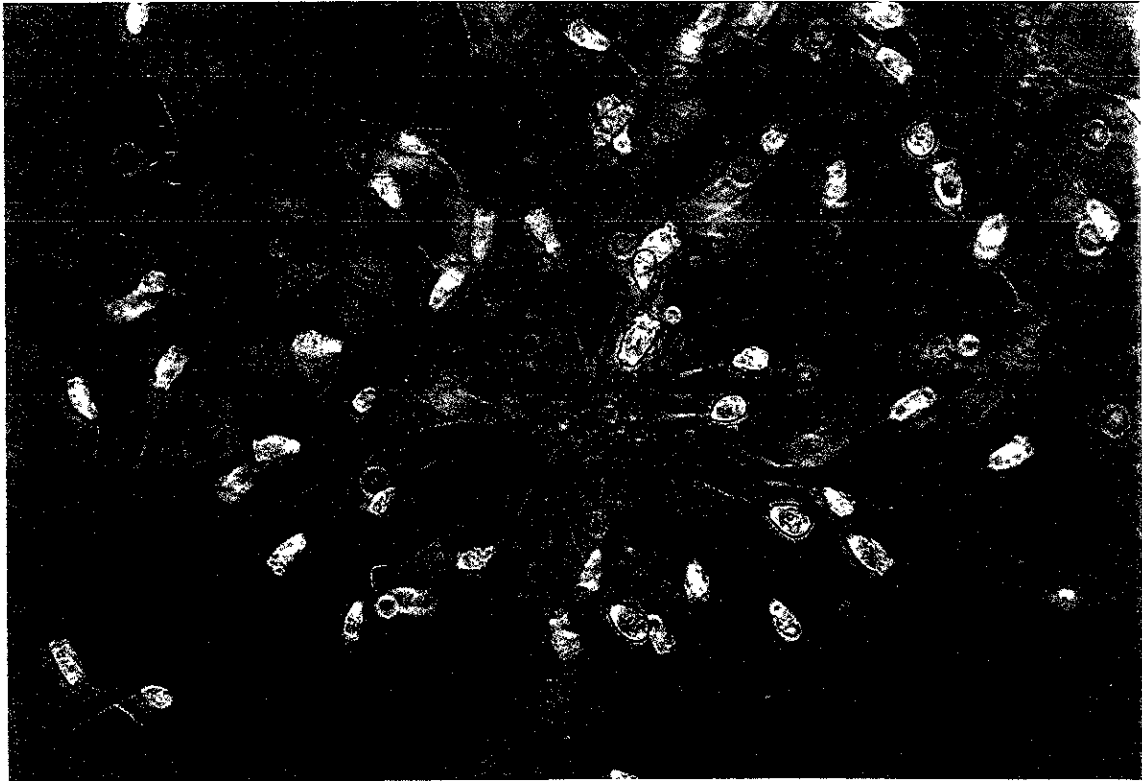


Fig. 66 *V. aequilata*. In vivo. Organismos solitarios agrupados en la piel del hospedero. Contraste de fases. 20X.



Fig. 67 *Vorticella aequilata*. Moco de la piel. Resalta la disposición de los mionemas somáticos. Impregnación con protargol. Campo claro. 100X.

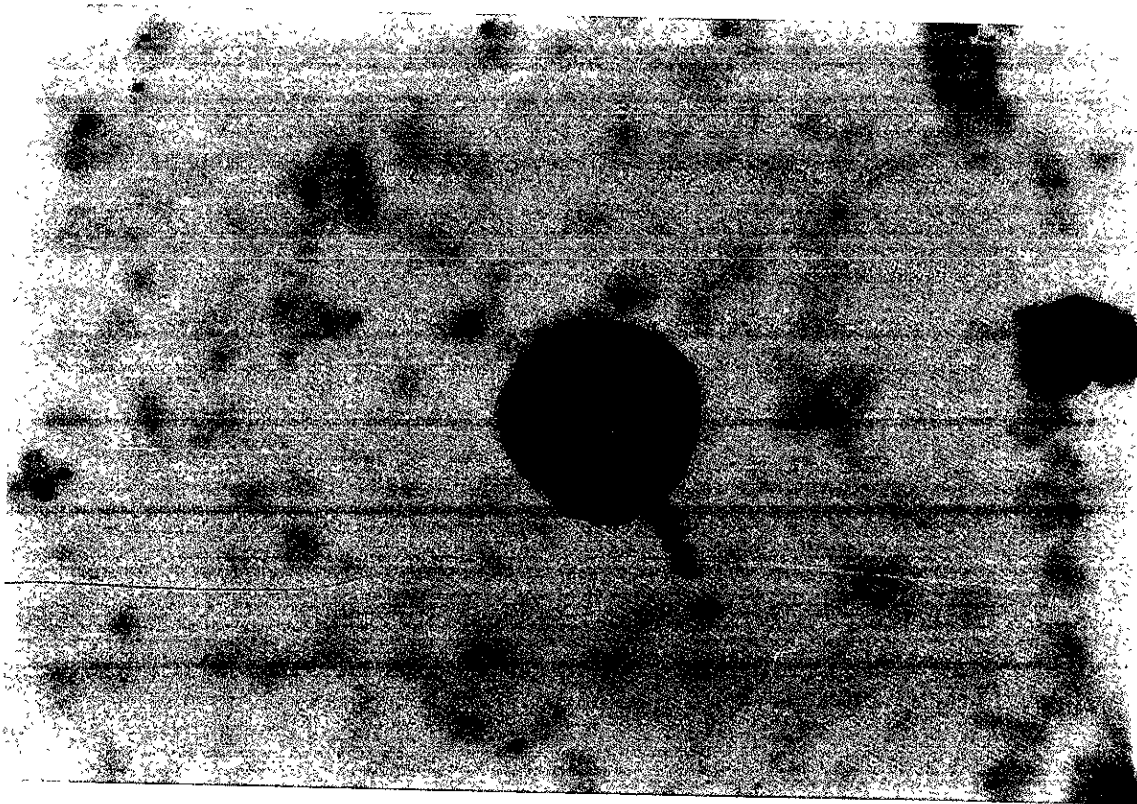


Fig. 68 *V. aequilata*. Moco de las branquias. Se muestra el macronúcleo en forma de "C". Carbonato de plata amoniacal piridinado Campo claro. 100X.

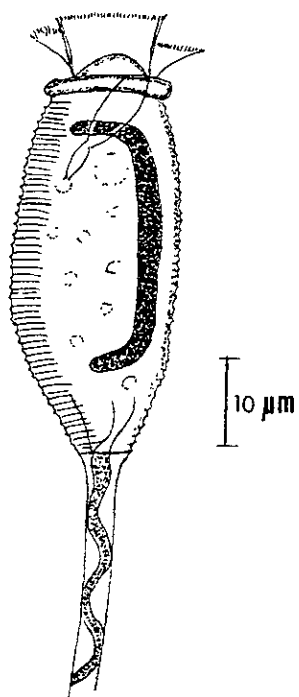


Fig. 69 *Vorticella aequilata*. Esquema general de un individuo.

***Vorticella striata* Dujardin, 1841**

Taxonomía

sinónimos :

- V. aquae-dulcis* (Stokes, 1887) Noland & Finlay, 1931
- V. conochili* (Stokes, 1889) Noland & Finlay, 1931
- V. latestriata* Sommer, 1951
- V. lemnae* (Stokes, 1886) Noland & Finlay, 1931
- V. minima* Stiller, 1939
- V. oceanica* (Zacharias, 1906) Noland & Finlay, 1931
- V. octava* (Stokes, 1885) Noland & Finlay, 1931
- V. pulsilla* (Stokes, 1887) Noland & Finlay, 1931
- V. pyrum* (Mereschkowsky, 1879) Noland & Finlay, 1931
- V. pyrum collaris* Wang Jiaji, 1974
- V. rhabdostyloides* (Kellicott, 1885) Noland & Finlay, 1931
- V. striata* var. *octava* Noland & Finlay, 1931
- V. striatula* (Dons, 1915) Noland & Finlay, 1931
- V. suboctava* Sommer, 1951

Localización en el hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*.

El registro de esta especie constituye el tercero para el país, ya que Luna-Pabello (1993)^{***} la registró en aguas residuales industriales y Martínez-Murillo (1997)^{**} sobre algas y mangle sumergidos, también se localizó en el acocil *Cambarellus patzcuarensis* Mayen-Estrada (1997)^{*}, no obstante es el primero en peces cultivados a nivel mundial.

Descripción de la especie

Zooide de 28 - 34 μm de longitud y de 22 - 33 μm de anchura, cuerpo constreñido por debajo del labio peristomal el cual mide 13 - 26 μm , disco peristomal convexo; vacuola contráctil situada justo en la parte inferior del peristoma; macronúcleo en forma de C y acomodado transversalmente en la mitad superior de la célula; película con 13 - 30 estriaciones convexas; pedúnculo con un diámetro de 2.0 - 4.0 μm y una longitud que fluctúa entre 73 y 190 μm ; hábitat dulceacuícola o marino, solitario y ocasionalmente epibiótico (Schödel, 1987 y Sommer, 1951 la registraron en larvas de insectos, ambos autores citados por Foissner *et al.* 1992) (Figs 70 - 72 y Tabla 34).

* Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados Asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM 238 pp

** Martínez-Murillo, Ma. E. 1997. Ciliados asociados a la vegetación sumergida y a las raíces de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, UNAM. 264 pp.

*** Luna-Pabello, V.M. 1993. Estudio comparativo de las poblaciones de protozoarios ciliados en un reactor de biodiscos alimentado con diferentes sustratos. Tesis Doctoral Fac. Ciencias, UNAM, 152 pp.

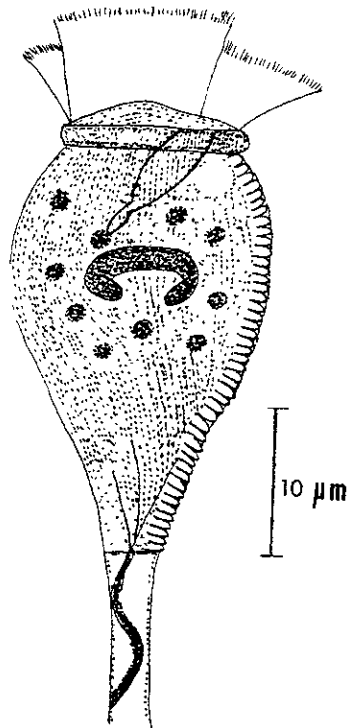


Fig. 72 Esquema general de un individuo de *Vorticella striata*.

Tabla 34. Morfometría de *V. striata*

	n	Prom. µm	Desv STD	Coef. Var.	Mín. µm	Máx. µm
Longitud del zooide	12	31.2	1.8	5.8	28	34
Anchura del zooide	12	26	4.1	15.7	22	33
Diámetro del peristoma	12	16	1.7	11.0	14	19
Longitud del pedúnculo	12	133	35	26.0	73	190

Ecología de *V. aequilata* y *V. striata* (denominadas como *Vorticella* spp.)

Distribución general

Vorticella spp. estuvo presente en piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofuscus* en once de los catorce muestreos efectuados; en enero y abril de 1991, así como en mayo de 1992 no se registró su presencia. A continuación se detallan los valores obtenidos de los tres parámetros ecológicos considerados en el total de los muestreos (Fig. 73).

En el mes de enero de 1990 (invierno) el 54 % de los peces albergó a *Vorticella* con abundancia de 8 e intensidad promedio de 15; en febrero (invierno) los tres parámetros disminuyeron a 40 %, 1.6 y 4 respectivamente; en marzo (primavera) la prevalencia fue de 6%, con abundancia menor a la unidad e intensidad de 14.6; en el muestreo de mayo (primavera) hubo un repunte en los valores con 30 % de los peces infectados, abundancia de cuatro e intensidad promedio de 12. En el verano (julio) la prevalencia fue de 23 %, con abundancia de siete e intensidad de 29 y en el otoño, último muestreo de ese año, el porcentaje de peces que presentaron al ciliado fue de 13 %, con abundancia menor de uno e intensidad de seis.

El año de 1991 inició con una ausencia de este ciliado, ya que no se encontró en enero (invierno) ni en abril (primavera); en agosto (verano) la prevalencia alcanzó un 19 %, con abundancia de alrededor de uno e intensidad de siete; en octubre 37% de los ciprínidos alojaron a *Vorticella*, con abundancia de 13 e intensidad promedio de 35.

Durante 1992 la fluctuación de los parámetros ecológicos fue como sigue: en febrero (invierno) la prevalencia se mantuvo en 37%, la abundancia se incrementó a 78 y la intensidad se elevó a 207; en mayo fue notoria la ausencia de este ciliado; en verano (agosto) solo el 6 % de los peces estuvieron infectados, con abundancia e intensidad mínimas de 0.17 y 3 respectivamente; el año terminó con el muestreo de otoño (septiembre) en donde el porcentaje de peces que alojaron a *Vorticella* fue de cinco, con abundancia de tres e intensidad promedio de 71.

Los picos de mayor intensidad promedio se dieron en julio (verano) de 1990, octubre (otoño) de 1991, así como en febrero (invierno) y septiembre (otoño) de 1992.

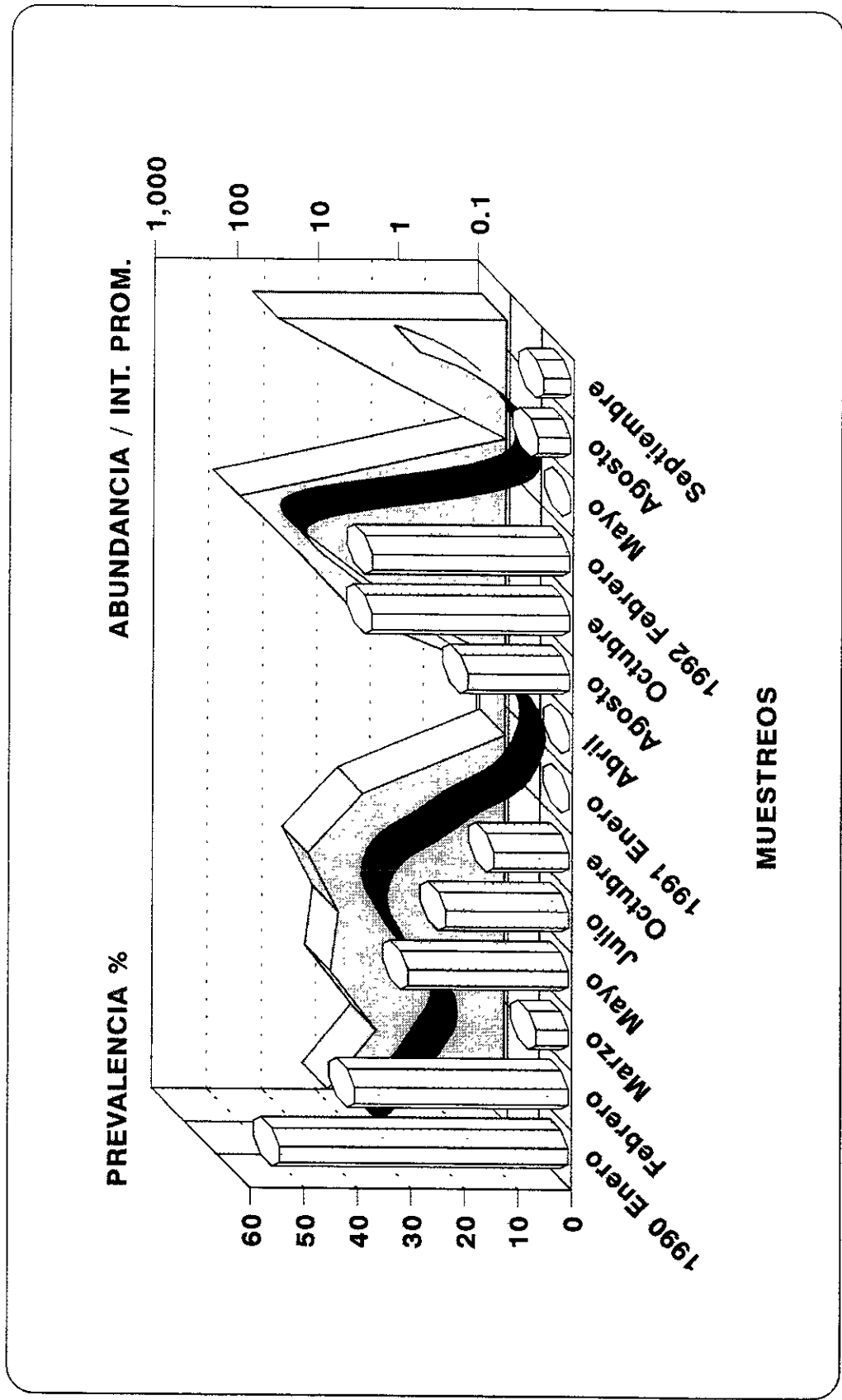


Fig.73 Parámetros ecológicos de la infección por *Vorticella aequilata* y *V. striata* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992)

Tabla 35 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas con *Vorticella aequilata* y *V. striata*

examen.	Hospederos		<i>Vorticella</i> spp		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom. + - SD	
	piel	parasitados brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
Crías 5 cm	25	12	523	141	12	6	3 + - 7.3	1 + - 2.3	21 + - 19	12 + - 8
crías 10 cm	52	22	888	432	28	12	5 + - 5.3	2 + - 5	17 + - 12	19 + - 10
jóvenes	28	16	132.5	2017	26	15	12 + - 18	19 + - 35	47 + - 33	126 + - 83
adultos	14	5	129	18	27	10	3 + - 2	0.35 + - 0.7	9 + - 6	4 + - 2
total	119	55	2865	2608	21	10	5 + - 7	5 + - 13	24 + - 22	47 + - 39

Tabla 36 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofuscus* con *Vorticella aequilata* y *V. striata* en los dos periodos estudiados

examen.	Hospederos		<i>Vorticella</i> spp		Prevalencia %		Abundancia + - SD		Intensidad prom. + - SD	
	piel	parasitados brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
lluvias	67	25	1278	216	20	8	4 + - 4	1 + - 1	19 + - 21	9 + - 9
secas	48	30	1587	2392	21	13	7 + - 10	11 + - 19	33 + - 25	80 + - 57
total	115	55	2865	2608	21	10	5 + - 7	5 + - 13	25 + - 23	47 + - 39

Tallas de los hospederos

Las carpas de todas las tallas alojaron a *Vorticella* spp. (Fig. 74 y Tabla 35); en las crías de 5 cm los valores de los parámetros ecológicos fueron bajos con prevalencias entre 6 y 12 % en branquias y piel en cada caso, abundancia entre uno y dos e intensidad entre 12 y 21 respectivamente. En las crías de 10 cm el porcentaje de peces infectados fluctuó entre 12 y 28 % (branquias y piel), con abundancia de dos a cinco e intensidad de 20 y 17 en los órganos antes señalados. En relación a los peces jóvenes se registró una prevalencia entre 15 y 26 % (branquias y piel) con abundancias de 19 y 12 e intensidades de 126 y 47 en los hábitats considerados. Finalmente, entre el 10 y 27 % de los adultos alojaron al peritrico, con abundancias mínimas entre 0.35 y tres e intensidad promedio de cuatro y nueve en branquias y piel en cada caso. Comparando los datos anteriores se observa que en los jóvenes fueron más altos los valores de los parámetros ecológicos, aunque al elaborar la prueba de G, se tuvo un valor de 3.18, menor que la G de tablas que varió entre 6.25 y 7.8 (alfa de 0.1 y 0.05) indicando que *Vorticella* spp. se distribuyó de manera semejante en los hospederos de todas las tallas contempladas.

Hábitat específico

Se cuantificó un total de 5473 ejemplares de *Vorticella* spp. recuperados de los dos hábitats estudiados: piel y branquias, correspondiendo 2865 (52.34 %) al primero y 2608 (47.66 %) al segundo (Tabla 35). La G calculada en este caso fue de 12.36, mayor que la G estimada en tablas que fluctuó entre 2.7 y 3.8 (alfa 0.1 y 0.05 en cada caso) lo cual significa que aunque el ciliado se aloja en ambos órganos, tiene preferencia por la piel.

Periodo climático

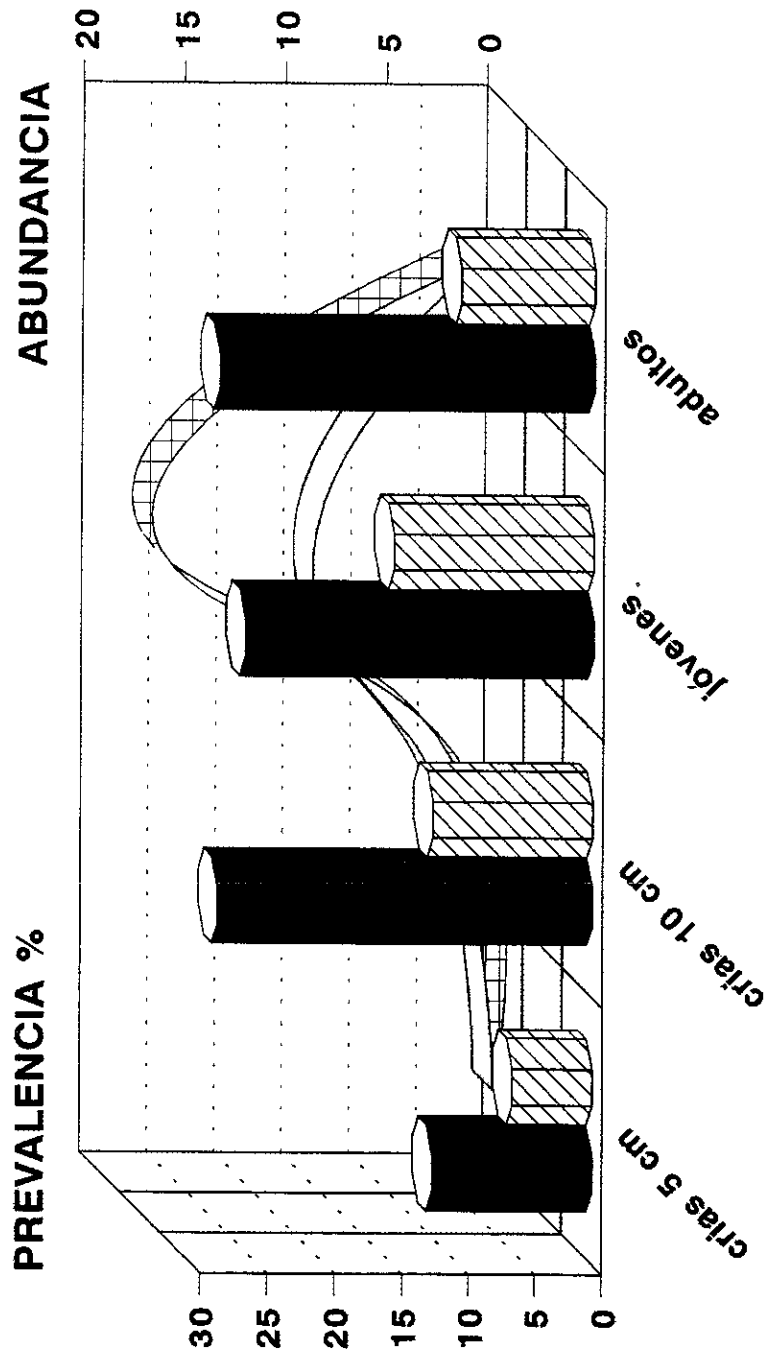
Tomando en cuenta que pudieran presentarse probables variaciones en los parámetros ecológicos de la infección por *Vorticella* spp. en relación a la época de lluvias o de sequía de los tres años de estudio, se concentraron los datos en la tabla 36, en donde se observa que la prevalencia, abundancia e intensidad son más elevados en la temporada de sequía que en la de lluvias, sin embargo, la prueba de G mostró de manera clara que este ciliado se distribuye de modo uniforme a lo largo del año, sin una marcada predilección por alguno de los periodos climáticos (G obtenida = - 12.8; G de tablas = 2.7 y 3.8 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso) (Fig. 75).

Discusión

Taxonómica

Cualquier persona que trabaja en la identificación de ciliados de vida libre se ha topado con la dificultad de distinguir las especies de *Vorticella*. La forma del cuerpo tan cambiante, las variaciones en su talla y su naturaleza altamente contráctil colocan a estos organismos entre los ciliados más difíciles de estudiar e identificar. Esto ha redundado en nombrar gran cantidad de especies, muchas de las cuales son de valor taxonómico dudoso.

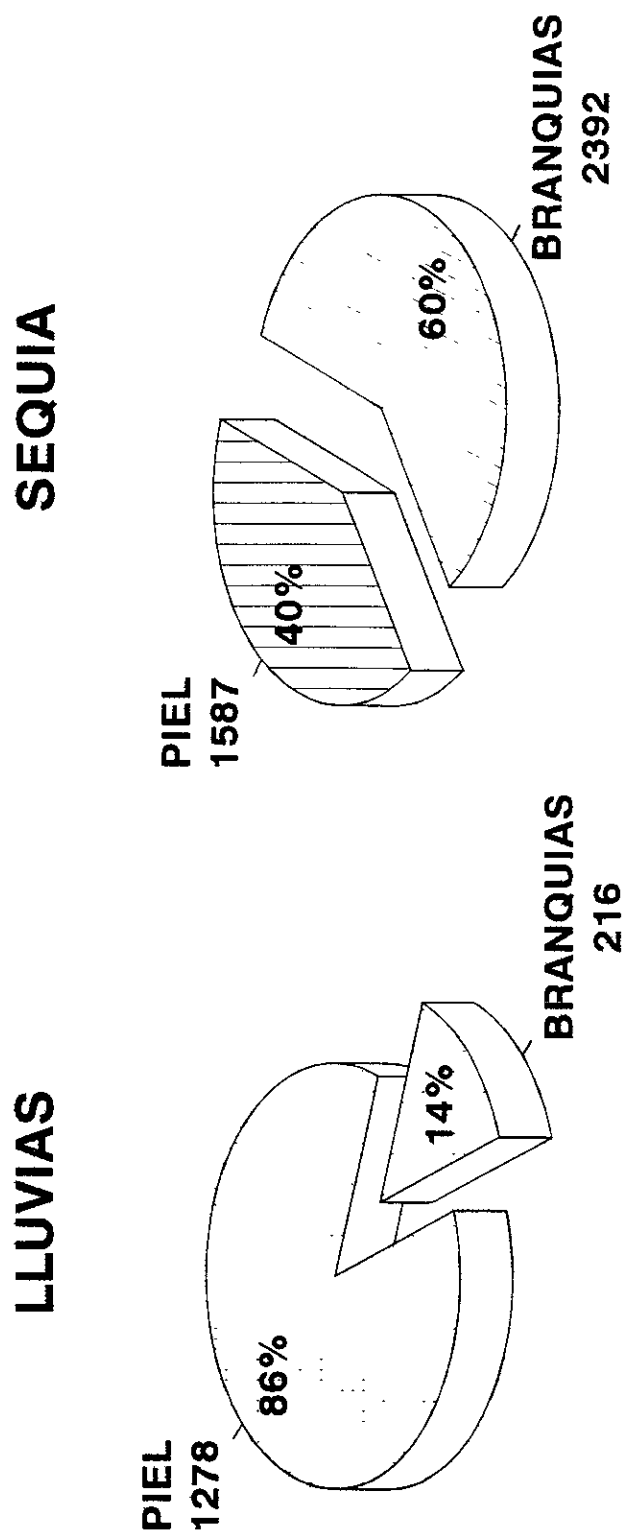
La revisión más completa del género *Vorticella* es la de Noland y Finlay (1931 en Warren, 1986) quienes encontraron en la literatura más de 200 nombres y descripciones, de las que muchas resultaron no pertenecer a este ciliado, quedando alrededor de 94 especies nominales, en los siguientes cincuenta años se han añadido otras 113 especies y variedades, dando un total de 209 (Kahl, 1935; Stiller, 1971 y Warren, 1986).



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia piel ▨ Prevalencia branq. ▩ Abundancia branq.

Fig.74 Prevalencia y abundancia de la infección por *Vorticella aequilata* y *V. striata* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas



**Fig.75 Hábitat específico de *Vorticella aequilata* y *V. striata*.
Período climático : Lluvias y sequía**

Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

Las características diagnósticas que definen al género *Vorticella* son: el cuerpo implantado sobre un pedúnculo contráctil; organismos solitarios, aunque hay muchas especies gregarias; zooides en forma de campana invertida, aunque pueden ser esféricos, cilíndricos o cónicos; cilios orales formando tres hileras, dos internas (policinetias) y una externa (haplocinetia) alrededor del peristoma, formando una espiral en sentido contrario a las manecillas del reloj; cilios somáticos ausentes en los adultos; cada zooide presenta un solo macronúcleo largo y sinuoso, así como un micronúcleo; estriaciones argentófilas transversas en la película; el pedúnculo es oval en sección transversal y contiene un mionema o espasmonema que se enrolla helicoidalmente y causa contracciones en espiral, no en zig-zag; la reproducción asexual es por fisión binaria y el proceso sexual es la conjugación (Warren, 1986; Stiller, 1971).

Las características taxonómicas más importantes para distinción de especies son: la forma del cuerpo (campana invertida, platillo, oval, cilíndrica, elipsoidal, cónica, esférica, etc); el tamaño de los zooides; color (citoplasma, inclusiones, vacuolas); estriaciones peliculares, tubérculos, espinas; disco peristomal (área en la parte apical de la célula rodeada por los cilios: arqueado, aplanado, con anillos concéntricos argentófilos); macronúcleo (único, largo y sinuoso cuya forma y posición en el zooide es una característica diagnóstica útil, las formas más frecuentes son J y C); aparato bucal y ciliatura (los patrones de infraciliatura tienen gran peso taxonómico); labio peristomal margen de la campana, contráctil y engloba al disco peristomal y puede o no tener ornamentaciones, su diámetro, grosor y grado de eversión por lo general se incluyen en las descripciones de las especies; vacuola contractil (una sola por lo general debajo del peristoma, cerca del infundíbulo); el pedúnculo es probablemente la estructura más característica de *Vorticella*, su longitud es variable e importante como característica diagnóstica para especies, lo mismo que su anchura y la distancia de una vuelta completa de la espiral del espasmonema (Stiller, 1971; Warren, 1986). Las características para las especies de *Vorticella* asociadas a peces en esta investigación, se presentan en la diagnosis y en las tablas 33 y 34.

En el presente trabajo se tomó en consideración para la identificación de las especies de *Vorticella* a Warren (1986), coincidiendo las características de los organismos recolectados con las diagnosis de *V. aequilata* y *V. striata* dadas por este autor; cabe señalar que la primera especie está incluida en el complejo *V. microstoma* de Foissner *et al.* (1992) y la segunda en el complejo *V. aquadulcis*.

Distribución geográfica

Las dos especies de *Vorticella* identificadas se han encontrado en ambientes dulceacuícolas y marinos (Europa, Asia y Estados Unidos), y especialmente *V. striata* se señala ocasionalmente como epibionte, no obstante este es el primer registro de ambas especies en peces cultivados en una granja piscícola (Zacapu, Michoacán, México). Es importante indicar que Viljoen y Van As (1983) llevaron al cabo un estudio taxonómico de peritricos sesilinos en diversos cuerpos de agua dulce de Johannesburgo en Sudáfrica, tomando en consideración su preferencia por distintos sustratos (animales, vegetales o inorgánicos); identificaron, entre otras, a tres especies de *Vorticella*: *V. campanula* que es una especie ubicua muy común que encontraron en todos los sustratos examinados (colonización en cajas de Petri y portaobjetos, *Spirogyra*, *Notonecta* sp. y larvas de Odonata, pero no en peces); *V. convallaria* se encontró en cajas de Petri, portaobjetos, *Spirogyra*, apéndices torácicos de *Potamon* sp., pero tampoco se registró en peces; *V. lymnaearum* se encontró asociada a la concha del gasterópodos *Lymnaea natalensis* exclusivamente. Enlistan algunas especies de *Apiosoma*, *Epistylis* y *Scyphidia* como asociadas a la piel de peces cíclidos y ciprínidos pero ninguna especie de *Vorticella*.

Dinámica de la Infección

Las poblaciones de *V. aequilata* y *V. striata* mostraron una elevación de abundancia e intensidad promedio notorias, de 78 y 207 respectivamente en febrero de 1992; la temperatura del agua de los estanques fue de 15.1°C, de las más bajas registradas, el pH de 7.3, ligeramente alcalino y una concentración de oxígeno disuelto de 7.26 mg/l. Probablemente la temperatura, aunada al hacinamiento en los estanques de hibernación, así como la acumulación de materia orgánica influyeron en el incremento de estos ciliados. Schäperclaus (1992) señala que las grandes cargas orgánicas del agua u otros factores predisponen a la multiplicación de los peritricos sesilinos a gran escala.

Fuente de la infección

V. aequilata y *V. striata* son especies que por lo general están presentes en hábitats dulceacuícolas, empleando diversos sustratos para su adhesión (vegetación sumergida, sedimento, etc.). Hay que recalcar como una característica muy importante de estos organismos a la formación de telotrocas como resultado de la fisión binaria, ya que de esta manera nadan libremente en el agua y pueden instalarse en otros sustratos, e incluso en la piel y las branquias de los peces.

Únicamente se han registrado quistes en *V. microstoma* (Warren, 1986), complejo al que pertenece *V. aequilata* y, aunque no se observaron en la presente investigación, es factible que se formen y sean dispersados de un cuerpo de agua a los estanques, vía viento, insectos, aves, etc.

Patogenia

Schäperclaus (1992) indica que los ciliados sésiles no son verdaderos parásitos, ya que obtienen su alimento como filtradores creando corrientes para atrapar partículas dispersas en el agua y que en estos casos es más correcto usar los términos epizoicos o epifaunales en lugar de invasión o ataque. Existe cierta tendencia al parasitismo (parasitismo espacial). La reproducción se lleva al cabo mediante fisión longitudinal y el proceso sexual de la conjugación; los tomitos (larvas telotrocas) libres temporalmente, son importantes en la dispersión, raramente se enquistan y pueden formarse ante condiciones desfavorables,

Se han registrado pérdidas debidas a densas colonizaciones de truchas en estanques por peritricos sesilinos, y en carpas de dos meses de edad (Schäperclaus, 1992), en todos estos casos las crías resultaron afectadas. Se han señalado algunos casos de mortalidad en crías de carpa de 10 a 12 días de edad en la República Democrática Alemana (Taeye 1973 en Schäperclaus 1992) durante su cultivo intensivo en estanques con efluentes termales; las crías se encontraron cubiertas por *Apiosoma* y *Epistylis* incluso en la córnea. Obviamente las grandes cargas orgánicas del agua u otros factores predisponen a la multiplicación de los ciliados a gran escala.

En vista de que no se han encontrado daños a la piel o branquias, se asume que la mortalidad es debida a una alta densidad de población que impide que se efectúe el intercambio de gases y las funciones excretoras de dichos órganos, sin embargo, no se cuenta con evidencias experimentales. Cierta irritación o alergia ocasionadas por una densa colonización podrían ser, en algunos casos, las causas de la mortalidad. En vista de que estos ciliados se adhieren firmemente a las células epiteliales con su disco pedal o con la base de sus pedúnculos, causan irritaciones de la piel en casos de una colonización masiva.

Arthur (1987) menciona en su trabajo que ciliados de los géneros *Zoothamnium*, *Vorticella* y *Epistylis* han ocasionado mortalidad en masa en jóvenes y post-larvas del camarón *Penaeus monodon* en granjas acuícolas de Filipinas; dichos organismos se adhieren a los apéndices y branquias de los crustáceos causando problemas respiratorios o dificultades en el movimiento y en la muda, con pérdidas económicas muy significativas.

Viljoen y Van As (1983) enlistan algunos autores que han registrado enfermedades y mortalidades en peces debidas a peritricos sesilinos. La causa que actualmente se aduce para tales enfermedades y las mortalidades resultantes no parece estar relacionada con las actividades de filtración de los ciliados, sino con el daño ocasionado por la adhesión de los mismos y las subsecuentes infecciones secundarias por hongos y/o bacterias. Si los ciliados son ectocomensales o ectoparásitos no se conoce con certeza, pero algunas especies han causado daños severos a los peces y en ese estudio se tratan como parásitos no obligatorios (facultativos).

Estos autores señalan que la naturaleza o superficie del sustrato debe ser apropiada para ser habitada por los peritricos sésiles, los prerequisites para el establecimiento son: la naturaleza hidrofílica de las superficies; una composición química apropiada y la presencia de protrusiones o arrugas en la superficie, todo ello facilita la acumulación de material orgánico y la posibilidad de crecimiento de un estrato algal y bacteriano. Estos factores pueden quizá explicar la especificidad de la fauna de peritricos sésiles en los peces en comparación con los que colonizan otros sustratos.

En el estudio que nos ocupa, *Vorticella* tuvo una distribución sobredispersa, es decir, gran cantidad de peces con pocos ejemplares y unos cuantos hospederos con numerosos ciliados, no obstante, no se detectaron efectos ni directos ni indirectos ocasionados por este género.

***Colpoda steinii* Maupas, 1883**

Taxonomía

Subreino Protozoa Goldfuss, 1818 emend. Von Siebold, 1846
 Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Cyrtophora Small, 1976
 Clase Colpodea de Puytorac *et al.* 1974
 Orden Colpodida de Puytorac *et al.* 1974
 Familia Colpodidae Ehrenberg, 1838
 Especie ***Colpoda steinii*** Maupas, 1883

Sin. *Tillina saprophila* Stokes, 1884
Paracolpoda steinii (Maupas, 1883) Foissner, 1980

Localización en el Hospedero : Piel y branquias de *Cyprinus carpio rubrofruscus*

El registro de esta especie es amplio en diversos cuerpos de agua dulce en Europa, Asia y Norteamérica principalmente (Foissner *et al.* 1992). El registro de esta especie es el segundo para el país, despues del señalado por Madrazo-Garibay y López-Ochoterena (1990) en la tortuga *Kinosternum integrum* y el primero en la localidad, así como en la subespecie de carpa analizada.

Descripción de la especie

Organismo de 20 - 37 X 15 - 30 μm ; más ancho en el extremo aboral que el adoral; el citostoma se localiza aproximadamente a dos quintos del extremo anterior y posee un haz de mebranelas largas y cinco pliegues preorales; 11 - 12 cinetias; los cilios se encuentran en pares y son sencillos; macronúcleo elipsoidal de 8 X 5 μm ; vacuola contráctil posterior; fisión binaria homotetogénica perquinética; conjugación; presencia de quistes; la mayoría de vida libre en agua dulce, pero se ha encontrado asociado a peces, anfibios y reptiles. (Figs. 76 - 78 y Tabla 37).

Tabla 37. Morfometría de *Colpoda steinii*

	n	Prom. μm	Desv. STD	Coef. Var.	Min. μm	Máy. μm
Longitud del cuerpo	11	30.52	4.95	16.22	22.2	37
Anchura del cuerpo	11	16.46	1.90	11.57	14.6	18.55
Longitud del macronúcleo	11	7.98	1.14	14.39	7	11
Anchura del macronúcleo	11	4.96	0.21	4.40	4.5	5.3

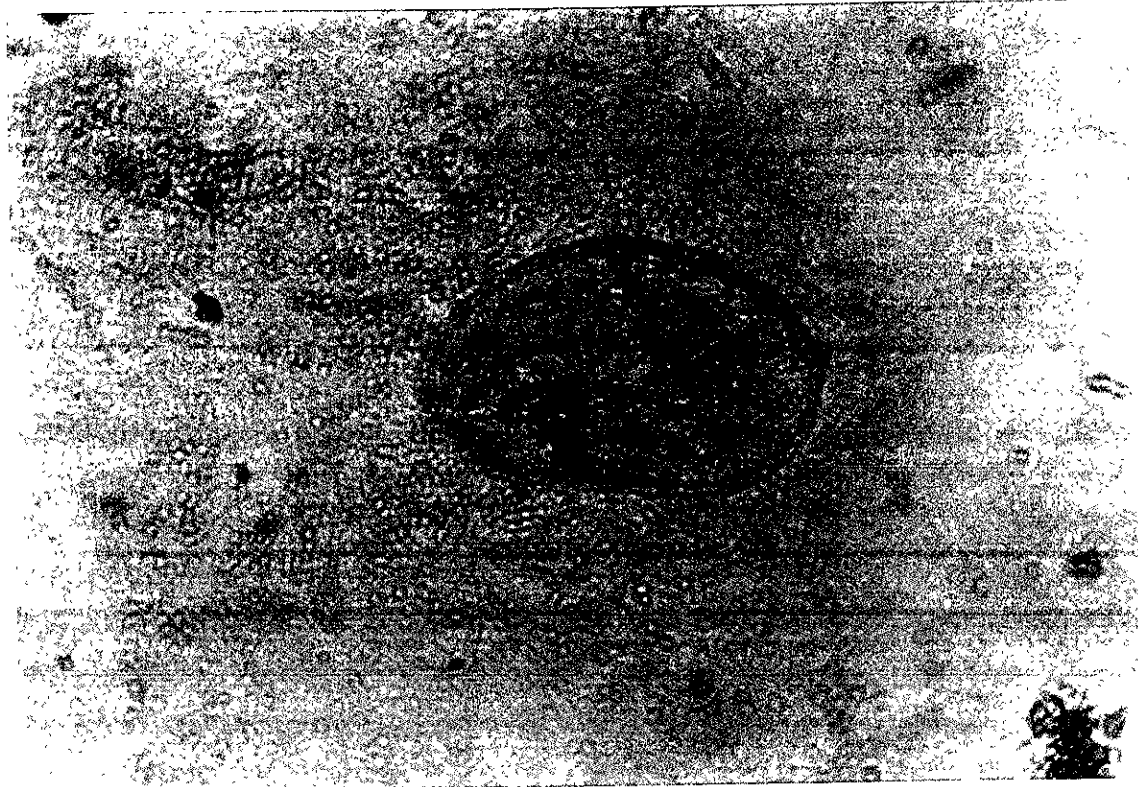


Fig. 76 *Colpoda steinii*. Superficie de la piel. Cinetias somáticas y citostoma. Impregnación argéntica de Klein. Campo claro. 100X.

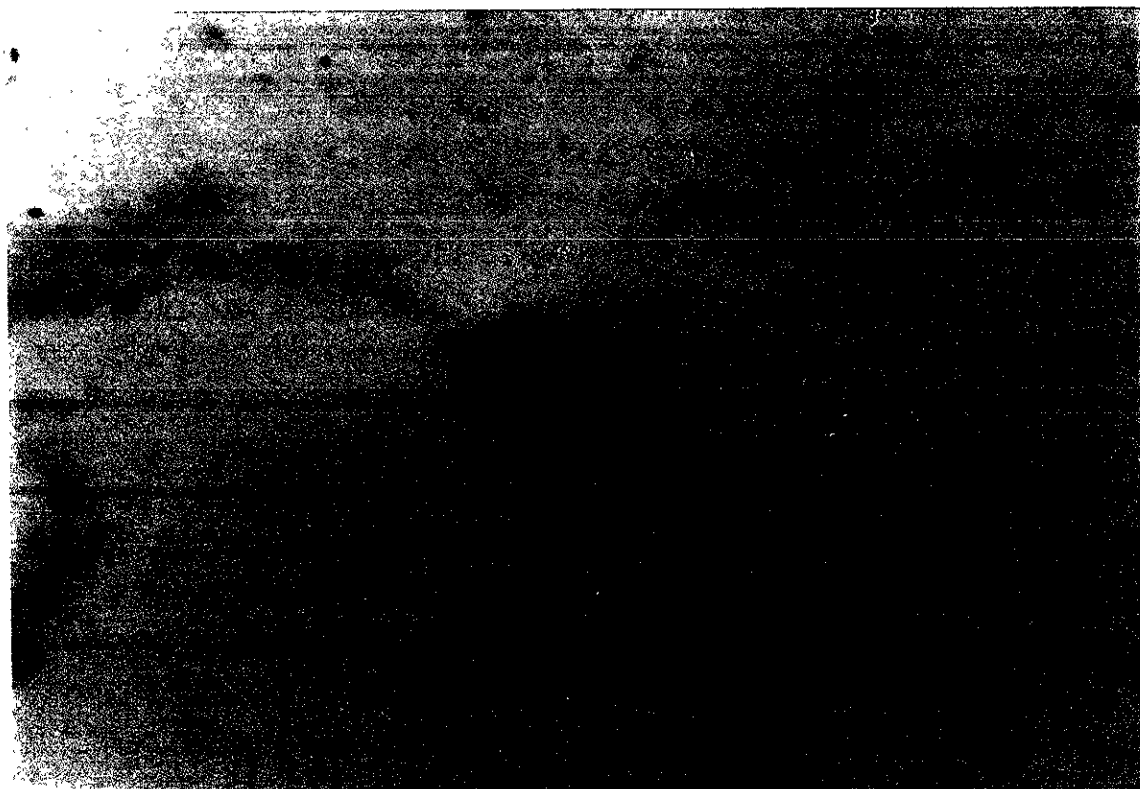


Fig. 77 *C. steinii*. In vivo. Moco de las branquias. Se evidencia el macronúcleo y la ciljatura somática. Tinción vital con verde de metilo. Campo claro. 40X.

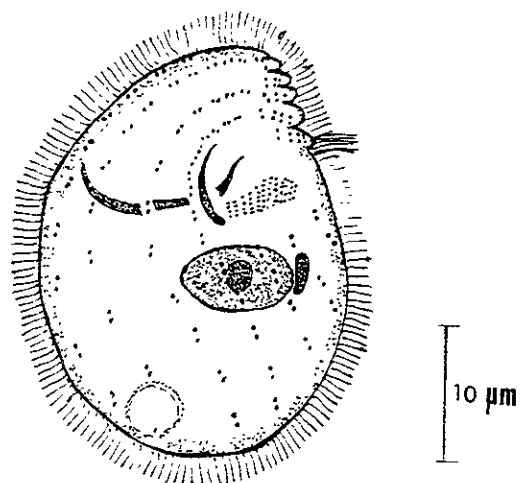


Fig. 78 *Colpoda steinii*. Esquema general de un individuo.

Ecología

Distribución general

C. steinii se encontró asociado a la piel y a las branquias de los peces en siete de los 14 muestreos efectuados. Durante 1990 se presentó en los meses de marzo y mayo (primavera) con prevalencia entre 10 y 45 %, abundancia de 0.4 a 6.74 e intensidad promedio entre 4 y 15 (Fig. 79).

En abril, agosto y octubre (primavera, verano y otoño respectivamente) de 1991 este ciliado se ubicó entre el 2 y 13 % de los peces, con abundancia menor a la unidad e intensidad promedio entre dos y cinco.

Por lo que respecta a 1992, esta especie se localizó en mayo (primavera) y agosto (verano) con 18 a 52 % de los peces infectados, abundancia menor de 10 e intensidad promedio entre 2 y 16.

En resumen, el 10 % del total de peces revisados presentaba al ciliado. Los meses en que se detectó corresponden a la época cálida del año; esta especie no estuvo presente en los muestreos de otoño e invierno. El mayor número de individuos se registró en mayo de 1990 y mayo de 1992, con los valores más elevados en los parámetros ecológicos.

Tallas de los hospederos

Colpoda steinii se encontró en las carpas de todas las tallas (Tabla 38). En las crías de 5 cm los valores de los parámetros ecológicos fueron los más altos, con prevalencia entre 7 y 10 %, abundancia menor a uno e intensidad promedio entre 3 y 9.5 en branquias y piel respectivamente.

En las crías de 10 cm la prevalencia fue entre 3 y 8.6, la abundancia menor de uno y la intensidad entre 10 y 14. Entre el 2 y 5 % de los peces jóvenes albergaron a esta especie con abundancia insignificante e intensidad entre 5 y 10 organismos.

En relación a los peces adultos, entre el 2 y 6 % tuvieron como asociado a este protozoo con abundancia menor a uno e intensidad entre uno y 8.

Aunque la tabla 38 nos muestra que los valores de los parámetros ecológicos se fueron incrementando con la edad de los peces, al efectuar la prueba de G se obtuvo un valor de 1.08, menor a la G estimada en tablas (6.25 y 7.81 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso) lo que indica que no hay diferencias significativas entre las diferentes tallas de los hospederos, pudiendo alojarse por igual en cualquiera de los peces (Fig. 80).

Hábitat específico

El número de ejemplares de *C. steinii* cuantificados en el total de los muestreos y en los dos hábitats estudiados fue de 604, de los cuales 475 (78.6 %) se obtuvieron de la piel y 129 (21.4 %) se recuperaron de las branquias (Fig. 81 y Tabla 39). La prueba de G no mostró diferencias significativas entre los dos órganos analizados, ya que se obtuvo un valor de G de 3.25, que es más bajo que la G de tablas = 3.84 (con un alfa de 0.05).

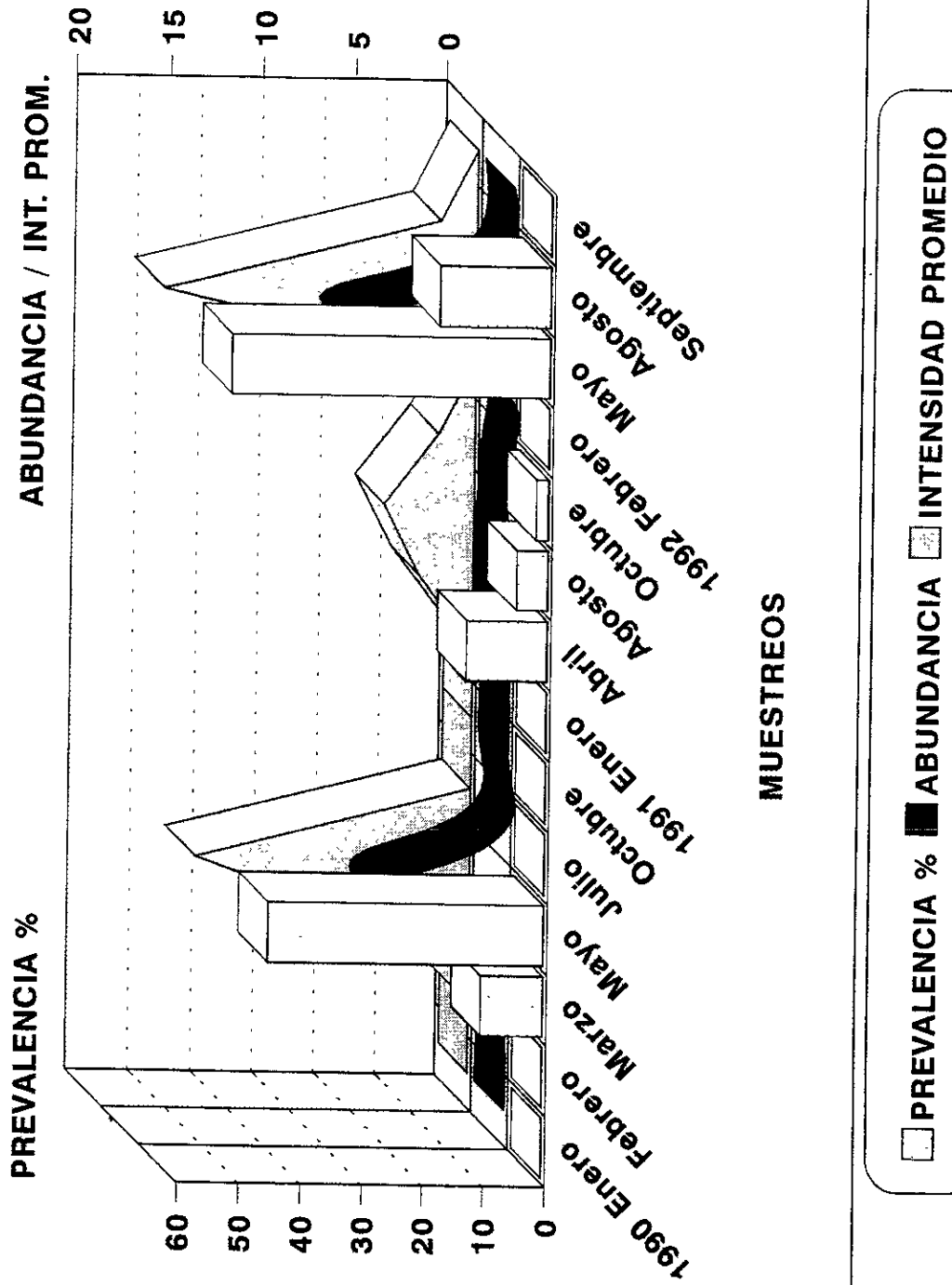


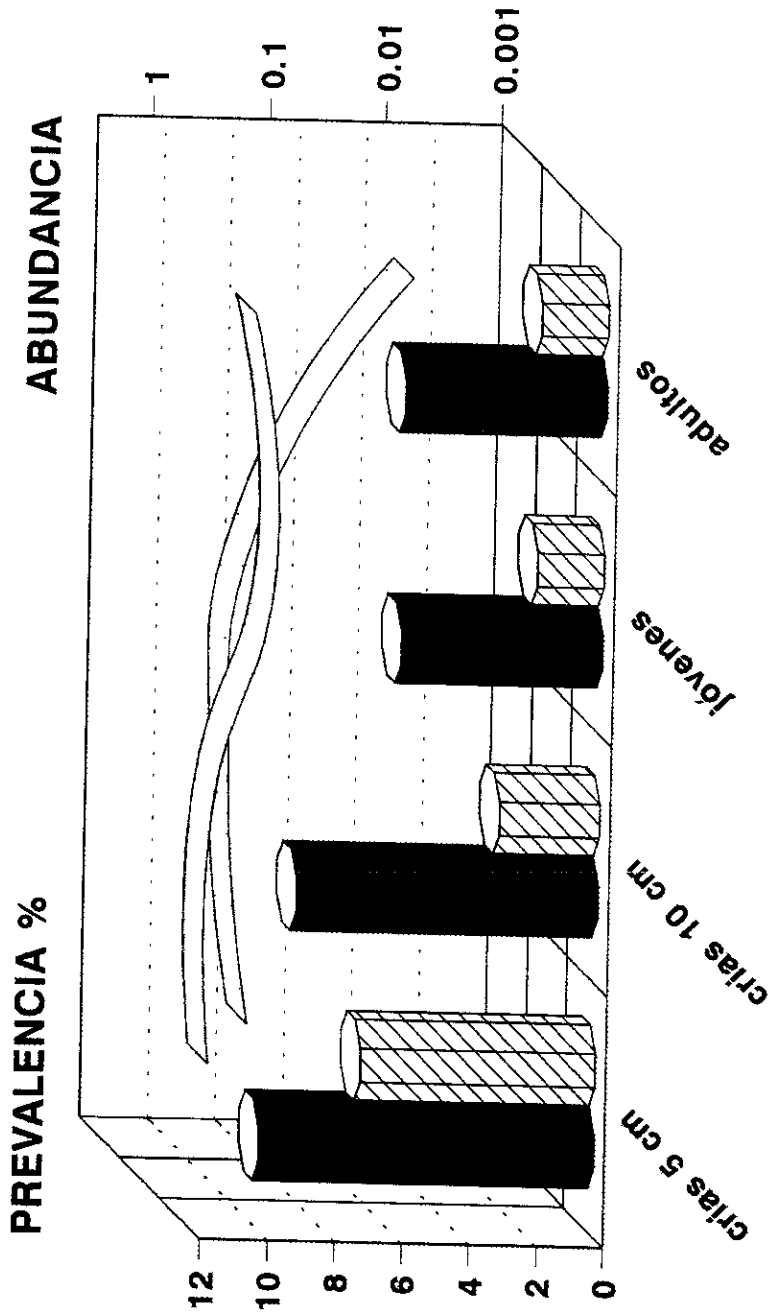
Fig.79 Parámetros ecológicos de la infección por *Colpoda steinii* en *C. carpio rubrofruscus* en los 14 muestreos realizados (1990-1992)

Tabla 38 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* en sus diferentes tallas con *Colpoda steinii*

examenin.	Hospederos		parasitados		<i>Colpoda</i>		Prevalencia %		Abundancia +- SD		Intensidad Promedio +- SD	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
crias 5 cm	210	14	21	14	200	46	10	6.7	1 +- 1.9	0.2 +- 0.7	10 +- 4	3 +- 2.6
crias 10 cm	186	6	16	6	221	62	8.6	3.2	1.2 +- 2.3	0.3 +- 0.7	14 +- 4	10 +- 2.6
jóvenes	109	2	6	2	31	20	5.5	1.8	0.3 +- 0.5	0.2 +- 0.3	5 +- 1.6	10 +- 2.6
adultos	51	1	3	1	23	1	5.9	2.0	0.5 +- 0.7	0.01 +- 0.3	8 +- 2	1.0 +- 2.2
total	556	23	46	23	475	129	8.3	4.1	0.9 +- 2.2	0.2 +- 0.5	10 +- 4	5 +- 2.2

Tabla 39 Parámetros ecológicos de la infección de *C. carpio rubrofruscus* con *Colpoda steinii* en los dos periodos estudiados

exameninados	Hospederos		parasitados		<i>Colpoda</i>		Prevalencia +- SD		Abundancia +- SD		Intensidad Prom. +- SD	
	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.	piel	brangs.
lluvias	329	20	39	20	447	112	12	6	1. +- 3	0.3 +- 0.6	11 +- 5	6 +- 3
secas	227	4	7	4	28	8	3	2	0.1 +- 0.1	0.03 +- 0.1	4 +- 2	2 +- 1
total	556	24	46	24	475	120	8	4	0.85 +- 2	0.21 +- 0.5	10 +- 5	5 +- 2



TALLAS DE LOS HOSPEDEROS

■ Prevalencia piel □ Abundancia branq. ▨ Prevalencia branq. □ Abundancia branq.

Fig.80 Prevalencia y abundancia de la infección por *Colpoda steinii* en piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* en sus diferentes tallas

Periodo climático

Respecto a las épocas de muestreo, lluvias o sequía de los tres años de estudio, se presentan los datos en la tabla 39, en donde se muestran valores de los parámetros ecológicos un poco mayores en la época de lluvias que en sequía. Al aplicar la prueba de G se pudo apreciar que no existe una marcada predilección de esta especie por una época del año en particular (G calculada = - 9.04; G de tablas entre 2.7 y 3.8 con un alfa de 0.1 y 0.05 en cada caso (Fig. 81)

Discusión

Taxonómica

Fernández-Galiano (1986) detectó la presencia de quistes viables de *Colpoda*: *C. steinii*, *C. maupasi*, *C. inflata* y *C. cucullus* en el tubo digestivo de reptiles y anfibios. Este trabajo resultó de gran utilidad para comparar las características morfométricas (longitud-anchura y número de cinetias) de estas cuatro especies con las encontradas en el presente trabajo, coincidiendo plenamente con *C. steinii*.

También se tomaron en consideración los trabajos de Lynn y Malcom (1983) y de Foissner *et al.* (1991). Los primeros, en base a un análisis multivariado demostraron que caracteres morfológicos como el número de cinetias es esencial para la discriminación entre especies. El segundo autor encontró a *C. steinii* en plantas de tratamiento de aguas residuales en Alemania y presenta una excelente descripción elaborada tanto con los organismos en vivo como los procesados con la técnica de protargol. De igual manera las características de los ejemplares de *C. steinii* obtenidos de los peces en la presente investigación, fueron casi idénticas a las mencionadas en estas dos publicaciones.

Distribución geográfica

C. steinii se ha registrado en forma de quiste en el tubo digestivo de reptiles y anfibios de la Isla de Tenerife (España), llevándose a cabo el exquistamiento en cultivos agar-suelo (Fernández-Galiano, 1986).

Pasternak y Kopylov (1983) describieron el ciclo de vida de organismos del género *Colpoda* cuyos quistes se encontraron adheridos a la superficie de copépodos de aguas costeras del Mar Negro (antigua Unión Soviética).

Lynn y Malcom (1983) identificaron siete diferentes especies de *Colpoda*: *C. steinii*, *C. maupasi*, *C. inflata*, *C. simulans*, *C. cucullus*, *C. praestans* y *C. spiralis*, la primera de ellas la localizaron en Preble, New York, Austin, Texas y Cambridge, Inglaterra.

En la presente investigación se identificó a *C. steinii* asociado a piel y branquias de *C. carpio rubrofuscus* cultivadas en la granja acuícola de Zacapu, Michoacán, siendo el primer registro de esta especie en peces. Previamente Madrazo-Garibay y López-Ochoterena (1990) citan a este ciliado en la tortuga *Kinosternum integrum* recolectadas en Michoacán, Guanajuato y Morelos.

Dinámica, fuente de la infección y parámetros físico-químicos

Los trofozoítos de *C. steinii* se presentaron en piel y branquias de los hospederos en marzo y mayo de 1990, con prevalencias de 10 y 45 % en cada caso, e intensidad promedio entre cuatro y 15. Los parámetros físico-químicos del agua de los estanques fue : temperatura 18.4° C, pH 7.76 y 6.36 mg/l de oxígeno disuelto en el mes de marzo y de 19.3° C, pH de 7.63 y 6.46 mg/l de oxígeno disuelto en mayo.

En abril, agosto y octubre de 1991, el número de peces infectados disminuyó (2-13%), así como la abundancia e intensidad promedio. La temperatura del agua de los estanques fue de 19.2, 23.4 y 16.8° C respectivamente, el pH osciló entre 7.33 y 7.50 y el oxígeno disuelto estuvo entre 6.9 y 7.0 mg/l.

En mayo y agosto de 1992 el porcentaje de hospederos infectados fue de 18 y 52% con abundancia menor de 10 e intensidad promedio entre dos y 16. La temperatura del agua de los estanques fue de 19.5 y 27.2° C, cabe aclarar que este último dato fue el más alto registrado en los tres años de muestreos, el pH fluctuó entre 7.3 y 7.6 y el oxígeno disuelto fue de 6.95 mg/l.

Pasternak y Kopylov (1983). encontraron el número máximo de *Colpoda* en la superficie inferior de los copépodos, a fines de septiembre y octubre en que el 38 y 55 % de los crustáceos presentaron al ciliado. En ambas investigaciones los valores más altos de prevalencia ocurrieron a fines del verano y principios de otoño.

Por lo que respecta a la fuente de la infección, *C. steinii* en su ciclo de vida presenta dos fases: trofozoíto y quiste, el primero de ellos se encuentra en agua o suelos muy hidratados; los quistes en suelos deshidratados, en el aparato digestivo de anfibios y reptiles, así como adheridos a la superficie de crustáceos (Fernández-Galiano, 1986; Pasternak y Kopylov 1983) En este trabajo únicamente se observó la fase de trofozoíto en piel y branquias de los peces, alimentándose activamente del moco producido por estos órganos. La fase quística, aunque no se observó, pudo llegar por diferentes vías a los estanques : aire, insectos, aves, influente, aparato digestivo de anfibios presentes en gran número en el centro acuícola y colonizar así a los peces. Sería interesante investigar este último punto y conocer si *Colpoda* puede ser también endoparásito ó únicamente se trata de quistes ingeridos por el hospedero, resistentes a los jugos digestivos.

Tallas de los hospederos

Se mencionó en los resultados que *C. steinii* puede albergarse por igual en piel y branquias de los peces de las diversas tallas, no habiendo diferencias significativas entre las mismas; siendo el primer registro en peces a nivel mundial, no hay información al respecto para efectuar una comparación. En el caso de los copépodos, tanto las fases larvarias como los adultos fueron colonizados por *Colpoda* (Pasternak y Kopylov, 1983).

Hábitat específico

Aunque el porcentaje de *C. steinii* en piel (78.6%) rebasó al de las branquias (21.4%) en los peces de Zacapu, la diferencia no fue significativa (Fig. 81).

Pasternak y Kopylov (1983) ubicaron la fase quística de ciliados del género *Colpoda* spp. en la superficie de copépodos marinos, con fluctuaciones en la prevalencia a lo largo del año (38-55%) en el periodo de septiembre-octubre. Fernández-Galiano, (1986) encontraron quistes de este mismo género por primera vez en el intestino de anfibios y reptiles, los cuales se cultivaron y observaron diariamente hasta su exquistamiento, señalan que los hallazgos en el intestino de otros vertebrados son bastante frecuentes, no así en la herpetofauna. Toepfer (1964 en Fernández.Galiano, 1986) ubicó a *C. steinii* en aves.

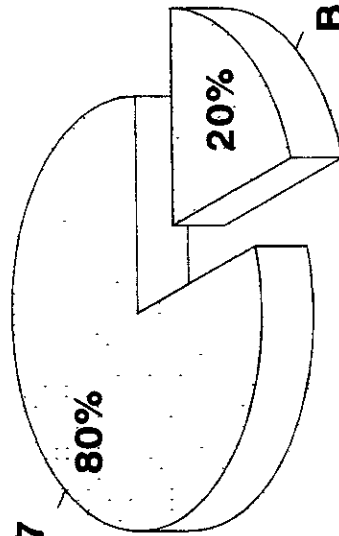
Patogenia

En esta investigación no se encontró un efecto negativo de *Colpoda steinii* sobre los peces en ninguna de las tallas estudiadas, no obstante, casi en todos los casos se observó a estos ciliados alimentándose profusamente del moco de la piel y de las branquias, lo cual podría desencadenar una inflamación.

No existen trabajos similares realizados en peces, únicamente Pasternak y Kopylov (1983) señalan que *Colpoda* no tuvo efecto dañino sobre los copépodos que estudiaron y observaron además que dichos protozoarios aceleran la descomposición de animales muertos.

LLUVIAS

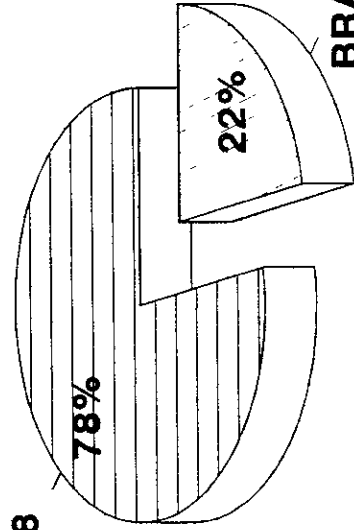
PIEL
447



BRANQUIAS
112

SEQUIA

PIEL
28



BRANQUIAS
8

Fig.81 Hábitat específico de *Colpoda steinii*. Período climático : Lluvias y Sequía
Se indica el número total de ciliados en cada hábitat, reuniendo todos los peces analizados

ANÁLISIS GENERAL

Entre los grupos importantes en los ecosistemas acuáticos, los ciliados son un taxón de protistas relevante; a continuación se presenta una síntesis de los hallazgos más sobresalientes acerca de los ciliados asociados a ciprínidos identificados en este trabajo.

Nuevos registros

Mediante el análisis bibliográfico se pudo comprobar que de las 12 especies determinadas, cuatro son considerados como nuevos registros para México (*A. branchiarum*, *T. wellborni*, *C. striatus* y *T. corlissi*). Como nuevos registros para la subespecie de hospedero se cuantificaron 11 de las especies, con la única excepción de *I. multifiliis*.

Tallas de los hospederos

En una sola especie (*T. wellborni*) se comprobó estadísticamente que conforme aumenta la talla (edad) de los hospederos, se incrementaron los valores de los parámetros ecológicos de la infección (Tabla 40).

Nueve especies de ciliados estuvieron asociados con hospederos de las cuatro tallas sin mostrar preferencia por alguna de ellas. *C. polypinum* únicamente estuvo relacionada con crías de 10 cm y jóvenes. Los trofozoítos y quistes de *A. branchiarum* se alojaron exclusivamente en las crías (Tabla 40).

Tabla 40. Registro de ciliados en las diferentes tallas de hospederos

Ciliados	Tallas de los hospederos			
	5 cm	10 cm	jóvenes	adultos
<i>A. branchiarum</i>	+	+	-	-
<i>C. uncinata</i>	+	+	+	+
<i>I. multifiliis</i>	+	+	+	+
<i>A. piscicola</i>	+	+	+	+
<i>T. wellborni</i>	+*	+*	+*	+*
<i>C. striatus</i>	+	+	+	+
<i>T. corlissi</i>	+	+	+	+
<i>E. hentscheli</i>	+	+	+	+
<i>C. polypinum</i>	-	+	+	-
<i>V. aequilata</i>	+	+	+	+
<i>V. striata</i>	+	+	+	+
<i>C. steinii</i>	+	+	+	+

+ presencia

- ausencia

* diferencia significativa

Hábitat específico

El examen realizado respecto al hábitat preferencial reveló a cuatro especies como euritópicas, es decir, que se localizaron en piel y branquias sin preferencia (*C. steinii*, *C. polypinum*, *I. multifiliis* y *A. piscicola*). Seis tuvieron una marcada preferencia significativa hacia la piel (*T. wellborni*, *V. aequilata*, *V. striata*, *E. hentscheli*, *T. corlissi* y *C. striatus*) aunque también se encontraron en las branquias

Dos especies son consideradas como estenotópicas, una de ellas siempre se ubicó en la piel (*C. striatus*) y otra exclusivamente en las branquias (*A. branchiarum*).

Período climático

Respecto a la época del año, las 12 especies se registraron en ambos períodos (lluvias y sequía) y no mostraron selectividad hacia alguno de los períodos, probablemente debido al hecho de que en la granja piscícola el aporte de agua a los estanques (influyente), que es vital para los peces y organismos con ellos asociados, es continuo y las diferencias son sobre todo a nivel de factores físico-químicos.

Fuente de la infección

En cinco de las especies (*A. branchiarum*, *C. striatus*, *T. corlissi*, *V. striata* y *C. steinii*) la dispersión y colonización en nuevos ambientes se lleva al cabo a través de quistes de resistencia transportados por el viento, insectos, aves, peces, anfibios, reptiles, etc.

Por otra parte, *I. multifiliis*, *A. piscicola* y *T. wellborni* pudieron acceder a los estanques y a las carpas mediante la importación de lotes de peces o envío de los mismos de otras piscifactorías sin el período reglamentario de cuarentena o bien sin inspección; la primera especie además puede llegar a los peces vía implementos utilizados en la limpieza y mantenimiento de los estanques, contaminados con quistes de reproducción de este ciliado.

En el caso especial de los peritricos sésiles (*A. piscicola*, *E. hentscheli*, *C. polypinum*, *V. striata* y *V. aequilata*) su dispersión está a cargo de una forma libre nadadora (telotroca) que puede tener fácil acceso a los hospederos.

Finalmente cabe señalar a especies de ciliados que se observaron en los peces (*C. uncinata*, *T. corlissi*, *E. hentscheli*, *C. polypinum*, *V. striata* y *V. aequilata*), y que de manera general forman parte de la fauna común de protistas en el plancton y bentos de los estanques.

Patogenia

Se incluye en la tabla 41 el registro de las especies de ciliados y características para considerarlos ya sea como ectoparásitos o bien como ectocomensales de peces cultivados.

Tabla 41. Relación de los ciliados con los ciprínidos cultivados (mundial y en Zacapu).

Rel. hosp	Ciliado	Mortalidad (mundial)	Mortalidad (Zacapu)	Síntomas (otras inv.)	Síntomas pres. trab.	Nutrición
Parásito obligado	<i>Amphileptus branchiarum</i>	+	-	hiperplasia epitelial, fusión lamelar	-	células del epitelio branquial y ciliados
Parásito facultativo	<i>Chilodonella uncinata</i>	+	-	irritación en piel y branquias, hemorragia, necrosis, gran prod. de moco	anorexia nerviosismo movims. operculares rápidos	células de piel y branquias emplean el cirto
Parásito adhesión exclusiva a peces	<i>Apiosoma piscicola</i>	+	+	anorexia sofocación impedim. para interc. de gases	boqueo movims. operculares rápidos gran prod. de moco branquias pálidas	detritos de la superficie del hospedero
Parásito obligado	<i>Trichodina wellborni</i>	+	-	moco gris azulado, destrucción del epitelio branquial, manchas blancas, pérdida de escamas, hiperplasia epitelial, anorexia, hemorragia cutánea	moco azulado, pérdida de escamas, hemorragia cutánea leve	moco desprendido por irritación con los ganchos
Parásito facult.	<i>Coleps striatus</i>	+	-	retardo en el crecim. anorexia, aletas deshílach.	-	moco
Parásito facult.	<i>Epistylis hentscheli</i>	+	-	erosión en piel y hueso hiperplasia epitelial, hemorragia, irritación, ulceración en piel y branqs.	-	detritos de la superf. del hospedero
Parásito obligado	<i>I. multifiliis</i>	+	-	pústulas blancas en piel y branqs. Infiltración en tejidos con lisis, infecciones 2as. Por bacterias y hongos	-	células epiteliales de piel y branquias
Ectocom.	<i>Vorticella aequilata</i>	-	-	obstrucción respiratoria	-	moco bacterias algas
Ectocom.	<i>Vorticella striata</i>	-	-	obstrucción respiratoria	-	moco bacterias algas
Ectocom.	<i>C. polypinum</i>	-	-	-	-	bacterias algas
Ectoparás. y endopar. Ectocom.	<i>Tetrahymena corlissi</i>	+	-	infiltración en sist. nervioso, lisis, manchas blancas en piel y músculo	-	epitelio músculo eritrocitos
Ectocom.	<i>C. steinii</i>	-	-	-	-	moco en piel y branqs

+ mortalidad

- no hubo síntomas ni mortalidad

Dinámica general de las infecciones por ciliados ectoparásitos

Entre 1990 - 1992 se efectuaron 14 muestreos, registrándose en total 11 especies de ciliados ictioparásitos de *C. carpio rubrofruscus*. El número de especies presentes en cada recolecta se muestra en la tabla 42.

Los quistes de *A. branchiarum* ocuparon el primer lugar en frecuencia (100%) localizándose en todos los muestros realizados. *A. piscicola* y *T. wellborni* estuvieron representadas en 13 muestreos siendo también de los ciliados más frecuentes (93%), siguiéndoles en orden decreciente *I. multifiliis*, *T. corlissi*, *V. aequilata* y *V. striata* que se encontraron en 11 muestreos (78.6%); *Ch. uncinata* en 10 muestreos (71%); *C. steinii* en siete muestreos (50%). Las especies menos frecuentes fueron *E. hentscheli* presente en cinco muestreos (36%); *C. polypinum* en tres (21%); *C. striatus* y trofozoítos de *A. branchiarum* únicamente en dos muestreos (14%).

En cuanto al número de especies por muestreo resalta octubre de 1991 (otoño) con 11; agosto y septiembre (1991 y 1992 respectivamente, en el verano) con 10 especies; enero, mayo y julio (1990), así como agosto (1992) con nueve especies; marzo (1990) con ocho especies; octubre (1990) y febrero (1992) con siete especies; febrero (1990), enero y abril (1991) con seis especies y por último febrero (1992) con 5 especies (Tabla 42).

Respecto a las épocas en que se presentaron los valores más altos de abundancia e intensidad promedio de *A. branchiarum*, *A. piscicola*, *T. wellborni* y *Vorticella* spp., de manera general fue en el período de transición verano-otoño en donde se registraron las temperaturas más altas de los tres años y otro en el invierno (Tabla 1a y Figs. 6, 25, 37 y 73). Resalta en este aspecto *T. wellborni* que se presentó en agosto y septiembre (verano) aumentando ligeramente sus números; en octubre hubo un período de crecimiento rápido y en febrero se notó el pico de máxima abundancia.

En *Ch. uncinata* los valores más altos en los parámetros ecológicos se dieron en marzo-abril (primavera), coincidiendo con lo planteado por Migala (1971) (Fig. 13). La presencia de *E. hentscheli*, *C. polypinum* y *C. striatus* podría considerarse como incidental en los peces (Figs. 56, 62, y 44 respectivamente). Por otra parte *I. multifiliis* y *T. corlissi* aunque se localizaron en gran parte de los muestreos, sus números fueron relativamente bajos y no se presentaron picos máximos de abundancia, en la segunda especie se notó un repunte en el período verano-otoño (Figs. 19 y 50). De los siete muestreos en que apareció *C. steinii* se hizo evidente sobre todo en mayo (1990, 1992) con valores altos de prevalencia, abundancia e intensidad.

Tabla 42. Presencia de las diversas especies de ciliados ictioparásitos en los 14 muestreos efectuados.

ESPECIES	1		9		M		U		E		S		T		R		E		O		S		
	Enero	Febrero	Marzo	Mayo	Julio	Octubre	Enero	Abril	Agosto	Octubre	Agosto	Febrero	Mayo	Agosto	Octubre	Febrero	Mayo	Agosto	Sept.				
<i>Amphileptus branchiarum</i> (quistes)																							
<i>A. branchiarum</i> (trofozoito)																							
<i>Chilodonella uncinata</i>																							
<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>																							
<i>Apiosoma piscicola</i>																							
<i>Trichodina wellborni</i>																							
<i>Coleps striatus</i>																							
<i>Tetrahymena corlissi</i>																							
<i>Epistylis hentscheli</i>																							
<i>Carchesium polypinum</i>																							
<i>Vorticella aequilata</i>																							
<i>Vorticella striata</i>																							
<i>Colpoda steinii</i>																							
Número de especies	9	6	8	9	9	7	6	6	6	10	11	7	5	10	10	10	10	10	10	10	10	2	

Singhal *et al.* (1986) encontraron que de los parámetros físico-químicos registrados, la temperatura, pH y oxígeno disuelto del agua de los estanques son los parámetros abióticos más directamente relacionados con la incidencia de ciliados parásitos en granjas piscícolas de la India; hubo mayor incidencia de parasitismo entre marzo y julio aunado a una disminución del oxígeno durante el verano. Mencionan que las epizootias de los parásitos son más comunes en ciertos períodos en los cuales el daño de la enfermedad es mayor y que si es posible correlacionar dichos períodos con los cambios en las condiciones ambientales, podrían tomarse medidas preventivas o de control.

Das *et al.* (1989) encontraron que la incidencia de trichodínidos fue más elevada en los meses más fríos (octubre-febrero) y que la utilización de fertilizantes en los estanques es mayor, resultando en un aumento de la carga orgánica, como resultado la secreción de moco en los peces se incrementa sirviendo como sustrato a los ciliados que aumentan significativamente su número.

Por lo general, los extremos de temperatura tienen efecto sobre los ictioparásitos magnificando sus prevalencias, en este contexto Halmetoja *et al.* (1992) encontraron que las temperaturas bajas (menores de 17°C) influyen aumentando el porcentaje de peces (percas) infectados por trichodínidos. Por otra parte, Sinderman (1987) y Overstreet (1977) comentan que el hacinamiento y el estrés magnifican la infección provocando enfermedad, y que en general las aguas cálidas favorecen el desarrollo de ésta. Una alta prevalencia de ciliados parásitos no conlleva automáticamente a una enfermedad, sino que se puede volver importante únicamente cuando el hospedero está debilitado por otros factores.

Rintamaki y Halmetoja (1989) sugieren que el rango de temperatura óptima para la multiplicación de los trichodínidos en Finlandia, al menos para *T. nigra* es entre 10 - 16°C. De modo general los parámetros físico-químicos del agua pueden desempeñar un papel importante en la determinación del tamaño y composición de la parasitofauna. La temperatura, pH, contenido mineral, flujo, etc. influyen en la longevidad de los estadios de vida libre de ciertos ciliados.

RECOMENDACIONES

Generales

- Con base en la bibliografía analizada resulta evidente la necesidad de llevar al cabo más estudios sobre ciliados ictioparásitos de peces cultivados en México.
- Siendo la carpa una especie de interés público y social por corresponder a bienes de consumo popular, es indispensable efectuar investigaciones que apoyen su cultivo intensivo en nuestro país.
- Aunque en los tres años de la investigación no se presentaron epizootias en la Granja Acuícola de Zacapu, resultaría de mucha utilidad para el personal encargado tener permanentemente presentes las especies de ciliados ictioparásitos, así como el conocimiento de los periodos del año en que elevan sus poblaciones y los factores bióticos y abióticos involucrados, para poder tomar medidas preventivas que conlleven a un desarrollo saludable de los peces, y por ende, a una producción eficiente y rentable de los mismos.

Particulares

- * Para un estudio similar utilizar el mismo tamaño de muestra en los hospederos de las diversas tallas.
- * Contar con peces procedentes de un mismo desove (lote) y mantenerlos en un estanque o estanques en los que pueda seguirse con continuidad su desarrollo y estudiar su parasitofauna.
- * Efectuar el análisis ciliatológico lo más pronto posible para que no haya alteración en los parámetros ecológicos de las infecciones.
- * Llevar al cabo análisis histopatológicos en los peces para determinar los daños ocasionados por los ciliados ictioparásitos.
- * Realizar estudios del plancton y bentos del agua de los estanques, así como de los anfibios presentes en los mismos.
- * Desarrollar pruebas inmunológicas en los peces con antígenos de las especies de ciliados considerados como ectoparásitos (tricotínidos, apiosomátidos, amfiléptidos y quilodonélidos).
- * Utilizar peces que hayan pasado por una cuarentena.
- * Realizar la limpieza y desinfección de estanques y artes de pesca, así como evitar el hacinamiento y la acumulación excesiva de materia orgánica en los estanques.
- * Desección ocasional de estanques.
- * Máximo cuidado en los estanques no únicamente de las crías sino también de peces jóvenes y adultos.
- * Mayor vigilancia de los peces en los meses más cálidos y en los más fríos del año.

- BASSON, L. & J.G. VAN AS. 1987. Trichodinid (Ciliophora : Peritricha) gill parasites of freshwater fish in South Africa. *Syst. Parasitol.*, 9 (2) : 143-151.
- BASSON, L. & 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. *Syst. Parasitol.*, 13 (2) : 153-160.
- BASSON, L. & J.G. VAN AS. 1991. Trichodinids (Ciliophora-Peritrichia) from a calanoid copepod and catfish from South Africa with notes on host specificity. *Systematic Parasitol.*, 18 : 147-158.
- BASSON, L., J.G. VAN AS & L. FISHELSON. 1990. A new species of *Trichodina* (Ciliophora : Peritrichia) from the intestine of the surgeonfish *Acanthurus xanthopterus*. *Int. J. for Parasitol.*, 20 (6) : 785-787.
- BASSON, L., J.G. VAN AS & Y. PAPERNA. 1983. Trichodinid ectoparasites of cichlid and cyprinid fishes in South Africa and Israel. *Syst. Parasitol.*, 5 : 245-257.
- BAUER, O N. 1962. *Parasites of Freshwater fish and the biological basis for their control*. National Science Foundation, Washington, D.C. 236 pp.
- BAUER, O N., S. EGUSA & G.L. HOFFMAN. 1981. Parasitic infections of economic importance in fishes. *Review of Advances in Parasitology*. : 425-443.
- BONDAD-REANTASO, M.G. AND J.R. ARTHUR. 1989. Trichodinids (Protozoa: Peritrichida) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Philippines. *Asian Fisheries Science.*, 3 : 27-44.
- BRAGG, R.R. 1988. Mortalities in cultured african catfish (*Clarias gariepinus*) in South Africa. *Bull. Eur. Ass. Fish. Pathol.*, 8 (3) : 58.
- BYKHOVSKAYA, I.E. - PAVLOVSKAYA. 1964. *Key to Parasites of freshwater fish of the U.S.S.R. Keys to fauna of the U.S.S.R. No. 80*. Akademiya Nauk S.S.S.R. Zoologicheskii Institut. Translated from Russian by Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem. Class Ciliata pp. 168-235.
- CALENIUS, G. 1980. Parasites of fish in Finland. III. Ciliates of the Family Urceolaridae Dujardin, 1851. *Acta Academiae Aboensis, Ser. B.* 40 (3) : 1-16.
- CONE, D. K. & P.H. ODENSE. 1987. Occurrence of *Heteropolaria lwoffii* (Fauré-Fremiet, 1943) and *Apiosoma piscicola* Blanchard, 1885 (Ciliata) on *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) in Nova Scotia, Canada. *Can. J. Zool.*, 65 : 2426-2429.
- CONTRERAS, F.L.E. 1988. *Manual de Prevención de Enfermedades que afectan a los organismos en cultivo*. SEPESCA. 83 pp.
- CORLISS, J.O. 1979. *The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification and Guide to the Literature*. Pergamon Press, New York. 455 pp.

- CRITES, J.L. 1977. The occurrence of *Epistylis niagarae* (Ciliophora : Peritrichida) on fishes from the island region of western lake Erie. *Ohio J. Sci.*, 77 (4) : 193-194.
- CZAPIC, A. 1968. La famille Tetrahymenidae son importance dans la systématique et l'évolution des ciliés. *Acta Protozool*, V fasc. 21 : 315-357.
- CHAPMAN, G.B. 1984. Ultrastructural aspects of the host-parasite relationship in Ichthyophthiriasis. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 103 (4) : 364-375.
- CHAPMAN, G.B. & R.C. KERN. 1983. Ultrastructural aspects of the somatic cortex and contractile vacuole of the ciliate *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet. *J. protozool.*, 30 (3) : 481-490.
- CHARDEZ, D. 1983. Notes sur la fixation des Trichodines. *Revue Verviet Hist. Nat.*, 40 (4-6) : 45-47.
- CHARDEZ, D. 1986. La bipartition chez *Urceolaria* et *Trichodina* (Protozoa : Ciliophora). *Revue Verviet Hist. Nat.*, : 66-70.
- DAS, M.K., D.P. HALDAR & S.K. MONDAL. 1989. Macroecological studies on protozoan diseases of carps in tropical intensive fish culture ponds in India. *Environment and Ecology*, 7 (1) : 1-9.
- DAS, M.K. & R.N. PAL. 1987. Histopathology of gills infestation by Monogenes and Urceolariid ciliates in carps cultured in India. *Indian J. of Parasitol.*, 11 (2) : 127-130.
- DAVIS, H.S. 1947. Studies of the Protozoan parasites of Freshwater fishes. *Fishery Bull. of the fish and wildlife Service.*, 51 : 1-29.
- DUNCAN, B.L. 1977. Urceolarid ciliates, including three new species from cultured Philippine fishes. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 96 (1) : 76-81.
- DICKERSON, H.W., T.G. CLARK & R.C. FINDLY. 1989. *Ichthyophthirius multifiliis* has membrane-associated immobilization antigens. *J. Protozool.*, 36 (2) : 159-164.
- EI-TANTAWY, Š.A.M. & S.L. KAZUBSKI. 1986. The trichodinid ciliates from Fish, *Tilapia nilotica* from the Nile delta (Egypt). *Acta Protozool.*, 25 (4) : 439-444.
- ENCICLOPEDIA DE MEXICO. 1978. Tomo XII. Ciudad de México. pp 477 - 479.
- EWING, M.S. & C.M. KOCAN. 1986. *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora) development in gill epithelium. *J. Protozool.*, 33 (3) : 369-374.
- EWING, M.S. & C.M. KOCAN. 1987. *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora) exit from gill epithelium. *J. protozool.*, 34 (3) : 309-312.
- EWING, M.S. & C.M. KOCAN. 1992. Invasion and developments strategies of *Ichthyophthirius multifiliis*, a parasitic ciliate of fish. *Parasitology Today.*, 8 (6) : 204-208.

- EWING, M.S., K.M. KOCAN & S.A. EWING. 1983. *Ichthyophthirius multifiliis* : Morphology of the cyst wall. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 102 (2) : 122-128.
- EWING, M.S., K.M. KOCAN & S.A. EWING. 1985. *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora) invasion of gill epithelium. *J. Protozool.*, 32 (2) : 305-310.
- EWING, M.S., M.E. LYNN & S.A. EWING. 1986. Critical periods in development of *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora) populations. *J. protozool.*, 33 (3) : 388-391.
- FARLEY, D.G. & R. HECKMANN. 1980. Attempts to control *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet (Ciliophora: Ophryoglenidae) by chemotherapy and electrotherapy. *J. Fish Diseases.*, 3 : 203-212.
- FERGUSON, H.W., D.B. HICKS., D.H. LYNN., V.E. OSTLAND & J. BAILEY. 1987. Cranial ulceration in Atlantic salmon *Salmo salar* associated with *Tetrahymena* sp. *Dis. Aquat. Org.*, 2 : 191-195.
- FERNANDEZ-GALIANO, MA. T. 1986. Presencia de quistes viables de *Colpoda* (Ciliophora, Colpodida) en el tubo digestivo de reptiles y anfibios. *Rev. Ibér. Parasitol.*, 46 (3) : 223-228.
- FIJAN, N. 1962. Massive invasion of the young *Cyprinus carpio* with protozoa of the genus *Glossatella*. *Vet. Arh.*, 32 : 2 - 6.
- FITZGERALD, M.E.C. 1982. Ultrastructure of the peritrich ciliate *Ambiphrya ameiuri* and its attachment to the gills of the catfish *Ictalurus punctatus*. *J. Protozool.*, 29 (2) : 213-217.
- FOISSNER, V.W. 1983. Morphologie and Infraciliature of two ectocommensal ciliates (Protozoa : Ciliophora) on *Cyprinus carpio* L. (Pisces : Cypriniformes) *Heteropolaria lwoffii* (Fauré-Fremiet, 1943) (Peritrichida: Epistylididae) and its predator *Pseudoamphileptus macrostoma* (Chen, 1955) nov. gen. *Pleurostomatida : Amphileptidae*). *Zool. Jb. Syst.*, 110 : 399-418.
- FOISSNER, V.W. 1991. Basic light and electron microscopic methods for taxonomic studies of ciliated Protozoa. *Europ. J. Protistol.*, 27 : 313-330.
- FOISSNER, V.W., H. BERGER & F. KOHMANN. 1992. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band II : Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida*. Informations-Berichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, HEFT 5/92, 502 pp.
- FOISSNER, V.W., H. BLATTERER., H. BERGER & F. KOHMANN. 1991. *Taxonomische und ökologische revision der ciliaten des saprobiensystems. Band I : Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea*. Informations berichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, HEFT 1/91, 478 pp. 45-51.
- GAO, L., Z. SIHUA., Z. KEWEI & W. XIAOLIN. 1992. Study of the prevention and cure of trichodinosis and chilodonellosis of larva of mandarin fish *Siniperca chuatsi* with formalin. *Freshwater Fisheries (Danshui Yuye)*, 28 (170) : 8-11.

- GEISSLINGER, M. 1987. Observations on the caudal cilium of the tomite of *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876. *J. Protozool.*, 34 (2) : 180-182.
- GHITTINO, P. 1979. Principali problemi di Parasitologia nelle piscicoltura italiane. *Parasitologia.*, XXI (1,2,3): 27-33.
- GOVEN, B.A., D.L. DAWE & J.B. GRATZEK. 1980. Protection of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, against *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet by immunization. *J. Fish. Biol.*, 17 : 311-316.
- GOVEN, B.A., D.L. DAWE & J.B. GRATZEK. 1981. Protection of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) against *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet) by immunization with varying doses of *Tetrahymena pyriformis* (Lwoff) cilia. *Aquaculture.*, 23 : 269-273.
- GRABDA, J. 1991. Economic Importance of Fish Parasites. En : GRABDA, J. (De). *Marine Fish Parasitology*. VCH, New York. pp. 36-38.
- GRASSE, P.P. 1993. *Traité de Zoologie. Anatomie, Systematique, Biologie*. Tome II. Infusoires Cil Fascicule 2. Systematique. Masson et Cie, Paris. 880 pp.
- GRIGORJAN, D.A. & G.A. STEIN. 1981. Parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of some fishes from water bodies of Armenia. *Hayka.*, 4 : 305-312.
- GRUPCHEVA, G. 1987. On the location of Trichodinid Protozoa (Ciliophora, Urceolariidae) in freshwater fishes. *Acta Zool. Bulgarica.*, 33 :33-39.
- GRUPCHEVA, G. & J. LOM. 1980. Protozoan parasites of fishes from Bulgaria I. Glugea *lucipercae* and the description of three new *Trichodina* species. *Folia Parasitol. (Praha).*, 27 : 289-294.
- GUHL, W. & G. HAIDER. 1988. Urceolariidae (Peritricha). En : MATTHES , D., W GUHL & G. HAIDER (Eds.). *Suctorina und Urceolariidae*. Protozoen Fauna Band 7/1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart pp. 226 -296.
- HABELA, M., & Y. NAVARRETE. 1987. Contribución al conocimiento de la parasitofauna de Cáceres. Primera relación. I. Protozoos y Artrópodos. *Rev. Ibér. Parasitol.*, Vol. *extraord.* : 39 - 43.
- HALMETOJA, A., E. TELLERVO-VALTONEN & J. TASKINEN. 1992. Trichodinids (Protozoa) on fish from four central finnish lakes of differing water quality. *Aqua Fennica.*, 22 1 59 - 70.
- HAMILTON-ATTWELL, V.L., L.R. TIEDT., J.G. VAN AS & L. BASSON. 1981. Ultrastructure of a trichodinid ciliate ectoparasitic on freshwater fish. *Electron Microsc. Soc. of Southern Africa Proceedings.*, 11 : 113 - 114.
- HATTENBERGER, A.M. 1985. Análisis de la situación ictiosanitaria en México y de los medios de su control. Informe de la misión realizada del 25 de Nov. al 6 de Diciembre de 1985. Embajada de Francia en México. 10 pp.

- HAUSMANN, K. 1983. Transportunternehmen Fisch-Fahrgast *Trichodina*. *Aquarien Magazin.*, 83 (7) : 374-376.
- HAUSMANN, K. & E. HAUSMANN. 1981 a. Structural studies on *Trichodina pediculus* (Ciliophora, Peritricha) I. The locomotor fringe and the oral apparatus. *J. Ultrastruc. Res.*, 74 : 131 - 143.
- HAUSMANN, K. & E. HAUSMANN. 1981 b. Structural studies on *Trichodina pediculus* (Ciliophora, Peritricha) II. The adhesive disc. *J. Ultrastruc. Res.*, 74 : 144 - 155.
- HAZEN, T.C., G. SMITH & R.V. Jr. DIMOCK. 1976. A method for fixing and staining peritrich ciliates. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 95 (4): 693 - 695.
- HAZEN, T.C., M.L. RAKER., G.W. ESCH & C.B. FLIERMANS. 1978. Ultrastructure of redsore lesions on largemouth bass (*Micropterus salmoides*) : Association of the ciliate *Epistylis* sp. and the bacterium *Aeromonas hydrophyla* . *J. Protozool.*, 25 (3) : 351 - 355.
- HECKMAN, R.A. 1974. Parasites of golden trout from California. *J. Parasitol.*, 60 (2) : 363.
- HECKMAN, R.A., A.K. KIMBALL & J.A. SHORT. 1987. Parasites of mottled sculpin, *Cottus bairdi* Girard, from five locations in Utah and Wasatch counties, Utah. *Great basin Naturalist.*, 47 (1) : 13 - 21.
- HERRÓZ-ZAMORANO Y ALADRO-LUBEL, MA. A. 1996. *Apiosoma piscicola* (Ciliophora, Peritrichia, Sessilida) asociado a piel y branquias de ciprínidos en condiciones de cultivo en Michoacán, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Zool.*, 67 (1) : 1 - 10.
- HINES, R.S. & D.T. SPIRA. 1974 a. Ichthyophthiriasis in the mirror carp *Cyprinus carpio* (L.) III. Pathology. *J. Fish. Biol.*, 6 : 189 - 196.
- HINES, R.S. & D.T. SPIRA. 1974 b. Ichthyophthiriasis in the mirror carp *Cyprinus carpio* (L.) IV. Physiological dysfunction. *J. Fish. Biol.*, 6 : 365 - 371.
- HINES, R.S. & D.T. SPIRA. 1974 c. Ichthyophthiriasis in the mirror carp *Cyprinus carpio* (L.) V. Acquired Immunity. *J. Fish. Biol.*, 6 : 373 - 378.
- HOFFMAN, G.L. 1978. Ciliates of freshwater fishes. En : KREIER, J.P. (Edd.). *Parasitic Protozoa. Vol. 2. Chapter 8.* Academic Press, New York. pp.583 - 632.
- HOFFMAN, G.L. & J LOM. 1967. Observations on *Tripartiella bursiformis*, and *Trichodina nigra* and a pathogenic trichodinid *Trichodina fultoni*. *Bull. Wildlife Disease Assoc.*, 3 : 156 - 159.
- HOFFMAN, G.L., S.L. KAZUBSKI., A.J. MITCHELL & C.E. SMITH. 1979. *Chilodonella hexasticha* (Kiemik, 1909) (Protozoa, Ciliata) from North American warmwater fish. *J. of Fish Diseases.*, 2 : 153 - 157.

- HOFFMAN, G.L., M. LANDOLT., J.E. CAMPER., D.W. COATS., J.L. STOOKEY & J.D. BUREK. 1975. A disease of freshwater fishes caused by *Tetrahymena corlissi* Thompson, 1955, and a key for identification of holotrich ciliates of freshwater fishes. *J. Parasitol.*, 61 (2) : 217 - 223.
- HUBERT, W.A. & M.C. WARNER. 1975. Control of *Epistylis* on channel catfish in raceways. *J. Wildlife Dis.*, 11 : 241 - 246.
- HUTTENLAUCH, II. 1987. Ultrastructural aspects of the somatic and buccal infraciliature of *Coleps amphacanthus* Ehrenberg, 1833. *Protoplasma.*, 136 : 191 - 198.
- IMAI, S., K. HATAI & M. OGAWA. 1985. *Chilodonella hexasticha* (Kiernik, 1909) found from the gills of a discus *Symphysodon discus* Haeckel, 1940. *Jpn. J. Vet. Sci.*, 47 (2) : 305 - 308.
- IMAI, S., K., H. MIYASAKI & K. NOMURA. 1991. Trichodinid species from the gill of cultured Japanese eel, *Anguilla japonica*, with a description of a new species based on light and scanning electron microscopy. *Eur. J. Protistol.*, 27 : 79 - 84.
- IRUEGAS, B.F. MA. H. F. GARZA-FERNANDEZ Y F.S. SEGOVIA. 1994. Enfermedades causadas por endoparásitos. Clasificación, ciclos biológicos, patogenia, signos clínicos, lesiones, tratamiento profiláctico y terapéutico. Div. de Educ. Continua Fac. Med. Vet. y Zootec., UNAM y SEPESCA Dir. Gral. Acuacult. Subdir. Sanidad Acuic.
- IVANOVA, N.S. 1970. The parasitic ciliates (Urceolariidae, Peritricha) of pond fishes. *Acta Protozoologica.*, VIII, Fasc. 16 : 209 - 216.
- JAHN, T.L. & F.F. JAHN. 1979. *How to know the Protozoa*. WM. C. Brown Co., Dubuque, Iowa. 234 pp.
- JIMENEZ, F.G. 1986 . *Parásitos y Enfermedades del bagre*. Pu. Técnicas 2. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. pp 17 - 30.
- JIMENEZ, F.G., L.S. GALAVIZ., F.S. SEGOVIA & H.F. GARZA. 1986. *Sanidad Acuícola*. FONDEPESCA y Facultad de Ciencias Biológicas UANL. 261 pp.
- JIMENEZ, F.G., F.S. SEGOVIA & MA. H G. FERNANDEZ. 1994. Enfermedades causadas por ectoparásitos. Fac. Med. Vet. y Zootec., UNAM / SEPESCA. Dir. Gral. Acuacult. Subdir. Sanidad Acuic.
- KAHL, H. 1930-1935. Urtiere order Protozoa I. Wimpertiere order Ciliata (Infusoria). En : Dahl, F. (Ed.) *Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden meeressteile nach ihren Merkmalen und ihrer Lebensweise*. G. Fischer, Jena. 180 pp.
- KAZUBSKI, S.L. 1967. Study on the growth of skeletal elements in *Trichodina pediculus* Ehrenberg. *Acta Protozool.*, 5 (2) : 38 - 48.
- KAZUBSKI, S.L. 1982 a. Studies on Interpopulational variation in Trichodines (Ciliata). *Acta Protozool.*, 21 (2) : 135 - 148.

- KAZUBSKI, S.L. 1982 b. Morphological variability of *Trichodina reticulata* Hirschmann et Partsch, 1955 (Ciliata, Peritrichida), a parasite of *Crassius crassius* (L.) from small pond in Kortowo (olsztyn). *Acta Protozool.*, 21 (1) : 1 - 6.
- KAZUBSKI, S.L. 1986 The trichodinid ciliates from fish, *Tilapia* sp. from Lake Victoria (Kenya) and description of *Trichodina equatorialis* nom. nov. *Acta Protozool.*, 25 (4) : 445-448.
- KAZUBSKI, S.L. 1988 . Morphological variation in a ciliate, *Trichodina reticulata* Hirschmann et Partsch, 1955 (Peritrichida), in tadpoles from small ponds. *Acta Protozool.*, 27 (3/4) : 259 - 269.
- KAZUBSKI, S.L. 1991 a. Morphological variation of the ciliate *Trichodina pediculus* Ehrenberg, 1838. I. Parasitizing on Hydras. *Acta Protozool.*, 30 : 169 - 175.
- KAZUBSKI, S.L. 1991 b. Morphological variation of the ciliate *Trichodina pediculus* Ehrenberg, 1838. II. Parasitizing on tadpoles. *Acta Protozool.*, 30 : 177 - 186.
- KAZUBSKI, S.L. 1991 c. Morphological variation of the ciliate *Trichodina pediculus* Ehrenberg, 1838. III. Parasitizing on Crucian carp (*Carassius carassius*) (L.) from small ponds in Kortowo (Olsztyn). *Acta Protozool.*, 30 : 187 - 192.
- KAZUBSKI, S.L. & S.A.M. EL -TANTAWY. 1986. The ciliate *Paratrichodina africana* sp. n. (Peritricha, Trichodinidae) from *Tilapia* fish (Cichlidae) from Africa. *Acta Protozool.*, 25 (4) : 433 - 438.
- KAZUBSKI, S.L. & K. MIGALA. 1968. Urceolariidae from breeding carp *Cyprinus carpio* L. in Zabienc and remarks on the seasonal variability of trichodinids. *Acta Protozool.*, 6 (13) : 137 - 160.
- KAZUBSKI, S.L. & K. MIGALA. 1974. Studies on the distinctness of *Chilodonella hexasticha* (Kiernik) (Clamydodontidae, Gymnostomatida), ciliate parasites of fishes. *Acta Protozool.*, 13 : 9 - 39.
- KAZUBSKI, S.L. & M. PILECKA-RAPACZ. 1981. Morphological variability of *Trichodina nigra* Lom (Ciliata, Peritrichida), a parasite of *Lucioperca lucioperca* (L) from Szczecin Gulf. *Acta Protozool.*, 20 (1) : 103 - 107.
- KHAN, R.A. 1972. Taxonomy, prevalence and experimental transmission of a protozoan parasite, *Trichodina oviducti* Polyanskii (Ciliata : Peritrichida) of the thorny skate, *Raja radiata* Donovan. *J. Parasitol.*, 58 (4) : 680 - 685.
- KHAN, R.A. 1991. Mortality in Atlantic salmon (*Salmo salar*) associated with Trichodinid ciliates. *J. Wild. Dis.*, 27 (1) : 153 - 155.
- KREBS, C.J. 1985. *Ecología*. Harla, México, D.F. pp. 71 - 92.

- KRUGER, J., L. BASSON & J.G. VAN AS. 1991. Redescription of *Trichodina xenopodos* Fantham, 1924 (Ciliophora : Peritrichida), a urinary bladder parasite of *Xenopus laevis laevis* Daudin, 1802, with notes on Transmission. *Sys. Parasitol.*, 19 : 43 - 50.
- KUDO, R. 1979. *Protozoología*. CECSA, México. 966 pp.
- KULEMINA, I.V. 1968. Parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) from fry and young fishes of Lake Siliger. *Acta Protozool.*, 6 (17) : 185 - 206.
- LANGDON, J.S., N. GUDKOV., J.D. HUMPHREY & E.C. SAXON. 1985. Deaths in Australian freshwater fishes associated with *Chilodonella hexasticha* infection. *Aust. Vet. J.*, 62 (12) : 409 - 413.
- LI, L. & S.S. DESSER. 1983. *Trichodina algonquinensis*, a new species of peritrich ciliate from Ontario freshwater fish, and observations on its transmission. *Can. J. Zool.*, 61 (5) : 1159 - 1164.
- LI, L. & S.S. DESSER. 1985. The protozoan parasites of fish from two lakes in Algonquin Park, Ontario. *Can. J. Zool.*, 63 (8) : 1846 - 1858.
- LOM, J. 1960. *Trichodina reticulata* Hirschmann and Partsch, 1955 from Crucian carp and *T. domerguei* f. *latispina* Dogel, 1940 from *Diaptomus*. *Acta. Societ. Zoolo. Bohem.*, 24 (3) : 243 - 257.
- LOM, J. 1962. Trichodinid ciliates from fishes of the Rumanian Black Sea Coast. *Parasitology.*, 52 : 49 - 61.
- LOM, J. 1963. Discovery of a *Tripartiella* in the urinary tract of *Phoxinus phoxinus* L. *Acta Protozool.*, 1 (1): 1-4.
- LOM, J. 1966. Sessiline Peritrichs from the surface of some freshwater fishes. *Folia Parasitol. (Praha)*, 13 : 36 - 56.
- LOM, J. 1970. Observations on trichodinid ciliates from freshwater fishes. *Arch. Protistenk. Bd.*, 112 : 153 - 177.
- LOM, J. 1973. The mode of attachment and relation to the host in *Apiosoma piscicola* Blanchard and *Epistylis Iwoffi* Fauré-Fremiet, ectocommensals of freshwater fish. *Folia Parasitol. (Praha)*, 20 : 105 - 112.
- LOM, J. & J.O. CORLISS. 1968. Observations on the fine structure of two species of the peritrich ciliate genus *Scyphidia* and on their mode of attachment to their host. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 87 (4) : 493 - 509.
- LOM, J. & G.L. HOFFMAN. 1964. Geographic distribution of some species of trichodinids (Ciliata : Peritrichida) parasitic of fishes. *J. parasitol.*, 50 (1) : 30 - 35.
- LOPEZ, J.S. 1987. Enfermedades más frecuentes de las carpas cultivadas en México. *Acuavisión.*, (9) : 11 - 13.

- LYNN, D.H. & J.R. MALCOLM. 1983. A multivariate study of morphometric variations in species of the ciliate genus *Colpoda* (Ciliophora : Colpodida). *Can. J. Zool.*, 61 : 307 - 316.
- MACMILLAN, J.R. 1985. Infectious Diseases. *Developments Aquacult. Fish Sci.*, 15 : 405 - 496.
- MADRAZO-GARIBAY, M. Y E. LOPEZ-OCHOTERENA. 1982. Segunda lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Rev. lat-amer. Microbiol.*, 24 : 281 - 295.
- MADRAZO-GARIBAY, M. Y E. LOPEZ-OCHOTERENA. 1990. Especies del Phylum Ciliophora asociadas a animales silvestres, estudiadas en México. III. Relación Taxonómica y Bibliográfica. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México. Ser. Zool.*, 61 (3) : 449-456.
- MARGOLIS, L. & J.R. ARTHUR. 1979. Synopsis of the parasites of fishes of Canada. *Bull. Fish. Res. Board of Canada Bull.*, 199 : 14 - 17.
- MARGOLIS, L., G.W. ESCH., J.C. HOLMES., A.M. KURIS & G.A. SCHAD. 1982. The use of ecological terms in Parasitology. *J. Parasitol.*, 68 : (1) : 131 - 133.
- MARGULIS, L. Y K.V. SCHWARTZ. 1985. *Cinco reinos. Guía Ilustrada de los Phyla de la Vida en la Tierra*. Ed. Labor, Barcelona. 335 pp.
- MARTINEZ, P.J.A. Y M.E. GUTIERREZ. 1985. *Introducción a la Protozoología*. Ed. Trillas, México. 207 pp.
- MASLIN-LENY, Y. & J. BOHATIER. 1984. Cytologie ultrastructurale de *Trichodina* et *Tripartiella* (Ciliés Péritriches). *Protistologica T. XX, fasc. 1* : 113 - 132.
- McCALLUM, H.I. 1982. Infection dynamics of *Ichthyophthirius multifiliis*. *Parasitology.*, 85 : 475 - 488.
- McCALLUM, H.I. 1985. Population effects of parasite survival of host death : experimental studies of the interaction of *Ichthyophthirius multifiliis* and its fish host. *Parasitology.*, (3) : 529 - 547.
- McCALLUM, H.I. 1986. Acquired resistance of black mollies *Poecilia latipinna* to infection by *Ichthyophthirius multifiliis*. *Parasitology.*, 93 : 251 - 261.
- MIGALA, K. 1971. Studies on natural populations of parasitic protozoa on *Cyprinus carpio* L. in pond culture carps in the first year of life. *Acta Protozool.*, VIII Fasc. 24 : 309 - 339.
- MIGALA, K. & L.S. KASUBSKI. 1972. Occurrence of nonspecific ciliates on carps (*Cyprinus carpio*) in water ponds. *Acta Protozool.*, IX Fasc. 22 : 329 - 338.
- MITCHELL, A. J. & C.E. SMITH. 1988. *Amphileptus branchiarum* (Protozoa : Amphileptidae) in pond reared fish in Arkansas. *J. Wildlife Dis.*, 24 (4) : 642 - 646.

- MIYAZAKI, T., W.A. ROGERS & J.A. PLUMB. 1986. Histopathological studies on parasitic protozoan diseases of channel catfish in the United States. *Bull. Fac. Fish., Mie Univ.*, (13) : 1 - 9.
- MOLNAR, K. 1987. Solving parasite-related problems in cultured freshwater fish. *J. Parasitol.*, 17 (2) : 319 - 326.
- MOSEVITCH, T.N. 1965. Electron microscopic study of the structure of the contractile vacuole in the ciliate *Ichthyophthirius multifiliis* (Fouquet). *Acta Protozool.*, 3 (6) : 61 - 67.
- MUELLER, J.F. 1938. A new species of *Trichodina* (Ciliata) from the urinary tract of the muskalonge, with a repartition of the genus. *J. Parasitol.*, 24 (3) : 251 - 258.
- MUJICA, C.E. 1987. Los cuerpos de agua continentales adecuados para el cultivo de la carpa. *Acuavisión.*, (9) : 7 - 10 (año II).
- NATIVIDAD, J M. 1986. Parasites of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in the Philippines). The first Asian Fisheries Forum. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp. 255 - 259.
- NENNINGER, U. 1948. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität. *Zool. Jb.*, 77 : 169 - 266.
- NIE, D. & L. LIEN-SIANG. 1960. Studies on the morphology and life cycle of *Ichthyophthirius multifiliis* and its control, with a description of a new species. *Acta Hydrobiol., Sinica.*, 3 (10) : 197 - 225.
- OLDEWAGE, W.H. & J.G. VAN AS. 1987. Parasites and winter mortalities of *Oreochromis mossambicus*. *S. Afr. J. Wildl. Res.* 17 (1) : 7 - 12.
- OVERSTREET, R.M. & M.D. HOWSE. 1977. Some parasites and diseases of estuarine fishes in polluted habitats of Mississippi. *Ann. New York Acad. Sci.*, 298 : 427 - 462.
- PAPERNA, I & J.G. VAN AS. 1983. The pathology of *Chilodonella hexasticha* (Kiernik). Infections in cichlid fishes. *J. Fish Biol.*, 23 : 441- 450.
- PASTERNAK, A F. & K.O. KOPYLOV. 1983. The role of necrophagous infusorians, *Colpoda*, in the planktic community of the Black Sea coastal waters. *Oceanology.*, 23 (2) : 240 - 243.
- PICKERING, A. D., A.J. STRONG & J. POLLARD. 1985. Difference in the susceptibility of brown trout, *Salmo trutta* L., and american brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), to infestation by the peritrich ciliate, *Scyphidia* sp. *J. Fish. Biol.*, 26 : 201 - 208.
- PYLE, S. W. & D.L. DAWE. 1985. Immune response of channel catfish, *Ictalurus punctatus* Rafinesque, to bacterial and protozoan antigens administered by three routes. *Aquaculture.*, 46 : 1 - 10.

- RAABE, Z. 1963. Systematics of the family Urceolariidae Dujardin, 1841. *Acta Protozool.*, (14) : 121 - 138.
- RHODE, K. 1993. *Ecology of Marine Parasites*. Cab International, UK. 298 pp.
- RINTAMÄKI, P. & A. HALMETOJA. 1989. Influence of water temperature on the occurrence of *Trichodina nigra* Lom and *Tripartiella obtusa* Ergens & Lom yn Salmon (*Salmo salar*) at three fish farms in northern Finland. *Information (Abo Akademi)*., 20 : 100.
- ROQUE, M., P. DE PUYTORAC & J. LOM. 1967. L'Architecture buccale et la stomatogénèse D' *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876. *Protistologica.*, Tome III. fasc. 1 : 79 - 90.
- RYDLO, M. & W. FOISSNER. 1986. Beitrag zur Taxonomie und Therapie von *Chilodonella cyprini* und *C. hexasticha*. *Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft e. V.* 28 - 29 Okt. : 173 - 185.
- SANDON, H. 1965. Some species of *Trichodina* from South Africa. *Acta Protozool.*, 3 (4) : 39 - 55.
- SCHEUBEL, J. VON. 1973. Die sessilin ciliaten unserer Sübwasserrfische unter besonderer Berücksichtigung der gattung *Apiosoma* Blanchard. *Zool. Jb. Syst. Bd.*, 100 : 1 - 63.
- SCHÄPERCLAUS, W. 1992. *Fish diseases. Vol. 1 & 2*. Balkema, Rotterdam. 588 pp. & 1373 pp.
- SCHMAHL, G., H. MELHORN & H. TARASCHEWSKI. 1989. Treatment of fish parasites 5. The effects of sym. Triazinone (Toltrazuril) on fish parasitic Ciliophora (*Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876, *Apiosoma amoeba* Grenfell, 1884, *Trichodina* sp. Ehrenberg, 1831. *Europ. J. Protistol.*, 24 : 152 - 161.
- SCHMAHL, G., H. MELHORN & H. TARASCHEWSKI. 1992. Treatment of fish parasites 9. Effects of a medicated food containing malachite green on *Ichthyophthirius multifiliis* Fouquet, 1876 (Hymenostomatida, Ciliophora) in ornamental fish. *Parasitol. Res.*, 78 : 183 - 192.
- SEGOBE. 1988. *Enciclopedia de los Municipios de México. Los Municipios de Michoacán*. SEGOBE y Gobierno del Estado de Michoacán. 16: 495 - 499.
- SHAHAROM-HARRISON, F. & S.Z. ABDULLAH. 1988. Study of trichodinid ectoparasites from bighead carp *Aristichthys nobilis*, grass carp *Ctenopharyngodon idella* and lampam jawa *Puntius gonionotus* in Peninsular Malaysia. *Trop. Biomedicine.*, 5 : 131 - 137.
- SINDERMANN, C.J. 1987. Effects of parasites on fish populations : Practical considerations. *International J. Parasit.*, 17 (2) : 371 - 382.

- SINGHAL, R.N., S. JEET & R.W. DAVIES. 1986. The relationships between changes in selected physicochemical properties of water and the occurrence of fish parasites in Haryana, India. *Trop. Ecol.*, 27 : 1 - 9.
- SMALL, E.B. & D.H. LYNN. 1985. Phylum Ciliophora. En : J.J. LEE, S.H. HUTNER & E.C. BOVEE (Eds.). *An illustrated Guide to the Protozoa*. Society of Protozoologists, Allen Press, Lawrence, Kansas. pp. 393 - 575.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1979. *Biometría*. H. Blume, Madrid. 832 pp.
- STEIN, G.A. 1964. The life cycle of *Trichodina cottidarum* Dogiel, 1948 (Peritricha, Urceolariidae); a photometric study of DNA changes in the macronucleus. *Acta Protozool.*, 2 (35) : 357 - 365.
- STEIN, G.A. 1967. Parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of some fishes of the Kamchatka. *Acta Protozool.*, 4 (28) : 291 - 305.
- STEIN, G.A. 1968. Parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of fishes of the Amur basin. *Acta Protozool.*, 5 (12) : 229 - 243. *Acta Protozool.*, 15 (4) : 447 - 468.
- STEIN, G.A. 1976. Parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of fishes of the White Sea.
- STEIN, G.A. 1979. New data on parasitic ciliates (Peritricha, Urceolariidae) of fishes of the basins of Pacific Ocean. *Acta Protozool.*, 18 (4) : 531 - 552.
- STEIN, G.A. 1981. The variability of some species of marine Trichodinids (Ciliophora, Peritrichida) from different hosts. VI Intern. Congress of Protozoology. Warsawa, Polon. Julio 5 - 11 1981: 346.
- STEIN, G.A. 1985. Certain results of the study of ciliates of the family Trichodinidae (Peritrichida) inhabiting fishes of the seas of the USSR. En : Hargis, J.W. (De.). *Parasitology and pathology of marine organisms of the World Ocean*. NOAA Tech. rep. NMFS 25 : 53 - 54.
- STILLER, J. 1971. Szájkoszorús csillósok. Peritrichia. *Fauna Hung.*, 105 : 1 - 245.
- SZÉKELY, C. & M.C. BEREZKY. 1992. An unusual case of disease in pet fish stocks caused by *Coleps* sp. (Protozoa : Kinetofragminophorea). *Dis. Aquat. Org.*, 13 : 143 - 145.
- TAMAYO, D.P. 1987. Zacapu :Centro Acuícola eficiente en el manejo de la carpa. *Acuavisión.*, 9 : 17 - 18.
- TOFT, C.A., A. AESCHLIMANN & L. BOLIS. 1993. *Parasite-Host Associations Coexistence or conflict ?*. Oxford Univ. Press. 384 pp.
- URAWA, S. & J.R. ARTHUR. 1991. First record of the parasitic ciliate *Trichodina truttae* Mueller, 1937 on chum salmon fry (*Oncorhynchus keta*) from Japan. *Gyobyo Kenkyu.*, 26 (2) : 83 - 89.

- URAWA, S. & S. YAMAO. 1992. Scanning electron microscopy and pathogenicity of *Chilodonella piscicola* (Ciliophora) on juvenile salmonids. *Aquatic Animal Health.*, 4 : 188 - 197.
- USPENSKAJA, A.V. 1964. Reserve materials, RNA, DNA, and respiratory enzymes at different stages of the life cycle of *Ichthyophthirius multifiliis*. *Acta Protozool.*, 2 (18) : 175 - 195.
- USPENSKAJA, A.V. & L.P. OVCHINNIKOVA. 1966. Quantitative changes of DNA and RNA during the life cycle of *Ichthyophthirius multifiliis*. *Acta Protozool.*, 4 (15) : 127 - 141.
- VAN AS J.G., L. BASSON. 1986. Trichodinids (Ciliophora : Peritricha) ectoparasites of cultured cichlids from Taiwan. *Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica.*, 25 (2) : 135 - 139.
- VAN AS J.G., L. BASSON. 1987. Host specificity of Trichodinid ectoparasites of freshwater fish. *Parasitology Today.*, 3 (3) : 88 - 90.
- VAN AS J.G., L. BASSON. 1988. The incidence and control of fish ectoparasitic protozoa in South Africa. Republic of South Africa Department of Agriculture and water supply. Technical Comm. No. 211 : 1 - 11.
- VAN AS J.G., 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. *Sys. Parasitol.*, 14 (3) : 157 - 179.
- VAN AS J.G., L. BASSON. 1990. An articulated internal skeleton resembling a spinal column in a ciliated Protozoan. *Naturwissenschaften.*, 77 : 229 - 231.
- VAN AS J.G., L. BASSON. 1992. Trichodinid ectoparasites (Ciliophora : Peritrichida) of freshwater fishes of the Zambesi River System, with a reappraisal of host specificity. *Syst. Parasitol.*, 22 : 81 - 109.
- VAN AS J.G., L. BASSON & J. THERON. 1984. An experimental evaluation of the use of formalin to control trichodiniasis and other ectoparasitic protozoans on fry of *Cyprinus carpio* and *Oreochromis mossambicus* (Peters). *S. Afr. J. Wildl. Res.*, 14 (2) : 42 - 48.
- VENTURA, M.T. & Y. PAPERNA. 1985. Histopathology of *Ichthyophthirius multifiliis* infections in fishes. *J. Fish. Biol.*, 27 : 185 - 203.
- VILJOEN, S & J.G. VAN AS. 1983. A taxonomic study of sessile Peritrichians of a small impoundment with notes on their substrate preferences. *J. Limnol. Soc. Sth. Afr.*, 9 (1) : 33 - 42.
- VILJOEN, S & J.G. VAN AS. 1985. Sessile peritrichs (Ciliophora : Peritricha) from freshwater fish in the Transvaal, South Africa. *S. Afr. J. Zool.*, 20 (3) : 79 - 96.
- WARREN, A. 1986. A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora : Peritrichida). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Zool.)*, 50 (1) : 1 - 57.

- WARREN, A. 1991. A scanning microscopic study of the morphology of *Scyphidia physarum* Lachman, 1856 (Ciliophora : Peritrichida). *Scanning Microscopy*, (1) : 281 - 286.
- WELLBORN, T.L. Jr. 1967. *Trichodina* (Ciliata : Urceolariidae) of freshwater fishes of the Southeastern United States. *J. Protozool.*, 14 (3) : 399 - 412.
- WENRICH, D.H. 1924. A new protozoan parasite, *Amphileptus branchiarum*, n. sp. on the gills of tadpoles. *Trans. Am. microsc. Soc.*, 47 : 191 - 199.
- WICKHAM, S.A. & D.H. LYNN. 1990. Relations between growth rate, cell size, and DNA content in Colpodean Ciliates (Ciliophora : Colpodea). *Europ. J. Protistol.*, 25 : 345 - 352.
- WILES, M.D.K. & P.H. ODENSE. 1985. Studies on *Chilodonella cyprini* and *C. hexasticha* (Protozoa, Ciliata) by scanning electron microscopy. *Can. J. Zool.*, 63 : 2483 - 2487.
- WILLIAMS, H.H. 1964. Some observations on the mass mortality of the freshwater fish *Rutilus rutilus* (L.). *Parasitology*, 54 : 155- 171.
- WILLOMITZER, J. 1980. Seasonal dynamics of parasitoses in grasscarp (*Ctenopharyngodon idella*) fry and fingerlings. *Acta. Vet. Brno.*, 49 : 269 - 277.
- WURSTSBAUGH, W.A. & R.T. ALFARO. 1988. Mass mortality of fishes in lake Titicaca (Perú- Bolivia) associated with the protozoan parasite *Ichthyophthirius multifiliis*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 117 : 213 - 217.
- ZEISS, E., R. VILCHIS., M. HERNANDEZ & Ma. E. VALDEZ. 1982 a. Principales agentes patógenos en cultivos intensivos de tilapias (*Sarotherodon mossambicus* y *S. homorum*) en el estado de Morelos. Su diagnóstico y tratamiento. Reporte del primer año de actividad del Area de Sanidad Piscícola del Lab. de Hidrobiología y manejo Piscícola (Junio 1981-1982) : 34 - 42.
- ZEISS, E., R. VILCHIS., M. HERNANDEZ & Ma. E. VALDEZ. 1982 b. Observaciones preliminares sobre ectoparásitos de tilapias (*Tilapia mossambica* y *Tilapia* sp) sometidas a cultivo intensivo en el estado de Morelos, México. IV Simposio Latinoamericano de Acuacultura. República de Panamá : 43 - 58.