



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Facultad de Ciencias

ESTUDIO TAXONÓMICO DE LOS CILIADOS
EPIBIONTES DE HEMÍPTEROS ACUÁTICOS DE LA
LAGUNA DE TECOCOMULCO, HIDALGO, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

RICARDO MARIÑO PÉREZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE, 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MEXICO

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

OFICIO FCIE/DEP/358/09

ASUNTO: Oficio de Jurado

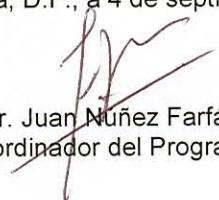
Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 17 de agosto de 2009, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS (SISTEMÁTICA)** del (a) alumno (a) **MARIÑO PEREZ RICARDO** con número de cuenta **401052451** con la tesis titulada **“ESTUDIO TAXONÓMICO DE LOS CILIADOS EPIBIONTES DE HEMÍPTEROS ACUÁTICOS DE LA LAGUNA DE TECOCOMULCO, HIDALGO, MEXICO.”**, realizada bajo la dirección del (la) **DRA. ROSAURA MAYEN ESTRADA:**

Presidente: DR. JUAN JOSE MORRONE LUPI
Vocal: DRA. VIRGINIA LEON REGAGNON
Secretario: DRA. ROSAURA MAYEN ESTRADA
Suplente: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
Suplente: DRA. ELVIA MANUELA GALLEGOS NEYRA

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

Atentamente
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”
Cd. Universitaria, D.F., a 4 de septiembre de 2009.


Dr. Juan Muñoz Farfán
Coordinador del Programa



JNF/DCRV/ASR/grf*

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM, por el apoyo parcial para presentar parte de este trabajo en dos congresos internacionales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnológica (CONACYT) por la beca para realizar esta maestría.

Al proyecto institucional "Protozoos asociados a invertebrados acuáticos (Insectos)", del Laboratorio de Protozoología, Departamento de Biología Comparada de la Facultad de Ciencias, UNAM.

A la Secretaría de Intercambio Académico, Facultad de Ciencias, UNAM, por el apoyo brindado para que el Dr. I. Dovgal realizara una estancia de investigación en el Laboratorio de Protozoología en la cual contribuyó sustancialmente en la mejora de este trabajo, particularmente en la parte de suctores.

Al Biól. Armando Zepeda Rodríguez del Laboratorio de Microscopía Electrónica del Departamento de Biología Tisular, Facultad de Medicina, UNAM por el apoyo en el procedimiento del material biológico para microscopía electrónica de barrido y al Biól. Francisco Pasos del Departamento de Biología Tisular, Facultad de Medicina, UNAM por el revelado de las microfotografías.

Al M. A. Aldi de Oyarzábal de la Facultad de Ciencias, UNAM, por los esquemas de las diferentes especies de protozoos.

A los Dres. Chris Dietrich, Roman Rakitov y especialmente al Dr. Paul Tinerella por su apoyo durante mi estancia en Estados Unidos para identificar a las especies de chinches acuáticas.

A los Dres. J. Polhemus y W. Foissner por sus valiosos comentarios.

A la Biól. Margarita Reyes Santos por los cientos de consejos para mejorar las diferentes técnicas usadas.

A la Dra. Ma. Antonieta Aladro Lubel por formar parte de mi Comité Tutorial.

A los miembros del Jurado incluyendo el Comité Tutorial, por sus atinadas sugerencias:

Dr. Juan José Morrone Lupi
Dra. Virginia León Règnon
Dra. Rosaura Mayén Estrada
Dr. Atilano Contreras Ramos
Dra. Elvia Manuela Gallegos Neyra

Especialmente a mi tutora, la Dra. Rosaura Mayén Estrada por todo el apoyo y la paciencia para que este trabajo haya llegado a feliz término sin que esto implique el fin de nuestros proyectos, al contrario, sea el cimiento de una línea de investigación que ambos disfrutamos desde diferente perspectiva.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Gracias por todos estos años de apoyo, sin ustedes no sería lo que soy ahora, es y seguirá siendo un placer convivir con gente de su calidad, siempre han creído en mí y eso en gran parte me mantiene firme en este camino que he decidido andar:

Al “Michemix Club⁺”; Bety* y Fern.

Al “Sushi Club”; Alan, Ale grande, Pelón, Cris flais y últimamente Bk e Isra.

Al “Wicked Pub Club”; Licha, Tlacuache, Chícharo y la de rojo.

Al “Warrior Contest Club”; Ale grande y Cris flais.

Al “Red Wine and Poker Club”; Bety, Fern, Omar y Jessica.

Al “Coffee Club”; Ale chica y Amaranta.

Al “Juebebes Club”; Andovas, Carlos, Clarita, Claudia, Omar y Sandihonguis.

Al “Espresso Club”; Paolo, Filippo y Francesca.

A Gris, Lin, Iliana, Asael, Arañandro, Héctor, Eleonora, Jorgito, Luisito, Tanya, Teniente Dan.

A Montse y mi tocayo Richie.

A la bandera del Ibunam; Edna, Paty, Rutita, Gabriel, Rodrigo y el Vítor.

A las nenas; Diana, Isa, Eunice y Jaz.

A mis compañeros y amigos del laboratorio; Andrea, Fernando, Itzel y Sandra.

A mis colegas Zamira, Magdis y Diana.

A mis exalumnos; enseñando se aprende.

A los que me faltaron.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, LA MÁXIMA CASA DE ESTUDIOS, POR TODO, NUNCA TERMINARÉ DE DEVOLVERLE LO QUE ME HA DADO, pero me esforzaré.

*Algunos personajes pertenecen a varios clubes.

⁺Debo admitir que no me gusta usar anglicismos; sin embargo hice una excepción por tratarse de ustedes:

A

MI MADRE MÓNICA

MI PADRE RICARDO

Y MI HERMANO FRANCISCO

CONTENIDO	
LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE CUADROS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	
Epibiosis: definición y caracterización	1
Epibiontes	2
Basibiontes	3
Epibiosis en Arthropoda	5
Lugar de estudio	7
Especificidad hospedatoria	9
JUSTIFICACIÓN	10
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA	11
RESULTADOS	
Posición taxonómica	14
Descripción de las especies de ciliados epibiontes	
1. <i>Discophrya elongata</i> (Claparède et Lachmann, 1859)	16
2. <i>Periacineta</i> sp.	25
3. <i>Periacineta notonectae</i> (Claparède et Lachmann, 1859)	36
4. <i>Orbopercularia lichteinsteini</i> (Stein, 1868)	38
5. <i>Opercularia articulata</i> Goldfuss, 1820	47
6. <i>Opercularia corisae</i> Fauré-Fremiet	55
Sustrato artificial	62
Basibiontes (Hemípteros Acuáticos)	
<i>Krizousacorixa femorata</i> (Guérin, 1857)	63
<i>Trichocorixella mexicana</i> (Hungerford, 1927)	63
<i>Hesperocorixa laevigata</i> (Uhler, 1893)	63
<i>Buenoa</i> sp.1	64
<i>Buenoa</i> sp. 2	64
<i>Notonecta</i> sp.	64
Especificidad hospedatoria	66
DISCUSIÓN	69
CONCLUSIONES	72
LITERATURA CITADA	73

LISTA DE FIGURAS

- Figuras 1 a 4. Hemípteros acuáticos (Nepomorpha).
- Figuras 5 a 7. Laguna de Tecocomulco.
- Figura 8a-d. Metodología.
- Figura 9a-f. *Discophrya elongata* epibionte de *Notonecta* sp., en vivo.
- Figura 10a-e. Diferentes esquemas de *Discophrya elongata*.
- Figura 11a-f. *Discophrya elongata* epibionte de *Notonecta* sp., vista en campo claro.
- Figura 12a-f. *Discophrya elongata*.
- Figura 13. Frecuencia global de *Discophrya elongata* en *Notonecta* sp.
- Figura 14. Frecuencia por muestreo de *Discophrya elongata* en *Notonecta* sp.
- Figura 15. Distribución de *Discophrya elongata* en diferentes regiones de *Notonecta* sp.
- Figura 16. Frecuencia de *Discophrya elongata* en *Hesperocorixa laevigata*.
- Figura 17. Frecuencia y distribución de *Discophrya elongata* en diferentes artejos de la pata media de *H. laevigata*.
- Figura 18a-h. *Periacineta* sp., en campo claro.
- Figura 19a-f. Diferentes esquemas de *Periacineta* sp.
- Figura 20a-c. *Periacineta* sp. en microscopía electrónica de barrido.
- Figura 21. Frecuencia de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1, y en *Buenoa* sp. 2.
- Figura 22. Frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1.
- Figura 23. Frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 2.
- Figura 24. Frecuencia de pseudocolonias de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2.
- Figura 25. Número de individuos de *Buenoa* sp. 1 que presentaron a *Periacineta* sp.
- Figura 26. Número de individuos de *Buenoa* sp. 2 que presentaron a *Periacineta* sp.
- Figura 27a-b. *Periacineta notonectae*.
- Figura 28a-h. *Orbopercularia lichteinsteini*, en campo claro.
- Figura 29a-e. Esquemas de *Orbopercularia lichteinsteini*.
- Figura 30a-f. Microfotografías de microscopía electrónica de barrido de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixella mexicana*.
- Figura 31. Frecuencia global de *Orbopercularia lichteinsteini* en *K. femorata*.
- Figura 32. Frecuencia por muestreo de *Orbopercularia lichteinsteini* en *K. femorata*.
- Figura 33. Distribución de *Orbopercularia lichteinsteini* en las diferentes partes de *Krizousacorixa femorata*.

Figura 34. Frecuencia global de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Trichocorixella mexicana*.

Figura 35. Frecuencia por muestreo de *Orbopercularia lichteinsteini* en *T. mexicana*.

Figura 36. Distribución de *Orbopercularia lichteinsteini* en las diferentes partes de *T. mexicana*.

Figura 37a-d. *Opercularia articulata*, en campo claro

Figura 38a-f. *Opercularia articulata* en vivo adherida a *Notonecta* sp.

Figura 39a-d. Esquemas de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp.

Figura 40a-f. *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp. Micrografías de microscopía electrónica de barrido.

Figura 41. Frecuencia global de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp.

Figura 42. Frecuencia por muestreo de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp.

Figura 43. Distribución de *Opercularia articulata* en las diferentes partes de *Notonecta* sp.

Figura 44a-d. *Opercularia corisae* en *Hesperocorixs laevigata*, en vivo.

Figura 45. Esquemas de *Opercularia corisae*.

Figura 46a-f. *Opercularia corisae* en *H. laevigata*. Microscopía electrónica de barrido.

Figura 47. Distribución de *Opercularia corisae* en las diferentes áreas de *H. laevigata*.

Figura 48. Número de colonias de *Opercularia corisae* por basibionte.

Figura 49. Número total de las colonias de *Opercularia corisae* en los pares de patas de *H. laevigata*.

Figura 50. Número de colonias en los artejos de los tres pares de patas de *H. laevigata*.

Figura 51. Posición de las colonias de *Opercularia corisae* en las patas anteriores de *Hesperocorixa laevigata*.

Figura 52. Posición de las colonias de *Opercularia corisae* en las patas posteriores de *H. laevigata*.

Figura 53. *Arcella* sp.

Figura 54. *Phacus* sp.

Figura 55. cf *Tokophrya*

Figuras 56 y 57. *Krizousacorixa femorata*.

Figuras 58 y 59. *Buenoa* sp. 1.

Figura 60. *Buenoa* sp. 2

Figuras 61 a 63. *Notonecta* sp.

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Especies de ciliados peritricos asociados a hemípteros acuáticos (Nenninger, 1948).
- Cuadro 2. Especies de ciliados suctores asociados a hemípteros (Dovgal, 1988, 1991, Matthes *et al.* 1988).
- Cuadro 3. Presencia de las especies de ciliados epibiontes sobre los hemípteros basibiontes.
- Cuadro 4. Datos morfométricos de *Discophrya elongata*.
- Cuadro 5. Distribución temporal de *Notonecta* sp., de acuerdo con las fechas de recolecta y frecuencia por muestreo de *Discophrya elongata*.
- Cuadro 6. Datos morfométricos de *Periacineta* sp. adherido a *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2.
- Cuadro 7. Distribución temporal de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 y sp. 2, de acuerdo a las fechas de recolecta.
- Cuadro 8. Distribución y prevalencia de *Periacineta* sp. en los apéndices de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 (Notonectidae).
- Cuadro 9. Atributos morfométricos de *Orbopercularia lichteinsteini*.
- Cuadro 10. Distribución temporal y frecuencia de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacoxia femorata* y *Trichocorixella mexicana* de acuerdo a las fechas de recolecta.
- Cuadro 11. Atributos morfométricos de *Opercularia articulata*.
- Cuadro 12. Distribución temporal de *Notonecta* sp., de acuerdo a las fechas de recolecta y frecuencia de *Opercularia articulata* por muestreo.
- Cuadro 13. Datos morfométricos de *Opercularia corisae*.

RESUMEN

La epibiosis (interacción no simbiótica) entre artrópodos y protozoos ciliados ha sido analizada predominantemente en crustáceos; para Insecta los registros son escasos y en su mayoría de origen europeo. Con el propósito de investigar este tipo de relación en México se revisaron 1,049 organismos comúnmente llamados “chinchas acuáticas”, provenientes de la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo, recolectadas entre octubre de 2006 y marzo de 2008. Las chinchas corresponden a seis especies de cinco géneros y dos familias: *Buenoa* sp. 1, *Buenoa* sp. 2, *Notonecta* sp. (Notonectidae), *Krizousacorixa femorata*, *Trichocorixella mexicana* y *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae). Se encontraron seis especies de ciliados epibiontes: *Discophrya elongata*, *Periacineta* sp., *Periacineta notonectae* (suctores), *Orbopercularia lichteinsteini*, *Opercularia articulata* y *Opercularia corisae* (peritricos), encontrándose nuevos registros para México y el mundo. Para cinco de las seis especies de ciliados se analizó la distribución y frecuencia encontrando patrones específicos de acuerdo a la función y forma de los sitios (mayoritariamente patas) de implantación. La especie más frecuente fue *Opercularia corisae* (en el 100% de *Hesperocorixa laevigata*), *Discophrya elongata* fue la especie con la mayor distribución corporal (patas, abdomen, cabeza y alas). El succionador *Periacineta* sp. sólo se encontró adherido a las patas anteriores y medias de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2. y el peritrico *Orbopercularia lichteinsteini* se registró mayoritariamente en las patas medias y el ojo izquierdo (nunca el derecho). En el caso de los basibiontes, la especie *Hesperocorixa laevigata* fue la que presentó la mayor riqueza específica (tres especies de epibiontes). La especie de succionador *Discophrya elongata* fue el epibionte con menor especificidad hospedatoria, mientras que *Periacineta* sp. fue la que tuvo el mayor grado de especificidad.

ABSTRACT

Epibiosis (non simbiotic interaction) between arthropods and protozoan ciliates has been analyzed mainly in crustaceans; for Insecta the records are scarce and mostly from Europe. With the purpose of investigating this type of relationship in Mexico, 1.049 individuals of aquatic true bugs were revised, which were collected at Tecocomulco lagoon, Hidalgo, between October 2006 and March 2008. The aquatic true bugs are included in six species from five genera and two families: *Buenoa* sp. 1, *Buenoa* sp. 2, *Notonecta* sp. (Notonectidae), *Krizousacorixa femorata*, *Trichocorixella mexicana* and *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae). Six species of epibiont ciliates were found: *Discophrya elongata*, *Periacineta* sp., *Periacineta notonectae* (suctorians), *Orbopercularia lichteinsteini*, *Opercularia articulata* y *Opercularia corisae* (peritrichs), being new records for Mexico and worldwide. The frequency and distribution of five of the six species were calculated, and specific distribution patterns were observed according to the function and form of the attachments sites (mainly legs). *Opercularia corisae* was the most prevalent species (attached to 100% of *Hesperocorixa laevigata* individuals), *Discophrya elongata* was the species with the broadest corporal distribution (legs, abdomen, head and wings). *Periacineta* sp. was found only attached to anterior and middle legs of *Buenoa* sp. 1 and *Buenoa* sp. 2., and the peritrich *Orbopercularia lichteinsteini* was recorded mainly in middle legs and left eyes (never in right ones). Concerning basibionts, *Hesperocorixa laevigata* presented the highest specific richness (three species of epibionts). The suctorian *Discophrya elongata* was the epibiont with the lowest host specificity degree, in contrast *Periacineta* sp. had the greatest specificity degree.

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas acuáticos las interacciones que se presentan entre los miembros de las comunidades son diversas (depredación, competencia, simbiosis) afectando en grado variable a los mismos. En el caso de la epibiosis no se ha documentado que el basibionte sea afectado por el epibionte, sin embargo, los epibiontes no se encuentran al azar distribuidos en el cuerpo, tienen ciertos patrones y microhábitats dados por la disponibilidad de recursos y las corrientes de agua.

Epibiosis: definición y caracterización

La epibiosis es una asociación facultativa no simbiótica entre los epibiontes (organismos que se fijan a una superficie orgánica) y el basibionte, organismo que actúa como sustrato, y entre los cuales la dependencia trófica no es obligada. Un gran número de organismos sésiles pueden actuar como basibiontes, epibiontes o como ambos simultáneamente (en una epibiosis de segundo o tercer grado) de acuerdo con las circunstancias (Wahl, 1989). Matthes (1984) nombró a la relación epibiótica como relación sinforionte [(traducción del alemán symphoriont, usado en este caso como sinónimo de epibiosis (Foissner com. pers.))].

Wahl (1989) indica que la epibiosis es un fenómeno típicamente acuático aunque en ocasiones sucede en ambientes terrestres; sin embargo, se restringe a climas húmedos y a muy pocos organismos, los cuales tienen cubiertas rígidas para soportar la falta de agua y nutrientes. La razón de esta tendencia hacia los ambientes acuáticos se debe a la diferencia de densidades entre los dos medios, ya que el aire normalmente no desempeña un papel de vector de nutrientes (disueltos o en partículas) como lo hace el agua. Otro factor es la viscosidad del medio (agua) la cual reduce el peso específico de los organismos. Es claro que el modo de vida sésil filtrador es más favorable en un medio acuático que en uno terrestre. Entre los factores que influyen en el establecimiento de la epibiosis, Becker y Wahl (1996) indican que la exposición al aire por parte del basibionte reduce las posibilidades de colonización de los epibiontes.

El proceso de colonización por epibiontes ha sido ampliamente estudiado; sin embargo, generalmente los estudios se han realizado sobre superficies inertes, por lo que la extrapolación hacia los sustratos vivos debe de conducirse con cuidado. La colonización de una nueva superficie se compone de cuatro fases: acondicionamiento bioquímico, colonización bacteriana, colonización por eucariontes unicelulares y finalmente de eucariontes multicelulares; en el transcurso de esta secuencia el proceso se cambia de puramente físico a predominantemente biológico (Wahl, 1989).

Wahl (1989) concluye que al parecer la epibiosis es desfavorable para el basibionte y que éste se ha adaptado a la situación desarrollando tres estrategias: tolerancia, evasión y defensa. Para el caso del epibionte existen beneficios y desventajas; entre los aspectos benéficos se encuentran:

- La colonización de superficies desocupadas en ambientes densamente poblados, donde la competencia por el espacio es grande.

- Una posición hidrodinámica favorable ya que un buen flujo asegura suficientes nutrientes y una mejor eliminación de los desechos.
- Mejores condiciones nutricionales porque la mayoría de las superficies sumergidas actúan como trampas de nutrientes que mejoran el crecimiento microbiano.
- Corrientes de nutrientes creadas por ciertos basibiontes son favorables a epibiontes filtradores.

Entre las desventajas se encuentran:

- El carácter inestable del sustrato vivo como crecimiento y muda del basibionte.
- La fluctuación de la actividad fisiológica del basibionte (producción y exudado de metabolitos como desechos, nutrientes y toxinas).
- La presión de depredación, la etapa del desarrollo y los ciclos biológicos del basibionte pueden variar temporal y espacialmente con el hábitat y entre diferentes partes del mismo basibionte.
- El peligro de estrés fisiológico debido a las migraciones del basibionte.

Wahl *et al.* (1997) analizaron la influencia que ejercen los epibiontes sobre su basibionte para ser consumido por un depredador, y concluyeron que la acción de los epibiontes varía desde los que alteran drásticamente la susceptibilidad del basibionte hasta los que hacen al basibionte menos atractivo y por ende disminuyen su atracción hacia el depredador.

Wahl y Mark (1999) sugirieron que la mayoría de los epibiontes son generalistas, sin especificidad al sustrato, y concluyeron que los epibiontes específicos y obligados son raros ya que de 300 asociaciones investigadas, el 75% de las especies de epibiontes se encontró en diferentes especies de basibiontes y también en sustratos minerales o artificiales, además, en la gran mayoría de los basibiontes coexistían más de una especie de epibionte. Estos autores concluyeron que los epibiontes usualmente son sésiles, pequeños, incrustados o flexibles, con un periodo de vida corto, capaces de reproducción asexual y tróficamente independientes de su sustrato, mientras que los basibiontes son de movimientos lentos o son sésiles, no excavadores, con periodos de vida largos, y de tallas grandes en la proporción basibionte-epibionte además de tener frecuentemente alguna parte de la superficie corporal biológicamente inactiva (respecto a la filtración, osmorregulación, etc.).

Epibiontes

La superficie de un huésped acuático ofrece los nichos tróficos necesarios y un sustrato adecuado que se desplaza compensando la ausencia de movimiento de especies sésiles. Los suctores y los peritricos, dos grupos de protozoos ciliados son organismos eucariontes unicelulares particularmente importantes por el elevado número de especies epibiontes de invertebrados (Mayén-Estrada, 1997). La gran mayoría de los peritricos son organismos sésiles filtradores. Los suctores son carnívoros, con tentáculos para adherir a la presa. Aunque los mecanismos de ingestión de alimento y transporte en el tentáculo son poco conocidos, las proteínas motoras pueden jugar un papel importante y las interacciones membrana-microtúbulo

pueden ser cruciales. El nombre tradicional “Suctoria” implica que la succión es el mecanismo de alimentación de estos organismos; sin embargo, no es este mecanismo el que lleva el citoplasma de la presa al suctor depredador (Rudzinska, 1973). Algunos peritricos y suctores presentan en su ciclo de vida una forma libre nadadora que se establece, crece y se reproduce sobre otros individuos, permitiendo de esta manera su dispersión. Cuando estos ciliados actúan como epibiontes de invertebrados, pueden causar diferentes afecciones al hospedero, como son el daño al exoesqueleto de artrópodos en el sitio de su implantación o incluso interfieren en el intercambio gaseoso cuando se adhieren a los órganos respiratorios. La implantación de estos epibiontes se realiza por medio de estructuras de fijación, como el pedúnculo, o bien a través de la región ventral del protozoo. Los caracteres considerados para la identificación a nivel de especie de epibiontes ciliados incluyen el tipo, distribución o ausencia de ciliatura bucal y somática, así como caracteres específicos de cada taxón (Mayén-Estrada, 1997).

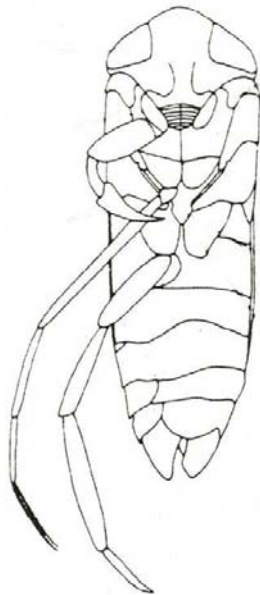
De acuerdo con Adl *et al.* (2005), los peritricos tienen el cuerpo dividido en tres áreas principales: (1) oral, con un peristoma prominente rodeado por una hilera de dicinétidas (haplocinetia) y por una policinétida oral, ambas se originan en una cavidad oral (infundíbulo) en cuya base se encuentra el citostoma; (2) aboral, incluyendo los cinetosomas como parte de la escópula, la cual secreta el pedúnculo de las especies sésiles; y (3) la banda telotroca, ciliada permanentemente en especies móviles y temporalmente durante la dispersión de las especies sésiles. La región oral puede contraerse y relajarse; algunas especies son lorigadas; algunos ejemplos de géneros son: *Carchesium*, *Epistylis*, *Vorticella* y *Zoothamnium*.

Los suctores (Adl *et al.*, 2005) tienen trofontes maduros sésiles, usualmente no ciliados, con uno o varios tentáculos para ingerir a sus presas; los extrusomas (haptocistos) situados en las puntas de los tentáculos y sostenidos por un anillo externo de microtúbulos y un juego de listones microtubulares internos (igual al número de phyllae). Tienen una típica división celular desigual con una “larva” migratoria de dispersión sin tentáculos ni pedúnculo. Con monocinétidas somáticas, cada una de ellas con una cinta postciliar ligera a moderadamente convergente, una fibrilla cinetodesmal corta dirigida lateralmente y con fibra transversal; los sacos parasomales a cada lado del cinetosoma; la “cinta” nematodesmatal se origina de los cinetosomas somáticos, extendiéndose posteriormente debajo de la cinetia. Muchas especies son ectosimbiontes de otros organismos; como ejemplos de géneros están: *Acineta*, *Discophrya*, *Ephelota* y *Tokophrya*.

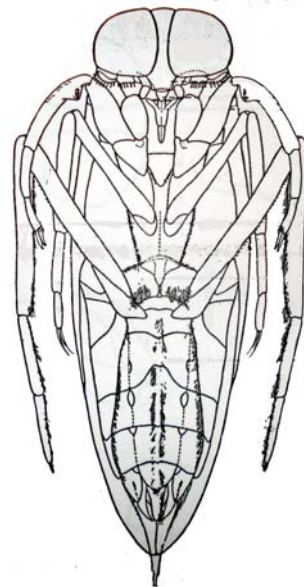
Basibiontes

Las chinches acuáticas (Hemiptera) según Schuh y Slater (1995) comprenden once familias: Nepidae, Belostomatidae, Ochteridae, Gelastocoridae, Corixidae, Potamocoridae, Naucoridae, Aphelocheiridae, Notonectidae, Helotrephidae y Pleidae, aunque algunas presentan ya hábitos semiacuáticos (Ochteridae y Gelastocoridae), se trata de un grupo monofilético agrupado en el clado Nepomorpha. De éstas, las familias Corixidae y Notonectidae (figs. 1 y 2) son las que presentan mayor número de especies. Los corixidos constituyen la familia más ampliamente distribuida, ocupando un gran número de hábitats y con mayor número de especies. Son conocidos como

“lancheros” y se caracterizan por nadar con el dorso (con un patrón de color café pálido, importante en el reconocimiento de algunos taxones) dirigido hacia arriba (Schuh y Slater, 1995). Su tamaño oscila entre 2.5 a 15 mm. Las patas anteriores están altamente modificadas, el fémur funciona en la estridulación y el tarso tiene la forma de una pala en forma de cuchara cuya función es reunir el alimento, que consiste de algas y materia vegetal y animal (figs. 1 y 3). Los notonéctidos, conocidos como “nadadores de espalda”, son alargados y fusiformes. Superficialmente parecen miembros de la familia Corixidae por las patas traseras en forma de remo, sin embargo, los notonéctidos nadan con el vientre dirigido hacia arriba (figs. 2 y 4). Su longitud va de los 5 a los 15 mm. Una característica diagnóstica es la región dorsal fuertemente convexa y la ventral cóncava. Ambas familias son de distribución mundial y están bien representados tanto en regiones templadas como tropicales (Polhemus, 1996).



3



4

Figuras 1 a 4. Hemípteros acuáticos (Nepomorpha). 1. Corixidae (*Corisella edulis*) en vista ventral. 2. Notonectidae (*Buena pallens*) en vista ventral. 3. Esquema de un corixido (nótese la diferencia morfológica de las patas), tomado de Hungerford, (1948). 4. Esquema de un notonéctido (*Buena*), nótese la similitud morfológica de los dos primeros pares de patas, tomado de Truxal (1953). Barra de referencia = 25 mm.

En cuanto al uso como bioindicadores, considerando los valores 1-10 [donde el valor de uno corresponde a menor (<) y diez a mayor (>) tolerancia a la contaminación y disturbios], la familia Corixidae tiene un valor de tolerancia nueve y la familia Notonectidae cuatro (Pérez-Munguía, 2007). De acuerdo con el índice BMWP [Biological Monitoring Working Party (Pujante-Mora, 1997)], las familias Corixidae y Notonectidae tienen una puntuación de tres (el valor uno corresponde a familias que pueden vivir en aguas muy contaminadas y el 10 a familias que no toleran la contaminación y sólo viven en aguas prístinas).

Estudios recientes de hemípteros acuáticos (Corixidae y Notonectidae) en el centro de México

Contreras-Rivero *et al.* (2002) registraron cuatro especies de coríxidos en un estanque piscícola en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México: *Trichocorixella mexicana*, *Graptocorixa abdominalis*, *Krizousacorixa femorata* y *Corisella edulis*. Ramos-Elorduy *et al.* (2006) registraron entre otras especies de Corixidae y Notonectidae como componentes del ahuahutle y axayácatl a: *Buenoa af. margaritacea*, *Corisella edulis*, *Hesperocorixa laevigata*, *Krizousacorixa femorata* y *Notonecta unifasciata*, describiendo que habitan desde charcas de agua salada, lagos, lagunas, manantiales, presas, jagüeyes, bordos y en grandes ríos, así como en cuerpos acuáticos alcalinos, de los que el Lago de Texcoco era el ejemplo clásico.

Epibiosis en Arthropoda

Se han realizado trabajos a nivel mundial sobre epibiosis de ciliados en diversos grupos de Arthropoda, como es el caso de Crustacea [Anostraca, Notostraca, Copepoda, Cirripedia, Ostracoda, Amphipoda y Decapoda (Mayén-Estrada, 1997; Fernández-Leborans, 2003)]. En México se han realizado trabajos que versan sobre el registro de 35 especies de ciliados epibiontes en Crustacea, como el decápodo *Cambarellus patzcuarensis* y el anfípodo *Hyalella azteca* (Aladro-Lubel *et al.*, 2006; Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 2002, 2004). Para el caso de *Cambarellus patzcuarensis* se registró el peritrico *Lagenophrys dennisi*, el cual es específico para crustáceos decápodos (Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 2000), además de succionadores y otros peritricos (Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 1998, 2001, 2002).

Epibiosis en Insecta

En Insecta, debido a que su hábitat es predominantemente aéreo-terrestre, los órdenes abordados a nivel mundial son escasos (Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Thysanoptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera y Diptera) (Stillner, 1942, 1971; Nenninger, 1948; Moritz, 1985 y Matthes *et al.*, 1988). Además dentro de éstos; los imagos de Ephemeroptera y Odonata son de hábitos aéreo-terrestre, teniendo sólo a los estadios juveniles (náyades) en el agua, por lo que la identificación de éstos se dificulta. De los insectos holometábolos a excepción de ciertas familias de Coleoptera únicamente la larva es acuática siendo el adulto terrestre por lo que se desiste de estudiarlos. Los Hemiptera acuáticos (Nepomorpha) son los únicos insectos que

presentan todo el desarrollo dentro del agua y al poseer metamorfosis incompleta, no existen diferencias sustanciales entre los juveniles (ninfas) y los adultos.

Antecedentes mundiales de epibiontes

a) Peritrichia

Nenninger en Alemania (1948) registró peritricos de los géneros *Vorticella*, *Epystilis*, *Opercularia*, *Carchesium*, *Zoothamnium*, *Pyxidium* y *Rhabdostyla* en seis órdenes de insectos (Ephemeroptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Diptera y Trichoptera), sólo los órdenes Hemiptera y Coleoptera tienen representantes adultos dentro del agua, los cuatro órdenes restantes sólo presentan formas inmaduras acuáticas. Es de resaltar que Moritz (1985) registró epistílidos operculariformes en *Organothrips bianchii* (Thysanoptera), un orden totalmente terrestre (Gillott, 2005).

Para el caso particular de Hemiptera, Nenninger (1948) registró en seis especies de hemípteros acuáticos, a peritricos principalmente del género *Opercularia* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Especies de ciliados peritricos asociados a hemípteros acuáticos (Nenninger, 1948).

Hemípteros acuáticos		
Familia	Especie	Ciliados peritricos
Notonectidae	<i>Notonecta glauca</i>	<i>Opercularia notonectae</i> y <i>O. articulata</i>
Pleidae	<i>Plea leachi</i>	<i>O. pleidae</i>
Nepidae	<i>Nepa cinerea</i>	<i>O. penardi</i>
Naucoridae	<i>Naucoris cimicoides</i>	<i>O. naucoris</i> y <i>O. articulata</i>
Corixidae	<i>Corixa punctata</i>	<i>O. corisae</i> , <i>O. corisae</i> var. <i>procera</i> y <i>O. corisae</i> var. <i>globularia</i>
	<i>Sigara striata</i>	<i>Pyxidium acaule</i> , <i>O. corisae</i> var. <i>incisa</i> y <i>O. sigarae</i>

Stiller en Hungría (1942) registró a la chinche *Aphelocheirus aestivalis* (Aphelocheiridae) como basibionte de peritricos, sin especificar cuáles. Matthes (1984) registró la epibiosis entre las chinches *Naucoris* sp. (Naucoridae) y *Notonecta* sp. (Notonectidae) con peritricos del género *Orbopercularia*.

b) Suctoria

Matthes *et al.* en Alemania (1988) registraron la presencia de suctores en coleópteros acuáticos (Coleoptera) y en chinches acuáticas (Hemiptera) (cuadro 2).

Koeppel (1917) registró una serie de formas de una especie de suctor epibionte de la chinche acuática *Corixa* sp. (Corixidae). Koeppel (1937) describió brevemente la relación de un coleóptero acuático con un suctor, sin hacer ninguna referencia a alguna especie en particular.

Dovgal (1988, 1991) y Matthes *et al.* (1988) registraron las siguientes familias de hemípteros acuáticos como basibiontes de suctores (en cuadro 2).

Cuadro 2. Especies de ciliados succionadores asociados a hemípteros acuáticos (Dovgal, 1988, 1991; Matthes *et al.*, 1988).

Hemípteros acuáticos		
Familia	Especie	Ciliados succionadores
Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	<i>Discophrya geissneri</i>
Belostomatidae	<i>Belostoma</i> sp.	<i>D. elongata</i>
Corixidae	<i>Corixa</i> sp. y <i>Sigara</i> sp.	<i>Periacineta notonectae</i>
Pleidae	<i>Plea leachi</i>	<i>D. cybistri</i>
Nepidae	<i>Ranatra linearis</i> y <i>Nepa cinerea</i>	<i>D. elongata</i> y <i>P. buckei</i>
Naucoridae	<i>Naucoris cimicoides</i>	<i>Tokophrya lemnae</i> y <i>P. buckei</i>

Lugar de estudio

La Laguna de Tecocomulco (figs. 5 a 7) se encuentra en el estado de Hidalgo, municipio de Tepeapulco, en las coordenadas geográficas: 19° 42' 13.7" y 19° 59' 30" N y 98° 11' 46.2" y 98° 27' 30" O; a 2,530 msnm. Es el único cuerpo de agua perenne y relativamente inalterado de la parte noreste de la cuenca de México, representa un relictos de lo que fueron en el pasado los ecosistemas lacustres de esta zona. Es una laguna somera con una profundidad promedio de 70 cm, aunque en algunas zonas puede alcanzar los 2 metros y varía considerablemente en extensión dependiendo de la precipitación estacional, pudiendo alcanzar hasta 27 Km² (Aladro-Lubel y Sánchez-Calderón, 2005).

Estudios previos en el área de estudio

Aladro-Lubel y Sánchez-Calderón (2005) realizaron un estudio sobre los ciliados epibiontes de la vegetación sumergida y de los invertebrados de la Laguna de Tecocomulco y obtuvieron el registro de 17 especies, de las cuales *Vorticella campanula* fue la más frecuente y el sustrato con mayor diversidad fue *Potamogeton filiformis*. En este trabajo *Heliophrya reideri* y *Lagenophrys lenticula* fueron nuevos registros para México. Los epibiontes asociados a crustáceos fueron *Lagenophrys lenticula* (sobre el anfípodo del género *Hyaella*); *Rhabdostyla* sp. sobre un cladóceros y un ostrácodo y *Rhabdostyla* sp., *Podophrya fixa* y *Epistylis plicatilis* sobre un copépodo.

Ramos-Elorduy y Pino-Moreno (2001) registraron para la Laguna de Tecocomulco tres especies de los hemípteros acuáticos pertenecientes a la familia Corixidae, *Krizousacorixa azteca*, *K. femorata* y *Corisella texcocana*; además se registró una especie de la familia Notonectidae (*Buenoa* aff. *margaritacea*). Todas estas especies se registraron a través de todo el año, con un incremento en su abundancia en verano.



Figuras 5 a 7. Laguna de Tecocomulco. 5. Vista satelital de la Laguna (Google Earth, 13 diciembre 2008). 6 y 7. Zonas de colecta.

Especificidad hospedatoria

La especificidad hospedatoria tiene dos facetas: la prevalencia en los huéspedes y la distancia filogenética entre éstos. Poulin y Mouillot (2003 y 2005) propusieron un índice de especificidad tomando en cuenta ambas facetas por lo que integraron información ecológica y filogenética sobre los huéspedes usados por los simbioses. Poulin (2005) indicó que aparentemente no hay diferencia entre los niveles de infección conforme la distancia taxonómica se incrementa, además, concluyó que la similitud ecológica (convergencia) y no la cercanía filogenética es el factor más importante para compartir las mismas especies de parásitos. Poulin *et al.* (2006) sugieren que la especificidad hospedatoria tiende a decrecer en varios linajes de pulgas, lo que puede deberse a los beneficios de explotar un intervalo amplio de especies de huéspedes.

El índice de especificidad propuesto por Poulin y Mouillot (2005) mide el promedio de la distancia taxonómica [número de pasos en la jerarquía taxonómica basada en la clasificación lineana [especie (E), género (G), familia (F), orden (O), clase (C), phylum (P) y reino (R)], necesarios para que los huéspedes alcancen un taxón común para ambos] de todas las especies de huéspedes para un parásito dado, complementada por la prevalencia del parásito en los diferentes huéspedes. Este índice no puede ser aplicado a especies de parásitos que infectan sólo a una especie de huésped, debido a que no hay pares de huéspedes de los cuales se pueda obtener una distancia taxonómica. El valor de este índice se incrementa conforme la distancia taxonómica entre las especies de huéspedes con la mayor prevalencia aumenta, por lo tanto el valor de este índice es inversamente proporcional a la especificidad. Un valor alto del índice indica que las especies parasitadas más frecuentemente usadas en promedio, no están cercanamente relacionadas. Tanto los datos ecológicos (prevalencia) como filogenéticos (distancia taxonómica) influyen independiente y separadamente sobre el valor del índice. Aunque este índice fue diseñado para especies parásitas, se puede aplicar a especies epibiontes para calcular la especificidad de éstas por el sustrato (en este caso basibiontes).

$$S_{TD^*} = \frac{\sum_{i < j} \omega_{ij}(p_i p_j)}{\sum_{i < j} (p_i p_j)},$$

Donde ω_{ij} es la distancia taxonómica entre las especies de huéspedes i y j ; $p_i p_j$ son las prevalencias del parásito en las especies de huéspedes i y j , respectivamente.

JUSTIFICACIÓN

Para México la información de este tópico es nula por lo que el presente trabajo aborda el estudio de la interacción epibionte-basibionte entre ciliados y hemípteros acuáticos en un cuerpo de agua del estado de Hidalgo, México. Existen a nivel mundial relativamente pocos trabajos sobre protozoos ciliados epibiontes de insectos acuáticos, en su mayoría son europeos y se enfocan al registro de los epibiontes, sin analizar la distribución y frecuencia de éstos.

HIPÓTESIS

Dado que se presentan asociaciones de epibiosis entre ciliados y decápodos con un grado de especificidad hospedatoria variable (de nulo a muy alto), se espera encontrar que los hemípteros acuáticos funjan como basibiontes de protozoos ciliados y que exista a su vez un grado de especificidad hospedatoria.

OBJETIVOS

General

- Conocer la composición de las especies de ciliados epibiontes de los hemípteros acuáticos de las familias Corixidae y Notonectidae de la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo.

Particulares

- Registrar las especies de ciliados epibiontes de los hemípteros acuáticos de las familias Corixidae y Notonectidae de la Laguna de Tecocomulco.
- Registrar las especies de hemípteros acuáticos (basibiontes) de las familias Corixidae y Notonectidae de la Laguna de Tecocomulco.
- Determinar y comparar la distribución espacial (microhábitat) de los ciliados epibiontes entre las regiones corporales de los basibiontes y entre las especies de chinches.
- Inferir el grado de especificidad hospedatoria de los epibiontes respecto a sus basibiontes utilizando índices que combinen información filogenética y ecológica.

METODOLOGÍA

Campo

Se realizaron cinco muestreos en los meses de octubre de 2006, marzo, septiembre y diciembre de 2007 y marzo de 2008 en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo, para recolectar a los hemípteros acuáticos, utilizando redes acuáticas de 0.5 mm de abertura (figs. 8a y b). Una vez recolectadas, se separaron manualmente las distintas especies de chinches (fig. 8c) en bolsas de plástico que se oxigenaron constantemente, para su traslado al laboratorio de Protozoología de la Facultad de Ciencias, UNAM. Por otro lado, una parte de los hemípteros acuáticos recolectados se fijó inmediatamente *in situ* en alcohol al 70% (fig. 8d).



Figura 8a-d. Metodología. a. Recolecta con red acuática; b. Gran número de coríxidos en la red acuática; c. Separación manual de las especies de chinches para mantenerlas vivas; d. Material fijado inmediatamente en alcohol 70%.

Laboratorio

Se mantuvo a las diferentes especies de hemípteros acuáticos en acuarios o contenedores con oxigenación constante, con el fin de observar al microscopio los ciliados vivos para su identificación. Todos los basibiontes vivos se revisaron en un plazo no mayor a cinco días posteriores a la recolecta, con el fin de evitar que los

ciliados modificaran su distribución y abundancia en el basibionte. Para la observación se utilizaron un microscopio estereoscópico Nikon SMZ 800, un microscopio óptico Nikon Labophot-2 con contraste diferencial de interferencia equipado con una cámara DS-2Mv Nikon y un microscopio óptico Nikon Optiphot. Posteriormente se utilizaron diferentes técnicas de microscopía fotónica como son campo claro, contraste de fases y contraste diferencial de interferencia; asimismo se empleó microscopía electrónica de barrido. Se llevaron a cabo técnicas micrográficas de tinción tradicionales de hematoxilina, técnicas argénticas y de impregnación argéntica (protargol, Klein, carbonato de plata amoniacal) (Foissner, 1991; Fernández-Galiano, 1994 y Silva-Neto, 2000), tanto con el material vivo como con ejemplares fijados en alcohol al 70%. De cada especie de ciliado se tomaron microfotografías y filmación en video. Como primer paso cada basibionte se revisó bajo el microscopio estereoscópico para separar los que tenían de los que no tenían epibiontes, posteriormente se registró y anotó la presencia y localización de cada especie de ciliado epibionte en diversas partes del cuerpo (cabeza, tórax, patas y abdomen), observándose en las patas el mayor número de colonias o individuos de ciliados, por ende, se separaban los artejos cuidadosamente del cuerpo, con la ayuda de agujas de disección y pinzas muy finas. Todo el material ya disectado se conservó en alcohol al 70% en viales, asignándoles un número, para, en caso necesario, revisarlos posteriormente.

Microscopía electrónica de barrido

Las patas de las chinches que presentaron ciliados se procesaron para obtener preparaciones de microscopía electrónica de barrido, de acuerdo a la técnica siguiente:

- Se agregó una gota de glutaraldehído al 2.5% cada cinco minutos durante 15 minutos (cuatro veces) a un vial con un mililitro de agua destilada, en donde se encontraban sumergidas las patas.
- Posteriormente la muestra se refrigeró durante 30 minutos.
- Se lavó tres veces cada cinco minutos con cacodilato de sodio al 0.1 M.
- Se mantuvo en refrigeración hasta la postfijación.
- La postfijación se realizó con tetróxido de osmio (OsO_4) al 1% en el mismo amortiguador.
- Se deshidrató con concentraciones crecientes de etanol (50-96%) por 5 minutos en cada uno y dos cambios en etanol absoluto.
- Se desecó por el método de punto crítico con CO_2 .
- Se realizó el montaje en portaespecimen de aluminio tipo pin sobre etiquetas de carbón de doble cara de 12 mm de diámetro.
- Se ionizó con oro para metalizar.
- Se observó en un microscopio HVSEM Zeiss DSM-950 de alto vacío, 20 kV y 15 mm de distancia de trabajo, con detector de SE.
- Se realizó el registro microfotográfico.

Especificidad hospedatoria

Se aplicó el índice de especificidad propuesto por Poulin y Mouillot (2003 y 2005) tomando en cuenta la frecuencia de los epibiontes y la distancia taxonómica de los basibiontes.

Con el objetivo de complementar los datos de la especificidad hospedatoria, se sumergieron en los acuarios seis tiras de plástico de 4 x 1 cm, cada una adherida a un portaobjetos (esto se realizó dos días después de montados los acuarios) y a los tres días se observaron al microscopio óptico para localizar a los protozoos ciliados adheridos, registrando los datos morfométricos y fotografías; posteriormente se llevó a cabo la tinción con hematoxilina de Harris.

Identificación

Para la ubicación taxonómica de las especies de peritricos se siguió la clasificación de Lynn y Small (2000) y para los suctores se utilizó el esquema de clasificación propuesto por Dovgal (2002). Para la identificación de los epibiontes se consultó a Stiller (1942), Nenninger (1948) y Matthes *et al.* (1988), en el caso de los basibiontes se revisaron los trabajos de Hungerford (1948) y Polhemus (1996).

RESULTADOS

Registro de especies de ciliados epibiontes y hemípteros acuáticos

De la revisión de 1,049 chinches acuáticas se identificaron seis especies de ciliados epibiontes, pertenecientes a cuatro géneros: *Periacineta* sp., *Periacineta notonectae*, *Discophrya elongata* (Suctoria), *Opercularia corisae*, *Opercularia articulata* y *Orbopercularia lichteinsteini* (Peritrichia).

Los hemípteros acuáticos pertenecen a seis especies de cinco géneros y dos familias: *Buenoa* sp. 1 y sp. 2, *Notonecta* sp. (Notonectidae) y *Krizousacorixa femorata*, *Trichocorixella mexicana* y *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae). El registro de las especies de ciliados en los basibiontes se muestra en la cuadro 3.

Cuadro 3. Presencia de las especies de ciliados epibiontes sobre los hemípteros basibiontes.

Epibionte \ Basibionte		Notonectidae			Corixidae		
		<i>Buenoa</i> sp. 1	<i>Buenoa</i> sp. 2	<i>Notonecta</i> sp.	<i>Krizousacorixa femorata</i>	<i>Trichocorixella mexicana</i>	<i>Hesperocorixa laevigata</i>
Suctoria	<i>Periacineta</i> sp.	X	X				
	<i>Periacineta notonectae</i>						X
	<i>Discophrya elongata</i>			X			X
Peritrichia	<i>Opercularia corisae</i>						X
	<i>Opercularia articulata</i>			X			
	<i>Orbopercularia lichteinsteini</i>				X	X	

Posición taxonómica

Posición taxonómica de los suctores de acuerdo con Dovgal (2002)

Phylum Ciliophora Doflein, 1901
 Subphylum Epiplasmata de Puytorac *et al.*, 1993
 Clase Suctorea Claparède et Lachmann, 1859
 Subclase Evaginogenia Jankowski, 1978
 Orden Discophryida Jankowski, 1975
 Familia Discophryidae Collin, 1912
 Género *Discophrya* Lachmann, 1859

Especie *Discophrya elongata* (Claparède et Lachmann, 1859)
Familia Periacinetidae Jankowski, 1978
 Género *Periacineta* Collin, 1909
 Especie *Periacineta* sp.
 Especie *Periacineta notonectae* (Claparède et Lachmann, 1859)

Posición taxonómica para los peritricos de acuerdo con Lynn y Small (2000)
Phylum Ciliophora Doflein, 1901
Subphylum Intramacronucleata Lynn, 1996
Clase Oligohymenophorea de Puytorac *et al.*, 1974
 Subclase Peritrichia Stein, 1859
 Orden Sessilida Kahl, 1933
 Familia Operculariidae Fauré-Fremiet en Corliss, 1979
 Género *Orbopercularia* Lust, 1950
 Especie *Orbopercularia lichteinsteini* (Stein, 1868)
 Género *Opercularia* Goldfuss, 1820
 Especie *Opercularia articulata* Goldfuss, 1820
 Especie *Opercularia corisae* Fauré-Fremiet

Posición taxonómica de los hemípteros acuáticos de acuerdo con Schuh y Slater (1995)

Phylum Arthropoda Latreille 1829
 Clase Insecta Linnaeus, 1758
 Orden Hemiptera Linnaeus, 1758
 Familia Corixidae Leach, 1915
 Género *Hesperocorixa* Kirkaldy, 1908
 Especie *Hesperocorixa laevigata* (Uhler, 1893)
 Género *Krizousacorixa* Hungerford, 1930
 Especie *Krizousacorixa femorata* (Guérin, 1857)
 Género *Trichocorixella* Jaczewski, 1931
 Especie *Trichocorixella mexicana* (Hungerford, 1927)
 Familia Notonectidae Latreille, 1802
 Género *Notonecta* Linnaeus, 1758
 Especie *Notonecta* sp.
 Género *Buenoa* Kirkaldy, 1904
 Especie *Buenoa* sp. 1
 Especie *Buenoa* sp. 2

Descripción de las especies de ciliados epibiontes

1. *Discophrya elongata* (figs. 9 a 12)

a) Descripción morfológica

Suctor con pedúnculo, alorigado, en forma elongada, en ocasiones en forma de foco, con una longitud del cuerpo que va de los 17 a los 56 μm y con una anchura entre los 8 y 28 μm . El macronúcleo es en forma alargada con una anchura entre 2.8 y 8.4 μm y una longitud de 2.8 a 28 μm . El pedúnculo es casi igual de ancho (2.8 – 19.6 μm) que de largo (2.8 – 14 μm); los tentáculos son clavados y armados, miden entre 5.6 y 16.8 μm de longitud, se encuentran distribuidos uniformemente en la parte apical en número hasta de 40 y también se disponen lateralmente, aunque en menor número (uno a seis). En el cuadro 4 se muestran los datos morfométricos de *D. elongata*.

Cuadro 4. Datos morfométricos de *Discophrya elongata*.

Atributo	Min	Máx	Prom	DS	n
Longitud cuerpo	16.8	56.0	30.7	9.8	100
Anchura cuerpo	8.4	28.0	14.8	4.7	100
Longitud pedúnculo	2.8	14.0	6.9	2.4	37
Anchura pedúnculo	2.8	19.6	8.7	3.6	37
Longitud tentáculos	5.6	16.8	9.6	2.7	140
Longitud macronúcleo	2.8	28.0	9.1	5.0	100
Anchura macronúcleo	2.8	8.4	5.5	1.7	100

Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Prom= Promedio; DS= Desviación estándar; n= tamaño de la muestra. Todas las medidas en μm .

b) Consideraciones taxonómicas

Discophrya elongata difiere de *D. astaci* en que esta última presenta el pedúnculo muy largo respecto a la longitud del cuerpo y la forma del borde del cuerpo es irregular; se diferencia de *D. laccobii*, porque ésta posee un pedúnculo en forma de copa y el macronúcleo es esférico. *Discophrya helophori* y *D. cylindrica* tienen una forma parecida a la de *D. elongata*, sin embargo sólo tienen tentáculos apicales, además *D. cylindrica* posee un pedúnculo muy delgado respecto al ancho del organismo. *Discophrya minuta* tiene tentáculos laterales pero el pedúnculo es más ancho en la parte basal y con una cintura además de que el macronúcleo es esférico. La combinación de macronúcleo alargado y la presencia de tentáculos laterales, además de los apicales, define a *D. elongata*.

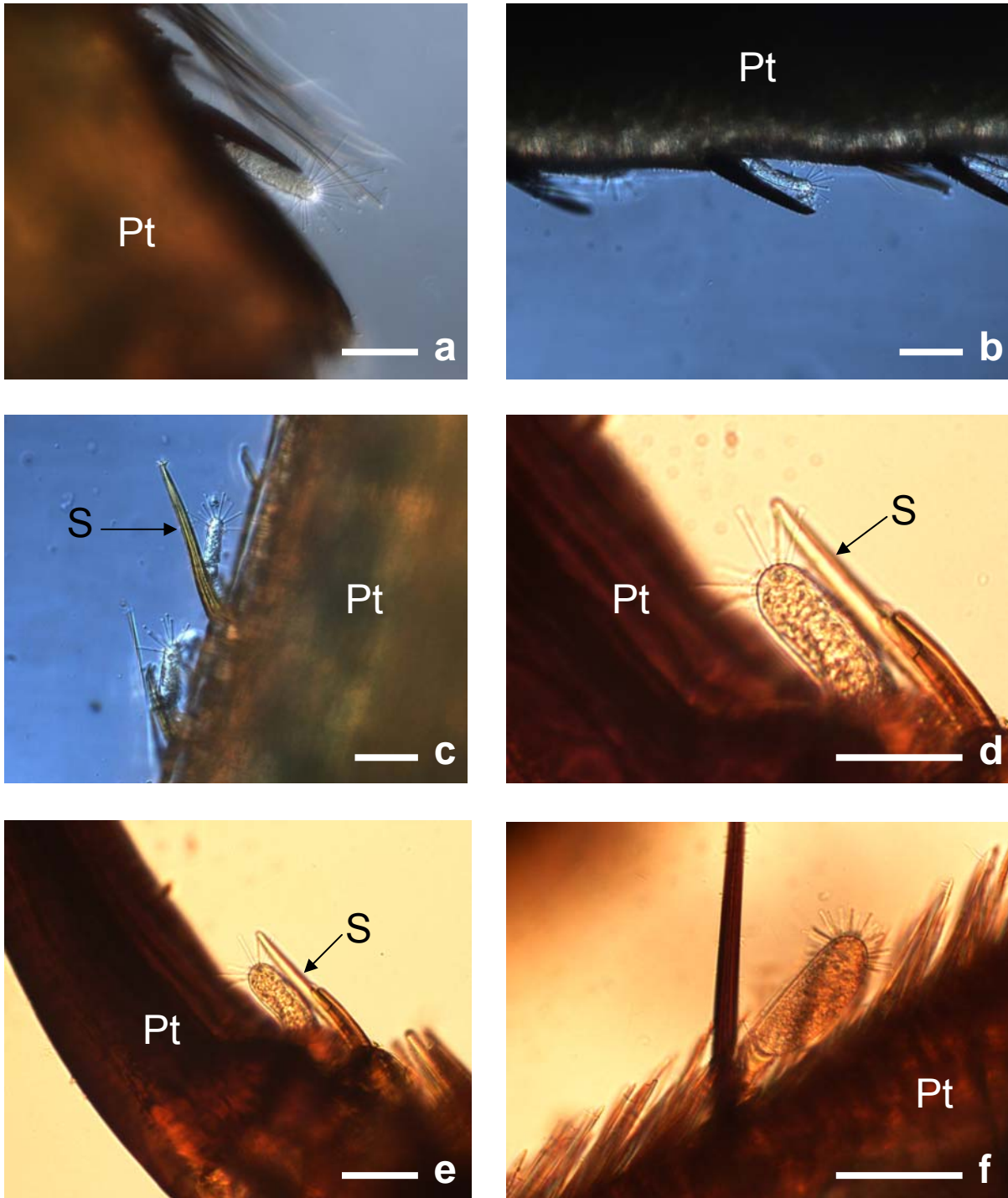


Figura 9a-f. *Discophrya elongata* epibionte de *Notonecta* sp. en vivo. a-c. Contraste diferencial de interferencia. d-f. Campo claro mostrando diferentes campos donde se aprecia la localización preferencial cerca de las setas del basibionte. Pt= pata, S= seta. Barra de referencia = 30 μ m.

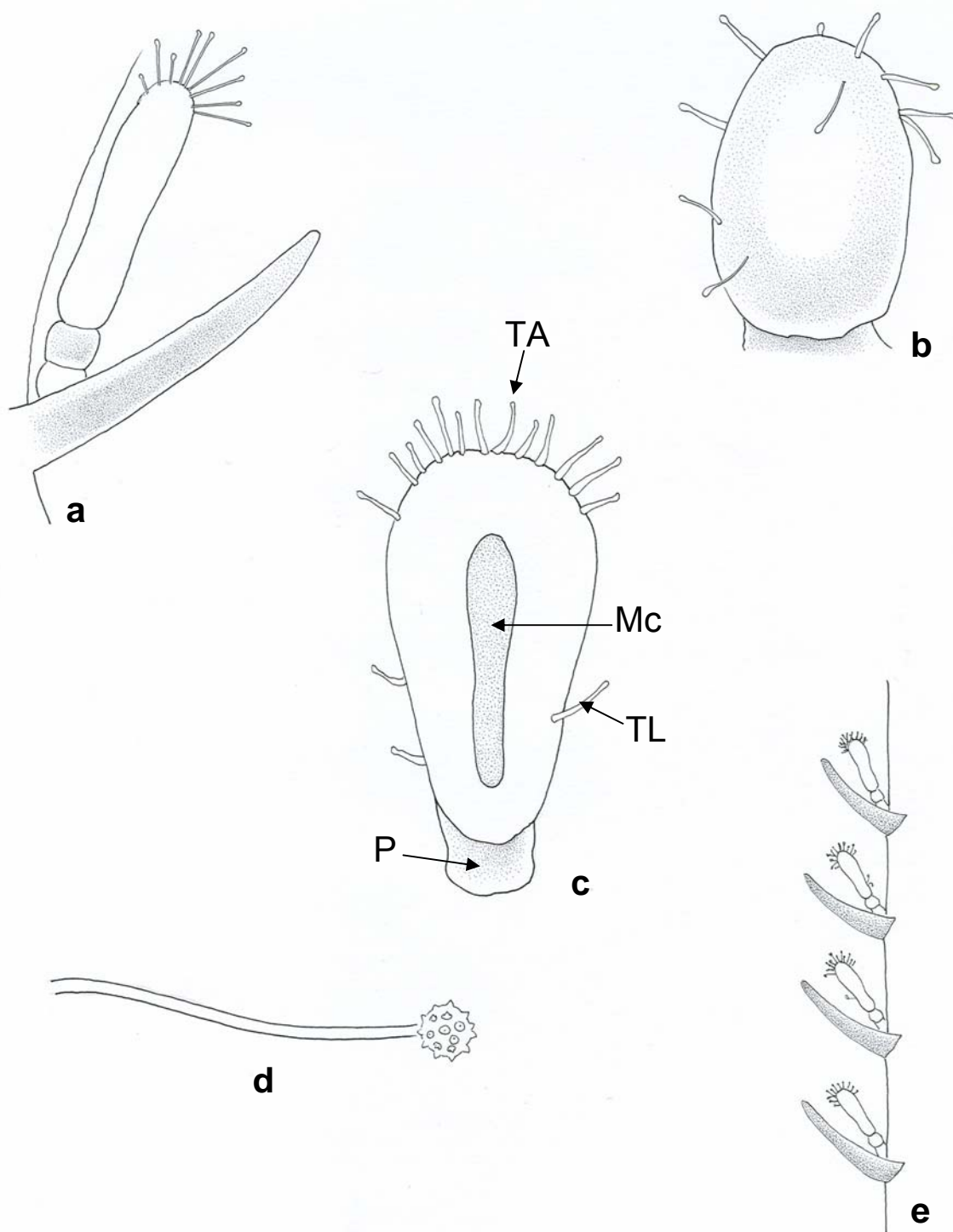


Figura 10a-e. Diferentes esquemas de *Discophrya elongata*. a. Forma más frecuente. b. Ejemplar juvenil. c. Forma de bulbo d. Detalle del tentáculo (capitado y armado). e. Disposición en el basibionte (pata). P= pedúnculo, Mc= macronúcleo, TA= tentáculos apicales, TL= tentáculos laterales.

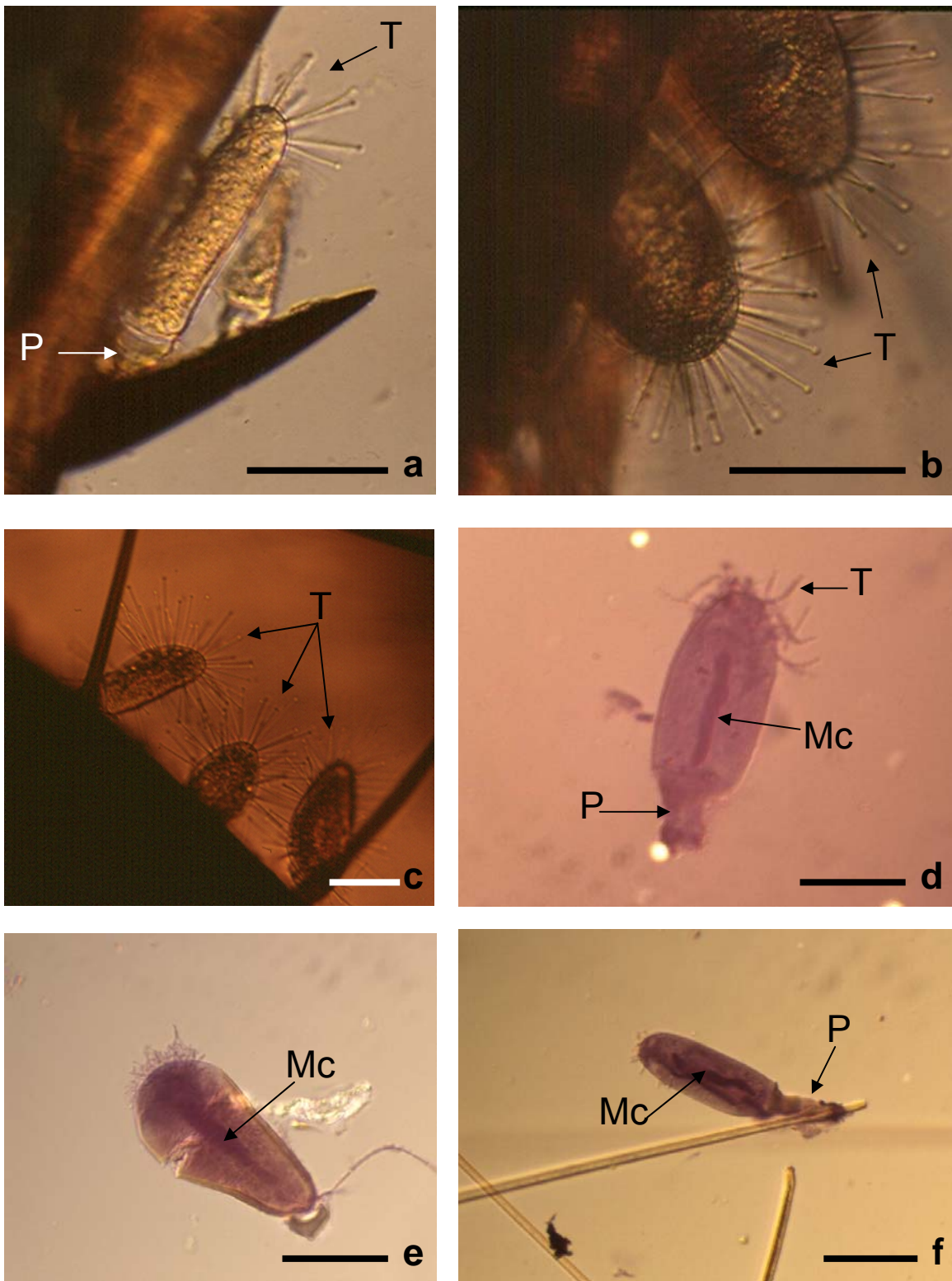


Figura 11a-f *Discophrya elongata* epibionte de *Notonecta* sp. vista en campo claro. a-c En vivo, nótese las diferentes formas de los individuos así como la variación en el número de tentáculos (T) y la disposición de éstos. d-f. Tinción con hematoxilina de Harris destacando el macronúcleo (Mc). Barra de referencia = 20 μ m.

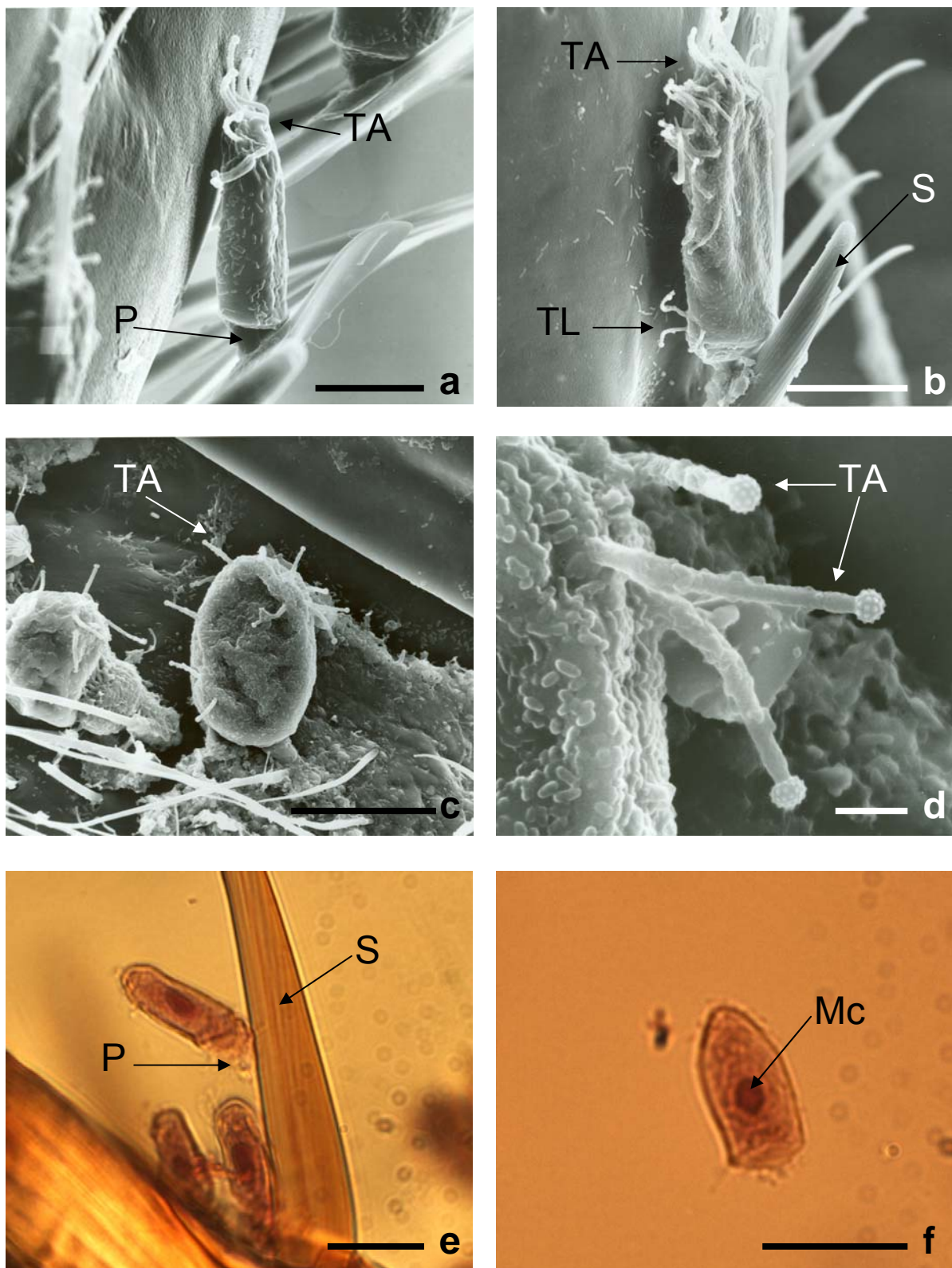


Figura 12a-f. *Discophrya elongata*. a-d. *D. elongata* epibionte de *Notonecta* sp. Microscopía electrónica de barrido. a y b. Adulto (nótese los tentáculos laterales (TL) en b). c. Ejemplar juvenil. d. Detalle de los tentáculos (capitados y armados). e-f. *D. elongata* epibionte de *Hesperocorixa laevigata*. En campo claro (material preservado en alcohol al 70%). P= pedúnculo, Mc= macronúcleo, TA= tentáculos apicales, S= seta. Barra de referencia (exceptuando d) = 20 μ m, Barra de referencia d = 1 μ m.

c) Registros previos

Matthes *et al.* (1988) la registraron en plantas acuáticas, caracoles (*Lymnaea*, *Planorbis* y *Paludina*), escarabajos acuáticos [*Hydrous*, *Dysticus*, *Cybister*, *Berosus* y *Tropisternus* (Hydrophilidae)] y chinches acuáticas [*Ranatra*, *Nepa*, (Nepidae) y *Belostoma* (Belostomatidae)].

Para México López-Ochoterena y Rouré-Cané (1970) y Aladro-Lubel *et al.* (2007), registraron a *D. elongata*, en Xochimilco y la Cantera de Ciudad Universitaria, respectivamente, en el D.F., pero sin estar asociada a ningún basibionte.

En este trabajo *D. elongata* fue observada adherida a *Notonecta* sp. y a *Hesperocorixa laevigata*. Es por tanto el primer registro como epibionte para la familia Notonectidae y el primero para la especie de corixido *Hesperocorixa laevigata*, además del primer registro para México como epibionte.

d) Distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

Discophrya elongata se encontró como epibionte de dos especies de chinches acuáticas, *Notonecta* sp. (Notonectidae) y *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae).

- *Notonecta* sp.

Se recolectaron 130 individuos en cinco muestreos. La distribución de *Discophrya elongata* en los individuos de *Notonecta* sp. por recolecta se observa con detalle en el cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución temporal de *Notonecta* sp., de acuerdo con las fechas de recolecta y frecuencia por muestreo de *Discophrya elongata*.

Fecha	Individuos	Frecuencia %
Octubre 2006	26 (20.0%)	38
Marzo 2007	35 (27.0%)	63
Septiembre 2007	19 (14.5%)	42
Diciembre 2007	31 (24.0%)	55
Marzo 2008	19 (14.5%)	58
n	130 (100%)	52

De estos 130 individuos recolectados de *Notonecta* sp., 67 (52%) presentaron *Discophrya elongata* adherida (fig. 13).

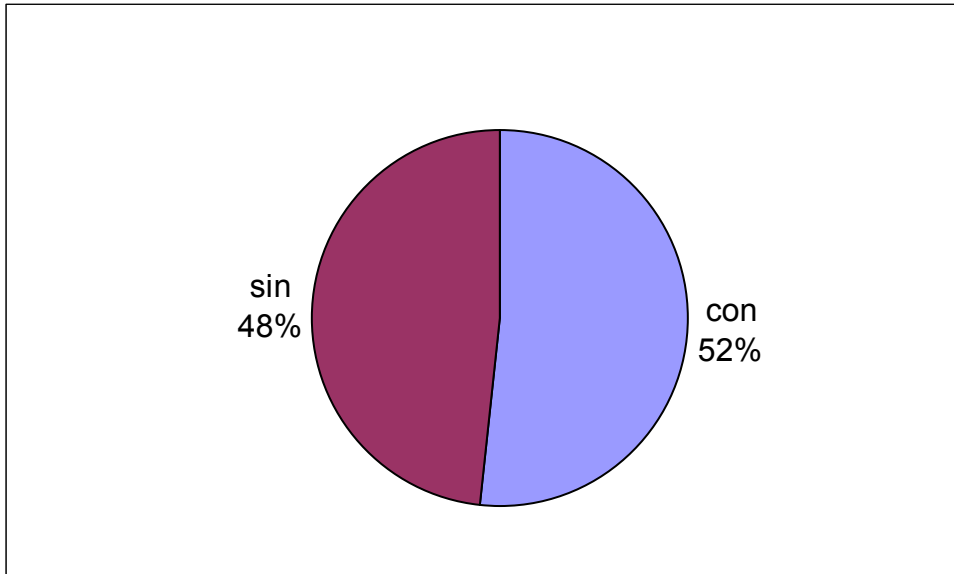


Figura 13. Frecuencia global de *Discophrya elongata* en *Notonecta* sp. sin= sin *D. elongata*; con= con *D. elongata*. n = 130.

La frecuencia por muestreo tuvo un intervalo entre el 38 y 63% de basibiontes con *Discophrya elongata* (fig. 14).

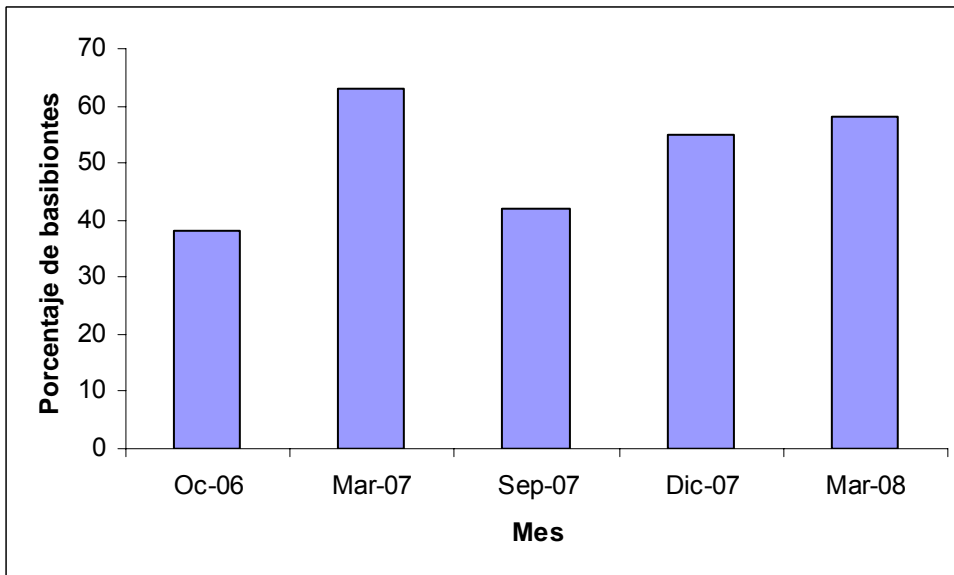


Figura 14. Frecuencia por muestreo de *Discophrya elongata* en *Notonecta* sp. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; Sep-07= Septiembre 2007; Dic-07= Diciembre 2007 y Mar-08= Marzo 2008.

Discophrya elongata se distribuyó en su mayoría en los tres pares de patas, además, dentro de éstas la distribución fue similar (47, 43 y 47 basibiontes con *D. elongata*, respectivamente); sin embargo, otras regiones de *Notonecta* sp. donde se encontró fueron el abdomen ventral, la parte ventral de la cabeza (pico) y las alas (fig. 15).

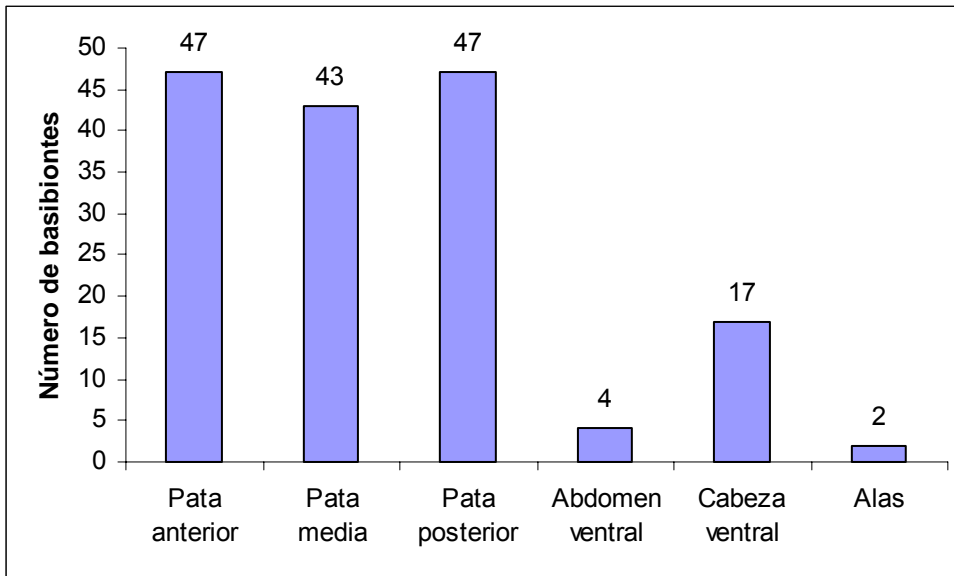


Figura 15. Distribución de *Discophrya elongata* en diferentes regiones de *Notonecta* sp.

- *Hesperocorixa laevigata*

Se recolectaron 39 individuos, únicamente en el muestreo de septiembre de 2007, de los cuales el 77% (30 individuos) presentaron *Discophrya elongata* como epibionte adherido a *Hesperocorixa laevigata* (fig. 16).

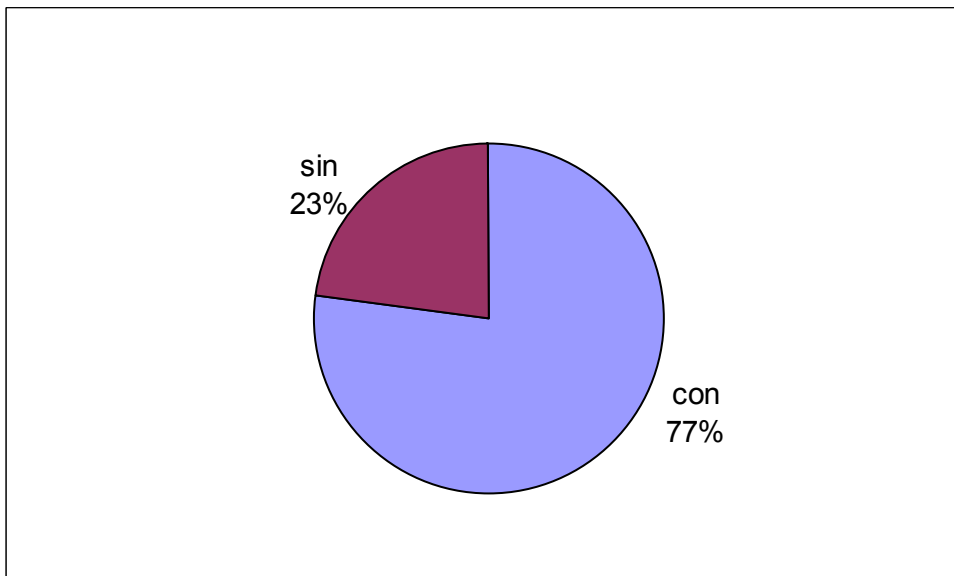


Figura 16. Frecuencia de *Discophrya elongata* en *Hesperocorixa laevigata*. sin= sin *D. elongata*; con= con *D. elongata*. n = 39.

Únicamente se encontró *D. elongata* en las patas medias, en fémur, tibia y tarso (fig. 17).

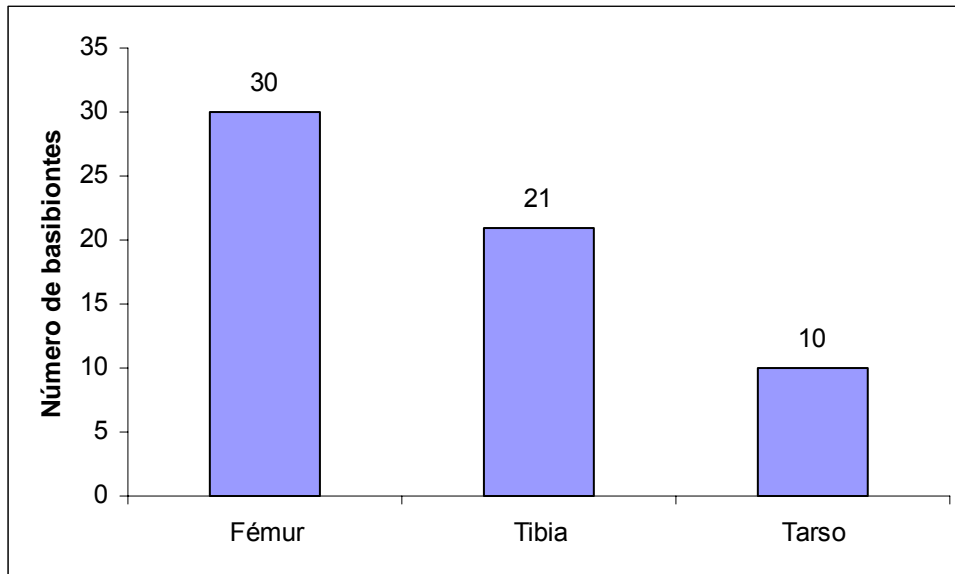


Figura 17. Frecuencia y distribución de *Discophrya elongata* en diferentes artejos de la pata media de *Hesperocorixa laevigata*.

e) Análisis de la distribución y frecuencia

Para el caso de *Notonecta* sp. (fig. 14) es importante destacar la similitud (63 y 58% respectivamente) entre las frecuencias de las recolectas de marzo de 2007 y 2008, este caso es el único en que se muestreó en un mismo mes por dos años. En la figura 15 se aprecia una distribución uniforme en los tres pares de patas, teniendo una preferencia por la implantación en la región comprendida entre la seta y la pata en sí, además de que aproximadamente en uno de cada cuatro individuos de *Notonecta* sp. (25.3%) con *D. elongata*, éste se encontró adherido en la cabeza en posición ventral (debajo de los ojos y pico).

Para *Hesperocorixa laevigata* sólo se registró *D. elongata* en la pata media donde se observó una reducción en la frecuencia conforme el artejo se alejaba del cuerpo del basibionte, lo que puede explicarse en función al movimiento ya que a menor distancia del artejo respecto al resto del cuerpo, menor es el movimiento (menor área recorrida) que tiene y por ende mayor posibilidad de implantación.

2. *Periacineta* sp. (figs. 18 a 20)

a) Descripción morfológica

El suctor está presente en dos formas: como solitarios y pseudocolonias hiperforéticas. El cuerpo mide de 75.6 a 168.0 μm de longitud y de 22.4 a 84.0 μm de anchura, llena completamente la lóriga. La parte apical de la célula es redonda y usualmente se proyecta más allá de la región apical de la lóriga, en ocasiones hasta la mitad de su longitud y está limitado únicamente por el borde de la lóriga. Los tentáculos (de 10 a 60) son largos, delgados y clavados de 25.2 a 44.8 μm de longitud, se distribuyen aleatoriamente en esta región apical, nunca en fascículos; no hay presencia de actinóforos. La lóriga (51.9-115.5 μm de longitud y de 22.4-84.0 μm en anchura), es cónica con la apertura extendida y usualmente con una ligera curvatura lateral. De 16 a 40 surcos transversales en la pared de la lóriga. El borde de la apertura de la lóriga es curvo. El pedúnculo es corto (5.6-17.5 μm de longitud) y con un ancho de 5.6 a 24.5 μm especialmente en la base y muy notorio en los individuos jóvenes. La parte apical del pedúnculo se ensancha (fisón), destacado con la microscopía electrónica de barrido; el borde superior del fisón se sobrepone a la zona de unión entre el pedúnculo y la lóriga.

Se presenta una vacuola contráctil en la región anterior. El macronúcleo (28.0-84.0 μm de longitud y 2.8-14.0 μm de anchura) se sitúa centralmente, es alargado y se ensancha en su parte apical, ocupando dos tercios de la longitud del suctor. En los individuos jóvenes el macronúcleo es redondo y central. La reproducción es por gemación evaginativa.

Una característica particular de esta especie fue la presencia de pseudocolonias hiperforéticas formadas cuando la larva sufre metamorfosis y se asienta sobre el individuo materno. Usualmente el individuo más grande (basal) de la pseudocolonia se encuentra adherido a la superficie de la pata o a la seta de la pata del hospedero y de dos a seis suctores de segundo orden se adhieren lateral o apicalmente a la lóriga de este individuo basal, esto resulta en pseudocolonias racimosas y erectas de 2 a 32 individuos con una longitud de 200 a 519 μm . La morfometría completa se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Datos morfométricos de *Periacineta* sp. adherido a *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2.

Atributo	Mín	Máx	Prom	DS	n
Longitud	75.6	168.0	119.4	23.8	49
Anchura	22.4	84.0	39.8	13.5	49
Longitud lóriga	51.9	115.5	82.7	16.7	50
Anchura lóriga	22.4	84.0	39.8	13.5	49
Longitud macronúcleo	28.0	84.0	54.8	12.8	49
Anchura macronúcleo	2.8	14.0	6.8	2.4	49
Longitud pedúnculo	5.6	17.5	11.1	3.2	21
Anchura pedúnculo	5.6	24.5	10.8	4.1	21
Longitud tentáculos	25.2	44.8	35.1	5.5	73
Longitud pseudocolonia	200.6	519.2	330.0	82.7	30

Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Prom= Promedio; DS= Desviación estándar. n= tamaño de la muestra. Todas las medidas en μm .

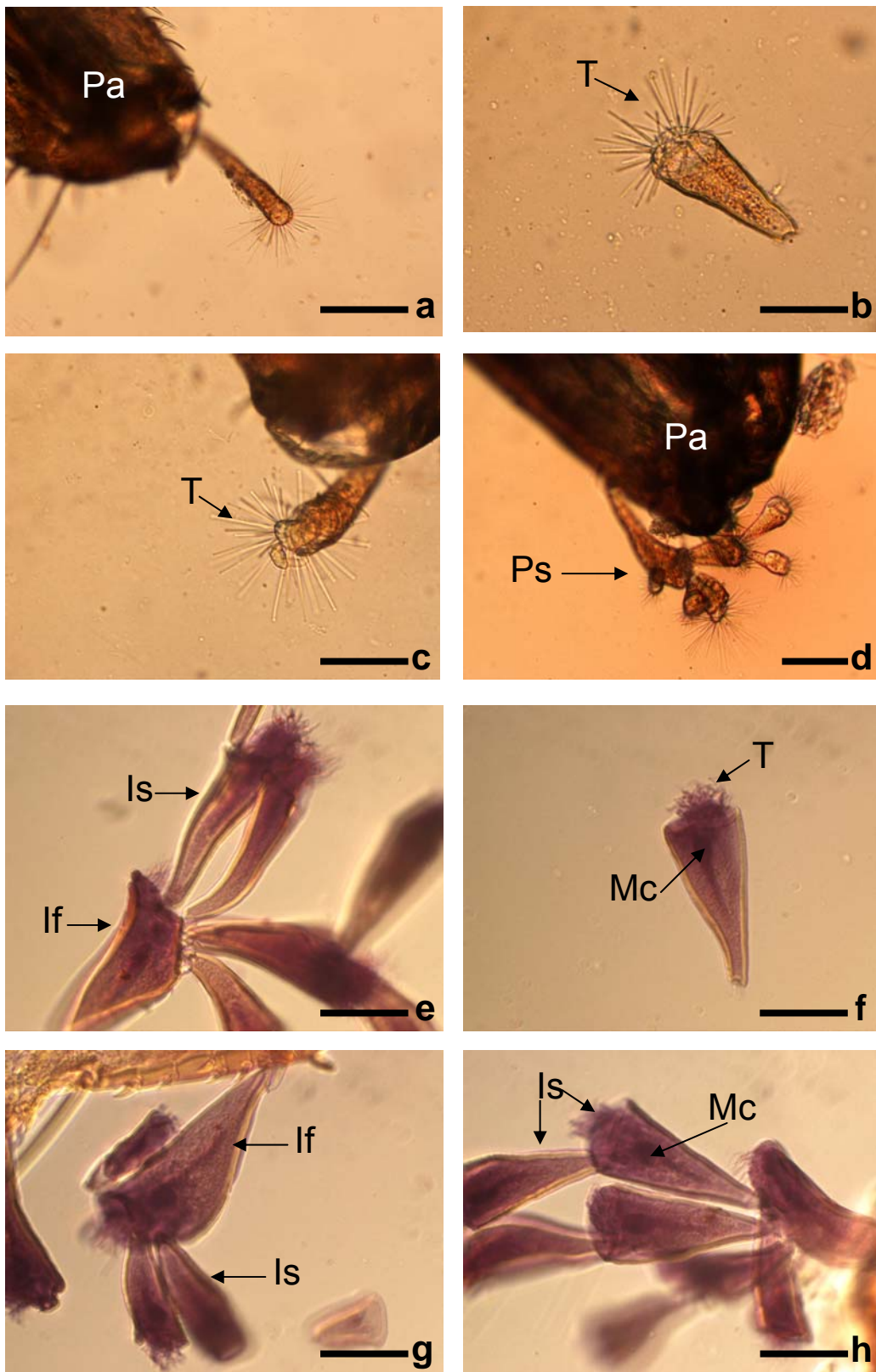


Figura 18a-h. *Periacineta* sp. en campo claro. a-d. En vivo. 18a. Adherido a la pata anterior (Pa) del basibionte. b. Individuo suelto (T= tentáculos). c. Individuo adherido al basibionte. d. Pseudocolonias (Ps). e-h. Tinción con hematoxilina, destacando la forma alargada del macronúcleo (Mc), el tamaño mayor del individuo fundador (lf) y los diferentes sitios de fijación (apical y lateral) de los individuos secundarios (ls). Barra de referencia = 50 μ m.

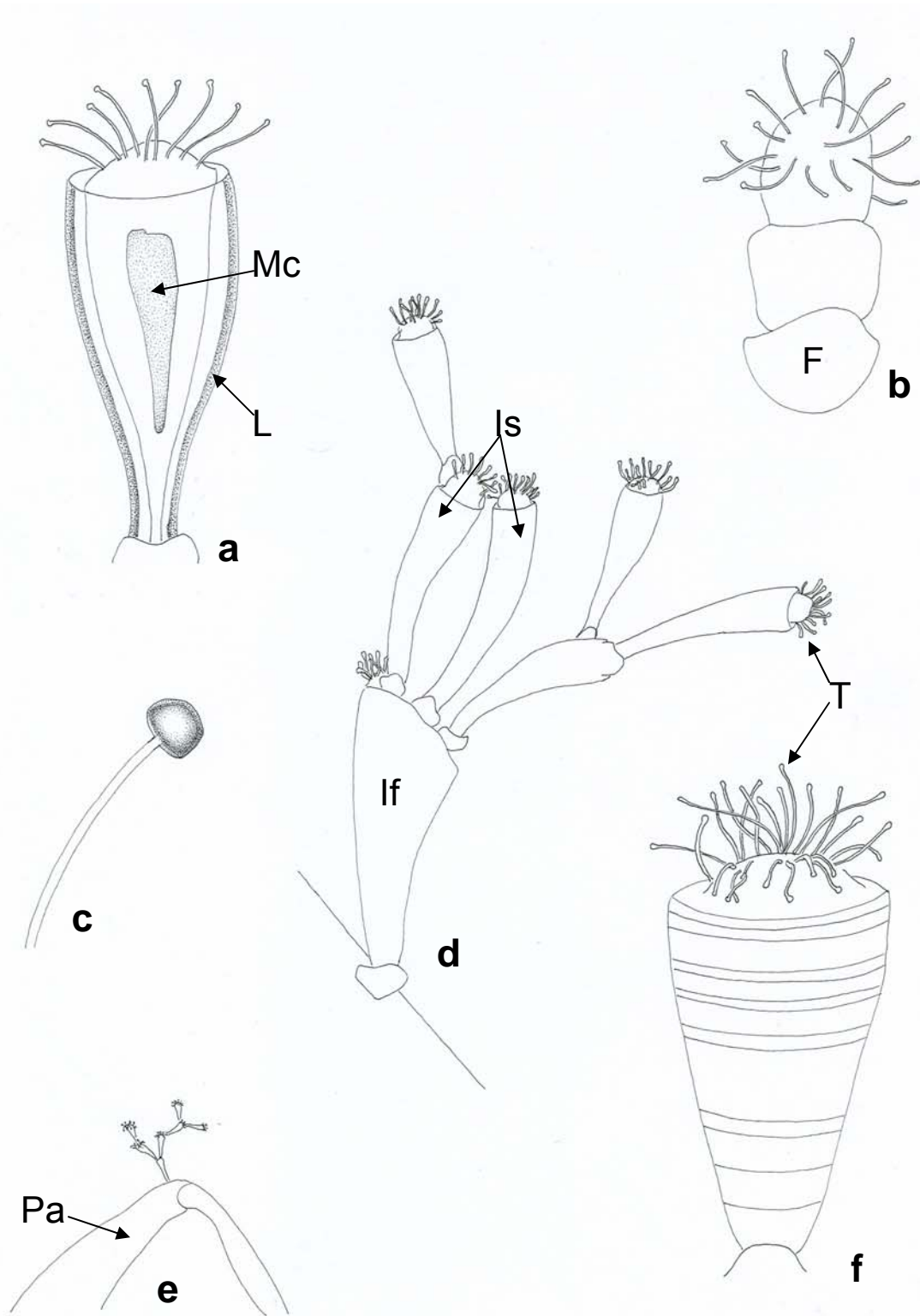


Figura 19a-f. Diferentes esquemas de *Periacineta* sp. a. Individuo adulto. b. Individuo juvenil. c. Detalle del tentáculo (capitado y armado). d. Pseudocolonia. e. Ubicación de la pseudocolonia en el basibionte (pata anterior). f. Individuo adulto. F = Fisión, If = individuo fundador, Is = Individuo secundario, L = lóriga, Mc = Macronúcleo, Pa = pata anterior (*Buenoa* sp 1), T = tentáculos.

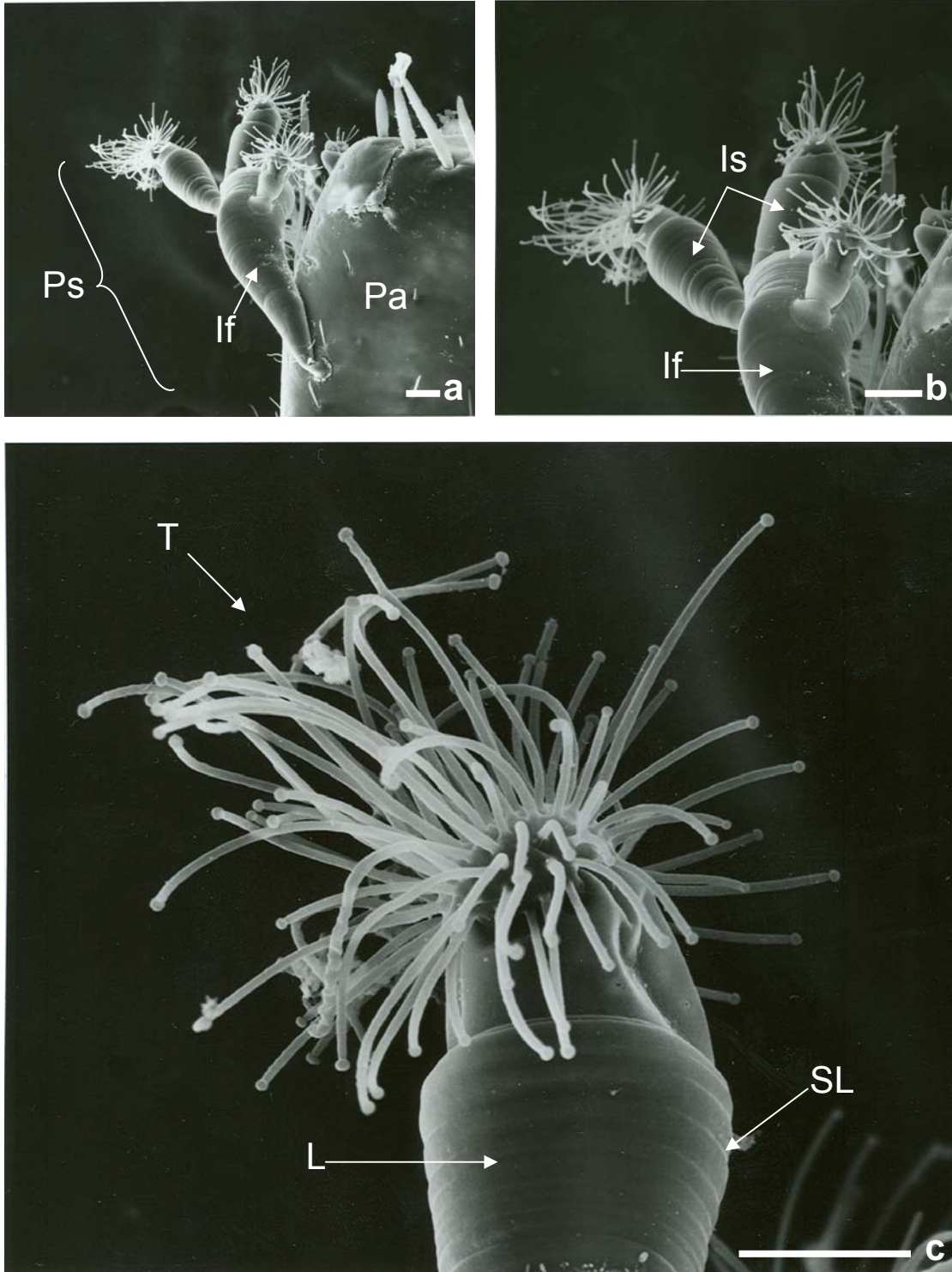


Figura 20a-c. *Periacineta* sp. en microscopía electrónica de barrido. Las microfotografías de esta pseudocolonia muestra los surcos de la lóriga (SL), los diferentes estadios de desarrollo además de la disposición y la terminación de los tentáculos (T) capitados. lf = individuo fundador, ls = Individuo secundario, L = lóriga, Pa = pata anterior (*Buenoa* sp. 2), Ps = Pseudocolonia. Barra de referencia = 35 μ m.

b) Consideraciones taxonómicas

Un gran número de especies del género *Periacineta* tienen los tentáculos dispuestos en dos fascículos y sólo *P. hydrochi* y *P. koeppeli* tienen los tentáculos distribuidos uniformemente en la región anterior; sin embargo, *Periacineta* sp. difiere de *P. hydrochi* en la forma de abanico de la lóriga y la forma en "C" del macronúcleo. De *P. koeppeli*, difiere en la forma y superficie de la lóriga (forma de abanico y sin surcos en *P. koeppeli*) y en la presencia de un pedúnculo corto con fisón. En cuanto a la formación de pseudocolonias, *Periacineta* sp. comparte con *P. gyrini* esta característica, sin embargo, esta última se registró sólo una vez, y únicamente con dos individuos, por lo que puede tratarse de una hiperepibiosis más que una pseudocolonia como tal; además en *P. gyrini* el arreglo de los tentáculos es en fascículos y el macronúcleo tiene forma de "ψ". *Periacineta* sp. está definida por la siguiente combinación de características: disposición en forma aleatoria de los tentáculos en la parte apical, el macronúcleo alargado y la formación de pseudocolonias, esta combinación no puede colocar actualmente a *Periacineta* sp. dentro de alguna de las especies conocidas del género.

Periacineta sp. se encontró adherida, formando pseudocolonias, en miembros del género *Buena* (Notonectidae), el cual está limitado a la región Neotropical y Neártica; su distribución geográfica se extiende desde Canadá, a través de los Estados Unidos de América, México, Centroamérica, Sudamérica y el Caribe (Truxal, 1953).

c) Registros previos

Ninguno.

d) Distribución espacial y frecuencia de *Periacineta* sp. en los basibiontes

Se recolectaron 39 individuos de *Buena* sp. 1 y 199 individuos de *Buena* sp. 2, en cinco muestreos. La distribución temporal y frecuencia de *Periacineta* sp. por recolecta se muestra en el cuadro 7. Cabe destacar que *Buena* sp. 1 no se registró en el muestreo de marzo 2008.

Cuadro 7. Distribución temporal de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2., frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 y sp. 2, de acuerdo a las fechas de recolecta.

Especie Fecha	<i>Buenoa</i> sp.1	Frecuencia (%)	<i>Buenoa</i> sp.2	Frecuencia (%)
Octubre 2006	3 (7.7)	(100)	38 (19.1)	(84)
Marzo 2007	16 (41.0)	(81)	41 (20.6)	(78)
Septiembre 2007	14 (35.9)	(71)	40 (20.1)	(82)
Diciembre 2007	6 (15.4)	(83)	40 (20.1)	(82)
Marzo 2008	0	--	40 (20.1)	(78)
Total (n)	39 (100)	(79)	199 (100)	(80)

Los números sin paréntesis corresponden al número de individuos de la muestra, los números en paréntesis corresponden al porcentaje.

La frecuencia total fue 79% para *Buenoa* sp. 1 y 80% para *Buenoa* sp. 2 (fig. 21).

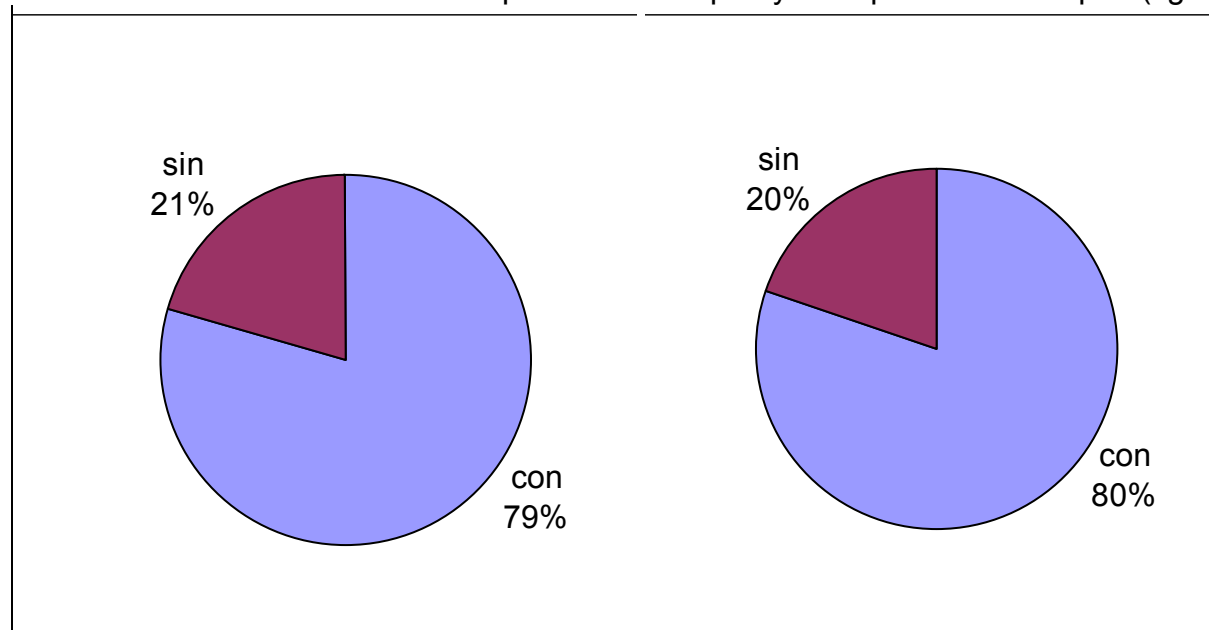


Figura 21. Frecuencia de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1, n= 39 (izquierda) y en *Buenoa* sp. 2, n= 199 (derecha). sin= sin epibiontes; con= con epibiontes.

La frecuencia de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 por muestreo osciló entre el 70%, y el 100%, en el muestreo de octubre de 2006 (fig. 22).

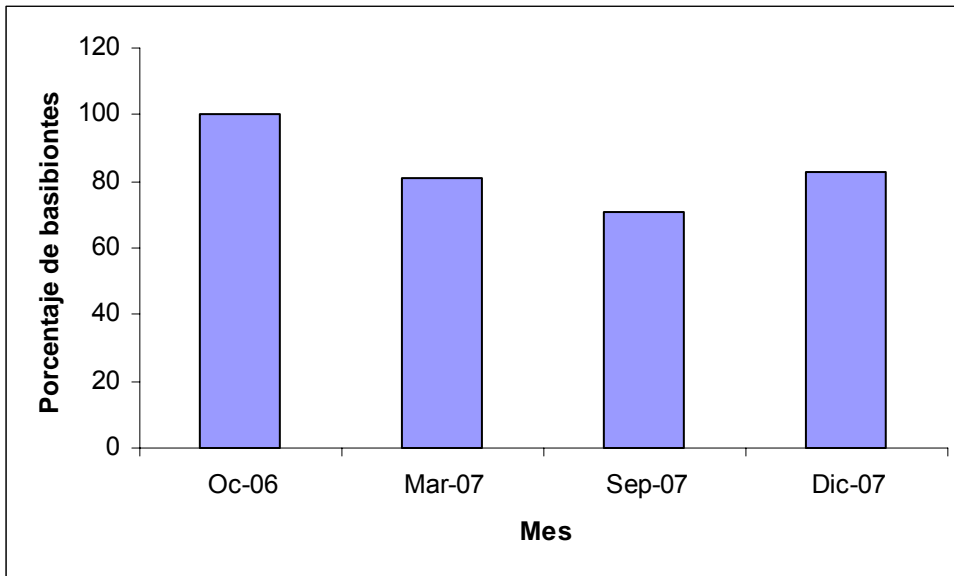


Figura 22. Frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; Sep-07= Septiembre 2007 y Dic-07= Diciembre 2007.

Las frecuencias de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 2 oscilaron entre el 78 y 84% (fig. 23).

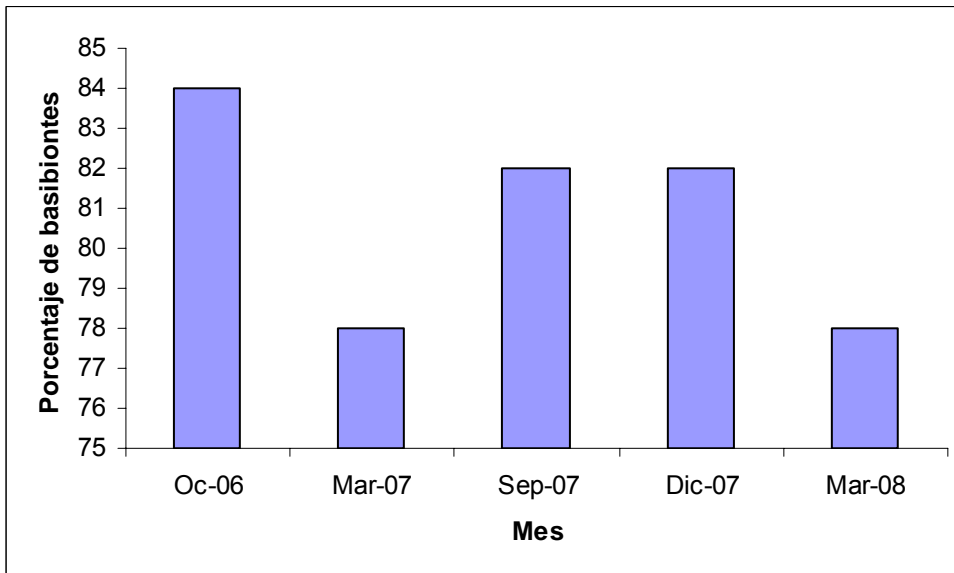


Figura 23. Frecuencia por muestreo de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 2. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; Sep-07= Septiembre 2007; Dic-07= Diciembre 2007 y Mar-08= Marzo 2008

La distribución y prevalencia de *Periacineta* sp. en los artejos de las patas anterior y media de las dos especies de *Buenoa* se muestra en el cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución y prevalencia de *Periacineta* sp. en los apéndices de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 (Notonectidae).

	<i>Buenoa</i> sp.1 (n=39)			<i>Buenoa</i> sp. 2 (n=199)		
	Pseudo colonia	Solitario	Total	Pseudo colonia	Solitario	Total
Fémur anterior	1 (2.5)	3 (7.7)	4 (10.2)	29 (14.6)	13 (6.5)	42 (21.1)
Tibia anterior	10 (25.6)	9 (23.1)	19 (48.7)	51 (25.5)	62 (31.2)	113 (56.7)
Tarso anterior	1 (2.5)	5 (12.8)	6 (15.3)	3 (1.5)	70 (35.1)	73 (36.6)
Fémur medio	4 (10.2)	11 (28.2)	15 (38.4)	27 (13.5)	78 (39.2)	105 (52.7)
Tibia media	0	22 (56.4)	22 (56.4)	14 (7.0)	106 (53.3)	120 (60.3)
Tarso medio	1 (2.5)	13 (33.3)	14 (35.8)	0	108 (54.2)	108 (54.2)
Todas las regiones	14 (35.9)	17 (43.5)	31 (79.4)	67 (33.6)	93 (46.7)	160 (80.4)

Los números sin paréntesis corresponden al número de individuos con suctores; los números entre paréntesis corresponden a la prevalencia (%).

La frecuencia de la forma pseudocolonial de *Periacineta* sp. fue del 45% para *Buenoa* sp. 1 y 42% para *Buenoa* sp. 2 (fig. 24).

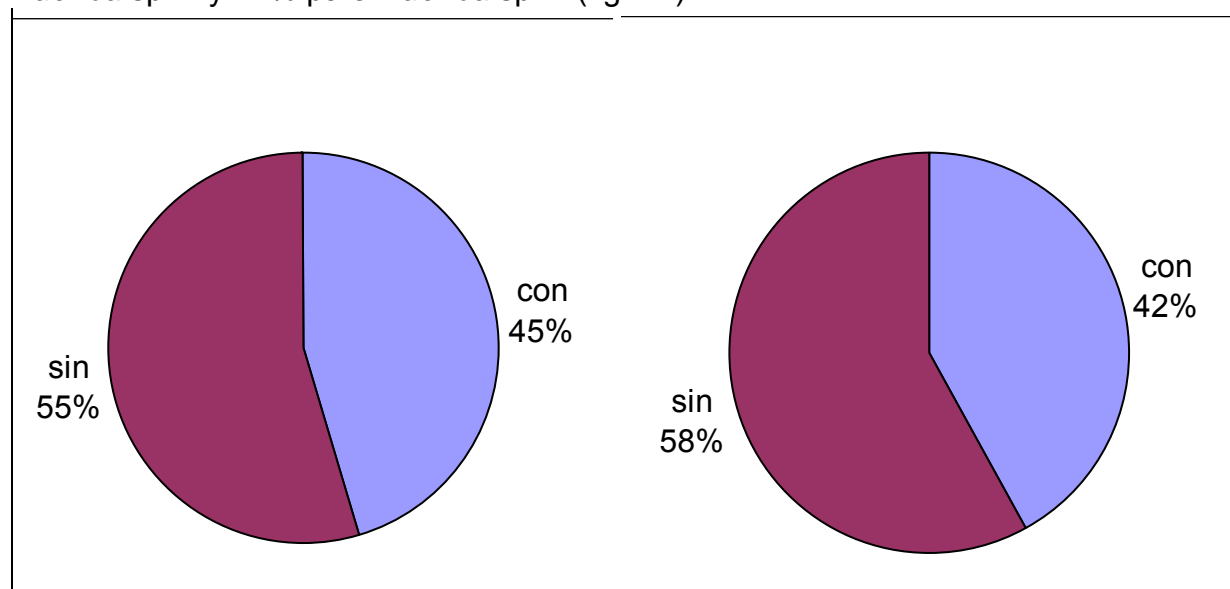


Figura 24. Frecuencia de pseudocolonias de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1; n= 31 (izquierda) y en *Buenoa* sp. 2; n= 160 (derecha). sin= sin formación de pseudocolonias; con= con formación de pseudocolonias.

La distribución de *Periacineta* sp. sobre los artejos de las patas anteriores y medias de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 se muestra gráficamente en las figuras 25 y 26. Se subdividió a su vez por artejo entre las dos formas, solitaria (gris oscuro) y pseudocolonial (gris claro).

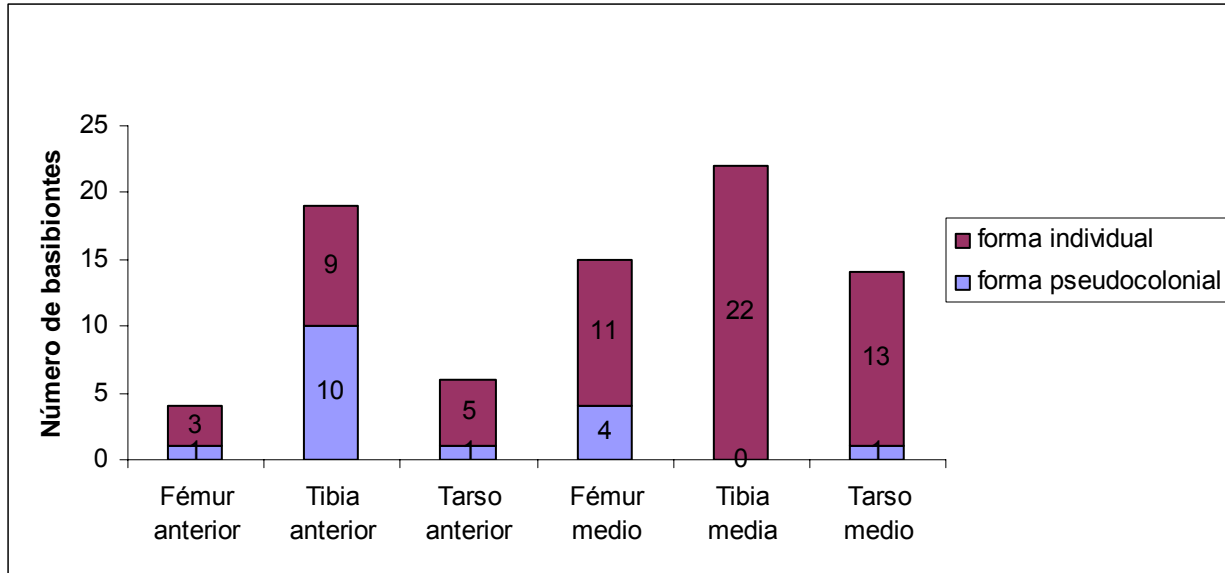


Figura 25. Número de individuos de *Buenoa* sp. 1 que presentaron a *Periacineta* sp.

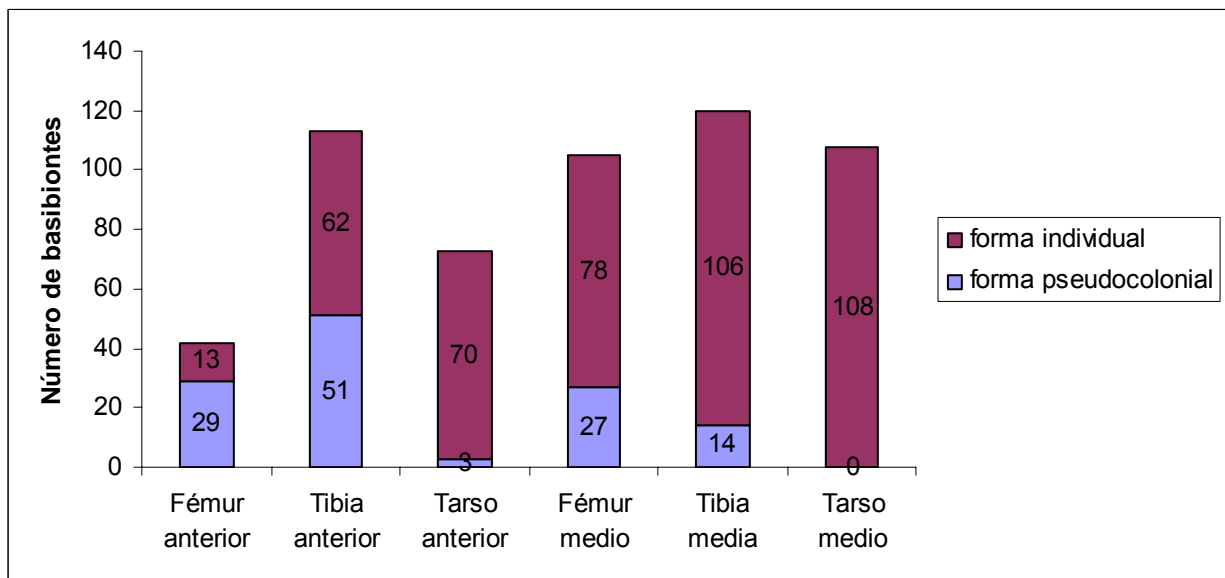


Figura 26. Número de individuos de *Buenoa* sp. 2 que presentaron a *Periacineta* sp.

e) Análisis de la distribución y frecuencia

La distribución de *Periacineta* sp. se encontró restringida a las patas anteriores y medias de los basibiontes y de éstas sólo en los siguientes artejos: fémur, tibia y tarso. La prevalencia de *Periacineta* sp. fue de 79% para *Buenoa* sp. 1 y de 80% para *Buenoa* sp. 2 (Cuadro 8). Es importante destacar que las frecuencias de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 2 para marzo de 2007 y 2008 son similares (para ambas 78%) además de que para marzo de 2007 las frecuencias de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 también fueron muy similares (81 y 78% respectivamente), lo que indica que los dos hospederos actuaron como sustratos idóneos (figs. 22 y 23).

Aunque el tarso medio en *Buenoa* sp. 2 tuvo 54.2% de prevalencia del suctor, la tibia anterior, el fémur medio y la tibia media fueron los segmentos con la mayor prevalencia (Cuadro 8). Por otro lado la frecuencia de pseudocolonias presentó valores alrededor del 35% (35.9% para *Buenoa* sp. 1 y 33.6% para *Buenoa* sp. 2), siendo la tibia anterior el artejo con la mayor prevalencia; sin embargo, en varios datos de frecuencia, no se observó diferencia significativa entre *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2 (figs. 25 y 26), las cuales comparten el microhábitat y fueron recolectadas al mismo tiempo, distinguiéndose sólo bajo al microscopio; cabe destacar que *Buenoa* sp. 2 fue más abundante que *Buenoa* sp. 1 (Cuadro 7).

La distribución diferencial de *Periacineta* sp. sobre los apéndices de las dos especies de *Buenoa* (fémur, tibia y tarso de los primeros dos pares de patas) puede deberse a dos factores: a) La función y arquitectura de cada par de patas, y b) El grado de la exposición al agua de las patas. Las patas anteriores y medias normalmente se encuentran plegadas hacia el cuerpo (fig. 2) y son usadas para funciones alimentarias y de sostén, por lo cual tienen mayor cantidad de materia orgánica y menor movimiento que las patas posteriores, utilizadas para el desplazamiento por natación. Como consecuencia del mayor movimiento y por estar desplegadas tienen una mayor exposición a la corriente de agua además poseen numerosas setas para ampliar el área de la pata y reducir el esfuerzo (justo como un remo), lo que impide la colonización por el suctor. Esto es una hipótesis de por qué las patas posteriores no presentaron ningún suctor adherido.

3. *Periacineta notonectae* (fig. 27)

a) Descripción morfológica

Suctor pedunculado con una lóriga en forma cónica, que no termina uniformemente, tiene una longitud de 70 a 72 μm y una anchura media de 25 μm , presenta alrededor de 40 tentáculos de aproximadamente 10 μm de longitud, clavados en la parte apical y reunidos en dos fascículos. El macronúcleo es alargado con una longitud de 50 μm y una anchura de 8 μm , encontrándose longitudinalmente a través del cuerpo. La lóriga cubre casi totalmente al individuo.

b) Consideraciones taxónomicas

El género *Periacineta* tiene 11 especies (Dovgal, 2002), *Periacineta notonectae* se diferencia de *P. hydrochi* y *P. koeppli* en que éstas tienen los tentáculos distribuidos en la parte apical sin la formación de fascículos. El resto de las especies presentan dos fascículos apicales de tentáculos; sin embargo, *P. buckei*, *P. molesta*, *P. paratuberosa* y *P. striata* tienen la lóriga en forma de trapecio y no cónica y *P. laccophili*, *P. gyrini* y *P. heraldica* tienen el macronúcleo en forma de “Y”, “ ψ ” y “C” respectivamente. La combinación del arreglo de los tentáculos en dos fascículos apicales, la lóriga en forma cónica y el macronúcleo alargado definen a *P. notonectae*.

c) Registros previos

Matthes *et al.* (1988) lo registraron en chinches acuáticas de los géneros *Notonecta* (Notonectidae), *Corixa* y *Sigara* (Corixidae). El presente trabajo es el primer registro como epibionte de *Hesperocorixa laevigata* a nivel mundial y el primer registro de la especie para México.

d) Distribución espacial en los basibiontes

Se observaron sólo cuatro de estos suctores adheridos a dos individuos de *Hesperocorixa laevigata*, por lo que no es posible determinar los patrones de distribución y frecuencia.

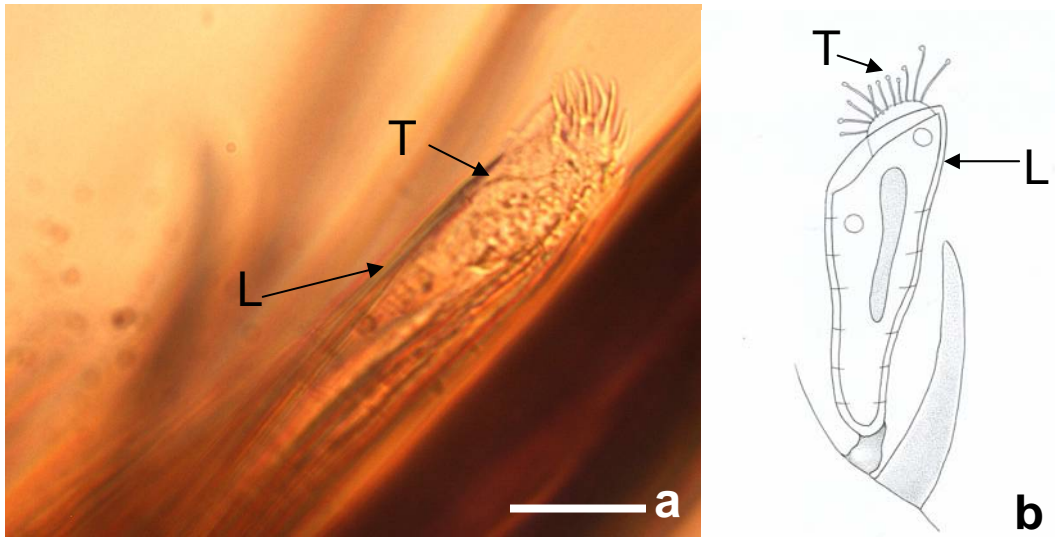


Figura 27a-b. *Periacineta notonectae* a. Ejemplar fijad en alcohol al 70%. Campo claro, sobre *Hesperocorixa laevigata*. b. Esquema. L = lóriga, T = tentáculos. Barra de referencia = 25 μ m.

4. *Orbopercularia lichtheinsteini* (figs. 28 a 30).

a) Descripción morfológica

Peritrico colonial con una longitud del zooide de 56 hasta 84 μm y una anchura entre 30 y 40 μm ; con un macronúcleo esférico de 8 a 14 μm de diámetro en posición central. El epistoma se eleva de 6 a 11 μm y el peristoma tiene el borde ondulado y es de menor diámetro que la anchura máxima del zooide. El pedúnculo es grueso (18-23 μm de largo por 23-28 μm de ancho), alcanzando casi la anchura máxima de los zoides, tiene a lo largo finas estriaciones y a menudo pliegues transversales. La profundidad del infundíbulo es de aproximadamente la mitad de la longitud del zooide. La película tiene alrededor de 50 estriaciones. La dicotomía es muy breve presentándose los zoides aproximadamente a 20 μm después de ésta. El crecimiento siempre es rígido. La colonia puede alcanzar hasta los 232 μm de diámetro y tiene forma de abanico. El número máximo de bifurcaciones es de cinco y el número de zoides va de dos a 40. En el cuadro 9 se muestran los atributos morfométricos de *Orbopercularia lichtheinsteini*.

Cuadro 9. Atributos morfométricos de *Orbopercularia lichtheinsteini*

Atributo	Min	Máx	Prom	DS.	n
Longitud zooide	56.0	84.0	65.7	9.8	50
Anchura zooide	30.0	40.0	34.3	2.7	50
Longitud pedúnculo zooide	18.0	23.0	20.4	1.3	50
Anchura pedúnculo zooide	23.0	28.0	25.2	3.6	50
Diámetro macronúcleo	8.0	14.0	10.7	2.7	60
Longitud pedúnculo colonia	20	84.0	45.0	7.6	50
Anchura pedúnculo colonia	23.0	48.0	35.0	3.2	50
Amplitud Colonia	60	232	145	32.6	50

Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Prom= Promedio; DS= Desviación estándar; n= tamaño de la muestra. Todas las medidas en μm .

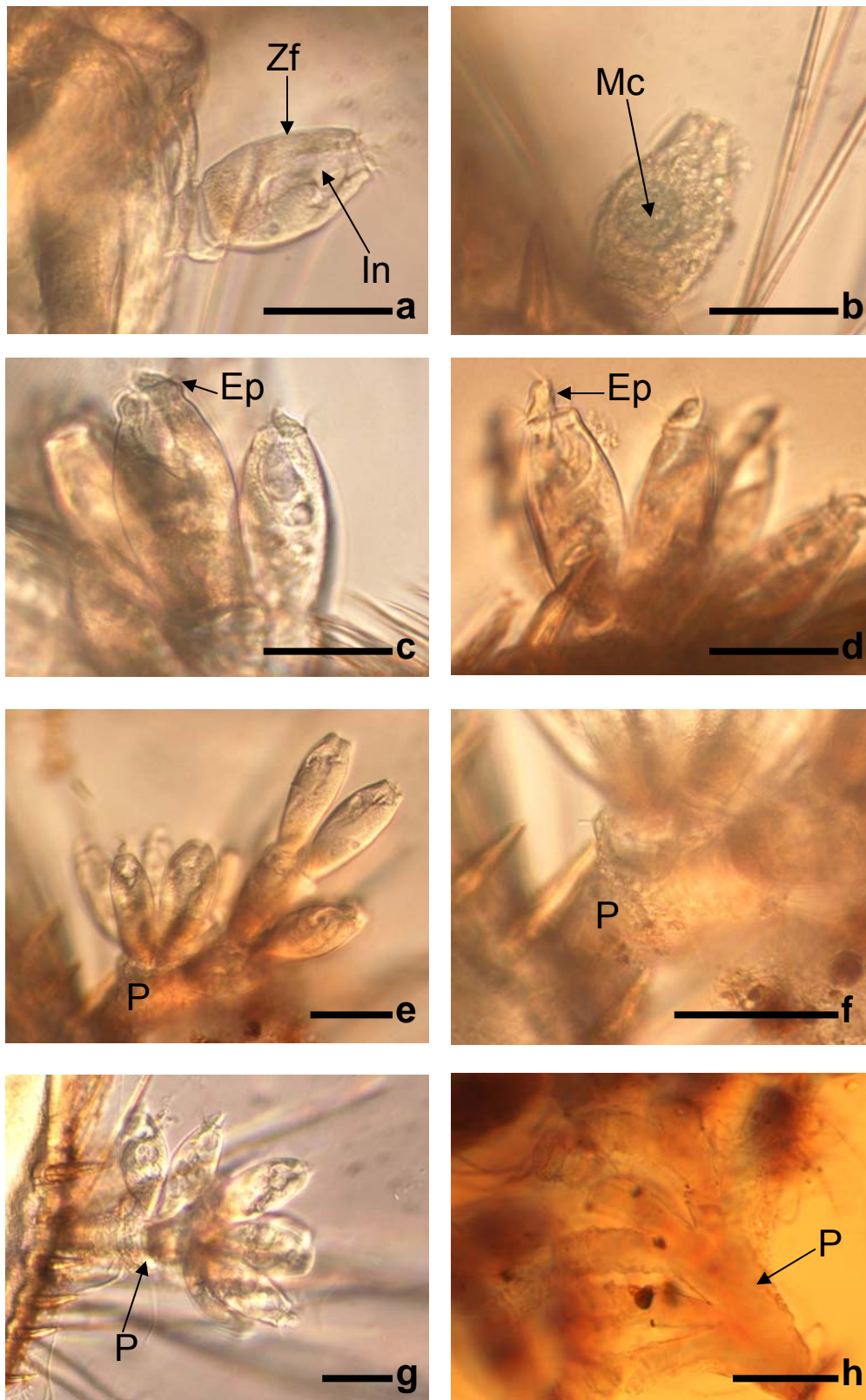


Figura 28a-h. *Orbopercularia lichteinsteini* en campo claro. a-f. En *Krisouzacorixa femorata*. a. Zooide fundador. b. Tinción del macronúcleo con verde de metilo. c-e. Colonias. f. Detalle del pedúnculo. g-h. En *Trichocorixella mexicana*. g. En vivo, nótese la forma de los zoides y la disposición del epistoma. h. Detalle del pedúnculo. Ep = epistoma, In = infundíbulo, Mc = macronúcleo, P = pedúnculo, Zf = zooide fundador. Barra de referencia = 50 µm.

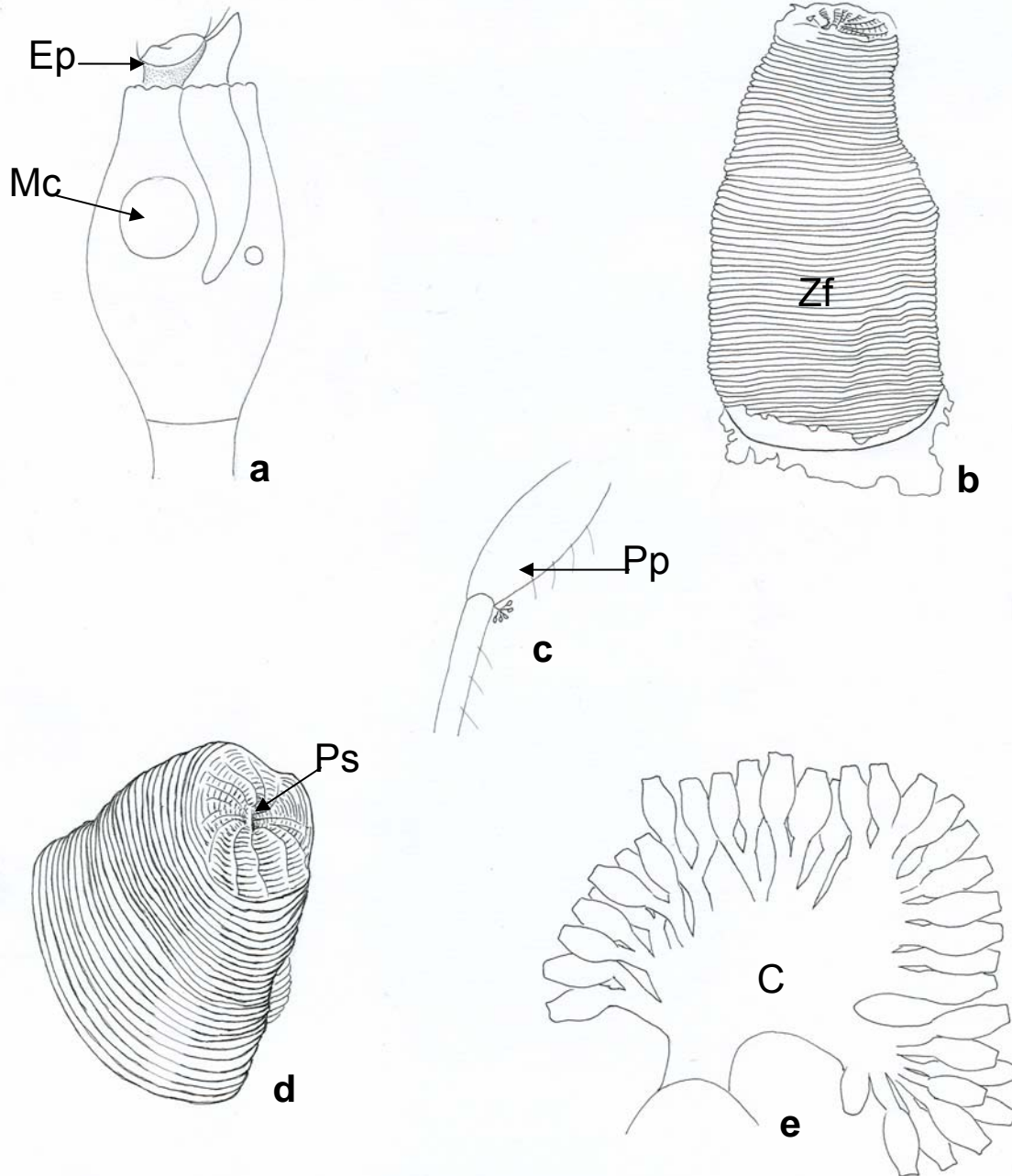


Figura 29a-e. Esquemas de *Orbopercularia lichteinsteini*. a. Detalle del zooide. b. Estriaciones del zooide. c. Disposición general de la colonia en la unión del fémur con la tibia en la pata posterior. d. Detalle de la zona apical del zooide. e. Organización de la colonia. C = colonia, Ep = epistoma, Mc = macronúcleo, Pp = pata posterior (*Krizousacorixa femorata*), Ps = peristoma, Zf = zooide fundador.

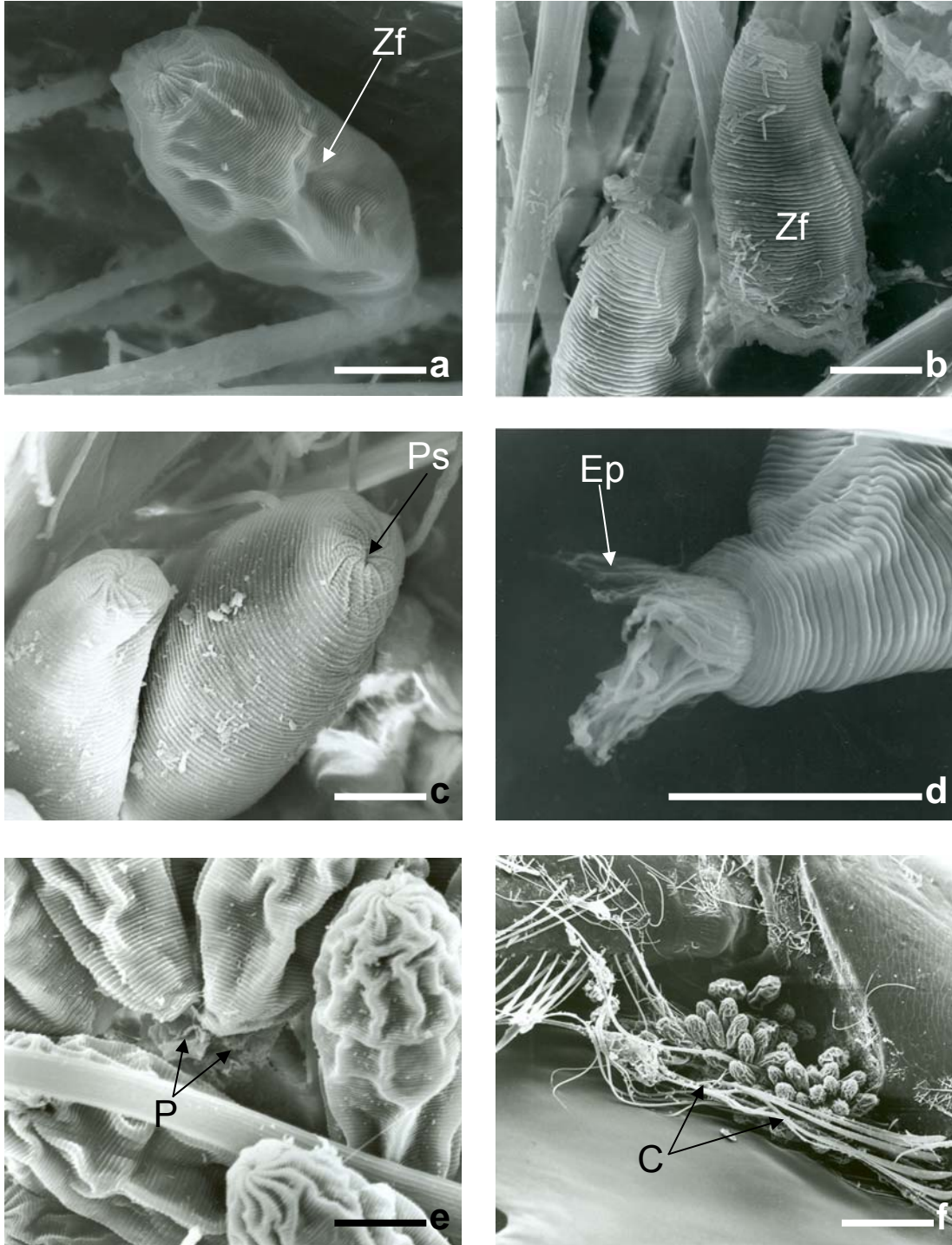


Figura 30a-f. Microfotografías de microscopía electrónica de barrido de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacorixa femorata* a-d y *Trichocorixella mexicana* e-f. a-c. Zooides mostrando las estriaciones. d. Detalle de la región oral (epistoma = Ep). e. Detalle de los zooides. f. Disposición general de la colonia (C), P = pedúnculo, Ps = peristoma, Zf = zooides fundadores. Barra de referencia (excepto 30) = 20 μm . Barra de referencia f = 200 μm .

b) Consideraciones taxonómicas

Otras especies pertenecientes al género *Orbopercularia* tienen zooides de forma similar a *O. lichteinsteini*, tal es el caso de *O. berberina* y *O. serrata*; sin embargo, la primera tiene los pedúnculos delgados y largos con respecto al zooide, y la segunda, como su nombre lo indica, posee el pedúnculo con el borde aserrado. *Orbopercularia neningerae* es una especie similar por el parecido del zooide y la anchura del pedúnculo pero se distingue de *O. lichteinsteini* por poseer el pedúnculo basal largo. La forma de pedúnculo en abanico y el patrón de dicotomía definen a *Orbopercularia lichteinsteini*.

c) Registros previos

Stiller (1971) lo registró sobre los coleópteros acuáticos *Hydroporus tristis* y *Dytiscus marginalis*. En este trabajo se encontró a *Orbopercularia lichteinsteini* como epibionte de los coríxidos *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixella mexicana*.

Se trata del primer registro de este epibionte a nivel mundial para estas dos especies de chinches de la familia Corixidae y también para el orden Hemiptera.

d) Distribución espacial y frecuencia en los basibiontes.

Se recolectaron 332 individuos de *Krizousacorixa femorata* y 310 individuos de *Trichocorixella mexicana*, en seis muestreos. La distribución temporal y frecuencia de *Orbopercularia lichteinsteini* por recolecta se muestra en el cuadro 10.

Cuadro 10. Distribución temporal y frecuencia de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixella mexicana* de acuerdo a las fechas de recolecta.

Fecha	Especie <i>Krizousacorixa femorata</i>	Frecuencia (%)	Especie <i>Trichocorixella mexicana</i>	Frecuencia (%)
Octubre 2006	24 (7.2)	(42)	55 (17.7)	(54)
Marzo 2007	50 (15.0)	(30)	47 (15.2)	(40)
Mayo 2007	43 (13.0)	(70)	53 (17.1)	(68)
Septiembre 2007	61 (18.4)	(54)	49 (15.8)	(61)
Diciembre 2007	77 (23.2)	(51)	45 (14.5)	(71)
Marzo 2008	77 (23.2)	(25)	61 (19.7)	(44)
Total (n)	332 (100)	(44)	310 (100)	(56)

Los números sin paréntesis corresponden al número de individuos de la muestra, los números en paréntesis corresponden al porcentaje.

Orbopercularia lichteinsteini se observó en 145 ejemplares (44%) de los 332 ejemplares recolectados de *Krizousacorixa femorata* (fig. 31).

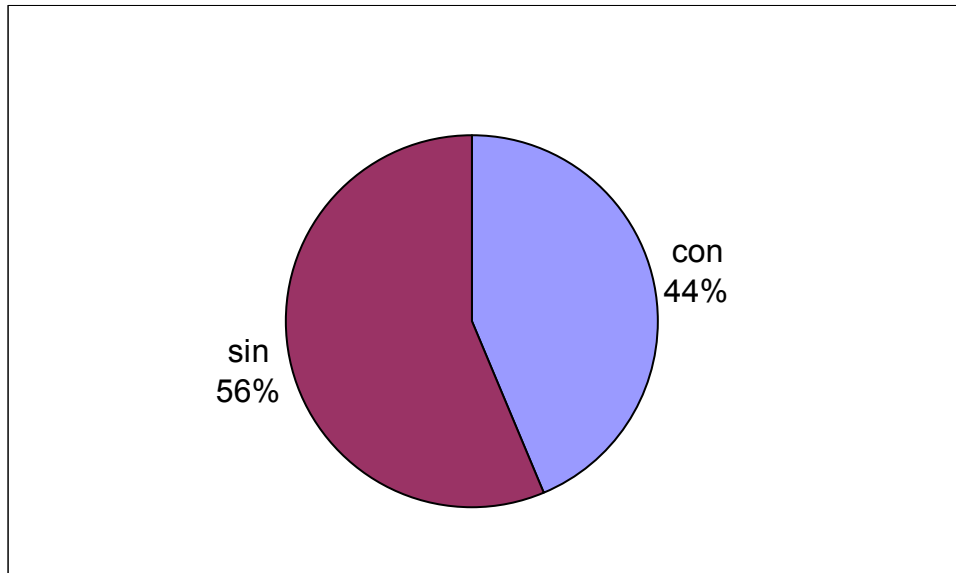


Figura 31. Frecuencia global de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacorixa femorata*. sin= sin *O. lichteinsteini*; con= con *O. lichteinsteini*. n = 332.

La frecuencia por recolecta tuvo valores contrastantes dentro de un intervalo que va desde el 25% (marzo 2008) hasta el 70% (mayo 2007) (fig. 32).

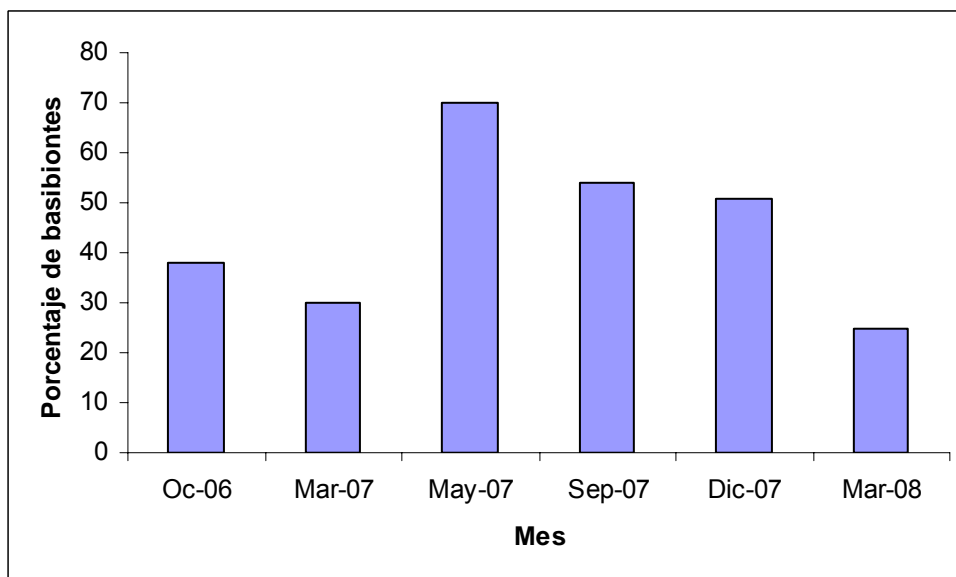


Figura 32. Frecuencia por muestreo de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Krizousacorixa femorata*. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; May-07= Mayo 2007; Sep-07= Septiembre 2007; Dic-07= Diciembre 2007 y Mar-08= Marzo 2008

El peritrico *Orbopercularia lichteinsteini* se encontró en los tres pares de patas; sin embargo, sólo en un basibionte se observó en la pata anterior y únicamente en cuatro coríxidos se adhirió al par medio; el 55% de los basibiontes registró al menos

una colonia adherida al par de patas posteriores, es importante destacar que se observaron colonias de *O. lichteinsteini* en el ojo izquierdo de 23 basibiontes, sin presentarse nunca en el ojo derecho (fig. 33).

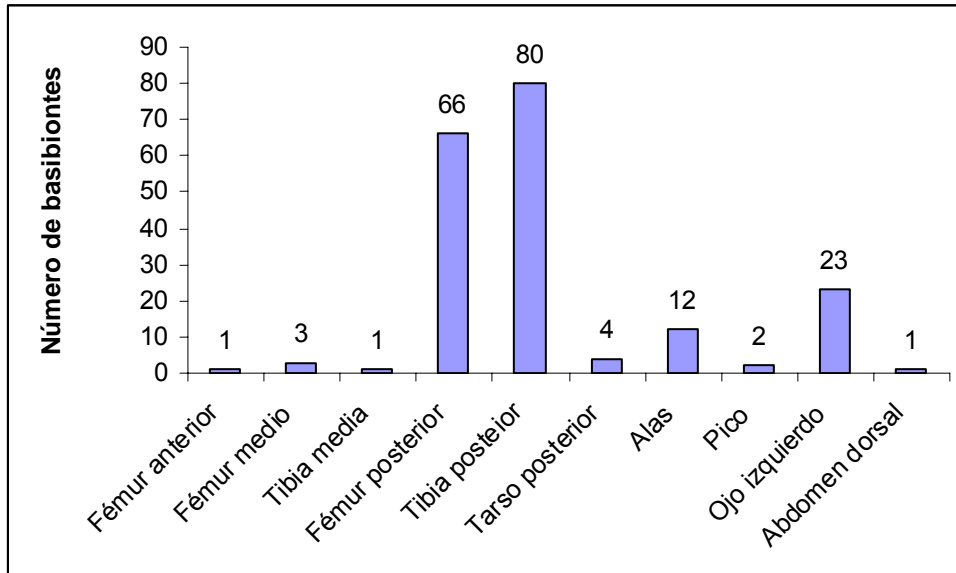


Figura 33. Distribución de *Orbopercularia lichteinsteini* en las diferentes partes de *Krizousacorixa femorata*.

Orbopercularia lichteinsteini se observó en 174 ejemplares (56%) de los 310 ejemplares colectados de *Trichocorixella mexicana* (fig. 34).

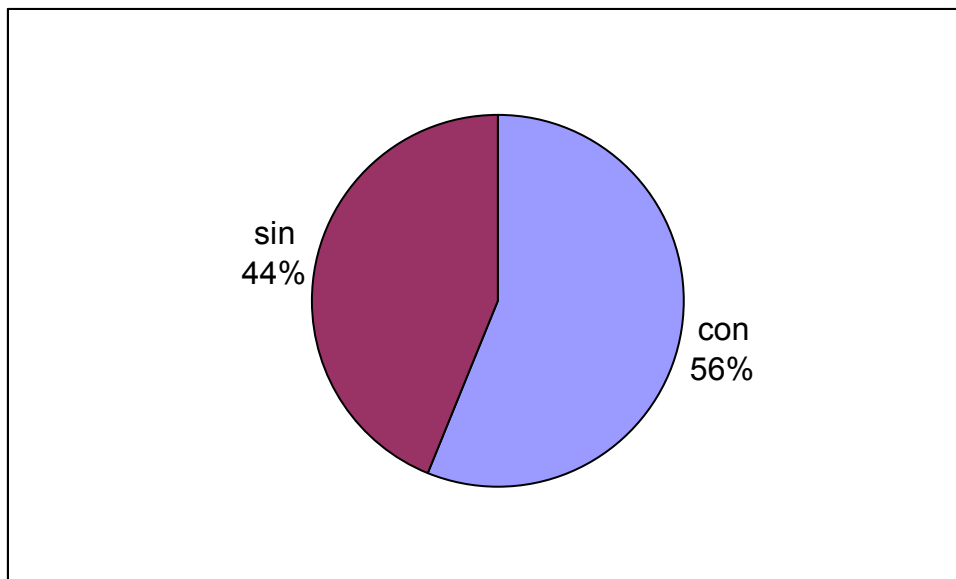


Figura 34. Frecuencia global de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Trichocorixella mexicana* sin= sin *O. lichteinsteini*; con= con *O. lichteinsteini*. n = 310.

La frecuencia por recolecta varió desde valores en marzo del 40 (2007) y 44% (2008) hasta valores del 68 y 71% en mayo y diciembre de 2007 respectivamente (fig. 35).

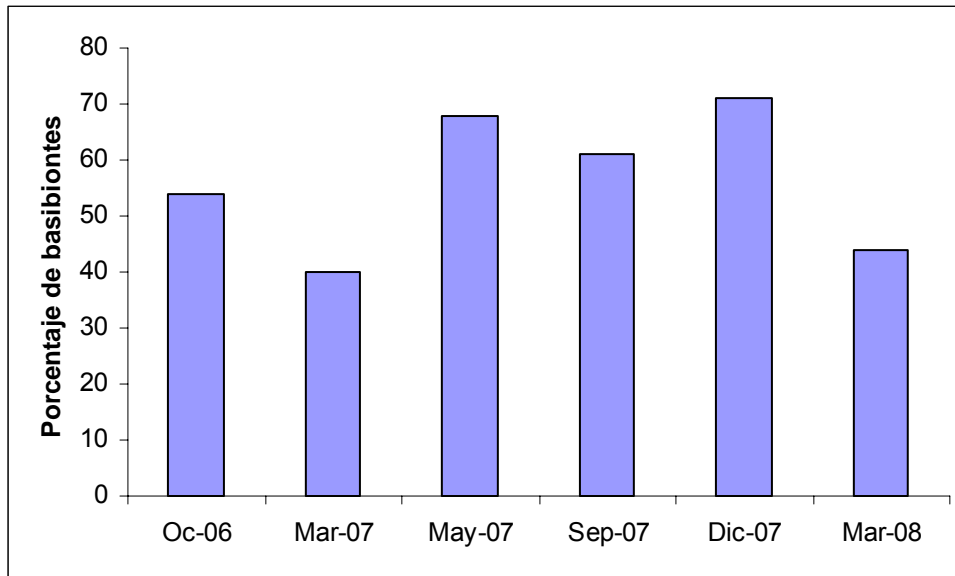


Figura 35. Frecuencia por muestreo de *Orbopercularia lichteinsteini* en *Trichocorixella mexicana*. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; May-07= Mayo 2007; Sep-07= Septiembre 2007; Dic-07= Diciembre 2007 y Mar-08= Marzo 2008

Al igual que con el basibionte *Krizousacorixa femorata*, los registros de las colonias se concentraron en dos sitios, el par de patas posterior (fémur y tibia) y los ojos izquierdos sin registrarse nunca en los ojos derechos (fig. 36).

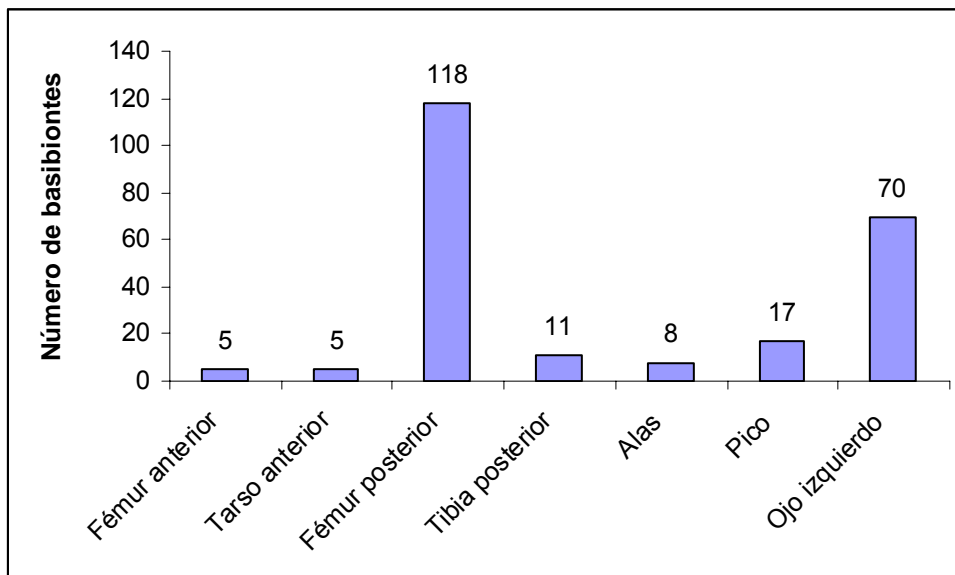


Figura 36. Distribución de *Orbopercularia lichteinsteini* en las diferentes partes de *Trichocorixella mexicana*.

e) Análisis de la distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

Las dos recolectas de marzo (2007 y 2008) tuvieron valores similares de frecuencia de *Orbopercularia lichteinsteini* (30 y 25%, respectivamente) adheridos a *Krizousacorixa femorata* y de 40 y 44% adheridos a *Trichocorixella mexicana*, lo que indica que los dos huéspedes actuaron como sustratos idóneos, sin diferencias

morfológicas marcadas (como en el caso de *Periacineta* sp. en *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2) y con hábitos similares, ambas especies de coríxidos se recolectaron al mismo tiempo y sólo bajo el microscopio se diferenciaron.

Se encontró preferentemente en las uniones de los artejos (fémur-tibia y tibia-tarso) de la pata posterior de los coríxidos, en este caso las colonias fueron escasas (uno a cuatro) y tuvieron hasta 40 zooides. En los ojos izquierdos (nunca en los derechos) las colonias fueron numerosas (cuatro a 20) pero con menor número de zooides por colonia (dos a 10). No se tienen las herramientas necesarias para explicar por qué se registraron sólo en el ojo izquierdo; sin embargo, se podría suponer que la forma en la que este par de coríxidos sale a la superficie a tomar aire tiene algún tipo de impacto erosivo en la superficie expuesta fuera del agua.

5. *Opercularia articulata* (figs. 37 a 40)

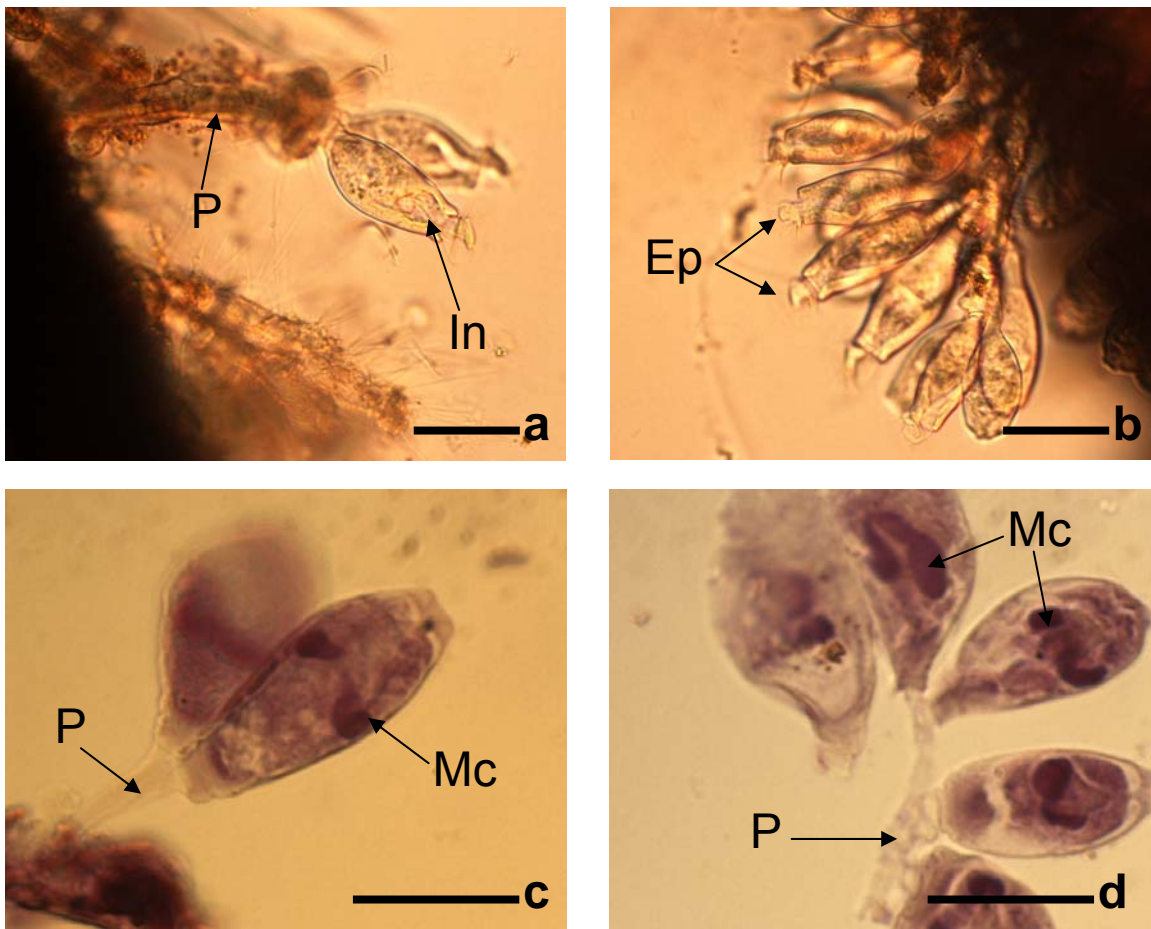
a) Descripción morfológica

Peritrico colonial, el zooide es alargado con una longitud entre 64 y 70 μm y una anchura entre 22 y 29 μm . Macronúcleo en forma de "C", de 18 a 20 μm de largo y 5 a 8 μm de ancho en posición central. El epistoma se levanta de 8 a 12 μm y no cubre totalmente el diámetro del zooide, el peristoma es aserrado y el infundíbulo ocupa alrededor del 50% de la longitud del zooide. El zooide en la parte basal se estrecha y posee pliegues perpendiculares y estriaciones longitudinales. Los macrozooides tienen el doble de la anchura y la misma longitud que los microzooides. Los pedúnculos de los zooides miden entre 18 y 40 μm de largo, mientras que los pedúnculos de la colonia son largos, alcanzando hasta 840 μm con las dicotomías cortas, el ancho para ambos es en promedio de 24 μm . Las colonias tienen de dos a 30 individuos, con un crecimiento rígido, en el cuadro 11 se complementan las medidas.

Cuadro 11. Atributos morfométricos de *Opercularia articulata*.

Atributo	Min	Máx	Prom	DS.	n
Longitud zooide	64.0	70.0	67.7	2.5	50
Anchura zooide	22.0	29.0	24.8	2.1	50
Longitud pedúnculo colonia	140.0	840.0	385.0	119.0	50
Longitud pedúnculo zooide	18.0	40.0	24.7	2.2	50
Anchura pedúnculo colonia y zooide	21.0	26.0	24.2	2.6	50
Longitud macronúcleo	18.0	20.0	19.0	0.4	40
Anchura macronúcleo	5.0	8.0	6.1	0.6	40

Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Prom= Promedio; DS= Desviación estándar. n = tamaño de la muestra. Todas las medidas en μm .



Figuras 37a-d *Opercularia articulata* en campo claro. a-b en vivo, adheridos a las patas posteriores de *Notonecta* sp. c-d. Hematoxilina de Harris, destacando el macronúcleo (forma de "C"). Ep = epistoma, In = infundíbulo, Mc= macronúcleo, P= pedúnculo. Barra de referencia = 50 μ m.

b) Consideraciones taxonómicas

Existen varias especies del género con zooides parecidos a *Opercularia articulata*; en el caso de *O. coarctata* posee también pedúnculos largos, sin embargo, éstos son delgados (1/6 de la anchura del zooide) con respecto de *O. articulata* (1/3). *Opercularia minima* tiene similitud en cuanto a la estructura de bifurcación de la colonia, pero la longitud del zooide es de sólo 35 μ m. *Opercularia pseudoglomerata* tiene los pedúnculos largos no obstante la forma del zooide es diferente (cónica). *Opercularia longigula* tiene también un pedúnculo largo pero éste posee muchas ramificaciones (hasta cinco) y *O. articulata* tiene a lo sumo tres ramificaciones; también *O. articulata* es muy parecida a *O. notonectae* pero ésta no posee los pliegues basales en el zooide. La longitud del pedúnculo y el adelgazamiento basal del zooide con pliegues y estriaciones definen a *Opercularia articulata*.

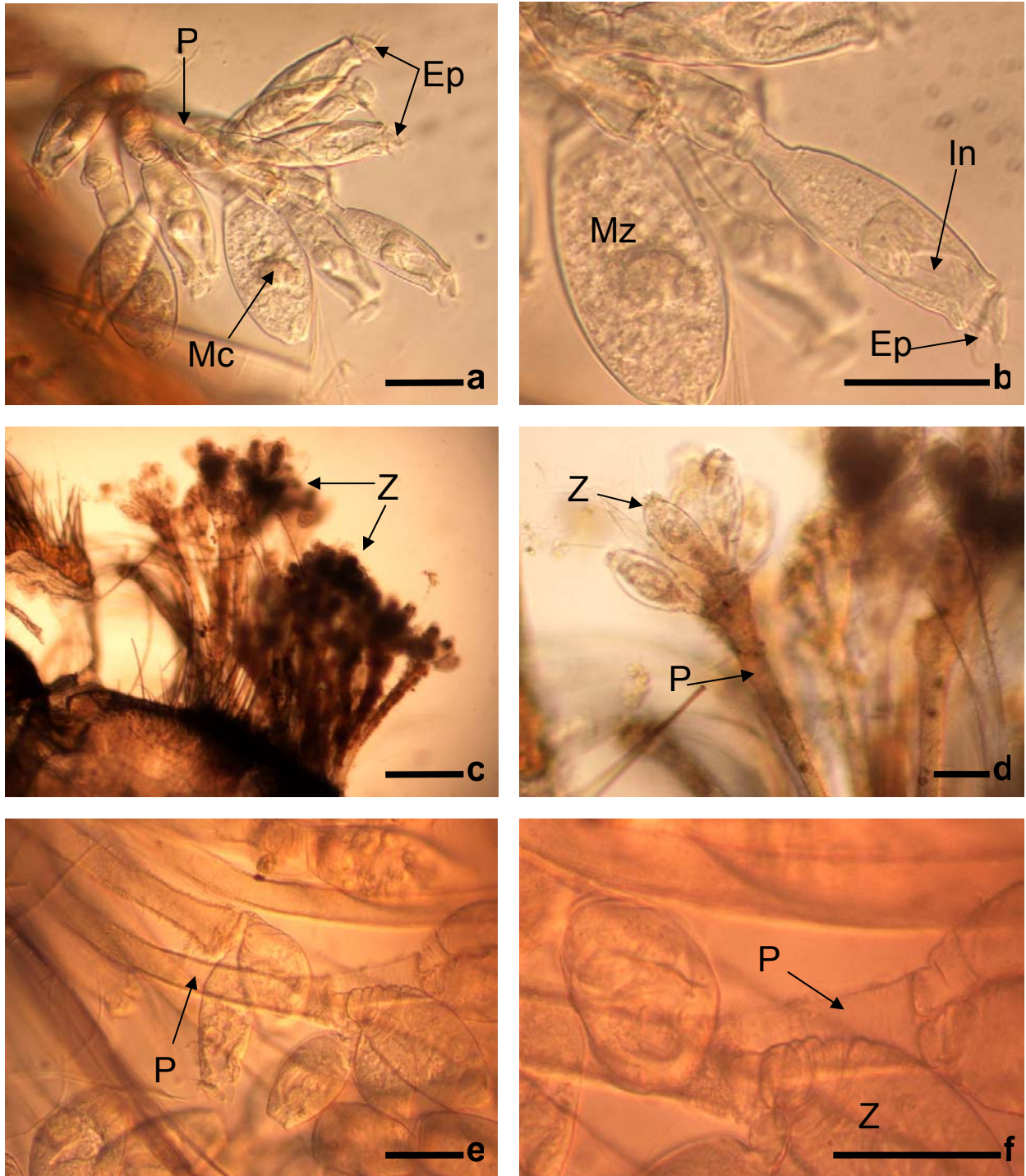
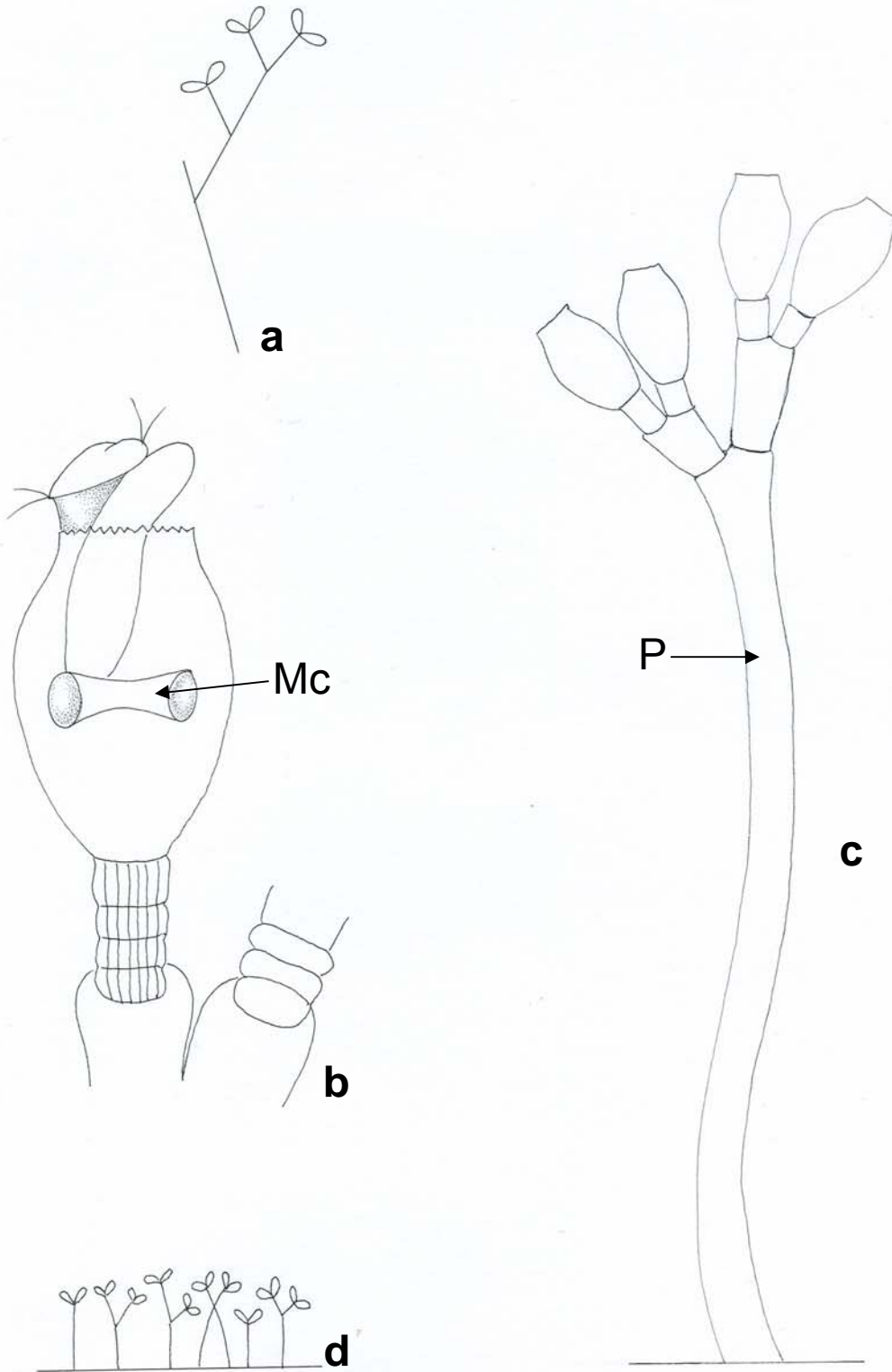
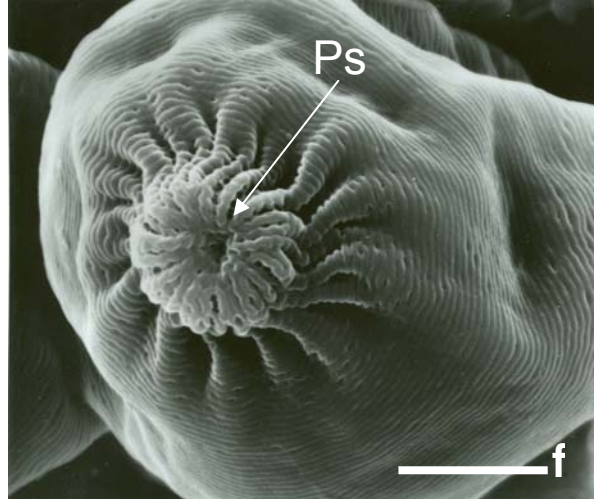
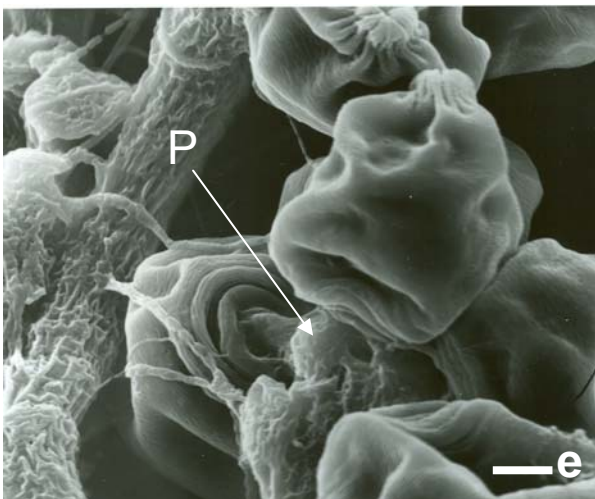
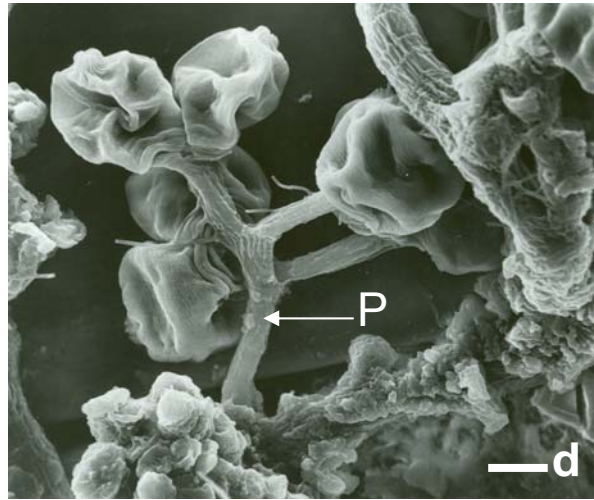
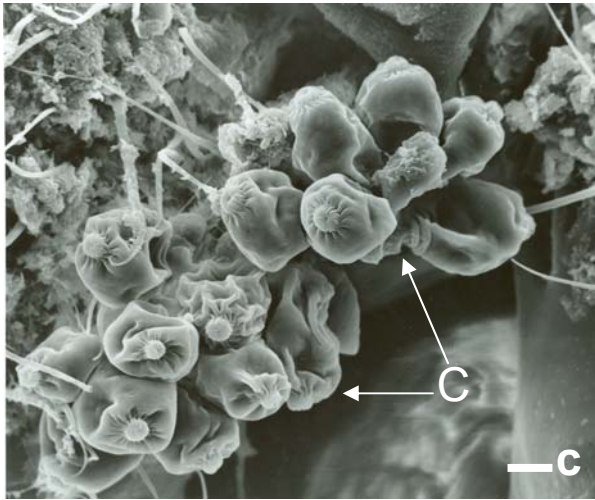
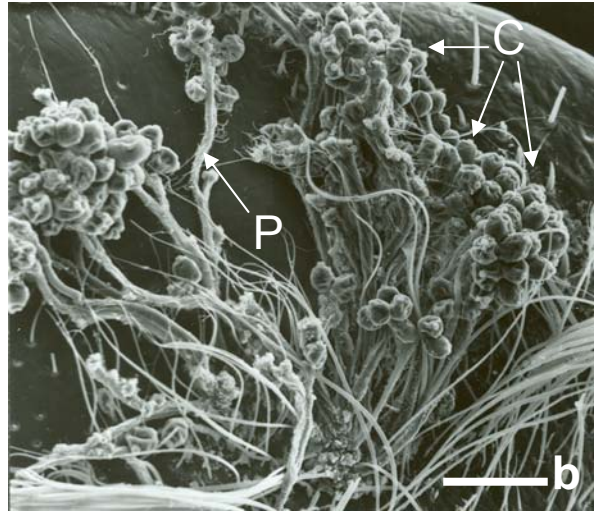
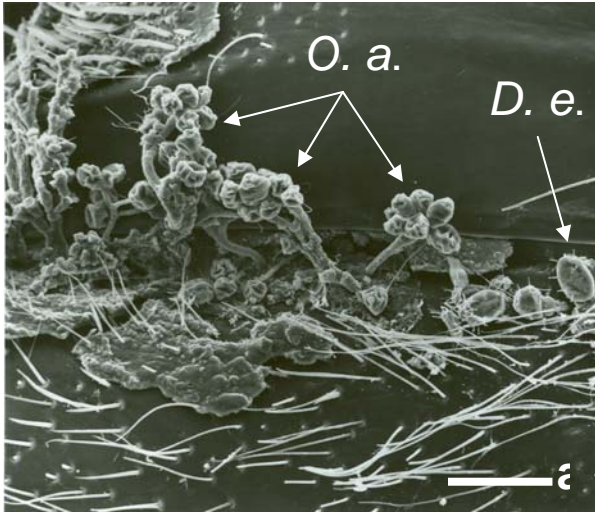


Figura 38a-f. *Opercularia articulata* en vivo adherida a *Notonecta* sp. Campo claro. a. Colonia. b. Detalle de la colonia mostrando un zoide normal (Z) y un macrozoide (Mz). c. Disposición general de la colonia. d. Pedúnculos largos con los zooides (Z) sólo en la parte apical. e-f. Detalle del pedúnculo (P) del zoide y de las bifurcaciones en la colonia. Ep = epistoma, In = infundíbulo, Mc= macronúcleo. Barra de referencia (excepto c) = 50 μ m. Barra de referencia c = 200 μ m.



Figuras 39a-d. Esquemas de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp. a. Diagrama de la colonia. b. Zoide. c. Colonia. d. Disposición de la colonia en el basibionte. Mc= macronúcleo, P= pedúnculo.



Figuras 40a-f. *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp. Micrografías de microscopía electrónica de barrido. *O.a.* = *Opercularia articulata*, *D.e.* = *Discophrya elongata*, C = colonia, P = pedúnculo, Ps = peristoma. Barra de referencia = 100 μ m (a y b) 10 μ m (c y d) y 5 μ m (e y f).

c) Registros previos

Nenninger (1948) lo encontró sobre *Notonecta glauca*, sobre el naucórido *Naucoris cimicoides* y sobre el coleóptero *Dytiscus marginalis*. Foissner *et al.* (1992) la registraron sobre algas (*Cladophora*), musgos, macrofitas sumergidas, crustáceos de los géneros *Asellus* y *Carinogammarus*, larvas de tricópteros, así como coleópteros y chinches acuáticas, sin indicar los géneros.

En este trabajo *Opercularia articulata* fue encontrada como epibionte del notonéctido *Notonecta* sp. Se trata del primer registro de *Opercularia articulata* para México.

d) Distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

Se recolectaron 130 individuos en cinco muestreos; la distribución de *Opercularia articulata* en los individuos de *Notonecta* sp. por recolecta se observa a detalle en el cuadro 12.

Cuadro 12. Distribución temporal de *Notonecta* sp., de acuerdo a las fechas de recolecta y frecuencia de *Opercularia articulata* por muestreo.

Fecha	Individuos	Frecuencia (%)
Octubre 2006	26 (20.0)	(4)
Marzo 2007	35 (27.0)	(20)
Septiembre 2007	19 (14.5)	(26)
Diciembre 2007	31 (24.0)	(42)
Marzo 2008	19 (14.5)	(26)
n	130 (100.0)	(22)

Los números sin paréntesis corresponden al número de individuos de la muestra, los números en paréntesis corresponden al porcentaje.

De los 130 individuos de *Notonecta* sp. recolectados, el 22% presentó *Opercularia articulata* (28 individuos), como epibionte (fig. 41).

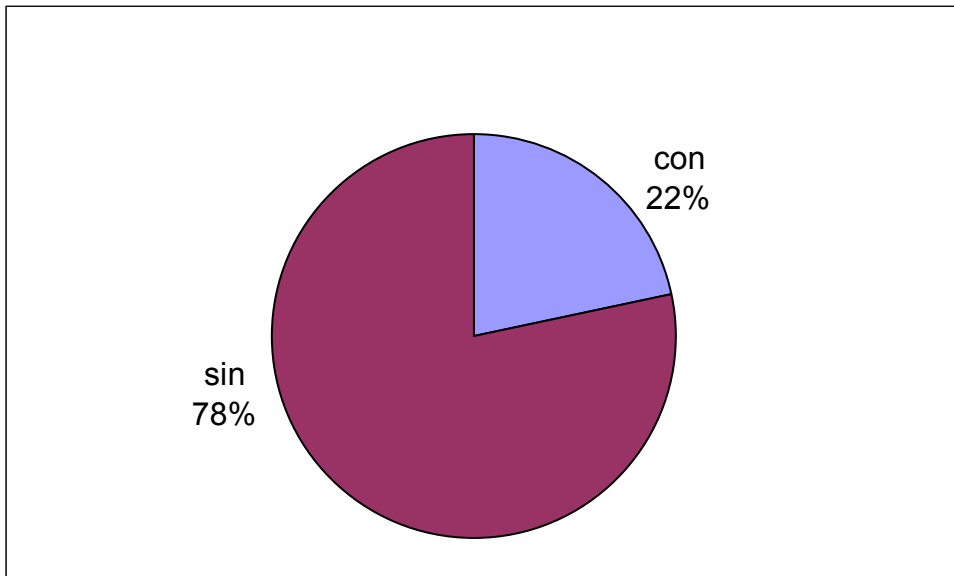


Figura 41. Frecuencia global de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp. con= con *O. articulata*, sin= sin *O. articulata*. n = 130.

La frecuencia por muestreo fue contrastante teniendo en octubre de 2006 sólo el 4% y en diciembre de 2007 el máximo porcentaje con 42% (fig. 42).

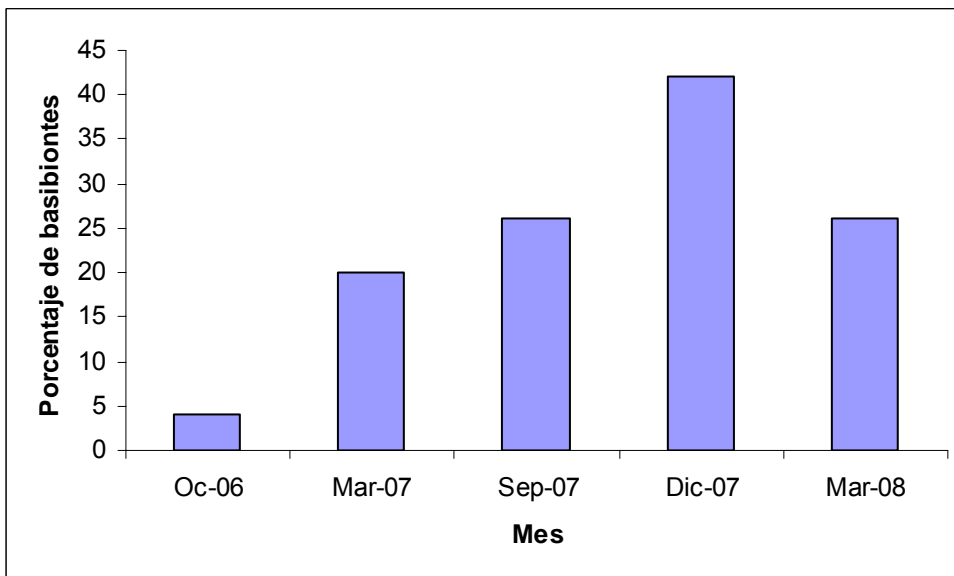


Figura 42. Frecuencia por muestreo de *Opercularia articulata* en *Notonecta* sp. Oc-06= Octubre 2006; Mar-07= Marzo 2007; Sep-07= Septiembre 2007; Dic-07= Diciembre 2007 y Mar-08= Marzo 2008

Esta especie de peritrico se presentó en los tres pares de patas y en algunas otras partes del cuerpo como el pico y el abdomen ventral, en la figura 43 se muestra su distribución:

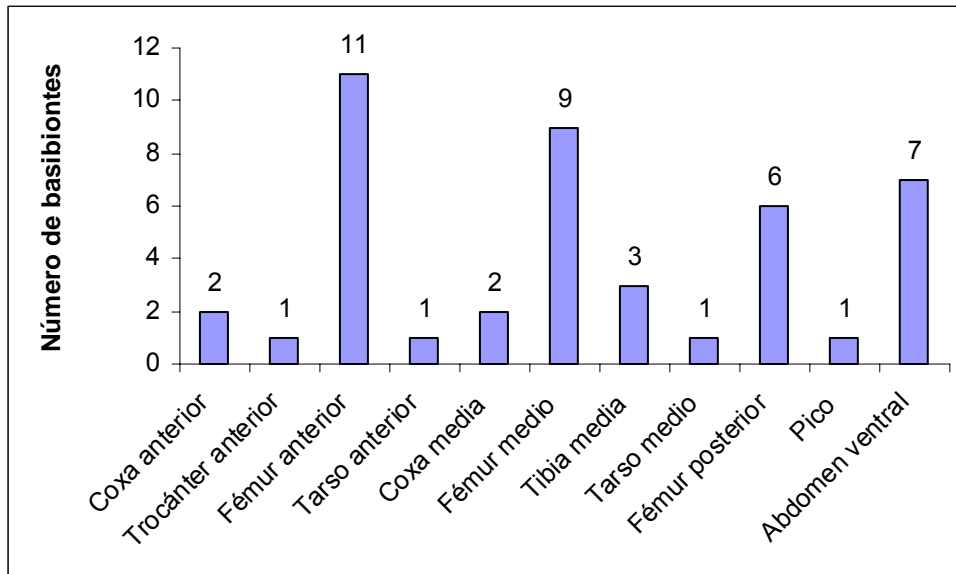


Figura 43. Distribución de *Opercularia articulata* en las diferentes partes de *Notonecta* sp.

e) Análisis de la distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

Se encontró en el aparato bucal y en el abdomen ventral formando colonias muy numerosas (más de 100 zooides) y con el pedúnculo de la colonia largo (hasta 840 μ m). En cuanto a las patas, los fémures fueron los artejos en los cuales se presentó con más frecuencia *O. articulata*. En las patas los pedúnculos de la colonia fueron más cortos (400 a 500 μ m) y el número de zooides menor, con las colonias adheridas en las uniones entre artejo y artejo de las patas de *Notonecta* sp.

6. *Opercularia corisae* (figs. 44 a 46)

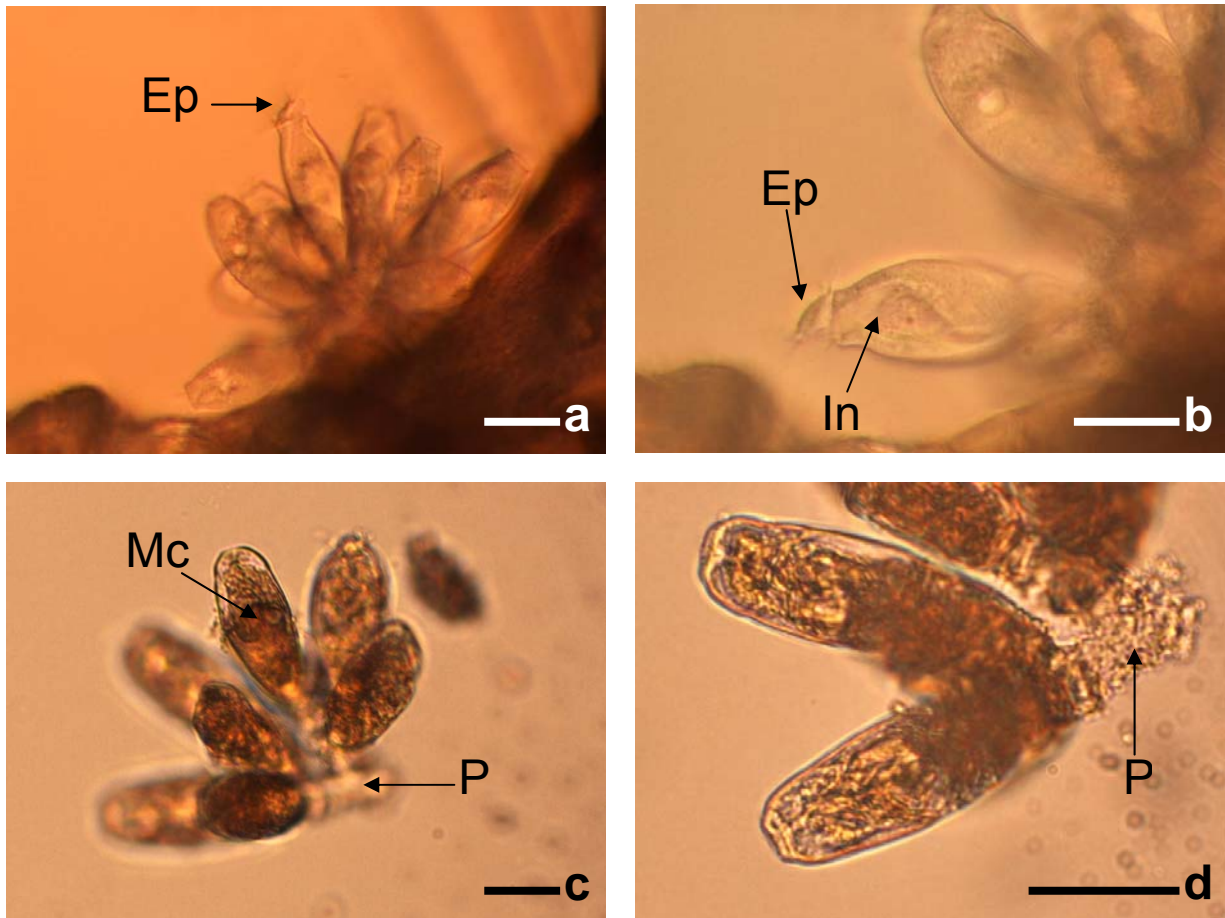
a) Descripción morfológica

Peritrico colonial, con los zooides en forma de barril, con macronúcleo central en forma de "C" de 16 a 18 μm de longitud por 9 a 12 μm de ancho. La longitud del zooide es de 52 a 60 μm y la anchura de 17 a 20 μm . El infundíbulo se extiende más allá de la mitad del zooide, el epistoma se levanta en promedio 8.4 μm y cubre casi la totalidad del diámetro del zooide; el peristoma con el borde aserrado. La colonia se dispone en forma de abanico con una amplitud de entre los 100 y 360 μm . El número de zooides por colonia es de dos a 40, la dicotomía es corta (20 -25 μm) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Datos morfométricos de *Opercularia corisae*.

Atributo	Min	Máx	Prom	DS.	n
Longitud zooide	52.0	60.0	55.6	1.5	50
Anchura zooide	17.0	20.0	19.0	1.1	50
Longitud pedúnculo zooide	22.0	26.0	23.7	1.2	50
Anchura pedúnculo zooide	18.0	20.0	18.3	0.6	50
Longitud pedúnculo colonia	90	300	120	28.5	50
Anchura pedúnculo colonia	18.0	70.0	52.0	13.4	50
Longitud macronúcleo	16.0	18.0	16.5	0.3	40
Anchura macronúcleo	9.0	12.0	10.3	0.7	40
Amplitud colonia	100.0	360.0	180.0	32.4	50

Mín= Mínimo; Máx= Máximo; Prom= Promedio; DS= Desviación estándar; n= tamaño de la muestra. Todas las medidas en μm .



Figuras 44a-d *Opercularia corisae* en *Hesperocorixa laevigata* en campo claro. a y b. en vivo. c y d. ejemplares fijados en alcohol al 70%. Se muestra la profundidad del infundíbulo (In), el epistoma (Ep) y la disposición general de la colonia. Mc= macronúcleo, P= pedúnculo. Barra de referencia = 25 μ m.

b) Consideraciones taxonómicas

Opercularia corisae es una especie similar a *O. notonectae*, tanto en tamaño como por encontrarse como epibiontes de hemípteros acuáticos; sin embargo, los zooides de *O. notonectae* se adelgazan considerablemente (1/3 de la anchura máxima) en la parte basal. Con su congénere *Opercularia protecta* se distingue por las estriaciones de ésta última en la parte basal de los zooides. La forma del zooides y de la colonia definen a *Opercularia corisae*.

c) Registros previos

Stiller (1971) documentó a *Opercularia corisae* en el corixido *Corixa punctata*, además existen cuatro variedades con sus respectivas especies de basibiontes: *O. corisae* var. *procera* y *O. corisae* var. *globularia* epibiontes de *Corixa punctata*; *O. corisae* var. *incisa* epibionte de *Sigara striata* y *O. corisae* var. *arcula* epibionte de *Sigara*.

Se trata del primer registro de esta especie para México y del primer registro mundial sobre el corixido *Hesperocorixa laevigata* (de amplia distribución neártica).

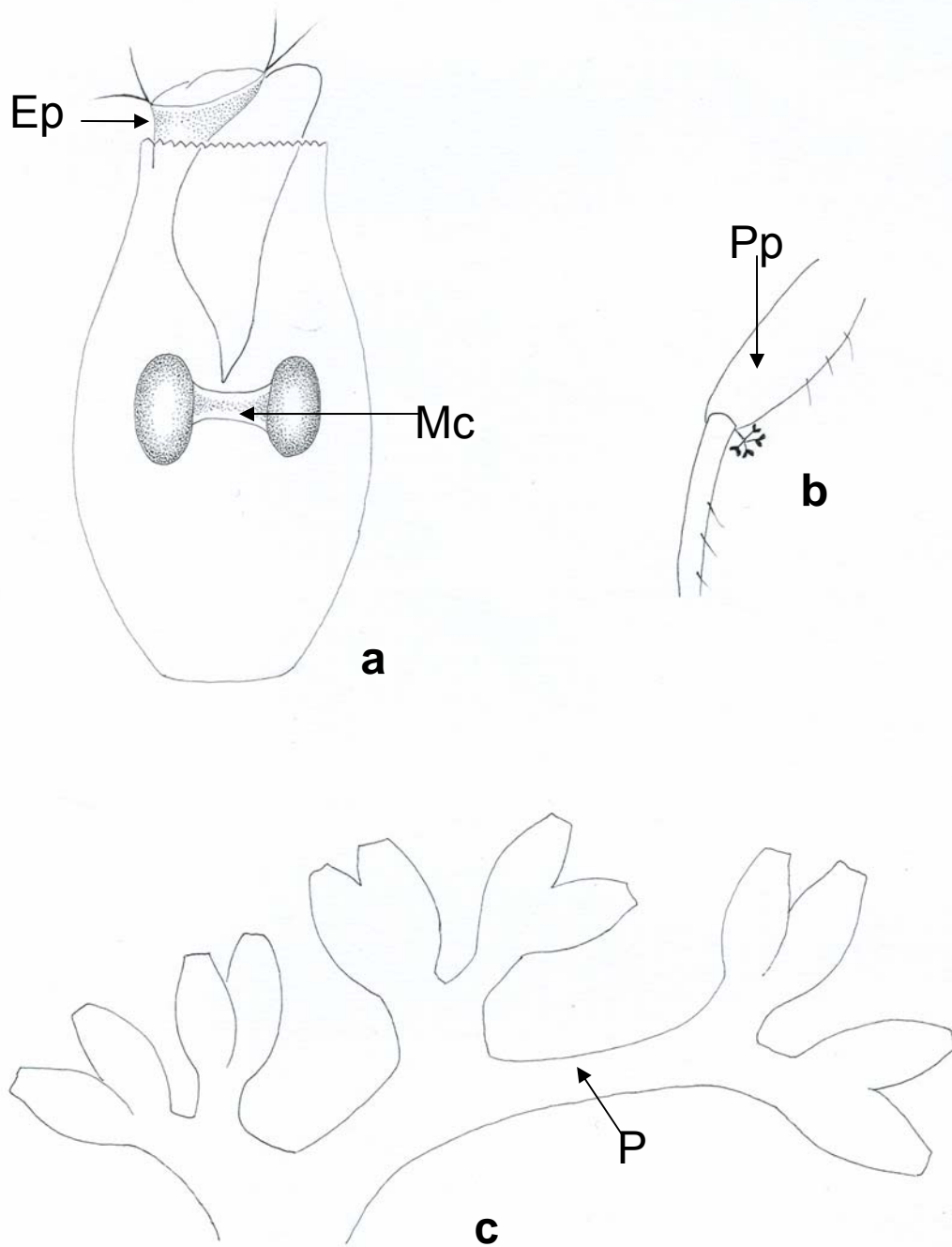


Figura 45a-c. Esquema de *Opercularia corisae*. a. Zooide, b. Disposición de la colonia en el basibionte y c. Colonia. Ep = epistoma, Mc = macronúcleo, P = pedúnculo, Pp = Pata posterior (*Hesperocorixa laevigata*)

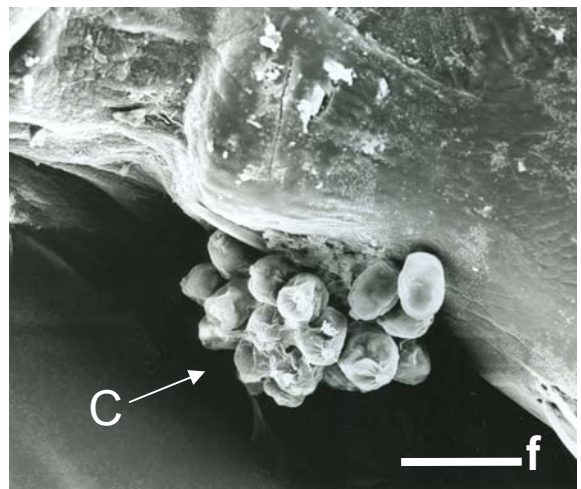
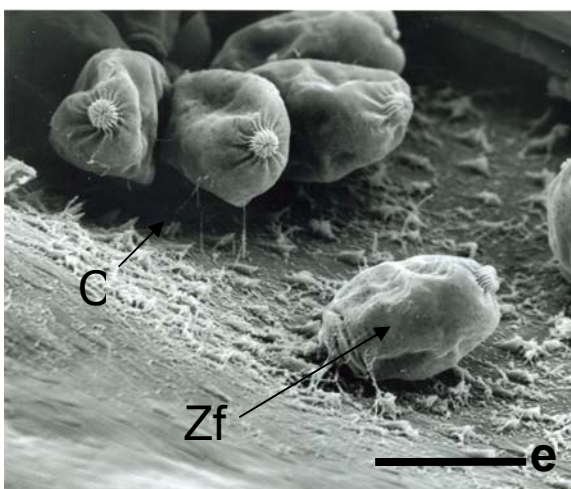
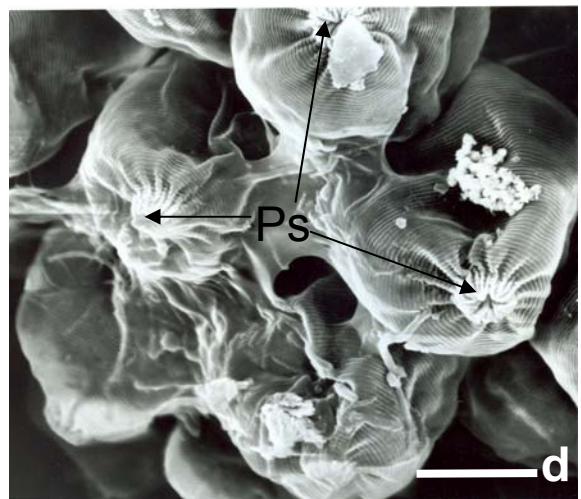
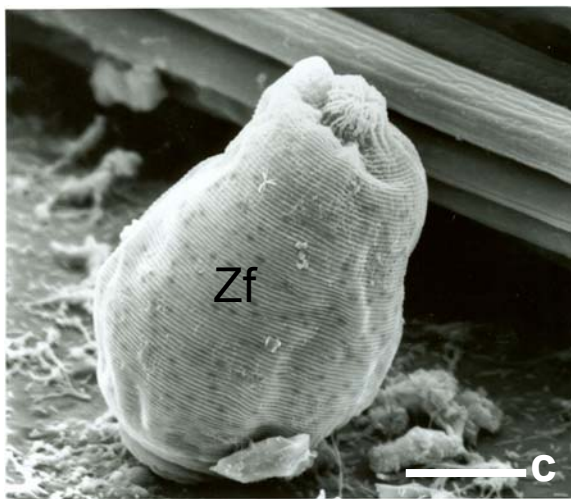
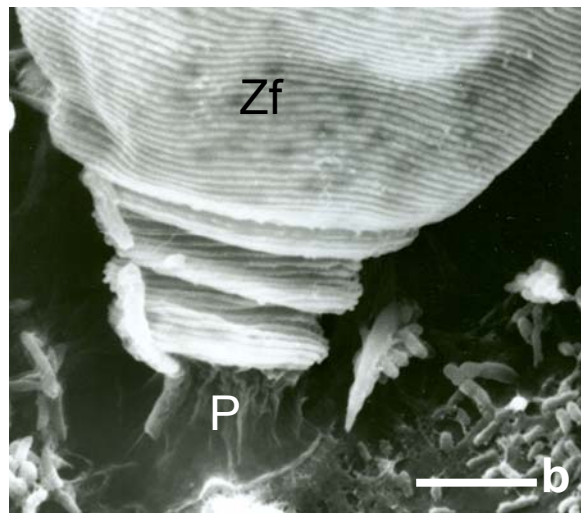
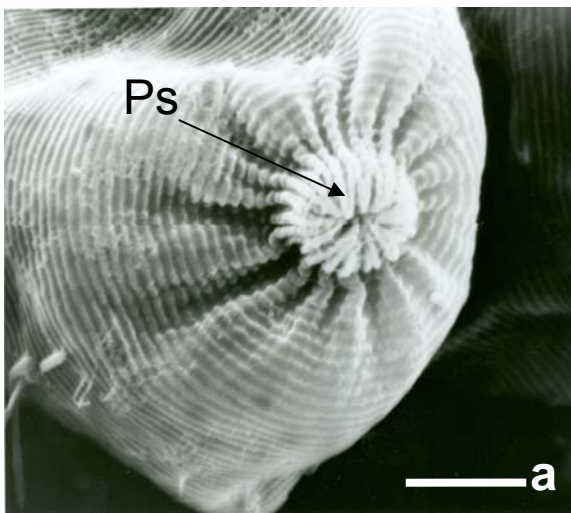


Figura 46a-f *Opercularia corisae* en *Hesperocorixa laevigata*. Microscopía electrónica de barrido. a. Detalle de la región oral (peristoma = Ps). b. Detalle del pedúnculo (P) y de la implantación sobre una pata de *Hesperocorixa laevigata*. c. Zooide. d y e. Colonia (C). f. Disposición general de la colonia. Zf = zooid fundador. Barra de referencia a y b = 10 μ m, c y d = 20 μ m, e = 50 μ m y f = 100 μ m.

d) Distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

- *Hesperocorixa laevigata*.

Se recolectaron 39 individuos, únicamente en el mes de septiembre de 2007. *Opercularia corisae* se observó adherida al 100% de los basibiontes. Treinta y seis individuos (92%) de *Hesperocorixa laevigata* presentaron colonias de *Opercularia corisae* en el fémur posterior, seguido de la tibia posterior (29 individuos). Además de localizarse en las patas se encontraron tres colonias en el pico y una colonia en el ojo izquierdo. La distribución en los diferentes artejos y zonas se aprecia en la figura 47.

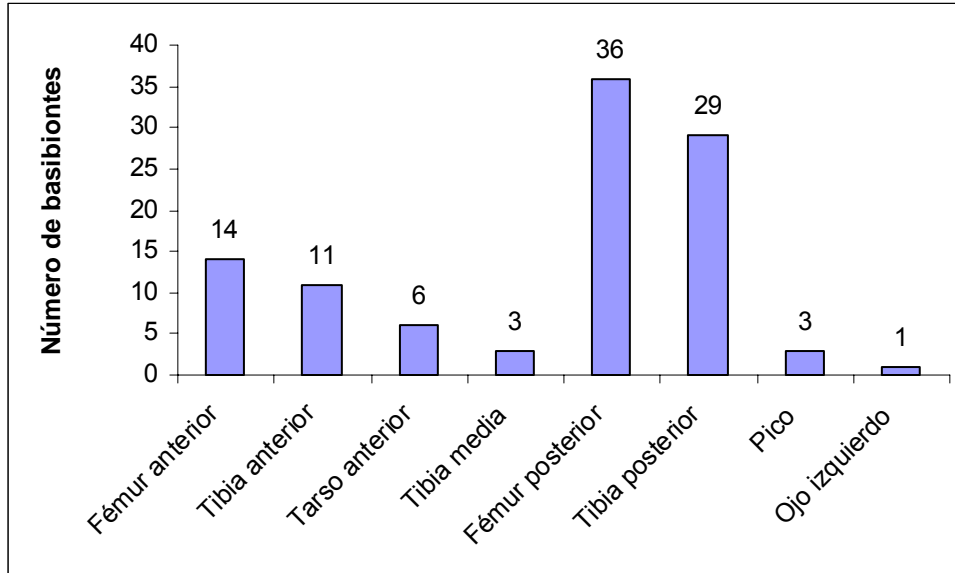


Figura 47. Distribución de *Opercularia corisae* en las diferentes áreas de *Hesperocorixa laevigata*.

De los 39 individuos de *Hesperocorixa laevigata*, el 56% (22 organismos) presentaron de una a cuatro colonias adheridas a la superficie corporal (exosqueleto). El 36% presentó de cinco a nueve colonias y sólo tres basibiontes (8%) tuvieron de 12 a 13 colonias.

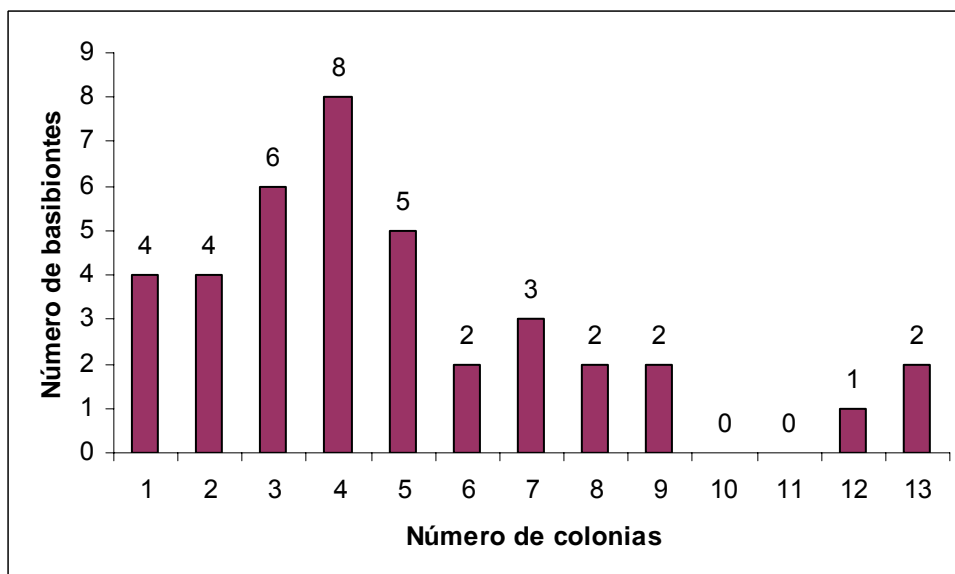


Figura 48. Número de colonias de *Opercularia corisae* por basibionte.

Se encontraron 193 colonias de *Opercularia corisae* en los 39 individuos de *Hesperocorixa laevigata*. El 34% de estas colonias se localizó en la pata anterior, sólo el 4% en la pata media y el 64% en la pata posterior (fig. 49).

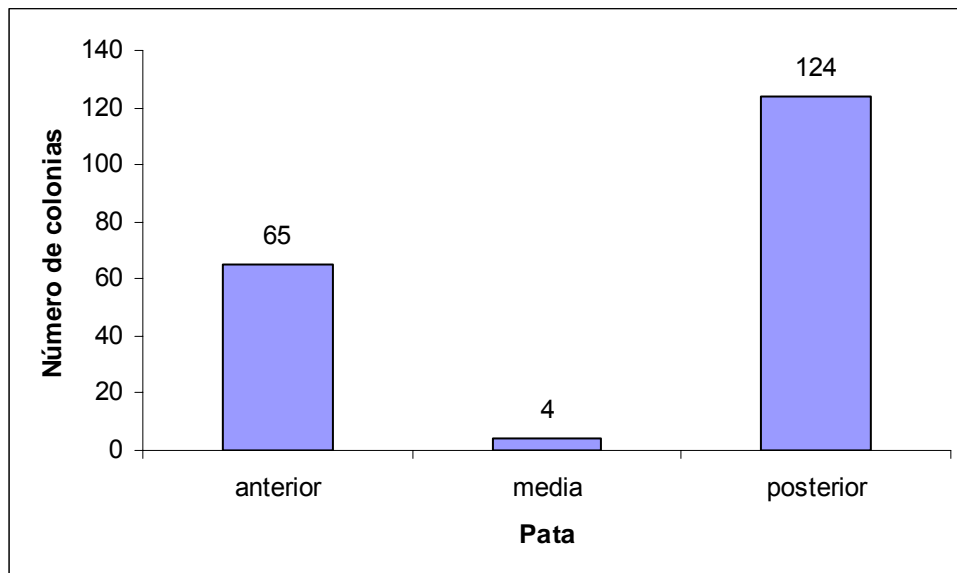


Figura 49. Número total de las colonias de *Opercularia corisae* en los pares de patas de *Hesperocorixa laevigata*.

La distribución de las 65 colonias de *Opercularia corisae* en las patas anteriores de *Hesperocorixa laevigata* fue uniforme a través de los tres artejos (fémur, tibia y tarso), las cuatro colonias de las patas medias se encontraron en la tibia y siete de cada 10 colonias encontradas en las patas posteriores se ubicaron en el fémur (fig. 50).

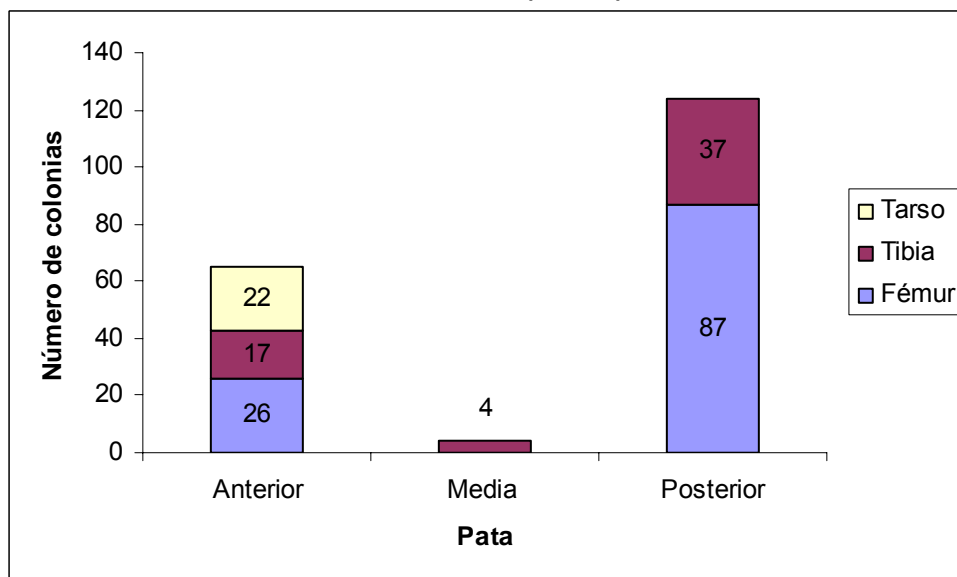


Figura 50. Número de colonias en los artejos de los tres pares de patas de *Hesperocorixa laevigata*.

En las figuras 51 y 52 se muestra la distribución de las colonias en las patas anteriores y posteriores por artejo (por tener sólo cuatro colonias los datos de la pata media no se grafican), la(s) colonia(s) se implantaron o en toda la superficie de la pata o la(s) colonia(s) se encontraron en mayor número en la parte distal del artejo, justo en donde se une con el siguiente (codo).

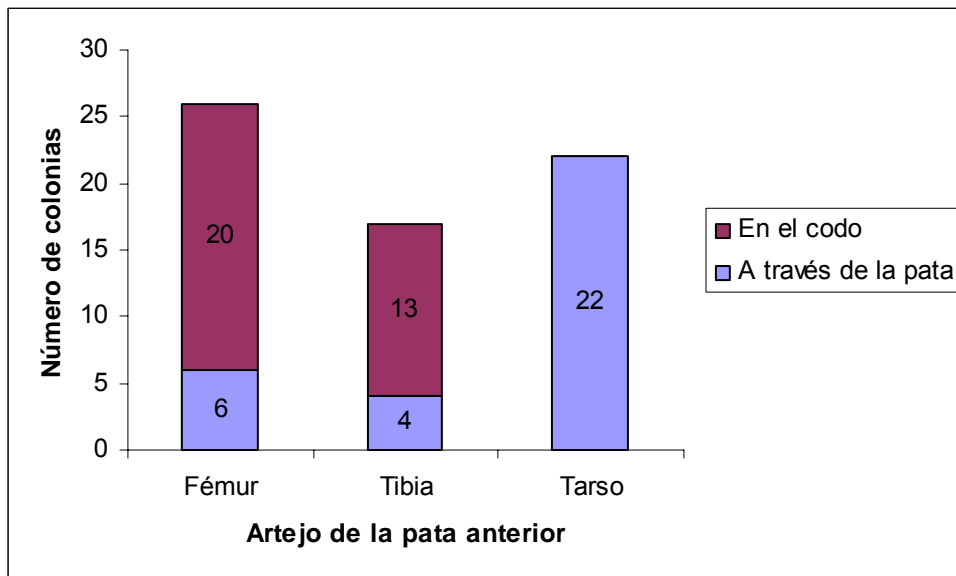


Figura 51. Posición de las colonias de *Opercularia corisae* en las patas anteriores de *Hesperocorixa laevigata*.

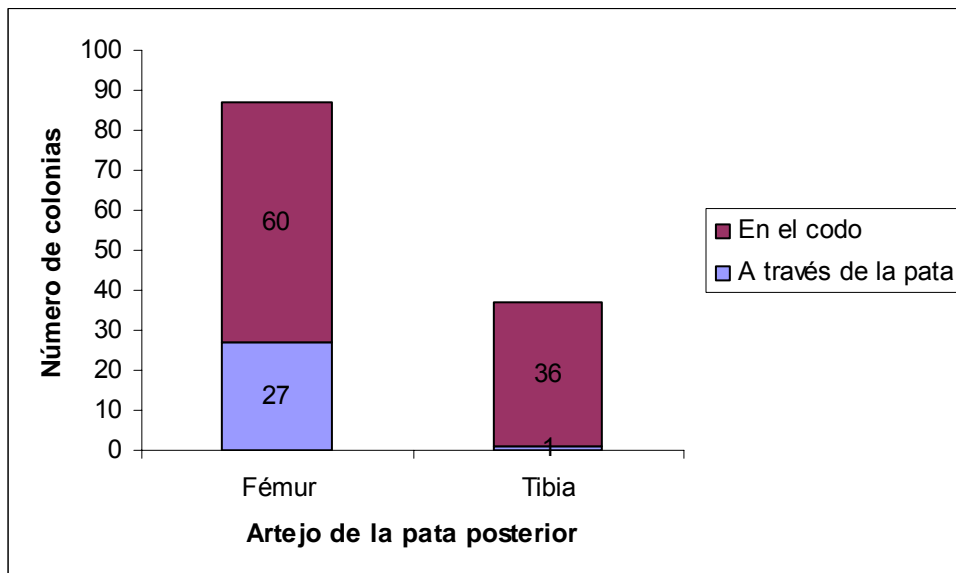


Figura 52. Posición de las colonias de *Opercularia corisae* en las patas posteriores de *Hesperocorixa laevigata*.

e) Análisis de la distribución espacial y frecuencia en los basibiontes

El término “codo” se refiere a la unión con el siguiente artejo, por ejemplo, en la figura 51, las 20 colonias ubicadas en el codo del fémur se encuentran en la unión del fémur con la tibia, para el caso del tarso, como el siguiente artejo son las uñas y como tal ya no se forma un codo, todas aparecen a través de la pata.

El 78% (96) de las colonias de la pata posterior se encontraron en los “codos”, además, 60 de las 123 colonias (49%) se encontraron en el “codo” fémur-tibia”.

Sustrato artificial.

Tiras de plástico

En las tiras se observó lo siguiente:

Una amiba perteneciente al género *Arcella* (fig. 53) ya que posee una testa orgánica de color pardo con una apertura central en la región ventral.

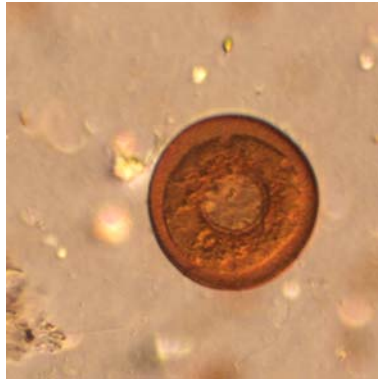


Figura 53. *Arcella* sp.

Un flagelado no flexible, pero que se encuentra comprimido, además contiene cloroplastos, hileras de estrías arregladas longitudinalmente, un flagelo emergente bien desarrollado y una mancha ocular muy evidente en la parte anterior, también es evidente el color verde de la célula, un gran gránulo de almacenamiento y un núcleo, por lo que se trata de un flagelado del género *Phacus* (fig. 54).

Un suctor que no se determinó a género, ya que por sus características (lóriga, cuatro fascículos de tentáculos capitados y macronúcleo alargado) podría corresponder a *Tokophrya* (cuatro fascículos de tentáculos) (fig. 55).



Figura 54. *Phacus* sp.

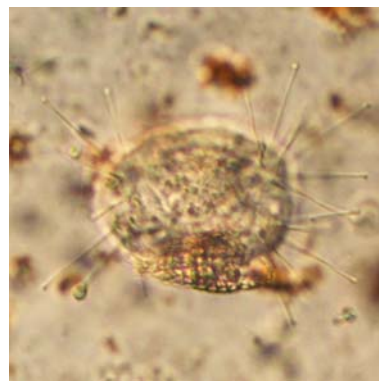


Figura 55. cf *Tokophrya*

Basibiontes (Hemípteros Acuáticos)

Se recolectaron seis especies de chinches acuáticas, y de acuerdo con la clave de Epler (2006), se concluyó que se trata de tres especies pertenecientes a la familia Notonectidae y tres a la familia Corixidae.

Las tres especies de coríxidos de acuerdo con el trabajo de Hungerford (1948) son: *Krizousacorixa femorata* (figs. 56 y 57), *Trichocorixella mexicana* y *Hesperocorixa laevigata*.

Krizousacorixa femorata: Pertenece a un género con una distribución exclusivamente mexicana, con dos especies descritas hasta la fecha. El fémur anterior ensanchado es una característica diagnóstica para el género, siendo en *K. azteca* cuadrangular y en *K. femorata* rectangular. *Krizousacorixa femorata* (5.1-7.2 mm) se ha registrado entre otros estados en el Distrito Federal, Estado de México e Hidalgo (Hungerford, 1948).

Trichocorixella mexicana: Pertenece a un género monotípico endémico de México. La característica diagnóstica es el gran número de setas en el fémur medio del macho, se trata de una especie mediana (4.5-5.7 mm) registrada en Aguascalientes, Distrito Federal, Estado de México, Puebla, San Luis Potosí, Zacatecas (Hungerford, 1948 y Contreras-Rivero *et al.*, 2002) y ahora en Hidalgo.

Hesperocorixa laevigata: Pertenece a un género holártico en distribución (Hungerford, 1948) con 34 especies conocidas hasta la fecha (Dunn, 1979), de las cuales 18 son neárticas (Tinerella y Gundersen, 2005); la mayoría de las especies de este género son más grandes que el promedio de los coríxidos. *Hesperocorixa laevigata* (9.9-11.0 mm) se distingue por el patrón hemelital densamente reticulado y por ser la única especie del género en tener el pronoto liso, ligeramente rugoso sin llegar a ser estriado (Tinerella y Gundersen, 2005). Se distribuye desde Canadá hasta México, incluyendo el estado de Hidalgo.



Figuras 56 y 57. *Krizousacorixa femorata*. en vista dorsal y ventral. Barra de referencia = 50 mm.

De las tres especies de notonéctidos, dos corresponden al género *Buenoa* (figs. 58 a 60), ya que presenta en la parte anterior de la comisura hemelital un foso limitado por líneas de cerdas y las antenas con tres artejos (Truxal, 1953 y Polhemus, 1996). La tercera especie pertenece al género *Notonecta* (figs. 61-63), por tener las antenas con cuatro artejos y por una protuberancia puntiaguda anteapical en el fémur intermedio (Polhemus, 1996). Epler (2006) además señaló que *Buenoa* es más pequeño y esbelto que *Notonecta*, lo cual se observó claramente en los ejemplares de este estudio



Figuras 58 y 59. *Buenoa* sp. 1 en vista dorsal y vista ventral. Barra de referencia = 50 mm



Figura 60. *Buenoa* sp. 2 en vista lateral. Barra de referencia = 50 mm.



Figuras 61 y 62. *Notonecta* sp. 61. en vista dorsal y vista ventral. Barra de referencia = 50 mm



Figura 63. *Notonecta* sp en vista lateral. Barra de referencia = 50 mm

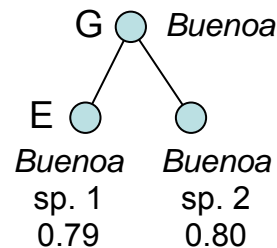
Especificidad hospedatoria

De las especies epibióticas encontradas en el presente trabajo sólo a tres de ellas pudo aplicarse el índice de especificidad. Estas tres especies sólo se presentaron en dos especies de basibiontes, por lo cual el índice (S_{TD}) fue el resultado de multiplicar la distancia taxonómica entre las dos especies de basibiontes (ω_{ij}), por el producto de las frecuencias ($p_i p_j$) entre el producto de las mismas frecuencias ($p_i p_j$), por tanto el resultado fue siempre igual al valor de la distancia taxonómica, ya que al ser sólo dos especies de basibiontes (A y B) no fue posible realizar comparaciones (A con B, A con C, B con C).

$$S_{TD} = \frac{\sum_{i < j} \omega_{ij} (p_i p_j)}{\sum_{i < j} (p_i p_j)}$$

La especie de succionador *Periacineta* sp. se encontró adherida a dos especies del género *Buenoa*: *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2, con una prevalencia del 79 y 80% respectivamente, dado que son especies congénéricas, la distancia taxonómica (DT) es de uno y al aplicar la fórmula, el valor del índice resultó en uno.

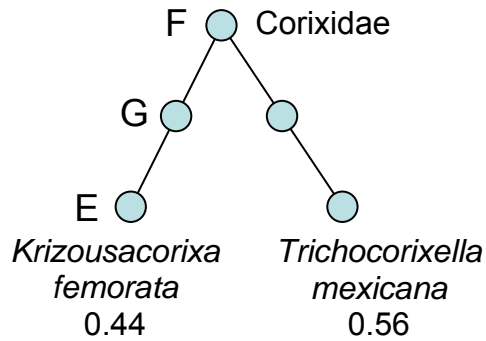
DT= 1



Periacineta sp.

El peritrico *Orbopercularia lichteinsteini* se observó adherido también en dos especies, pero de diferentes géneros dentro de la familia Corixidae, *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixella mexicana*, con una prevalencia del 44 y 56% respectivamente, por lo que la distancia taxonómica fue de dos.

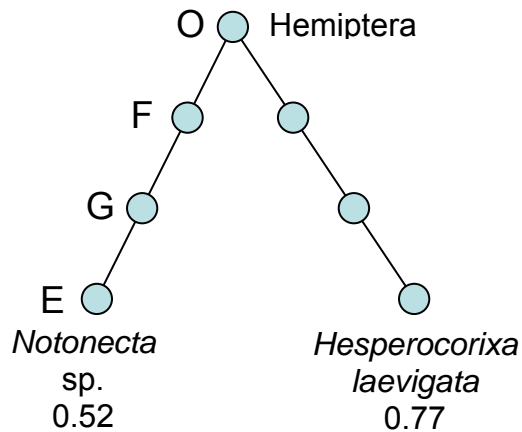
DT= 2



*Orbopercularia
lichteinstei*

Discophrya elongata fue registrado como epibionte de dos especies de hemípteros acuáticos, pero de diferente familia, *Notonecta* sp. (Notonectidae) y *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae), con una prevalencia de 52 y 77% respectivamente. La distancia taxonómica es igual que el valor del índice de especificidad que en este caso fue de tres.

DT= 3



*Discophrya
elongata*

No obstante que la prevalencia no fue un factor de peso por tratarse siempre de sólo un par de especies de basibiontes, un valor del índice (S_{TD}) alto indicó que las

especies de epibiontes tuvieron una especificidad baja. Se concluye para las tres especies de epibiontes analizadas, que *Periacineta* sp. tuvo una especificidad muy alta (observada sólo en miembros del género del notonéctido *Buenoa*), el peritrico *Orbopercularia lichteinsteini* mostró una especificidad menor (a nivel de familia) y el succionador *Discophrya elongata* tuvo una especificidad hospedatoria baja ya que fue encontrado en dos familias de hemípteros acuáticos.

DISCUSIÓN

La epibiosis entre protozoarios ciliados y hemípteros acuáticos es una interacción que en México no había sido estudiada. Los pocos registros a nivel mundial son predominantemente europeos, por lo que esta contribución es pionera para nuestro país y aporta datos concretos sobre los géneros y especies de ciliados epibiontes de hemípteros acuáticos, así como información de su distribución sobre las regiones corporales en donde se encontraron adheridas. Esta investigación realizada en el sistema lacustre de Tecocomulco, Hidalgo contribuye además con el registro de seis especies de ciliados (suctores y peritricos) para México, así como nuevos registros mundiales de epibiosis entre ciliados y hemípteros acuáticos.

Es importante destacar que la epibiosis dentro del phylum Arthropoda ha sido estudiada predominantemente en Crustacea; para Insecta, dado que la mayoría de los órdenes son terrestres, pocos de éstos han sido abordados en el mundo. Sin embargo, a diferencia de insectos de otros órdenes, los hemípteros acuáticos desarrollan todo su ciclo de vida en el agua sin un cambio significativo entre la forma adulta y juvenil (ninfas), por lo que son los insectos idóneos para estudiar esta relación. A pesar de ello y aunado a que no se ha desarrollado la investigación sobre hemípteros acuáticos en México, nunca se había abordado el estudio de esta relación simbiótica para este orden de insectos. Incluso a nivel mundial, las líneas de investigación de hemípteros acuáticos se enfocan hacia los estudios faunísticos y taxonómicos (Polhemus, com. pers.), sin haberse estudiado la relación ciliado-hemíptero. Las escasas investigaciones de epibiosis entre estos dos grupos han sido registros aislados (Dovgal, com. pers.), por lo que la posibilidad de encontrar nuevas especies de ciliados epibiontes es amplia (Foissner, com. pers.).

En el presente trabajo se describieron seis especies de ciliados epibiontes: *Discophrya elongata*, *Periacineta* sp., *Periacineta notonectae* (suctores), *Orbopercularia lichteinsteini*, *Opercularia articulata* y *Opercularia corisae* (peritricos). Seis especies de chinches acuáticas se registraron como basibiontes: *Buenoa* sp. 1, *Buenoa* sp. 2, *Notonecta* sp. (Notonectidae) *Krizousacorixa femorata*, *Trichocorixella mexicana* y *Hesperocorixa laevigata* (Corixidae). Se obtuvieron nuevos registros mundiales de suctores y peritricos como epibiontes (*D. elongata*, *P. notonectae*, *O. corisae* y *O. lichteinsteini*) y mexicanos (*O. articulata*).

Para cinco de las seis especies de ciliados se obtuvieron patrones específicos de la distribución y frecuencia en el cuerpo de las chinches, considerando que se debe a la estructura y función de los sitios (apéndices en su mayoría) de implantación. Para el caso de los coríxidos, el primer par de patas tiene forma de cuchara y su función es la de llevar el alimento al pico; el segundo par de patas es más delgado y actúa como estabilizador y el tercero, con forma de remo, tiene muchas setas largas y funciona para la natación. Para el caso de los notonéctidos, los primeros dos pares de patas se utilizan para la sujeción al sustrato y el tercero para la natación. Los hábitos alimentarios herbívoros de la familia Corixidae y carnívoros de la familia Notonectidae pudieran en cierta forma marcar una diferencia en la frecuencia y distribución espacial de las especies de epibiontes. Los coríxidos son detritívoros y se encuentran en constante contacto con el sustrato, por lo que la disponibilidad y abundancia de alimento necesario para los epibiontes filtradores y carnívoros es mucho mayor en

comparación con los notonéctidos, donde existe poco o nulo contacto con el sustrato, teniendo acceso sólo a los recursos alimentarios disponibles en el agua y a los de la consecuente depredación de las presas.

El movimiento de los basibiontes también es diferente entre los grupos. Los coríxidos constantemente suben y bajan por la columna de agua para obtener oxígeno, por lo que las corrientes de agua son más numerosas, produciéndose por ende mayor fricción, y consecuentemente no contribuye a la fijación de epibiontes. Los notonéctidos poseen numerosas setas en el abdomen ventral que se utilizan para formar una burbuja de agua que les permite menor movilidad a una profundidad, evitando la fricción. Además, dentro de los notonéctidos, los integrantes del género *Buenoa* poseen hemoglobina que los dota de flotabilidad, por lo que se mueven aún mucho menos que *Notonecta* sp. para sumergirse. Esta conducta explica que la especie de peritrico con el pedúnculo más largo (*Opercularia articulata*) se encontrara en los notonéctidos que se desplazan poco (*Notonecta* sp.) rebasándose la delgada capa que protege a los ciliados de la fricción y que se forma sobre la superficie del exoesqueleto. Asimismo la especie de suctor que forma pseudocolonias altas y que sobresalían notablemente de las patas, se encontraron adheridos a las especies de notonéctidos que casi nunca se desplazan (*Buenoa* spp.), de lo contrario sería inviable este crecimiento.

Se ha documentado que los ciliados sésiles viven en una capa hidrodinámica que tiene una estructura espacial específica que es estable en los diferentes tipos de sustratos. La presencia de esta capa hidrodinámica ofrece las condiciones mínimas para el establecimiento o colonización del sustrato orgánico. La película es variable en grosor y depende de la exposición del hospedero al aire y de los ángulos que formen las corrientes. En el caso de *Periacineta* sp. las colonias altas rebasaron esta capa, no obstante tuvieron un crecimiento favorecido por la corriente. Para el caso de *D. elongata*, la mayoría de los individuos tuvieron la misma orientación que la de las setas de las patas, lo que indica que es poco probable crecer en contra de la corriente, a pesar de que se encuentran dentro de la capa hidrodinámica.

La especie más frecuente fue *Opercularia corisae* (en el 100% de *Hesperocorixa laevigata*) y *Discophrya elongata* fue la especie con más amplia distribución corporal (patas, abdomen, cabeza y alas). En el caso de *Periacineta* sp. sólo fue encontrada adherida a las patas anteriores y medias de *Buenoa* sp. 1 y *Buenoa* sp. 2, y *Orbopercularia lichteinsteini* se registró mayoritariamente en las patas medias y el ojo izquierdo (nunca el derecho) de *Krizousacorixa femorata* y *Trichocorixella mexicana*. En el caso de los basibiontes *Hesperocorixa laevigata* fue la más diversa (tres especies de epibiontes).

En torno al grado de especificidad *Discophrya elongata* fue la especie de epibionte con menor especificidad hospedatoria $S_{TD} = 3$ mientras que *Periacineta* sp. fue la que tuvo la mayor especificidad $S_{TD} = 1$.

Se vislumbraron algunos patrones de frecuencia dependiendo de la época del año, sin embargo, no se puede concluir algún patrón específico. No obstante considerando el comportamiento de las comunidades de epibiontes en las épocas del año de este estudio, las frecuencias para los meses de marzo de 2007 y 2008 que

fueron los únicos en los que se recolectó los dos años, fueron muy similares en todas las especies.

En los registros previos de epibiosis entre insectos y ciliados no se ha documentado el análisis de especificidad hospedatoria, aunque es claro que los géneros de peritricos tratados aquí han sido registrados principalmente en insectos acuáticos y los géneros de succionadores (abordados en este trabajo), en hemípteros acuáticos.

CONCLUSIONES

- La epibiosis fue una interacción frecuente entre protozoos y hemípteros acuáticos (Corixidae y Notonectidae) de la Laguna de Tecocomulco.
- Los hábitos de los basibiontes influyen en la composición de las especies de epibiontes presentes.
- Las especies de epibiontes que superaron la capa hidrodinámica de protección siempre se encontraron adheridas a las especies de basibiontes con menor movilidad.
- Existió una preferencia por adherirse a las patas de los hemípteros acuáticos, aunque se registraron en lugares tan peculiares como los ojos izquierdos.
- Se registraron patrones de frecuencia y distribución de las especies de epibiontes de acuerdo a la forma y función de las patas.
- Dentro de las patas de las chinches acuáticas, los “codos” y el espacio entre la pata y la seta fueron los lugares preferidos para la adhesión de los protozoarios epibiontes.
- Se obtuvieron diferentes grados de especificidad hospedatoria desde nivel específico hasta nivel de orden.
- Las especies de hemípteros acuáticos que compartían el mismo microhábitat tuvieron a las mismas especies de epibiontes, fueran o no de diferente género, lo que indica un componente ecológico de especificidad hospedatoria no integrado en el índice usado, el cual sólo considera la frecuencia de los epibiontes y la distancia taxonómica de los basibiontes.
- La especie de suctor *Discophrya elongata* fue la única especie de epibionte que se registró adherida a representantes de las dos familias de hemípteros acuáticos tratados en este trabajo.
- Al tratarse de un campo poco abordado mundialmente la posibilidad de encontrar especies nuevas es amplia.
- Al no encontrarse las mismas especies en los sustratos artificiales y naturales, es claro que existe algún tipo de reconocimiento por parte de la larva de los ciliados para identificar el sustrato adecuado, sin embargo, no se ha documentado el proceso a nivel molecular que hace tan específicos estos tipos de epibiosis.

LITERATURA CITADA

- Adl, S. M., A. G. B. Simpson, M. A. Farmer, R. A. Andersen, O. R. Anderson, J. R. Barta, S. S. Bowser, G. Brugerolle, R. A. Fensome, S. Fredericq, T. Y. Yames, S. Karpov, P. Kugrens, J. Krug, C. E. Lane, L. A. Lewis, J. Lodge, D. H. Lynn, D. G. Mann, R. M. McCourt, L. Mendoza, O. Moestrup, S. E. Mozley-Standridge, T. A. Nerad, C. A. Shearer, A. V. Smirnov, F. W. Spiegel y M. F. J. R. Tylor. 2005. The New Higher Level Classification of Eukaryotes with Emphasis on the Taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 52 (5): 399-451.
- Aladro-Lubel, M. A. y G. Sánchez-Calderón. 2005. Ciliados epibiontes de la vegetación sumergida y de los invertebrados de la Laguna de Tecocomulco. In: Huizar, R., E. Jiménez y C. Juárez (eds.). *La Laguna de Tecocomulco, geo-ecología de un desastre*. Publicación especial No. 3, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. pp. 169-178.
- Aladro-Lubel, M. A., R. Mayén-Estrada y M. Reyes-Santos. 2006. Registro actualizado de ciliados (agosto 2004). *Listados faunísticos de México*. Instituto de Biología UNAM. 97 pp.
- Aladro-Lubel, M. A., M. Reyes-Santos, F. Olvera-Bautista y M. N. Robles-Briones. 2007. Ciliados y otros protozoos. In: A. Lot (coord.). *Guía Ilustrada de la Cantera Oriente: caracterización ambiental e inventario biológico*. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 97-122.
- Becker, K. y M. Wahl. 1996. Behaviour patterns as natural antifouling mechanisms of tropical marine crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 203: 245-258.
- Contreras-Rivero, G., N. A. Navarrete-Salgado, G. Elías-Fernández y M. L. Rojas-Bustamante. 2002. Los corixidos (Hemiptera, Heteroptera) del estanque piscícola denominado "JC" en Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 8 (2): 113-118.
- Dovgal, I. V. 1988. The knowledge state of tentaculous ciliates (Ciliophora, Suctorina) in Ukrainian SSR// Deposit manuscript in All-Russian Institute of Scientific and Technical Information. 3135-B88. 36 pp.
- Dovgal, I.V. 1991. Peculiarities of Ciliophora Suctorina biocoenotic distribution in water bodies of the right-bank Ukrainian Polesje area. *Vestnik zoologii*. 4:54-57 (In Russian with English summary).
- Dovgal, I.V. 2002. Evolution, phylogeny and classification of Suctorea Claparède et Lachmann, 1858. *Protistology*. 2: 194-270.
- Dunn, C. E. 1979. A revision and phylogenetic study of the genus *Hesperocorixa* Kirkaldy (Hemiptera: Corixidae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*. 131: 158-190.
- Epler, J. H. 2006. *Identification manual for the aquatic and semiaquatic Heteroptera of Florida*. Florida Department of Environmental Protection. Estados Unidos. 195 pp.
- Fernández-Galiano, D. 1994. The ammoniacal silver carbonate method as a general procedure in the study of protozoa from sewage (and other) waters. *Water Research*. 28: 495-496.
- Fernández-Leborans, G. 2003. Ciliate-decapod epibiosis in two areas of the north-west Mediterranean coast. *Journal of Natural History*. 37: 1655-1678.
- Foissner, W. 1991. Basic Light and Scanning Electron Microscopic Methods for Taxonomic Studies of Ciliated Protozoa. *European Journal of Protistology*. 27: 313-330.
- Foissner, W., H. Berger y F. Kohmann. 1992. *Taxonomische und Ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems – Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida*. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. Heft 5/92, 502 pp.
- Gillott, C. 2005. *Entomology*. 3era edición. Springer. Holanda. 831 pp.
- Hungerford, H. B. 1948. The Corixidae of the Western Hemisphere (Hemiptera). *The University of Kansas Science Bulletin*. 32: 1-827.
- Koeppel, A. 1917. Suctorien auf Wanzenbeinen. *Mikrokosmos*. 10: 215-216.
- Koeppel, A. 1937. Sauginfusorien auf einen Käfer. *Mikrokosmos*. 30: 65-66.
- López-Ochoterena E. y M. T. Rouré-Cané. 1970. Lista taxonómica comentada de protozoarios de vida libre de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 31: 23-68.
- Lynn, D. H. y E. B. Small. 2000. Phylum Ciliophora. In: *An Illustrated Guide to the Protozoa*. Lee, J.J., G.F. Leedale y P. Bradbury (eds.) 2da edición. Allen Press, Lawrence, KS. p. 371-656.
- Matthes, D. 1984. Neue symphorionte Glockentiere (Peritricha). *Mikrokosmos*. 72 (1): 9-14.
- Matthes, D., W. Guhl y G. Haider. 1988. *Suctorina und Urceolariidae (Peritricha)*. Protozoenfauna Band 7/1. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 309 pp.

- Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. 238 pp.
- Mayén-Estrada, R. M. y A. Aladro-Lubel. 1998. Tres especies de suctores (Protozoa: Ciliophora) ectosimbiontes del acocil *Cambarellus patzcuarensis*. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*. 69 (1): 1-12.
- Mayén-Estrada, R. y M. A. Aladro-Lubel. 2000. First Record of *Lagenophrys denissi* (Ciliophora: Peritrichia) on the Crayfish *Cambarellus patzcuarensis*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*. 47: 57-61.
- Mayén-Estrada, R. y M. A. Aladro-Lubel. 2001. Epibiont Peritrichids (Ciliophora: Peritrichida: Epistylididae) on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* in Lake Pátzcuaro, Michoacán, Mexico. *Journal of Crustacean Biology*. 21 (2): 426-434.
- Mayén-Estrada, R. y M. A. Aladro-Lubel. 2002. Distribution and prevalence of 15 species of epibiont peritrich ciliates on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 in lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Crustaceana*. 74: 1213-1224.
- Mayén-Estrada, R. y M. A. Aladro-Lubel. 2004. First record of *Conidophrys pilisuctor* (Ciliophora: Piliusuctorida) as ectosymbiont of *Hyaella azteca* from Mexico. *Hydrobiologia*. 529: 19-26.
- Moritz, G. 1985. Peritrichia (Ciliata) als Symphorionten auf dem Tarothers *Organothrips bianchii* Hood, 1940 (Thysanoptera, Insecta). *Biology Rundschau*. 23: 371-375.
- Nenninger, U. 1948. Die Peritrichen der Umgebung von Erlangen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Wirtsspezifität. *Zoologische Jahrbücher Systematik*. 77: 169-266.
- Pérez-Munguía, R. M. 2007. Uso de los macroinvertebrados acuáticos en el monitoreo ambiental de ríos y arroyos. In: Novelo, G. R. y P. Alonso-Eguáilís (eds.). *Simposio Internacional Entomología Acuática Mexicana: Estado Actual de Conocimiento y Aplicación*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. SME. Morelos. pp. 63-77.
- Polhemus, J. T. 1996. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. in Merrit, R. W. y K. W. Cummins (eds.). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall-Hunt Pub. Com. Dubuque. pp. 267-297.
- Poulin, R. 2005. Relative infection levels and taxonomic distances among the host species used by a parasite: insights into parasite specialization. *Parasitology*. 130: 109-115.
- Poulin, R. y D. Mouillot. 2003. Parasite specialization from a phylogenetic perspective: a new index of host specificity. *Parasitology*. 126: 473-480.
- Poulin, R. y D. Mouillot. 2005. Combining phylogenetic and ecological information into a new index of host specificity. *Journal of Parasitology*. 91: 511-514.
- Poulin, R., B. R. Krasnov, G. I. Shenbrot, D. Mouillot e I. S. Khokhlova. 2006. Evolution of host specificity in fleas: Is it directional and irreversible? *International Journal for Parasitology*. 36: 185-191.
- Pujante-Mora, A. M. 1997. Los artrópodos como bioindicadores de la calidad de las aguas. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 20: 277-284.
- Ramos-Elorduy, J. y J. M. Pino-Moreno. 2001. Insectos comestibles de Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 72 (1): 43-84.
- Ramos-Elorduy, J., J. M. Pino-Moreno y M. Conconi. 2006. Ausencia de una reglamentación y normalización de la explotación y comercialización de insectos comestibles en México. *Folia Entomológica Mexicana*. 45 (3): 291-318.
- Rudzinska, M. A. 1973. Do suctoria really feed by suction? *BioScience*. 23: 87-94.
- Silva-Neto, I. D. 2000. Improvement of silver impregnation technique (protargol) to obtain morphological features of protists ciliates, flagellates and opalinates. *Revista Brasileira de Biologia*. 60 (3): 451-459.
- Schuh, R. T. y J. A. Slater. 1995. *True bugs of the World (Hemiptera: Heteroptera). Classification and natural history*. Cornell Univ. Press. Ithaca. 350 pp.
- Stiller, J. 1942. Einige Gewässer der Umgebung von Szeged und ihre Peritrichenfauna. *Archives of Hydrobiologia*. 38: 313-435.
- Stiller, J. 1971. Szájkoszorús csillósok. Peritrichia. *Fauna Hungarica*. 105: 1-245
- Tinerella, P. P. y R. W. Gundersen. 2005. *The Water Boatmen (Insecta: Heteroptera: Corixidae) of Minnesota*. Publication number 23, Schafer-Post Series: North Dakota Insects, vii + 119 pp.
- Truxal, F.S. 1953. A Revision of the genus *Buena* (Hemiptera: Notonectidae). *The University of Kansas Science Bulletin*. 35 (2): 1351-1523.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series*. 58: 175-189.
- Wahl, M., M. E. Hay y P. Enderein. 1997. Effects of epibiosis on consumer-prey interactions. *Hydrobiologia*. 355: 49-59.

Wahl, M. y O. Mark. 1999. The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence. *Marine Ecology Progress Series*. 187: 59-66.

Direcciones electrónicas:

www.google/earth.com