



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA

CILIADOS EPIBIONTES DE ALGAS DE SUSTRATOS ROCOSOS DE

ZIHUATANEJO, GUERRERO Y TUXPAN, VERACRUZ

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Biól. JOVANNY FERNANDO YONATAN OLVERA-BAUTISTA

TUTORA:

DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA

FACULTAD DE CIENCIAS

COMITÉ TUTOR:

DRA. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA

DR. JOSÉ LUIS CARBALLO CENIZO

FACULTAD DE CIENCIAS

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y
LIMNOLOGÍA**

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA

CILIADOS EPIBIONTES DE ALGAS DE SUSTRATOS ROCOSOS DE

ZIHUATANEJO, GUERRERO Y TUXPAN, VERACRUZ

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

Biól. JOVANNY FERNANDO YONATAN OLVERA-BAUTISTA

TUTORA:

DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA

FACULTAD DE CIENCIAS

COMITÉ TUTOR:

DRA. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA

DR. JOSÉ LUIS CARBALLO CENIZO

FACULTAD DE CIENCIAS

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y
LIMNOLOGÍA**

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

OFICIO FCIE/DEP/367/14

ASUNTO: Oficio de Jurado

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

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **10 de marzo de 2014** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de sistemática del (la) alumno (a) **OLVERA BAUTISTA JOVANNY FERNANDO YONATAN** con número de cuenta **300111611** con la tesis titulada "**Ciliados epibiontes de algas de sustratos rocosos de Zihuatanejo, Guerrero y Tuxpan, Veracruz**", realizada bajo la dirección del (la) **DRA. ROSAURA MAYÉN ESTRADA:**

Presidente: DR. ALFONSO LUGO VÁZQUEZ
Vocal: DRA. NORMA ANGÉLICA LÓPEZ GÓMEZ
Secretario: DRA. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA
Suplente: DRA. CELIA MARÍA BULIT GÁMEZ
Suplente: DR. JOSÉ LUIS CARBALLO CENIZO

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 30 de junio de 2014

Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa

MCAA/MJFM/ASR/ipp



AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACyT) por la beca 385109/255141 otorgada para realizar mis estudios de posgrado en la Maestría en Ciencias Biológicas.

A los miembros del comité tutor, la Dra. Rosaura Mayén Estrada, la Dra. Hilda Patricia León Tejera y el Dr. José Luis Carballo Cenizo, por el apoyo académico y las sugerencias realizadas para la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A Instituciones donde se realizó este proyecto

Al Laboratorio de Protozoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, lugar donde se desarrolló este proyecto.

A la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Zihuatanejo (UMDI-Z) de la Facultad de Ciencias, UNAM lugar donde se realizó la revisión del material biológico obtenido durante los periodos de recolección en Zihuatanejo, siendo un recurso útil para en el desarrollo y culminación de este trabajo.

Por apoyo técnico

A la Biól. Margarita Reyes Santos, del Laboratorio de Protozoología por el apoyo técnico proporcionado en el procesamiento del material biológico (ciliados epibiontes de algas), aplicación de técnicas micrográficas especializadas y elaboración de preparaciones permanentes de protistas ciliados, durante el desarrollo del presente de proyecto.

A la Dra. Norma Angélica López Gómez, de la UMDI-Z, por el apoyo en campo, para la recolección de algas de sustratos rocosos en la playa Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero, así como por las facilidades brindadas para el uso de las instalaciones y equipo microscópico requerido para la revisión del material biológico colectado durante los meses de marzo, septiembre, octubre de 2011 y febrero de 2012.

A la Biól. Yasmín Dávila Jiménez, por el apoyo proporcionado en el procesamiento del material biológico (ciliados y algas) y elaboración de preparaciones permanentes de protistas ciliados durante el año 2012.

A sinodales

Dra. Celia Bulit Gámez,

Dr. José Luis Carballo Cenizo

Dra. Hilda Patricia León Tejera

Dra. Norma Angélica López Gómez

Dr. Alfonso Lugo Vázquez

Por el tiempo dedicado a la lectura y revisión de este manuscrito,
asi como por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Agradecimientos generales

A nuestra Máxima Casa de Estudios, la Universidad Nacional Autónoma de México, lugar que me ha acogido en mi formación académica, profesional y humana.

A la Facultad de Ciencias, donde he adquirido y desarrollado mis conocimientos y pasión por el conocimiento biológico.

Al Laboratorio de Protozoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, donde día a día se cultiva mi interés y fascinación por ese increíble mundo microscópico de los protistas.

A mi familia, comenzando por mi madre, Rosalía, siempre atenta a mis desvelos y anécdotas de mis “bichos” y las experiencias vividas durante todos mis procesos. A mi padre, Fernando, por motivarme desde muy temprana edad a superarme día con día. A mis hermanos Luis y Dante por darme ánimos, aún sin decirlo todo el tiempo y por quienes no me he dejado vencer, aún en las situaciones más complicadas.

A Martha, por todos estos años a mi lado, por todo el apoyo brindado en todo momento, por tu paciencia infinita, en especial, cuando mi mentalidad ha caído en el lado más negativo de las cosas, donde no he sabido controlar lo que hago y digo.

A mi abuela, tíos y primos que siempre han depositado su confianza en mi y con sus comentarios que me han ayudado a seguir adelante durante todo mi andar en la Biología.

A mis amigas y amigos, Ana Belen A. G., Andrea A. P., Ann Margareth M. R., Aldebarán C. V., Carlos D. R., Cecilia P. S., Diana G. C., Laura G. L., Lizeth H. G., Lizeth S. Z., Ma. Luisa D. P., Ma. Luisa N. R., Magali E. S., Mirza A., Nalleli L. D., Osiris G. G., Patricia S.O., Pilar F. E., Raquel S. I., Saúl, G. H., Verónica B. S. y Yasmin D. J., que han sido ese factor de distracción necesario para no enloquecer en medio de las presiones y titubeos en mi vida, especialmente para tomar fuerzas y seguir adelante.

A Norma, por las horas de clases en la asignatura de Biología de protistas y algas, por la motivación para iniciar un proyecto para trabajar los protistas de Zihuatanejo. Por todo el apoyo brindado para el desarrollo y culminación de este trabajo

A Hilda, por la orientación, revisión y comentarios aportados tanto al proyecto como al escrito final, así como por la oportunidad de desarrollo profesional y académico.

A mi tutora, Rosaura, por el tiempo y dedicación durante estos años en mi formación como protozoólogo, por sus felicitaciones, las llamadas de atención y por las oportunidades brindadas para mi desarrollo profesional y académico.

A mis compañeros del Laboratorio de Protozoología, Carlos Antonio, Daniela, Daniel, Mireya, Jorge, Victor, Maricela y Margarita por los excelentes momentos de camaradería que pemiten tener un ambiente agradable de trabajo.

A Laura, Brian y Alicia del Taller de Biodiversidad de macroalgas, peces y organismos asociados de zonas costeras tropicales de México, por su compañerismo y los ánimos para apurarme con la escritura de este trabajo.

A Leonor, por tu energía y entusiasmo que me has ido contagiado en estos años de conocerte.

A todos mis profesores de la Licenciatura de Biología y de la Maestría en Ciencias Biológicas por las horas de clase, por compartir su conocimiento y experiencia y ser el factor que me fue orientando poco a poco hasta llegar a este punto.

A todas la personas que de alguna forma influyeron positivamente en mi formación humana, académica y profesional y que desafortunadamente llegue a omitir en este reconocimiento público.

DEDICATORIA

Esta tesis esta dedicada en primer lugar para cada una de esas personas importantes en mi vida familiar, sentimental, profesional y académica.

Dedico también este escrito a todos mis alumnos de los cursos de docencia que he impartido en la Facultad de Ciencias, en particular a aquellos que he tenido la oportunidad de ver formarse al paso del tiempo.

Son la mayor motivación para buscar la superación en todos los aspectos de la vida.

«**Ε**sto se hizo para mí, entre todas las maravillas que he descubierto en la naturaleza, la más maravillosa de todas, y debo decir por mi parte, que no había visto antes nada más agradable que estas miles de criaturas vivas en una gota de agua, moviéndose entre unos y otros, cada una de ellas teniendo su propio movimiento» (Leeuwenhoek, 1675).

CONTENIDO

OFICIO DE EMPASTE	i
AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO	1
LISTA DE PROTISTAS CILIADOS	3
LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE CUADROS	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Epibiosis	9
1.2 Protozoos ciliados	11
1.3 Algas	17
1.4 Estudio de la epibiosis con ciliados	19
2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	21
2.1 Justificación	21
2.2 Objetivos	22

3. ÁREA DE ESTUDIO	23
3.1 Las Gatas.....	23
3.2 Playa Azul.....	25
4. MATERIAL Y MÉTODOS	28
4.1 Colecta de organismos	28
4.2 Parámetros ambientales	29
4.3 Observación de ciliados epibiontes	29
4.4 Determinaciones taxonómicas	30
4.5 Características ecológicas.....	32
5. RESULTADOS	34
5.1 Protistas ciliados	34
5.2 Algas	101
5.3 Características ecológicas.....	115
6. DISCUSIÓN.....	129
7. CONCLUSIONES	149
8. LITERATURA CITADA	150

LISTA DE PROTISTAS CILIADOS

1. Lista taxonómica	36
2. <i>Paracineta dadayi</i>	37
3. <i>Acineta tuberosa</i>	40
4. <i>Cothurnia aplatita</i>	45
5. <i>Cothurnia ceramicola</i>	48
6. <i>Cothurnia inflecta</i>	51
7. <i>Cothurnia innata</i>	54
8. <i>Cothurnia maritima</i>	57
9. <i>Cothurnia parvula</i>	60
10. <i>Cothurnia trophoniae</i>	62
11. <i>Cothurnia trophonicola</i>	66
12. <i>Thuricola valvata</i>	71
13. <i>Vaginicola tinctoria</i>	76
14. <i>Zoothamnium alternans</i>	79
15. <i>Zoothamnium commune</i>	84
16. <i>Zoothamnium kentii</i>	87
17. <i>Zoothamnium procerus</i>	91
18. <i>Lagotia aculeata</i>	98

LISTA DE FIGURAS

1. Ciliados sésiles asociados a sustratos vivos	15
2. Localización de la playa Las Gatas	24
3. Localización de Playa Azul	26
4. <i>Paracineta dadayi</i>	39
5. Trofontes de <i>A. tuberosa</i> en técnica micrográfica	42
6. Trofontes en vivo de <i>A. tuberosa</i>	43
7. Esquemas de los suctores	44
8. Individuos de <i>C. aplatita</i> en técnica micrográfica	47
9. <i>Cothurnia ceramicola</i>	50
10. <i>Cothurnia inflecta</i>	53
11. <i>Cothurnia innata</i>	56
12. <i>Cothurnia maritima</i>	59
13. <i>Cothurnia parvula</i>	61
14. <i>Cothurnia trophoniae</i> en vivo	64
15. <i>Cothurnia trophoniae</i> en vivo y técnica micrográfica	65
16. <i>Cothurnia trophonicola</i>	67
17. Esquemas de las especies del género <i>Cothurnia</i> (serie 1).....	69
18. Esquemas de las especies del género <i>Cothurnia</i> (serie 2)	70
19. <i>Thuricola valvata</i> en vivo	72
20. <i>Thuricola valvata</i> en vivo y técnica micrográfica	73

21. <i>Thuricola valvata</i> en técnica micrográfica	74
22. Esquemas de la especie <i>Thuricola valvata</i>	75
23. <i>Vaginicola tincta</i>	78
24. Esquemas de la especie <i>Vaginicola tincta</i>	79
25. <i>Zoothamnium alternans</i> en vivo	82
26. <i>Zoothamnium alternans</i> en técnica micrográfica	83
27. Colonias de <i>Zoothamnium commune</i>	86
28. <i>Zoothamnium kentii</i> en técnicas micrográficas	88
29. Colonias de <i>Zoothamnium kentii</i> en vivo	89
30. Zooides de <i>Zoothamnium kentii</i> en vivo	90
31. <i>Zoothamnium procerius</i> en vivo	93
32. <i>Zoothamnium procerius</i> en técnicas micrográficas	94
33. Esquemas de las especies del género <i>Zoothamnium</i> (serie 1)	95
34. Esquemas de las especies del género <i>Zoothamnium</i> (serie 2)	96
35. Esquemas de las especies del género <i>Zoothamnium</i> (serie 3)	97
36. Esquemas de la especie <i>Lagotia aculeata</i>	99
37. <i>Lagotia aculeata</i>	100
38. Especies de algas donde se registraron ciliados epibiontes	110
39. Riqueza específica de ciliados por alga	121
40. Riqueza específica de ciliados por alga basibionte en Playa Azul	121
41. Riqueza específica de ciliados por alga basibionte en Las Gatas	122
42. Ocurrencia de los ciliados epibiontes	123
43. Variación temporal de la riqueza específica de ciliados	125
44. Distribución temporal de la ocurrencia de ciliados	126
45. Distribución temporal de la ocurrencia de ciliados en Playa Azul	127
46. Distribución temporal de la ocurrencia de ciliados en Las Gatas	128

LISTA DE CUADROS

1. Categorías forma-función de las algas	30
2. Características de las técnicas micrográficas	32
3. Lista de protistas ciliados	35
4. Lista de algas basibiontes	102
5. Características generales de las especies de algas	107
6. Información ambiental de las especies de algas	113
7. Factores ambientales	115
8. Clasificación y descripción de los tipos oleaje	116
9. Densidad de ciliados epibiontes presentes en las algas	118
10. Riqueza específica y ocurrencia de ciliados por especie de alga.....	120

RESUMEN

La epibiosis es una asociación biológica con intercambio trófico facultativo donde uno de los organismos, el epibionte, vive anclado sobre el otro llamado basibionte. En México, las investigaciones sobre esta interacción se han dirigido principalmente al estudio de los ciliados como epibiontes de artrópodos (crustáceos e insectos acuáticos) y angiospermas acuáticas (pastos marinos y mangle). Pocos trabajos se han enfocado a estudiar el sistema epibionte ciliado-alga, por lo que el conocimiento acerca del mismo es escaso y se desconocen los aspectos que pueden influir en la interacción, por ejemplo, las diferencias de la riqueza específica de epibiontes entre taxones de algas y cómo influyen algunos aspectos morfológicos del talo que presentan con respecto a la presencia de los ciliados. En este trabajo, el objetivo principal fue contribuir al conocimiento sobre la epibiosis en el sistema ciliado-alga a través de la identificación y documentación de las especies que lo integran. Las localidades de estudio fueron Zihuatanejo, Guerrero y Tuxpan, Veracruz. El material fue recolectado entre marzo de 2011 y febrero de 2012. Se identificaron un total de 17 especies de ciliados asociados a 18 especies de algas. Los peritricos fueron el grupo de ciliados más diverso con 14 especies ubicadas en cuatro géneros y dos familias. Cinco especies fueron nuevos registros para México, de los cuales tres fueron del género *Cothurnia* (Peritrichia: Vaginicolidae), una de *Zoothamnium* (Peritrichia: Zoothamnidae) y otro de *Lagotia* (Heterotricha: Folliculinidae). En cuanto a las algas basibiontes nueve fueron rodofitas, siete clorofitas, dos feofitas, y una cianofita (cianobacteria). La mayor riqueza específica de ciliados se encontró asociada a cinco especies de algas. Se observó que la asociación entre ciliados y algas podría verse afectada por factores físicos y biológicos, tales como el oleaje y la arquitectura de las algas. Este trabajo proporciona el primer registro de especies de ciliados para la región del Pacífico Tropical Mexicano. Se registraron dos nuevas localidades para la distribución de especies de ciliados de México. Se registran 15 especies de algas que funcionan como sustratos para ciliados y se documenta por primera vez la asociación ciliado-alga en un ambiente marino mexicano.

Palabras clave: Epibiosis, protozoos ciliados, algas marinas, sustrato rocoso, Tuxpan, Zihuatanejo.

ABSTRACT

Epibiosis is a biological association with facultative trophic exchange between the epibiont, individual living attached on other organism, the basibiont. In Mexico, research on epibiosis has been conducted mainly to the study of the ciliates as epibionts of arthropods (crustaceans and aquatic insects), and aquatic angiosperms (seagrasses and mangroves). Few studies have been focused to study the epibiont ciliate-algae system, knowledge about it is limited where some ecological and taxonomic aspects are unknown, i. e. ciliates species richness differences between algae taxa, or morphological features of basibiont such as architecture and branching pattern algal thallus. The main goal of this study was to contribute to the knowledge about the epibiotic system between ciliates and algae through its species identification. The study sites were Zihuatanejo, Guerrero and Tuxpan, Veracruz. The material was collected between March 2011 and February 2012. A total of 17 species of ciliates were identified, as associated to 18 algae species. Peritrichid ciliates were the most diverse group with 14 species belonging to four genera and two families. Five species of ciliates were new records for Mexico, of which three were of the genus *Cothurnia* (Peritrichia: Vaginicolidae), one of *Zoothamnium* (Peritrichia: Zoothamnidae) and one *Lagotia* (Heterotricha: Folliculinidae) species. A total of 18 species of basibiont algae were identified, nine were red algae (Rhodophyta), six green algae (Chlorophyta), two were brown algae (Ochrophyta), and one was blue-green algae (Cyanobacteria). The highest species richness of ciliates number was found associated with five species of algae. It's possible the association between ciliates and algae may be affected by physical and biological factors, such as waves and algae architecture. This work provides the first record of species of epibiotic ciliates in Mexican Tropical Pacific region. Two new localities for species of ciliates distribution in Mexico were recorded. For a Mexican marine environment 15 algae species are recorded for the first time as organic substrate for ciliates.

Keywords: Epibiosis, ciliated protozoa, seaweeds, rocky substrate, Tuxpan, Zihuatanejo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Epibiosis

La epibiosis, una interacción típica en ambientes acuáticos, se define como una asociación facultativa e interespecífica, en la que uno de los organismos llamado epibionte, durante su fase sésil, está adherido a un sustrato vivo denominado basibionte (Wahl, 1989; Mariño-Pérez y Mayén-Estrada, 2009; Abela-Posada, 2013). En esta asociación, los organismos no dependen del otro para obtener nutrimentos del medio, sin embargo, es posible que bajo ciertas condiciones, por ejemplo, mismos requerimientos tróficos, ocurra competencia entre los epibiontes y basibiontes (Wahl, 1989; Abela-Posada, 2013).

Esta interacción conlleva una serie de costos-beneficios para cada participante. Los epibiontes obtienen ventajas como protección contra la turbulencia del agua y disponibilidad de espacio, en cambio, la mayor desventaja es la inestabilidad del sustrato debido al ciclo de vida y los depredadores del basibionte (Wahl, 1989; Abela-Posada, 2013). Por su parte, la presencia de un organismo sobre el basibionte tiene como desventajas incremento del peso sobre su superficie y en el caso de las especies con metabolismo fotoautótrofo, posiblemente la reducción del área de absorción luminosa; sin embargo, entre beneficios se han reportado cambios en las condiciones de la superficie del basibionte que mejoraran la captación de compuestos como nitrógeno y vitaminas, la obtención de sustancias nutritivas a partir de exudados del epibionte y retención de películas de agua que evitan la rápida desecación, por ejemplo, en organismos intermareales (Wahl, 1989).

Los efectos de la epibiosis dependen en gran medida de las características de cada una de las especies involucradas, sin embargo, los basibiontes muestran ciertos patrones de reacción ante el proceso de colonización, tales como, la tolerancia, la defensa y la evasión (Wahl, 1989; Nys *et al.*, 2010). La tolerancia

implica que el basibionte no ejerza ningún mecanismo contra el epibionte porque las partes colonizadas son fisiológicamente inactivas, por ejemplo, estructuras de protección o partes duras (conchas, lorigas, recubrimientos minerales, etc.). En caso contrario, la respuesta es un mecanismo de defensa, el cual puede ser mecánico, físico, químico o extrínseco (Wahl, 1989). En organismos vegetales como las algas y pastos marinos, se han aislado compuestos que presentan actividad tóxica para los epibiontes lo cual sugiere que su síntesis ocurre como mecanismo de defensa químico. Así mismo, la presencia de depredadores específicos de los epibiontes constituye un tipo de defensa extrínseca para el basibionte (Wahl, 1989; Nys *et al.*, 2010). Finalmente el mecanismo de evasión consiste en una combinación entre los mecanismos de tolerancia y defensa química, pues implica desde cambios fenotípicos que alteren las condiciones hidrodinámicas óptimas para el establecimiento del epibionte hasta la síntesis de compuestos con variación temporal en el ciclo de vida del basibionte lo que permite mantener áreas libres de epibiontes (Wahl, 1989).

Formación de comunidades epibióticas

Por ser una asociación interespecífica, la epibiosis se ha registrado en distintos grupos biológicos, tales como bacterias, cianoprocariontes, protoctistas (protozoos ciliados y algas), metazoos y plantas sin embargo, los estudios sobre las comunidades que forman estos organismos son poco conocidas (Wahl, 1989, 1997; Dovgal y Kochin, 1997; Wahl y Mark, 1999; Rossi, 2001). La formación y frecuencia de este tipo de asociaciones en los ecosistemas, así como los factores que la promueven o limitan todavía son poco comprendidos. En estudios referentes al tema se ha sugerido que independientemente de los factores ambientales (salinidad, temperatura, corrientes, etc.) que pudieran estar implicados, existen varias etapas que anteceden la formación de estas comunidades. La primera etapa consiste en la colonización de un sustrato por grupos procariontes que secretan sustancias mucilaginosas permitiendo la formación de una capa comúnmente llamada película biológica o *biofilm*. En una segunda etapa se establecen los protistas, tales como diatomeas, protozoos

ciliados y flagelados. Finalmente los últimos en establecerse son los organismos multicelulares y con ello se inicia una comunidad secundaria (Dovgal, 1996).

Dovgal y Kochin (1997) argumentaron que durante la segunda etapa de la biocenosis ocurre la formación de las comunidades de organismos epibiontes. Tanto protozoos ciliados y varias géneros de diatomeas se adhieren al sustrato a través de estructuras de fijación, tales como pedúnculos, lórigas y discos basales (Dovgal, 1996). Sin embargo, las características del sustrato imponen otras condiciones de mayor complejidad, tales como disponibilidad de nutrientes y la viscosidad del medio, que afectan la diversidad y abundancia de las especies, principalmente de ciliados (Dovgal y Kochin, 1997).

1.2 Protozoos ciliados

Los protozoos ciliados son un grupo de organismos eucariontes unicelulares, que se distinguen principalmente por sus estructuras de locomoción llamadas cilios, la corteza, la condición heterocarionte y el proceso de conjugación (Lynn, 2008).

Los cilios son orgánulos variables en disposición y número y están presentes cuando menos en algún estadio de su ciclo de vida. Se anclan al citoplasma por los cinetosomas. La cinétida, que es la unidad estructural del cilio, se forma por la asociación del cinetosoma con tres microfibrillas: la cinetodesmata, los microtúbulos postciliares y la microfibrilla transversal. Los cilios se encuentran distribuidos en patrones definidos en todo el cuerpo (ciliatura somática) o alrededor del citostoma (ciliatura oral) como estructuras simples o compuestas, las últimas son resultado de la fusión entre varios cilios y originan estructuras muy especializadas, por ejemplo, cirros y membranelas (Aladro-Lubel, 2006; Aladro-Lubel *et al*, 2007; Lynn, 2008).

La corteza es otro de los caracteres diagnósticos de los ciliados. Se integra por los alveolos, los extrusomas, los mionemas y la infraciliatura, ésta última está formada por la película (membrana celular) y la cinétida. Los alveolos son placas huecas que dan soporte a la célula. Estas estructuras, que también se presentan en los dinoflagelados y apicomplexos, son un caracter de importancia filogenética

(sinapomorfia) para formar el clado Alveolata (Aladro-Lubel, 2005; Lynn, 2008; Adl *et al.*, 2012).

La condición dicariótica es una característica sobresaliente en los ciliados, consiste en la presencia de dos tipos de núcleo. Uno de ellos es el macronúcleo, una estructura poliploide de forma y tamaño variable especializada en funciones de control celular. El otro es el micronúcleo, una estructura de forma esférica con genoma diploide y tamaño mucho menor al anterior, especializada en los procesos reproductivos (Lee *et al.*, 2000; Aladro-Lubel, 2006; Lynn, 2008).

Otra característica distintiva de los ciliados es el proceso de conjugación, un mecanismo de recombinación genética donde se transfieren y fusionan núcleos haploides entre dos células compatibles de la misma especie (Lynn, 2008).

Hábitats y formas de vida

Los ciliados son organismos de amplia distribución que se encuentran en cualquier lugar donde el agua está presente (agua dulce, salobre o marina), como charcos, fuentes, ríos, lagos y mares, sedimentos húmedos y películas acuosas en plantas. También se encuentran como simbioses de una gran diversidad de animales (Aladro-Lubel *et al.*, 2007; Lynn, 2008; Foissner, 2003 Durán-Ramírez, 2010; Foissner, 2013).

Las especies pueden presentarse como organismos libres nadadores o sésiles. En cualquiera de los casos, si el hábitat es el medio circundante, se catalogan como ciliados de vida libre, mientras que aquellos que viven como mutualistas, comensales o parásitos se clasifican como organismos de vida asociada (Dovgal y Kochin, 1997; Lynn, 2008).

Ciliados de vida sésil

Los ciliados de vida sésil son organismos que viven adheridos a una superficie, que puede ser un sustrato inerte o vivo. Como resultado de la adaptación a la vida sésil, muestran una serie de modificaciones citológicas, entre ellas, el desarrollo de estructuras de fijación y protección, formación de estructuras para la captura y

sujeción de presas y estados larvarios migratorios, entre otras (Lee *et al.*, 2000; Dovgal, 2002; Lynn, 2008). Cuando estos ciliados viven adheridos a una sustrato vivo se establecen como epibiontes. Los peritricos, suctores y foliculinidos son ejemplos de grupos descritos comúnmente sobre organismos vivos en ambientes dulceacuícolas, salobres y/o marinos (Fig. 1). A continuación se mencionan algunas de sus características diagnósticas:

1) Peritricos

Son organismos solitarios o coloniales. El cuerpo se encuentra dividido en tres partes: la región oral, la aboral y la banda telotroca. En la región oral, se encuentra el peristoma rodeado de la dicinétida (haplocinetia) y las policinétidas orales que surgen de la cavidad oral (infundíbulo) en cuya base se encuentra el citostoma. La región aboral incluye los cinetosomas y parte de la escópula, ésta última origina el pedúnculo en aquellas especies que son sésiles. Finalmente la banda telotroca, es una región con cilios que pueden ser permanentes (en especies libres nadadoras) o temporales (especies sésiles). Las células tienen forma de campana o son alargadas, con mionemas que les permiten contraerse. Entre las especies con pedúnculo algunas presentan una fibrilla contráctil interna llamada espasmonema. Otra estructura presente en algunos grupos es la lóriga, la cual es producida por secreciones de la célula. El macronúcleo puede ser de forma ovoide, en banda o acintado. La reproducción es asexual por fisión binaria y en el desarrollo hay un estado larvario el cual es de vida libre (Lee *et al.*, 2000; Lynn, 2008).

De acuerdo al sistema de clasificación de Lynn (2008), los peritricos comprenden dos órdenes, 19 familias y aproximadamente 121 géneros.

2) Suctores

El grupo se integra por organismos de vida sésil con ciliatura ausente en la forma madura (trofonte). Las formas juveniles presentan ciliatura somática muy reducida, o ausente en algunas larvas vermiformes, por ejemplo, en

Ophryodendron, *Lecanophrya* y *Rhabdophrya* (Dovgal, 2002). La morfología de los trofontes es muy variada, con formas piramidales, ovaladas, ramificadas o globosas, por mencionar algunos ejemplos. Los trofontes se adhieren a diferentes sustratos principalmente por pedúnculos los cuales en algunas especies, se extienden recubriendo parcial o totalmente al trofote formando la estiloteca. Otra característica distintiva es la presencia de tentáculos con haptocistos (un tipo de extrusoma), típicos en la forma adulta. Los tentáculos pueden emerger de cualquier parte de la célula o de una región específica, en algunas especies hay estructuras especializadas como los actinóforos y fascículos. El macronúcleo puede ser de forma ovoide, esférica, ramificada o acintada (Lee *et al.*, 2000; Dovgal, 2002; Lynn, 2008).

La reproducción es asexual por gemación, que de acuerdo a Dovgal (2002), puede ser de cinco tipos: exogemia, vermigemia, semi-circunvaginata, endogemia e inversogemia, sin embargo, Lynn (2008) reconoce sólo tres formas: exogemia, evaginogemia y endogemia por lo cual sólo reconoce tres órdenes Exogenida, Endogenida y Evaginogedida. Se han descrito 41 familias y aproximadamente 126 géneros de suctores.

3) Foliculínidos

Con células contráctiles, generalmente alargadas, en ocasiones presentan coloración verde-azul o marrón. En su forma madura presentan lóriga, por lo general en forma de botella; en algunas especies el cuello es largo y puede observarse liso u ornamentado (surcos o anillos). La célula se distingue por su área peristomal, la cual está dividida en dos grandes lóbulos referidos también como “alas peristomales” y de las que emerge la ciliatura oral. El macronúcleo es ovoide, esférico o moniliforme. Tras la división celular el organismo se desarrolla a partir de un estado larvario vermiforme libre nadador. En su forma madura secreta la lóriga, la célula se adhiere a ella en su extremo aboral. Durante la alimentación, los lóbulos

peristomales situados en la región oral de la célula se extienden fuera de la lóriga. Habitan principalmente en aguas marinas y salobres, pocas especies son dulceacuícolas, sus sustratos más frecuentes son las algas, plantas acuáticas y conchas de moluscos y en menor grado el integumento de invertebrados (briozoos, crustáceos, moluscos y cnidarios). Se han descrito 30 géneros, uno de ellos fósil (Fauré-Fremiet, 1936a, b; Lynn, 2008).

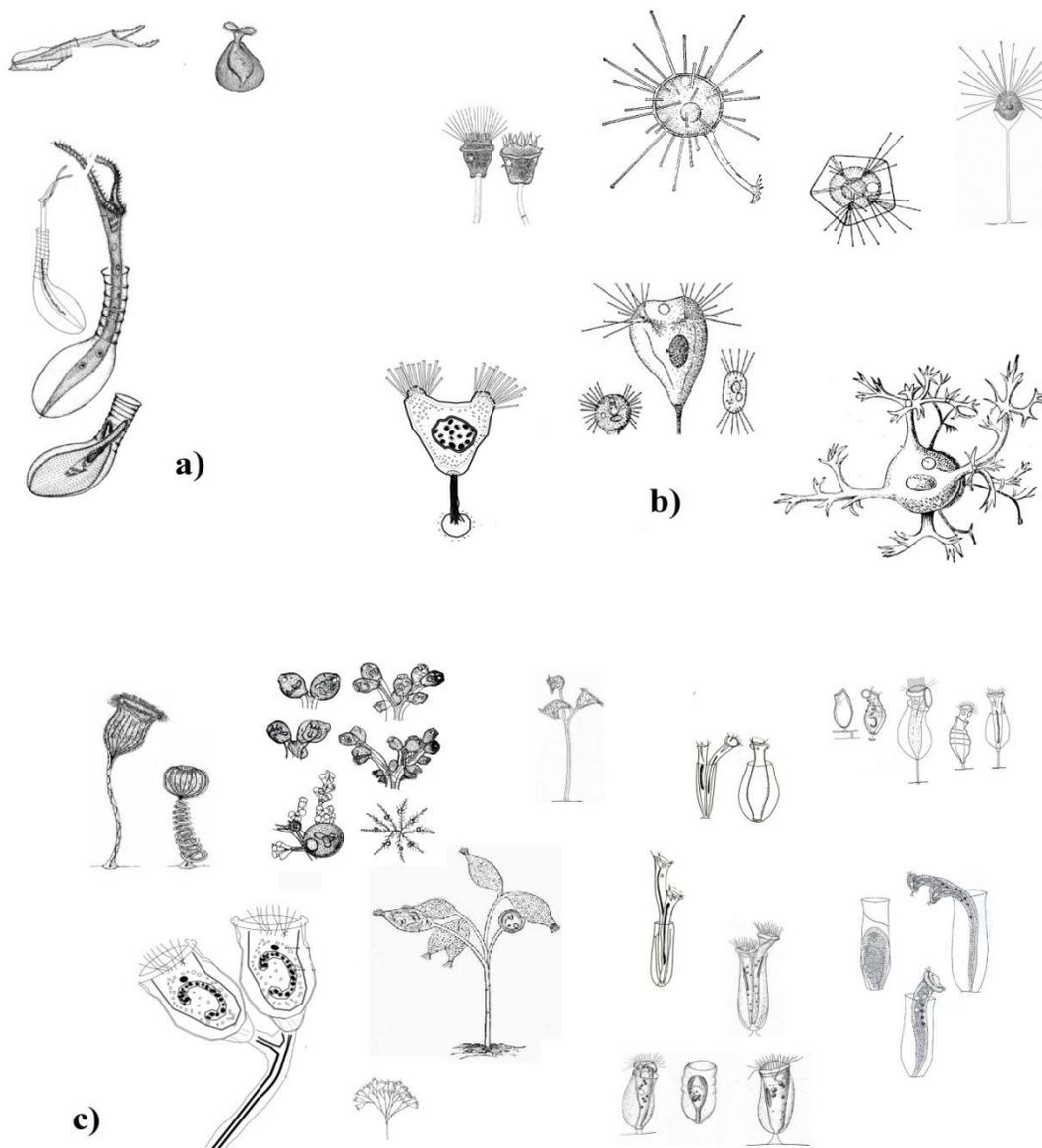


Figura 1: Ciliados sésiles que comúnmente se encuentran asociados a sustratos vivos en ambientes dulceacuícola, salobres y marinos. Los grupos representados en los esquemas corresponden a foliculínidos (a), suctores (b) y peritricos (c). Esquemas tomados de: Calkins (1901); Guillen Aguirre (2002); Mikryukov (2002); Ji *et al.* (2004); Lynn (2008); Fernández-Leborans *et al.*, (2009)

Ciliados epibiontes

Como ya se había mencionado antes, los ciliados pueden vivir adheridos a otros organismos, siendo frecuente la asociación con invertebrados, por ejemplo, esponjas, cnidarios, ctenóforos, rotíferos, tardígrados, planarias, briozoarios, moluscos, equinodermos, crustáceos, anélidos y larvas insectos acuáticos (Corliss, 1979; Silva-Neto *et al.*, 1987, 2007; Camacho-Granados, 1990; Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 2000, 2001; Fernández-Leborans, 2003; Dias *et al.*, 2006; Fernández-Leborans *et al.*, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011), vertebrados, tales como, peces cocodrilos y tortugas (Corliss, 1979; Boove, 1981; Cupul-Magaña y Cortés-Lara, 2005; Dias *et al.*, 2006) y vegetación sumergida o húmeda como algas, briofitas, pastos marinos, raíces de mangle y lirios (Matthes *et al.*, 1988; Warren y Paynter, 1991; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1999; Wahl y Mark, 1999; Aladro-Lubel y Sánchez Calderón, 2005; Borowitzka *et al.* 2006; Kreutz y Foissner, 2006; Mieczan, 2009).

La mayoría de los trabajos donde se han estudiado a ciliados epibiontes se han realizados con crustáceos, siendo el sistema mejor conocido y por tanto, donde se ha registrado la mayor diversidad. Los taxones que se han registrado en este sistema son los peritricos, suctores, foliculinidos, conotricos y apostomátidos (Fernández-Leborans, 2009).

Los pastos marinos son otro tipo de basibionte muy diverso en cuanto a grupos de ciliados asociados. Se han registrado ciliados peritricos, suctores, foliculinidos, esticotriquidos y prostomátidos (Matthes *et al.*, 1988; Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 1999a, 1999b, 2003). A diferencia de los crustáceos, los pastos marinos permanecen como entidades sésiles, por lo que factores ambientales como las mareas, el oleaje y la temperatura podrían ser factores importantes para permitir o impedir el establecimiento de los ciliados. De la misma forma las respuestas ante la colonización los mecanismos de defensa química o la evasión deben diferir de las que adoptan los crustáceos (Wahl, 1989; Nys *et al.*, 2010). Un basibionte equivalente al pasto marino son las algas, ya que también están adheridas al sustrato, están expuestas a los mismos factores ambientales y probablemente sus

respuestas ante la colonización de epibiontes son similares, y la diversidad de ciliados puede ser similar. Sin embargo, las algas no son un sistema muy estudiado en la asociación ciliado-alga, en los pocos trabajos se han registrado peritricos, suctores y foliculinidos (Mathees, 1988; Warren y Paynter, 1991; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996; Wahl y Mark, 1999). La riqueza de especies, los factores ambientales, la preferencia por el sustrato y las respuestas del basibionte aun requieren de un examen más profundo.

1.3 Algas

Son un conjunto no taxonómico de organismos fotoautótrofos procariontes y eucariontes, presentes en diversos hábitats, en su mayoría acuáticos. Morfológicamente se constituyen por un talo, es decir, un conjunto de células que no forma tejidos ni órganos pero alcanzan niveles de organización estructural muy variados, por ejemplo, la organización en filamentos, parénquimas, pseudoparénquimas y cenocitos o sifones (DeWreede, 2001; McFadden, 2001). En ambientes acuáticos son organismos muy comunes, en cuerpos dulceacuícolas, salobres y marinos. Desde el punto de vista ecológico son importantes porque proveen de oxígeno a los sistemas acuáticos, son productores primarios por lo cual tienen gran importancia en las tramas alimenticias (Candelaria-Silva, 1996; González *et al.*, 2007).

En ambientes marinos, constituyen uno de los conjuntos de organismos bentónicos que integran las comunidades litorales, con frecuencia asociados al sustrato rocoso donde destacan los grupos macroscópicos, tales como, las rodofitas, feofitas y clorofitas (Lee, 2008).

Algas y epibiosis

Las algas son organismos que prácticamente pueden establecerse en cualquier ambiente acuático. Como organismos sésiles, tienen un gran potencial para formar asociaciones epibióticas tanto con algas y otros grupos biológicos; sin embargo, en los estudios descriptivos, esta interacción es ignorada (González-Guerrero, 1953; Ortuño-Aguirre y Riosmena-Rodríguez, 2007). No obstante, hay varios

trabajos donde las investigaciones en el tema de epibiosis se han enfocado a registrar e interpretar ecológicamente esta asociación. Algunos de los sistemas estudiados incluyen las asociaciones con otras algas (González-Guerrero, 1953; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011). En animales como esponjas, corales, moluscos, crustáceos y vertebrados se han reportado diatomeas, rodofitas, clorofitas y feofitas adheridas a la superficie y partes duras de estos organismos (Celis-Rincón *et al.*, 1999; Pérez-Martínez y Barea-Arco, 2000; Barea-Arco *et al.*, 2001; Cupul-Magaña y Cortés-Lara, 2005; Gárate-Lizárraga y Muñeton-Gómez, 2009). En angiospermas acuáticos también se han reportado especies de algas epibiontes, tales como cianoprocariontes, clorofitas, rodofitas y feofitas (Reyes y Sansón, 1996). Como basibiontes se han registrado especies de protistas ciliados, rodofitas, clorofitas, diatomeas, invertebrados adheridos al talo (Guerrero, 1953; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996; Villaseñor-Parada y Neil, 2011).

La frecuencia de los sistemas asociados con algas, muestra que son un sustrato interesante para el estudio de la epibiosis. Probablemente los mecanismos para el establecimiento de organismos epibiontes en las algas, depende del tipo de respuesta ante su colonización (Wahl, 1989). En los sistemas alga-alga la interacción puede desencadenar en algún momento competencia, pues ambos organismos tienen los mismos requerimientos tróficos, por ejemplo, incidencia luminosa, gases y compuestos nitrogenados, mientras que en la asociación con otros organismos donde las algas son basibiontes, probablemente los problemas que se tienen que resolver son el peso y disminución del área fotosintética (Wahl, 1989; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011). En el caso particular de organismos de tallas muy pequeñas como los protistas ciliados, presencia de ellos probablemente tiene otra clase de efectos que no están relacionados ni con el peso o la reducción del área fotosintética.

1.4 Estudio de la epibiosis con ciliados

Antecedentes en el mundo

El tema de la epibiosis es un tema que ha sido estudiado y discutido en todo el mundo, siendo esto fundamental para comprender el papel que juegan los organismos participantes y sus consecuencias ecológicas, sin embargo, aún existen muchas interrogantes por responder, tales como, los factores ambientales que están involucrados y cómo éstos promueven o restringen esta asociación biológica (Wahl, 1989; Dovgal, 1996; Wahl y Mark, 1999; Nys *et al.*, 2010; Wahl, 2010). A nivel mundial, el tema de epibiosis comenzó a ser estudiado a través de los sistemas epifitos, entre ellos, se incluyeron a las algas (Guerrero, 1953; Lüttge, 1985). La presencia de ciliados adheridos a otros organismos ha sido registrada en la literatura, incluyendo trabajos de revisión y descripción (Corliss, 1979; Pratt y Rosen, 1981; Small y Lynn, 1985; Trueba, 1980; Warren, 1982, 1986 y 1987; Curds, 1985 y 1987; Matthes *et al.*, 1988; Warren y Paynter, 1991). El tema de los ciliados epibiontes comenzó a ser abordado con un enfoque ecológico más profundo hace poco más de dos décadas, basado principalmente en el sistema ciliado-crustáceo (Dovgal, 1996; Dovgal y Kochin, 1997; Wahl y Mark, 1999; Wahl, 2008; Bavestrello *et al.*, 2008; Fernández-Leborans *et al.*, 2009).

Investigación en México

La presencia de ciliados sésiles que viven adheridos a la superficie de otro organismo ha sido documentada desde hace poco más de 50 años. Los sustratos biológicos donde se han registrado a estos protistas incluyen a invertebrados, tales como, crustáceos y hemípteros (Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 1998; Mariño-Perez y Mayén-Estrada, 2009), vegetación sumergida, por ejemplo, pastos marinos, raíces de mangle y algas (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994 y 1996), así como otros protistas ciliados (López-Ochoterena, 1962). En su mayoría, los trabajos tienen enfoque completamente taxonómico lo que ha permitido, por un lado, registrar su distribución en el país y por el otro, describir nuevas especies

para la ciencia, por ejemplo, *Metacystis borrori* (Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 2003) y *Periacineta mexicana* (Mariño-Pérez *et al.*, 2010).

Las investigaciones donde se profundiza en aspectos ecológicos, como variaciones morfológicas, especificidad por los basibiotos, distribución espacial o factores que afectan la interacción, son muy reducidos. Alguno de estos trabajos son los de Martínez-Murillo (1997) y Mariño-Pérez *et al.*, (2011). En el primero, aunque tiene un enfoque taxonómico muy fuerte, considera aspectos sobre la ecología de la interacción, abordando factores ambientales (salinidad, temperatura, pH) y especificidad por el sustrato. En el segundo trabajo se realizó un análisis morfométrico de individuos de la especie de ciliados *Discophrya elongata*, para demostrar que sus variaciones morfológicas están relacionadas con su ubicación espacial en el basibionte.

Los trabajos realizados en México sobre ciliados epibiontes todavía son pocos; sin embargo, son la base para proponer nuevos proyectos que permitan enriquecer el conocimiento que se tiene en los campos explorados de diversidad y ecología. En la actualidad hay localidades cuyas condiciones ambientales son potencialmente favorables para la presencia de los ciliados, sin embargo, aún no se disponen de registros, entre los que destacan, las ecorregiones del Pacífico Transicional de Monterey y Sudcaliforniano, el Golfo de México Norte y el Mar Caribe (Mayén-Estrada *et al.*, 2014).

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

2. 1 Justificación

En el caso particular de los sustratos vegetales, la interacción ciliado- alga no ha sido estudiada en el litoral marino, ambiente donde los organismos se ven afectados por condiciones físicas como el oleaje. Las especies de algas que habitan la zona litoral con frecuencia se adhieren a sustratos rocosos para crecer, mostrando variaciones en su arquitectura morfológica que pueden favorecer la presencia y riqueza específica de ciliados. Por otro lado, el conocimiento de la diversidad de ciliados en el país, aún es parcial, principalmente en zonas marinas.

El presente proyecto se plantea para dar continuidad a los estudios de epibiosis en México, particularmente en el sistema ciliado-alga de ambientes litorales marinos, con el propósito de contribuir al conocimiento de la diversidad de ciliados que participan en estas interacción y los factores que pueden afectar el establecimiento de estos protistas, entre ellos el oleaje y las temporadas de lluvia, así como su presencia y distribución sobre diversos grupos de algas.

Así mismo, para contribuir al conocimiento de la diversidad de ciliados en México, los sitios que se estudian en este trabajo corresponden a dos localidades litorales marinas donde los registros de este taxón son escasos o inexistentes. En este sentido, se propuso a Tuxpan, Veracruz como una localidad del litoral norte del Golfo de México, donde hasta la fecha no hay información taxonómica del grupo, mientras que en el litoral del Pacífico, se propuso trabajar en Zihuatanejo, Guerrero, localidad que corresponde al Pacífico Transicional Mexicano y de la cual no se dispone con ningún registro de ciliados epibiontes.

2.2 Objetivos

General

Identificar la composición taxonómica del sistema epibionte ciliado-alga en el litoral marino, los factores ambientales y las características ecológicas, tales como oleaje, temperatura, salinidad, riqueza específica y ocurrencia de los epibiontes en los sustratos vivos.

Particulares

- a) Identificar, registrar y comparar los ciliados epibiontes de algas de sustratos rocosos de Zihuatanejo, Guerrero y Tuxpan, Veracruz.
- b) Identificar los taxones de algas que fungen como sustrato (basibiontes) de los protozoos ciliados.
- c) Comparar la riqueza específica y ocurrencia de los ciliados epibiontes entre las algas basibiontes en cada localidad.
- d) Identificar y comparar los factores ambientales (oleaje, temperatura y salinidad) que podrían afectar la presencia y distribución de los ciliados en los sustratos en cada localidad.

3. AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en dos localidades litorales marinas de México, una de ellas fue la playa Las Gatas, ubicada dentro de la bahía de Zihuatanejo, en José Azueta, Guerrero. El segundo sitio fue Playa Azul, localizado en Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. Las características ambientales de cada lugar se mencionan a continuación:

3.1 Las Gatas.

Es una playa arenosa de 1.5 km localizada en la región suroeste de la Bahía de Zihuatanejo entre los 17° 37' 18.4" N y 101° 33' 8.9" O (Fig. 2). Entre sus características fisiográficas destacan un conglomerado rocoso que corre paralelo a unos 60 m de la línea de costa que afecta el movimiento de las aguas produciendo un oleaje más o menos suave. La parte oeste presenta una zona limitada por remanentes de manglar situada sobre una extensa plataforma donde las aguas presentan escaso movimiento. En contraste, el extremo este presenta un acantilado de roca ígnea donde el oleaje se aprecia con mayor fuerza (García-Martínez, 2009; Vázquez-Texcotitla, 2009).

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1973), el clima es tipo Aw, es decir, cálido subhúmedo, con un periodo de lluvias en verano, que inicia en junio y concluye a mediados de septiembre, con precipitaciones entre 600-2500 mm en promedio (INEGI, 2012; Vázquez-Delfín, 2008 y Vázquez-Texcotitla, 2009).

En cuanto a las características del agua, la temperatura superficial se ha registrado con una máxima de 32° C en verano y una mínima de 20° C en primavera. La salinidad muestra valores 32⁰/₀₀ en verano e invierno hasta 36⁰/₀₀ en otoño (Salcedo-Martínez *et al.*, 1988).

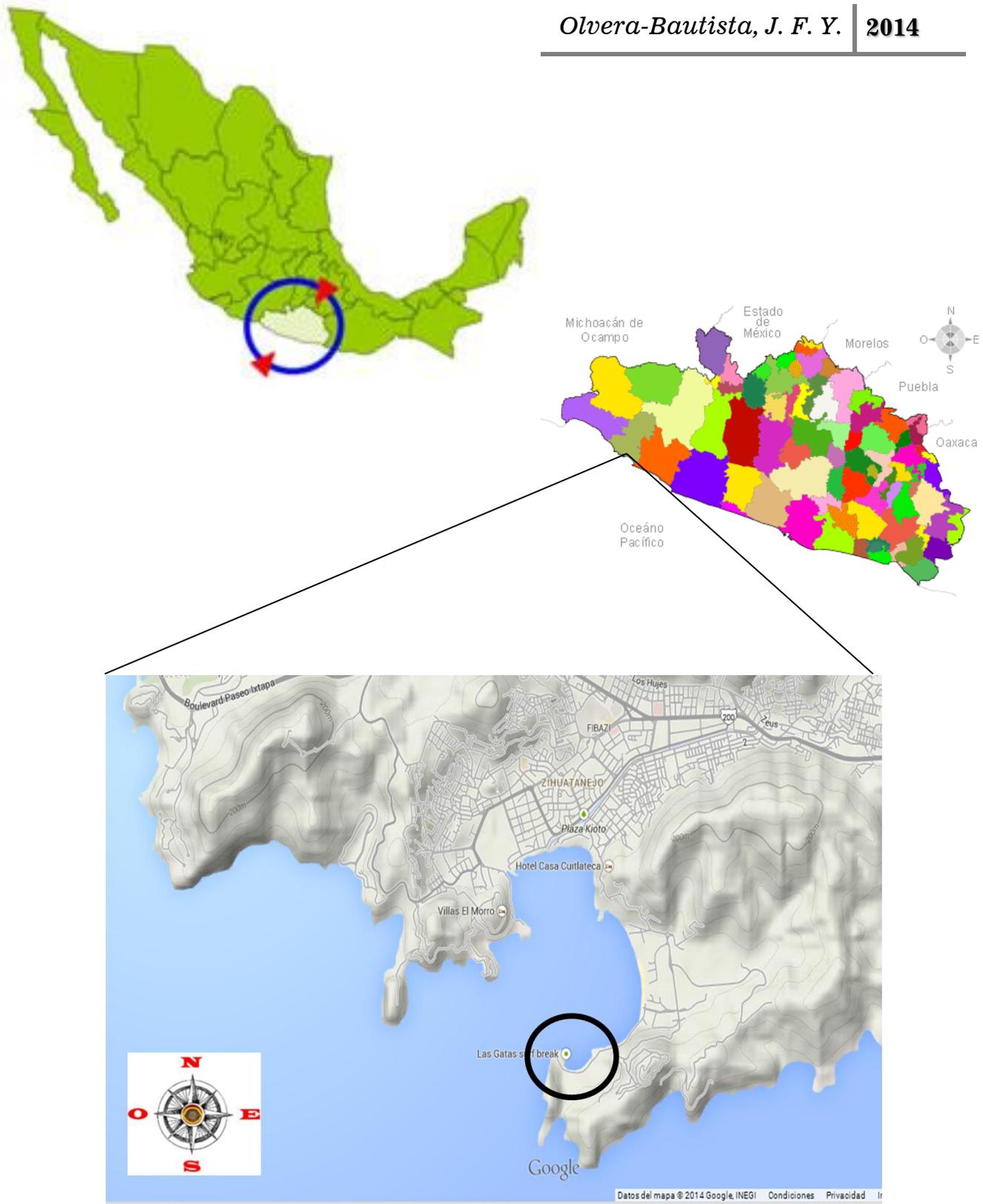


Figura 2: Localización de la playa Las Gatas en la Bahía de Zihuatanejo, Guerrero. Modificado de: <https://www.google.com.mx/maps/@17.6334493,-101.566265,14z/data=!5m1!1e4>. http://www.ciberhabitat.gob.mx/monografias/informacion/gro/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=30. Consultado el 6 de mayo de 2014.

3.2 Playa Azul

La zona de playa en Tuxpan comprende una franja arenosa con una extensión de 42 km aproximadamente. Se localiza entre los 21° 05' 45.19" N, 97° 21' 54.56" O y 20° 48' 00.48" N, 97° 13' 13.37" O. El terreno es aplanado, carente de aglomeraciones rocosas de forma natural (por ejemplo, peñascos, acantilados), solamente interrumpido por la desembocadura del río Tuxpan. A consecuencia de esto, la playa se divide en dos secciones, la barra norte, en la cual hay cinco localidades, y la barra sur, que cuenta con cuatro. En la barra norte, se encuentra Playa Azul, que se localiza entre los 20° 58' 00" N y 97° 18' 46.6" O (Fig. 3). Este sitio se caracteriza por la presencia de macizos rocosos artificiales perpendiculares a la línea de costa, los cuales se encuentran en las inmediaciones de las centrales termoeléctricas (Tuxpan I-V) de la planta Adolfo López Mateos, de la Comisión Federal de Electricidad (INFDM-VERACRUZ, 2005; Santiago-Bravo, 2010).

Las características fisiográficas de Playa Azul, al igual que el resto de las localidades de Tuxpan, corresponden a una costa acumulativa de playas bajas arenosas con exposición abierta al mar originadas a partir de islas de barreras con campos de dunas y cordones de playa antiguas separadas de la región continental por lagunas que actualmente tienen fondo arenoso. En cuanto al oleaje es moderado en las zonas aplanadas y llega a ser intenso en las escolleras, produciendo corrientes y remolinos en la periferia (Santiago-Bravo, 2010).

El clima es de tipo cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano que de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por Garcia (1973), corresponde al tipo Aw'' z (e). La temperatura promedio anual del ambiente es de 24. 2° C, con máximas de 40 °C en primavera y mínimas de 20° C en invierno. La precipitación pluvial promedio al año es de 1250 mm, con época de lluvias durante los meses de junio a diciembre, siendo septiembre el mes más lluviosos con precipitación media mensual de 349 mm. Los meses de julio, agosto, septiembre y octubre se caracterizan por presentar lluvias torrenciales, mientras que en diciembre y enero hay lloviznas ligeras (Reguero y García-Cubas, 1991).

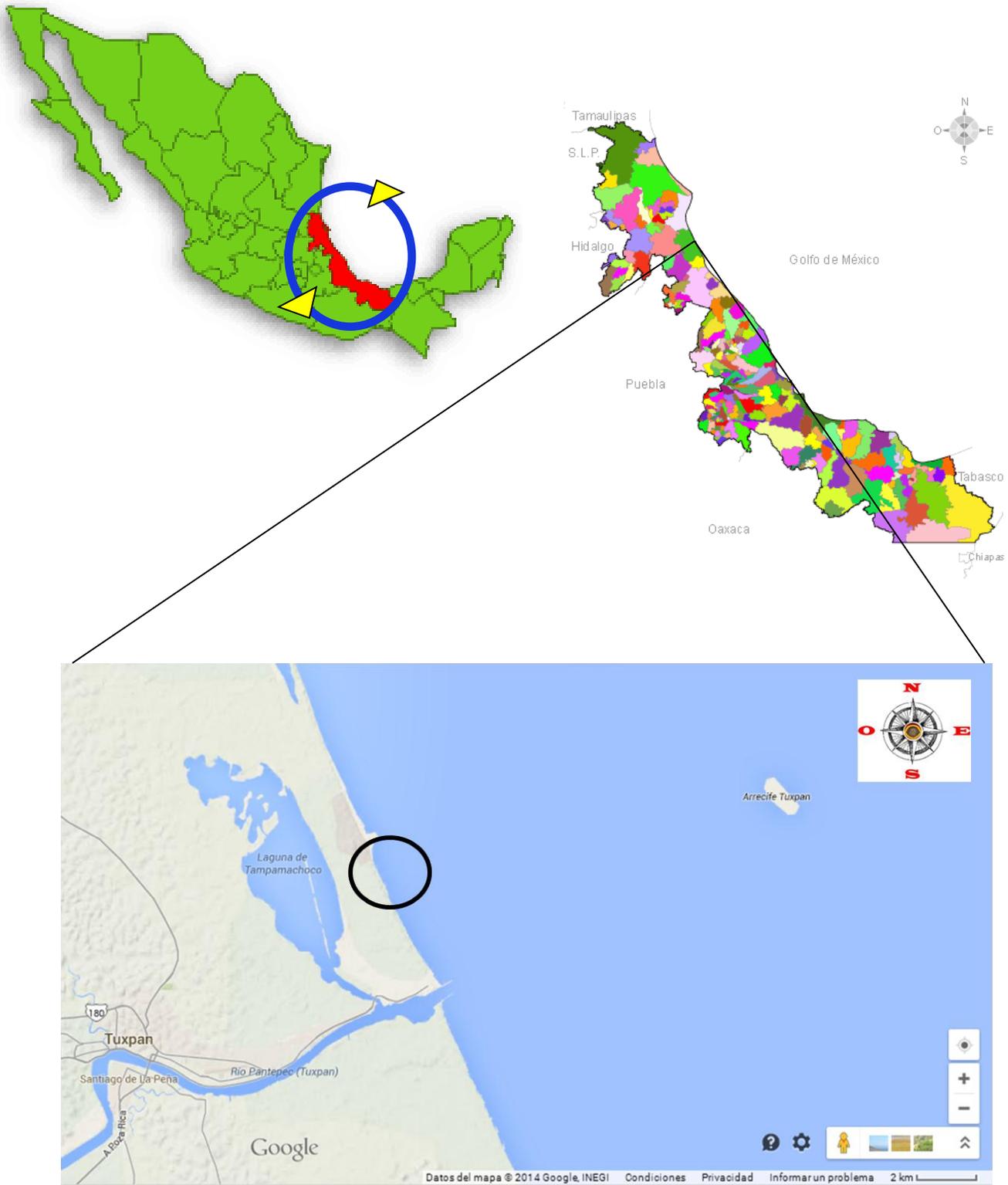


Figura 3: Localización del sitio de recolecta en Playa Azul, Tuxpan, Veracruz. Modificado de: <https://www.google.com.mx/maps/@21.0162112,-97.3197623,12z/data=!5m1!1e4> http://www.ciberhabitat.gob.mx/monografias/informacion/ver/territorio/div_municipal.aspx?tema=me&e=30 Consultado el 6 de mayo de 2014.

La zona de Tuxpan tiene una posición geográfica que se ve afectada por vientos alisios en el verano y por las masas de aire polar modificado llamados “nortes”. Hay dos temporadas climáticas definidos con base a los patrones de circulación atmosférica superficial, la invernal y la de verano. La primera ocurre durante los meses de noviembre a febrero, (“nortes”) y en el periodo de marzo y abril (secas). La segunda ocurre en el verano y corresponde a la época de lluvias (Santiago-Bravo, 2010).

En cuanto a los parámetros ambientales del agua, la temperatura promedio es de 27.9 °C con máxima de 29.5 °C en agosto y mínima de 24.8° C en diciembre. La salinidad presenta valores de 33⁰/₀₀, con valor máximo de 34⁰/₀₀ en el periodo mayo-junio y mínima de 32⁰/₀₀ durante julio y agosto (Orduña-Medrano, 2011, Vázquez-Castán *et al.*, 2007).

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Colecta de organismos

La recolección del material biológico se realizó con base en la metodología descrita por Martínez-Murillo y Aladro-Lubel (1996). Se colectaron ejemplares conspicuos de macroalgas adheridas al sustrato rocoso, de zonas expuestas y protegidas del oleaje. Los organismos fueron desprendidos manualmente desde su base, se depositaron en frascos de plástico de 1 litro con boca ancha y se les agregó agua del medio hasta rellenar $\frac{3}{4}$ partes del envase. No se consideraron las especies endolíticas, con talos costrosos o completamente calcificados (coralinas).

Las macroalgas fueron recolectadas durante un año en un periodo comprendido entre marzo de 2011 y febrero de 2012. Se realizaron un total cuatro colectas en cada sitio, dos correspondieron al periodo de lluvias y dos a secas. En Playa Azul, Tuxpan, los ejemplares correspondientes a la época de secas se obtuvieron en los meses de abril (2011) y enero (2012) mientras que el material de la temporada de lluvias se recolectó en agosto y noviembre de 2011. En la localidad Las Gatas, Zihuatanejo, las colectas del periodo de secas se realizaron en los meses de marzo (2011) y febrero (2012), entretanto las muestras de la temporada de lluvias se adquirieron en septiembre y octubre de 2011.

Con la finalidad de conservar vivos a los ciliados epibiontes de algas, todas las muestras se mantuvieron oxigenadas utilizando bombas portátiles de aireación para pecera, con mangueras conectadas a piedras difusoras de burbujas. Por otro lado, una parte del material que se recolectó en campo fue separado y se fijó. Para ello, las algas se pasaron a frascos de 500 ml con agua del medio, se les trató con 25 gotas de cloruro de magnesio al 8% durante 30 minutos y finalmente se reemplazó el agua del medio por solución marina de formol 4% glicerinado.

4.2 Parámetros ambientales

En cada colecta, se tomaron datos ambientales tales como temperatura, salinidad y oleaje. La temperatura se midió utilizando un termómetro de mercurio, con escala de -10 a 110° C ($\pm 5^\circ$ C). Se registraron la temperatura ambiental y del agua. Por otro lado, los valores de salinidad se obtuvieron con ayuda de un refractómetro. La concentración salina se midió en partes por mil ($^0/_{00}$). El oleaje se registró mediante un sistema cuantitativo-cualitativo propuesto por Candelaria-Silva (1996). Este sistema se utilizó para determinar la forma en que inciden las olas sobre los sustratos rocosos donde se recolectaron las algas, considerando en este caso, la exposición de cada sitio y la forma en que las olas lo afectaban.

4.3 Observación de ciliados epibiontes

Para la revisión de todas las muestras se utilizaron microscopio ópticos de campo claro (CC), contraste fases (CF) y contraste diferencia por interferencia (CDI). Se elaboraron preparaciones frescas con porciones correspondientes a distintas secciones del talo con agua del medio y se inspeccionó la presencia de ciliados adheridos a su superficie. La obtención de los fragmentos de cada talo requirió desarrollar un procedimiento particular basado en la identificación de las categorías forma-función de Littler y Littler (1980). En el cuadro 1 se describen las características atribuibles a cada categoría y el procedimiento seguido para obtener fragmentos donde se buscaron los ciliados epibiontes.

Cuadro 1: Categorías forma-función de las macroalgas (Littler y Littler, 1980) y procedimientos seguidos para obtener porciones de talo para la observación de ciliados epibiontes.

CATEGORIA FORMA-FUNCIÓN	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EXTERNAS DEL TALO	PROCEDIMIENTO
Láminas	Talos delgados de textura suave, tubulares o aplanados.	La parte seleccionada del talo se cortó en porciones de 5 cm de longitud y 0.5 cm de ancho.
Filamentosas	Delicadamente ramificadas, con textura suave, uniseriadas, multiseriadas o ligeramente corticadas.	No requirió un procedimiento. Se seleccionó una porción del talo y se elaboró la preparación
Ramificadas	Toscamente ramificadas y erectas, con textura carnosa. Talo corticado y grueso	No se requirió un procedimiento. Las preparaciones se elaboraron utilizando portaobjetos excavados.
Gruesas y carnosas	Hojas gruesas y ramificadas, diferenciadas y densamente corticadas, con textura carnosa y elastica.	Se realizaron cortes longitudinales para obtener rebanadas de 2 cm de largo de la parte superficial del talo.

4.4 Determinaciones taxonómicas

Algas

Las especies donde se registraron ciliados epibiontes fueron examinadas para su identificación taxonómica. En este caso, los ejemplares macroscópicos se examinaron en el microscopio estereoscópico y en caso de ser necesario para reconocer la identidad taxonómica del organismo se realizaron cortes longitudinales y transversales para su observación en microscopio óptico. Para la diagnosis del taxón, los caracteres observados se compararon con los datos de la literatura especializada. Las claves taxonómicas utilizadas fueron las de Abbott (1999), Candelaria-Silva (1996), León-Álvarez *et al.* (2007), León-Álvarez y Núñez-Reséndiz (2011), Komárek y Agnostidis (2005), Martínez-Lozano (1999) y Taylor (1985).

Protistas ciliados

La determinación de las especies se realizó mediante la observación de las características citológicas del organismo empleando microscopios ópticos para diferente técnica: campo claro (NIKON LABOPHOT-2), contraste de fases (ZEISS Jr.) y contraste diferencial de interferencia (NIKON OPTIPHOT), este último adaptado a una cámara fotográfica digital (NIKON DIGITAL SIGHT DS-2MV) utilizada para el registro microfotográfico de los ciliados. Se tomaron datos morfométricos de los organismos y sus estructuras (p. e. zooides, lórigas, pedúnculos) y se midieron ayuda de un ocular con reglilla (ZEISS) previamente calibrado para el microscopio de campo claro y contraste de fases. Se registró la longitud, el ancho, grosor y número de elementos (p. e. células, anillos). Se calcularon el promedio y los valores máximos y mínimos de cada uno. Cuando el número de individuos o colonias observadas fue igual o mayor a 10 también se calculó la desviación estándar.

Las características observadas para la determinación de los ciliados se cotejaron con la información de las obras de Bock (1952), Curds (1985, 1987), Fraumé-Fremiet (1936 a, b), Foissner *et al.* (1992), Hadži (1951), Ji *et al.* (2005), Jones (1979), Kahl (1935), Matthes *et al.* (1988), Silen (1947), Stiller (1971), Trueba (1980), Wailes (1993) y Warren y Paynter (1991).

Para confirmar el nivel taxonómico de especie, se utilizaron diferentes técnicas micrográficas para contrastar las estructuras celulares diagnósticas, tales como, macronúcleo, ciliatura oral (haplocinetia y policinetias), cinetosomas, cinetias, mionemas, etc. Se emplearon técnicas como argéntica de Chatton-Lwof (Aladro-Lubel *et al.*, 1990), carbonato de plata piridinado (modificaciones de Ma *et al.*, 2003; Fernández-Galiano, 1976), hematoxilina de Harris, nigrosina-formol-mercurio de Borrór (Borrór, 1968; Aladro-Lubel *et al.*, 1990), nitrato de plata “húmedo” o de Klein-Foissner y nitrato de plata en “seco” ó de Klein (Foissner 1992a, b; Aladro-Lubel, 2009) y tricrómica de Masson (Aladro-Lubel, 2009). Los caracteres contrastados con cada una de estas técnicas se describen en el cuadro 2.

Cuadro 2: Características de las técnicas micrográficas utilizadas para contrastar estructuras de importancia taxonómica en ciliados

TÉCNICA	TIPO DE TÉCNICA	ESTRUCTURAS CONTRASTADAS	OBSERVACIONES
MICROGRAFICA			
Argéntica de Chatton-Lwoff (Ch-Lw)	Impregnación	Elementos nucleares (macronúcleo y micronúcleo) y la haplocinetia.	Se recomienda para organismos de aguas salobres y marinas porque disminuye la precipitación de la plata.
Carbonato de plata piridinado (CPP)	Impregnación	Cinetosomas, ciliatura y extrusomas. De manera alternativa también es posible contrastar macronúcleos y micronúcleos.	Para organismos marinos se recomienda emplear las modificaciones de Ma <i>et al.</i> , 2003
Hematoxilina de Harris (H-H)	Tinción	Citoplasma y núcleos (macronúcleo y micronúcleo).	Recomendada para la identificación de ciliados suctores.
Nigrosina-Formol-Mercurio de Borrer (NMF)	Tinción	Cirros, zona adoral de membranelas, ciliatura peristomal y de forma alternativa contrasta también elementos nucleares.	Ninguna
Nitrato de plata "seco" de Klein (K) y "húmedo" de Klein-Foissner (K-F)	Impregnación	Destaca el argiroma principalmente. También se pueden observar la ciliatura peristomal, cinetosomas, macronúcleo y micronúcleo.	Para la técnica en seco se recomienda lavar muy bien los organismos debido a que el agua marina promueve la precipitación de la plata.
Tricrómica de Masson (TM)	Tinción	Núcleos (macronúcleo y micronúcleo), citoplasma y lórigas.	Se recomienda para ciliados lorigados.

4.5 Características ecológicas

En los casos donde se observaron ciliados epibiontes de algas, se tomaron datos de su presencia, densidad y riqueza específica. La presencia y riqueza específica se registró por colecta y localidad mientras que los datos obtenidos de densidad

consideraron el tipo de oleaje y la temporada (lluvias y secas). A continuación se delimitan los conceptos que hacen referencia a cada uno de estos parámetros y los procedimientos seguidos para su determinación.

Presencia: Se refiere a las especies de ciliados epibiontes observados en las algas colectadas en este trabajo. Fueron registrados por hospedero y por colecta.

Densidad: Se refiere al número de individuos o colonias de ciliados presentes en un área determinada del basibionte, en este caso, en 1 cm². Para obtener este parámetro ecológico se siguió el siguiente procedimiento:

- 1) Se contaron todos los individuos y colonias de ciliados presentes en el basibionte hasta completar un área igual a 1 cm². En talos clasificados bajo las categorías de formas ramificadas y gruesas/carnosas (Littler y Littler, 1980) se seleccionaron porciones de talo al azar de zonas apicales, medias o ejes centrales y zonas basales del alga.
- 2) Los conteos no discriminaron entre especies de ciliados, algas ni porciones del talo seleccionadas para los conteos.
- 3) Se registraron las densidades en basibiontes obtenidos en zonas expuestas y protegidas del oleaje durante cada colecta en cada localidad.
- 4) Todos los conteos se realizaron por triplicado en cada especie de basibionte presente en los puntos de recolecta de cada localidad. Se registró el tamaño de muestra, el área total revisada, el promedio de la densidad de ciliados epibiontes y su rango correspondiente.

Riqueza específica: Se definió como el número de especies de ciliados observados por especie de alga en cada localidad. Sólo se consideraron los taxones epibiontes determinados a nivel de especie.

5. RESULTADOS

5.1 Protistas ciliados

En el presente trabajo se identificaron un total de 17 especies de las cuales dos fueron suctores, 14 peritricos y un foliculínido. Las especies de los suctores corresponden a dos órdenes, dos familias y dos géneros. En el caso de los peritricos, hay cuatro géneros, que pertenecen a dos familias, todos dentro de un mismo orden. Tanto suctores como peritricos, pertenecen al subphylum Intramacroncleata. Por su parte, el foliculínido que se identificó en este trabajo es un representante del subphylum Postciliodesmatophora. De los siete géneros de ciliados, el más diverso fue *Cothurnia* (Peritrichia: Vaginicolida) con un total de ocho especies. De las 17 especies de ciliados, cinco son nuevos registros para México (Cuadro 3).

En Tuxpan se registró la mayor riqueza de ciliados asociados a algas con un total de 13 especies, entre ellas un foliculinido, un suctor, y 11 peritricos. Cuatro especies fueron reportadas por primera vez para México (Cuadro 3). Los ciliados se encontraron principalmente asociados a los géneros *Laurencia* y *Centroceras*, ambos rodofitas. La mayor riqueza específica se observó durante el mes de agosto (temporada de lluvias).

En Zihuatanejo, se identificaron 11 especies, de las cuales dos fueron suctores y nueve peritricos. En esta localidad se encontró un nuevo registro para México (Cuadro 3). Las especies epibiontes fueron registradas principalmente en tres géneros de algas la clorofita *Caulerpa* y las rodofitas *Centroceras* e *Hypnea*. La mayor riqueza específica se observó durante los meses de febrero (secas) y septiembre (lluvias)

Cuadro 3: Lista de protistas ciliados registrados en el presente estudio y su distribución en cada una de las localidades. Las especies en negritas se registran por primera vez para México.

PROTISTAS CILIADOS	LAS GATAS, ZIHUATANEJO	PLAYA AZUL, TUXPAN
SUCTORES		
<i>Acineta tuberosa</i>	✓	✓
<i>Paracineta dadayi</i>	✓	
PERITRICOS		
<i>Cothurnia aplatita</i>	✓	
<i>Cothurnia ceramicola</i>	✓	✓
<i>Cothurnia inflecta</i>		✓
<i>Cothurnia innata</i>		✓
<i>Cothurnia maritima</i>	✓	✓
<i>Cothurnia parvula</i>	✓	✓
<i>Cothurnia trophoniae</i>		✓
<i>Cothurnia trophonicola</i>		✓
<i>Thuricola valvata</i>		✓
<i>Vaginicola tinctoria</i>	✓	✓
<i>Zoothamnium alternans</i>	✓	✓
<i>Zoothamnium commune</i>	✓	✓
<i>Zoothamnium kentii</i>	✓	
<i>Zoothamnium procerius</i>	✓	
FOLICULÍNIDOS		
<i>Lagotia aculeata</i>		✓
TOTAL	17	13

Taxonomía de los protistas ciliados

A continuación se muestra la composición taxonómica de los ciliados con base en el esquema de clasificación de Lynn (2008)

REINO: Protozoa (Goldfuss, 1818) Owen, 1858

PHYLUM: Ciliophora Doflein, 1901

SUBPHYLUM: Intramacronucleata Lynn, 1996

CLASE: Phyllopharyngea de Puytorac *et al.*, 1974

SUBCLASE: Suctoria Claparède & Lachmann, 1858

ORDEN: Exogenida Collin, 1912

FAMILIA: Paracinetidae Jankowski, 1978

GENERO: *Paracineta* Collin, 1912

ESPECIE: *Paracineta dadayi* Kahl, 1934

ORDEN: Endogenida Collin, 1912

FAMILIA: Acinetidae Stein, 1859

GÉNERO: *Acineta* Ehrenberg, 1853

ESPECIE: *Acineta tuberosa* Ehrenberg, 1834

CLASE: Oligohymenophorea de Puytorac *et al.*, 1974

SUBCLASE: Peritrichia Stein, 1859

ORDEN: Sessilida Kahl, 1933

FAMILIA: Vaginicolidae de Fromentel, 1874

GÉNERO: *Cothurnia* Ehrenberg, 1853

ESPECIE: *Cothurnia aplatita* Stiller, 1939

ESPECIE: *Cothurnia ceramicola* Kahl, 1933

ESPECIE: *Cothurnia inflecta* Stiller, 1939

ESPECIE: *Cothurnia innata* O. F. Müller, 1786

ESPECIE: *Cothurnia maritima* Ehrenberg, 1834

ESPECIE: *Cothurnia parvula* Felinska, 1965

ESPECIE: *Cothurnia trophoniae* Dons, 1946

ESPECIE: *Cothurnia trophonicola* Dons, 1946

GÉNERO: *Vaginicola* Lamarck, 1816

ESPECIE: *Vaginicola tineta* Ehrenberg, 1830

GÉNERO: *Thuricola* Kent, 1881

ESPECIE: *Thuricola valvata* (Wright, 1958) Kahl, 1933

FAMILIA: Zoothamniidae Sommer, 1951

GENERO: *Zoothamnium* Bory de St. Vicent, 1826

ESPECIE: *Zoothamnium alternans* Claparède & Lachmann, 1858

ESPECIE: *Zoothamnium commune* Kahl, 1933

ESPECIE: *Zoothamnium kentii* Grenfell, 1884

ESPECIE: *Zoothamnium procerius* Kahl, 1935

SUBPHYLUM: Postciliodesmatophora Gerassimova & Seravin, 1976

CLASE: Heterotrichea Stein, 1859

ORDEN: Heterotrichida Stein, 1859

FAMILIA: Follicullinidae Dons, 1914

GÉNERO: *Lagotia* Wright, 1857

ESPECIE: *Lagotia aculeata* (Claparède & Lachmann, 1858) Hadži, 1951

Características citológicas de las especies de ciliados

Paracineta dadayi Kahl, 1934.

El trofante es esférico o en forma de pera, con tentáculos capitados, originados de un fascículo en la parte apical. Presenta lóriga hialina y lisa, en forma de copa, más o menos ensanchada en la parte media. Cerca de la abertura, hay un doblez hacia el interior que forma una pequeña división. Este carácter diferencia a esta especie de *P. livadiana*, que es muy similar. El trofante se ancla en la abertura por la parte anterior, ocupa entre un tercio y la mitad de la lóriga, rara vez la rellena toda. En la región antapical, la lóriga se une a un pedúnculo largo con el que se ancla al sustrato (Figs. 4, 7e-f).

Datos de colecta

PARACINETA DADAYI	
Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo
Mes (temporada)	Febrero y Marzo (secas), septiembre y octubre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> , <i>Chaetomorpha antennina</i> y <i>Ulva flexuosa</i> Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i> .

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie se reportó por primera vez en el país por Martínez-Murillo (1997) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz como epibionte de las rodofitas *Bostrychia radicans* y *Polysiphonia binneyi*, así como en raíces del mangle *Rhizophora mangle*. Reyes-Santos (2001) registró a esta especie en pastos marinos del género *Phyllospadix*, en Bahía Mesquitito, Baja California. Aladro-Lubel *et al.* (2006) mencionaron que esta especie también ha sido registrada como epibionte en el pasto marino *Thalassia testudinum*, en Isla Verde, Veracruz. En estos registros la especie fue identificada con el nombre de *Flectacineta dadayi* que de acuerdo con Dovgal (2002) se considera un sinónimo.

Nuevos registros

Los resultados de este trabajo amplían la distribución geográfica de esta especie en México. Se reporta por primera vez en el Pacífico Tropical Mexicano y para el estado de Guerrero. Se aportan nuevas especies de rodofitas y clorofitas que funcionan como basibiontes. Se actualiza la nomenclatura taxonómica de los trabajos previos.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *PARACINETA DADAYI*

	TROFONTE		LÓRIGA		PEDÚNCULO
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)
PROM	26.40	22.24	44.75	31.48	36.79
MÁX	52.5	42	52.5	42	80.5
MÍN	14.4	10.8	25.2	14.4	14
DE (\pm)	11.24	9.5	8.14	7.49	18.82
N	20	20	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

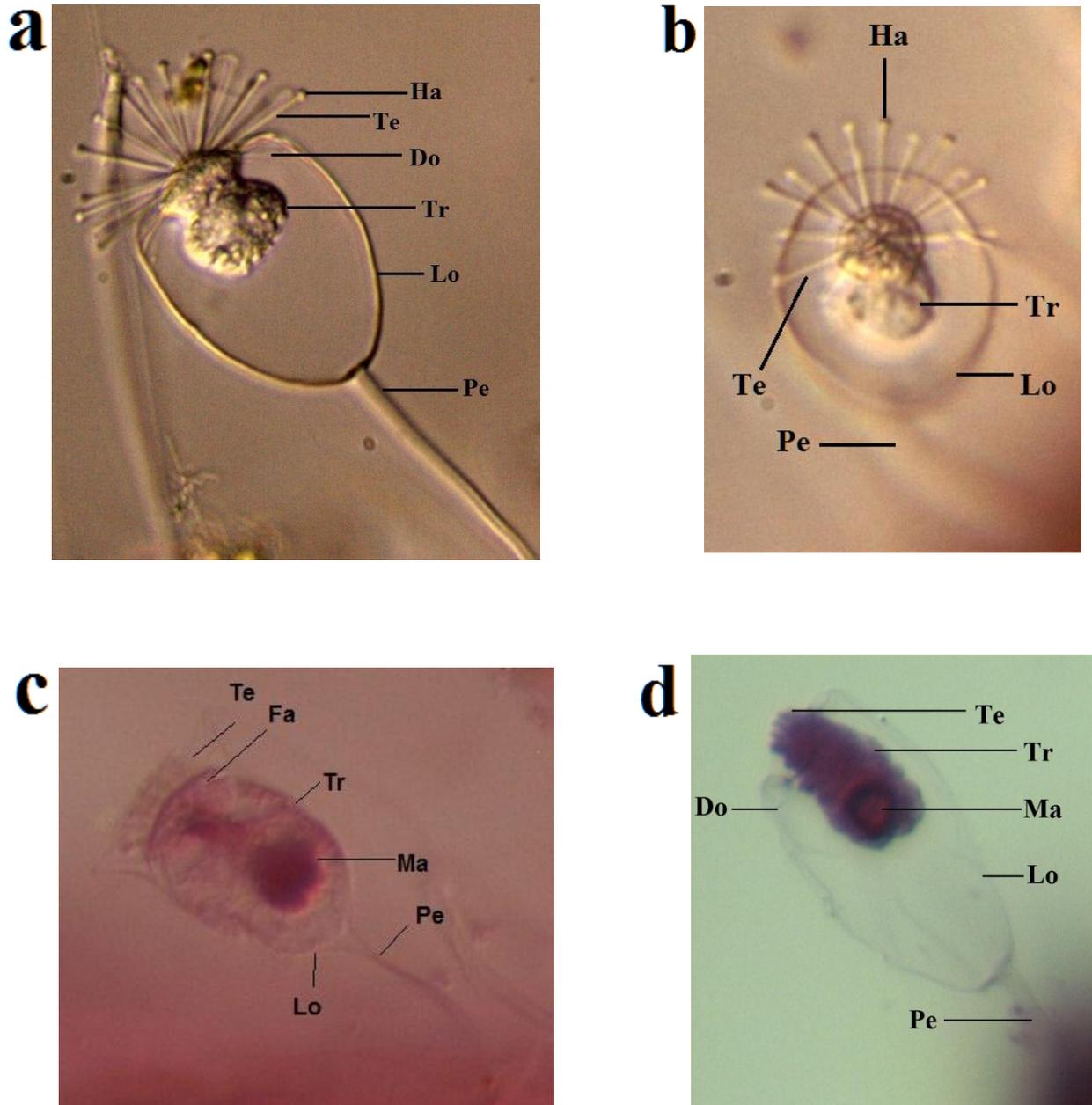


Fig. 4: *Paracineteta dadayi*. En vivo, a) trofante y estiloteca que muestran los caracteres diagn3sticos de la especie; b) vista apical de un individuo que muestra el fasc3culo y tent3culos extendidos. En t3cnica microgr3fica H-H, se aprecian el macron3cleo esf3rico y central, los tent3culos emergiendo de un fasc3culo apical, la l3riga y la estiloteca ocupada completamente por el trofante (c) y en la forma t3pica (d). 400X. Microscop3a de contraste diferencial de interferencia (CDI). Abreviaturas: Do, doblez; Ha, haptocisto; Fa, fasc3culo, Ma, macron3cleo, Lo, l3riga; Pe, ped3nculo; Te, tent3culo; Tr, trofante.

Acineta tuberosa Ehrenberg, 1833

La célula (trofote) tiene forma de pirámide invertida y está comprimida lateralmente; de 28 – 72 μm de largo por 28 – 50 μm de ancho. En la región apical se proyectan dos actinóforos, uno a cada lado, de los cuales emergen varios tentáculos capitados. La célula posee una lóriga que la cubre casi por completo, aunque en algunos individuos el trofote se observó más pequeño que la lóriga. La lóriga en ocasiones mostró estriaciones transversales muy evidentes. Posee un pedúnculo que adhiere al espécimen a su basibionte o algún sustrato. El macronúcleo es esférico y central, con el micronúcleo adyacente (Figs. 5, 6 y 7a-d).

Datos de colecta

ACINETA TUBEROSA

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Febrero y marzo (secas) Septiembre y Octubre (lluvias)	Enero y abril (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	<p>Ci: <i>Oscillatoria</i> sp.</p> <p>Cl: <i>Bryopsis</i> cf. <i>pennata</i>, <i>Caulerpa sertularioides</i>, <i>Ulva californica</i>, <i>U. flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i>.</p> <p>Fe: <i>Padina</i> cf. <i>mexicana</i></p> <p>Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i>.</p>	<p>Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i>, <i>Chaetomorpha antennina</i>, <i>Ulva flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i></p> <p>Fe: <i>Sargassum</i> sp.</p> <p>Ro: <i>Acanthophora spicifera</i>, <i>Centroceras clavulatum</i>, <i>Ceramium</i> sp., <i>Gayliella taylorii</i>, <i>Gracilariopsis longissima</i>, <i>Hypnea pannosa</i> y <i>H. musciformis</i>.</p>

Abreviaturas: cianofita (Ci), clorofitas (Cl), feófitas (Fe), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Acineta tuberosa ha sido reportada en ambiente dulceacuícolas, salobres y marinos. Los basibiontes en que se ha registrado son los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Thalassia testudinum* y *Phyllospadix* spp.; en las algas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Ectocarpus* sp., *Gracilariopsis longissima* (citada como *Gracilaria verrucosa*), *Polysiphonia binneyi*, *Rhizoclonium kernerii*, *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*) y otras especies de algas dulceacuícolas; en el mangle rojo *Rhizophora mangle* y en la angiosperma dulceacuícola *Potamogeton filiformis*. Se ha reportado también en los invertebrados acuáticos *Cambarellus patzcuarensis*, *Cordylophora caspia*, *Corisella edulis*, *Farfantepenaeus aztecus* y *F. duorarum*. Los estados en que se ha registrado esta especie son Baja California (Bahía Mesquitito), Hidalgo (Lagos de Tecocomulco y Tecamatlán), Veracruz, (Laguna de Tamiahua, Laguna de Mandinga e Isla Verde) y Yucatán (Chuburna) [López-Ochoterena y Madrazo-Garibay, 1989; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996; Martínez-Murillo, 1997; Mayén-Estrada, 1997; Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 1998; Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 1999a; Reyes-Santos 2001; Vidal-Martínez *et al.*, 2002; Aladro-Lubel y Sánchez-Calderón, 2005; Mariño-Pérez y Mayén-Estrada, 2009].

Nuevos registros

Se incluyó a Tuxpan como otra localidad más donde se encuentra presente este suctor en el estado de Veracruz. Se registra por primera vez para el estado de Guerrero y para el Pacífico Tropical Mexicano. Se registraron nuevas especies de basibiontes dentro de las divisiones Rhodophyta y Chlorophyta y por primera vez en las divisiones Cyanobacteria y Ochrophyta.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *ACINETA TUBEROSA*

	TROFONTE		PEDÚNCULO
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)
PROM	50.68	39.95	25.8
MÁX	77	54	36
MÍN	28.8	28.8	10.5
DE (\pm)	14.26	8.94	7.46
N	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

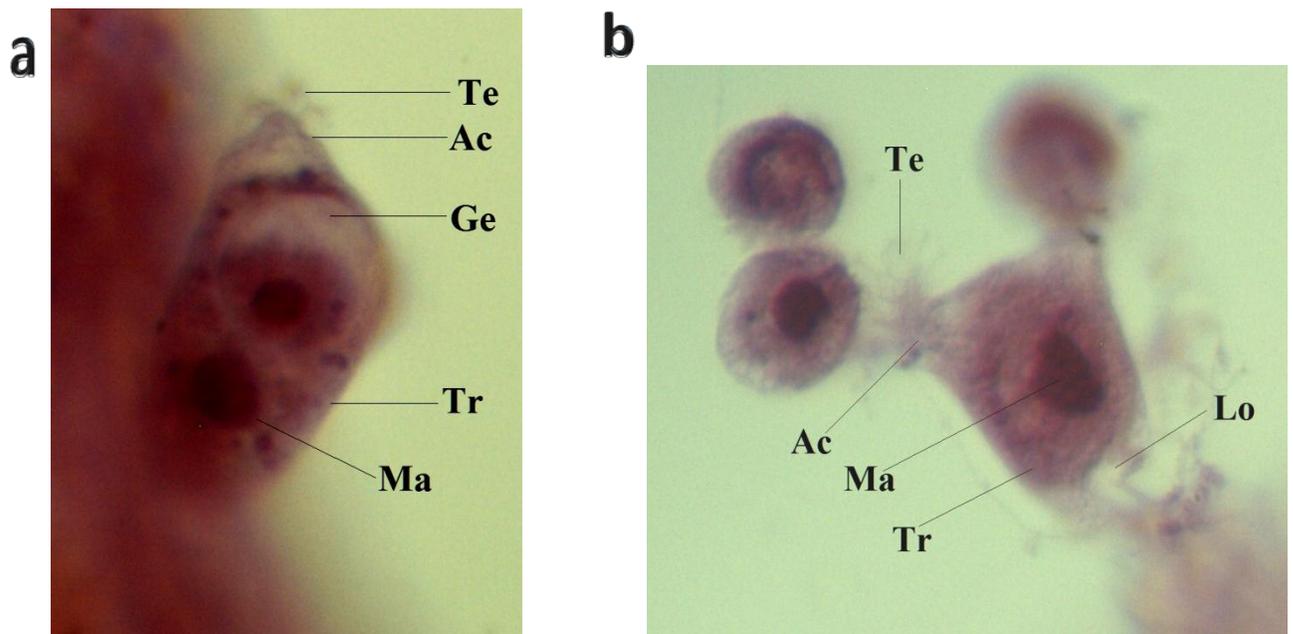


Fig. 5: Trofontes de *A. tuberosa* en técnica micrográfica H-H. En a, un individuo donde se aprecia la gemación de tipo endógena, característica del orden; b, organismo con presas capturadas. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ac, actinóforo; Ge, yema; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Te, tentáculo; Tr, trofonte.

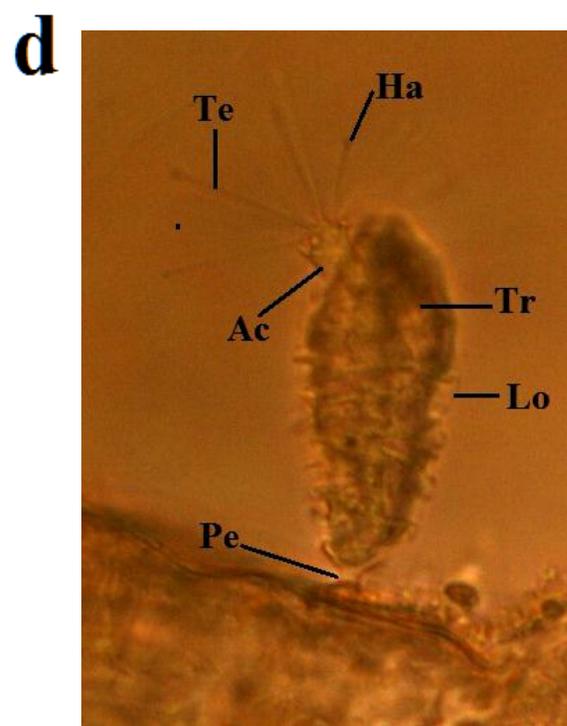
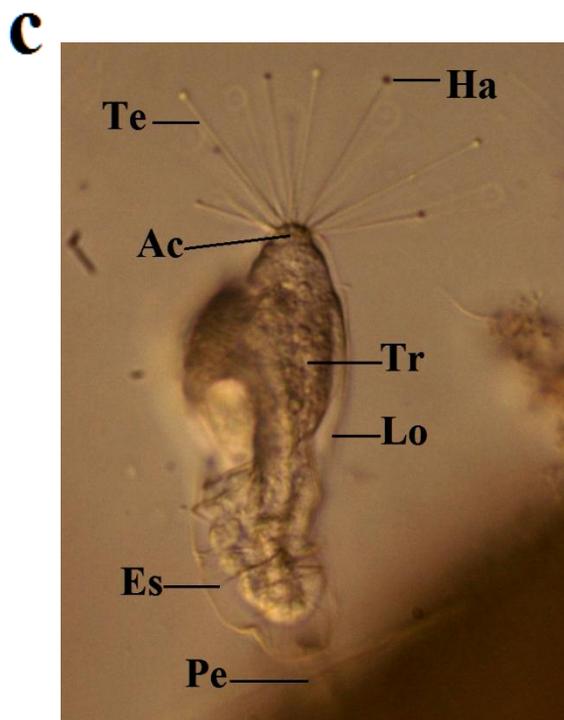
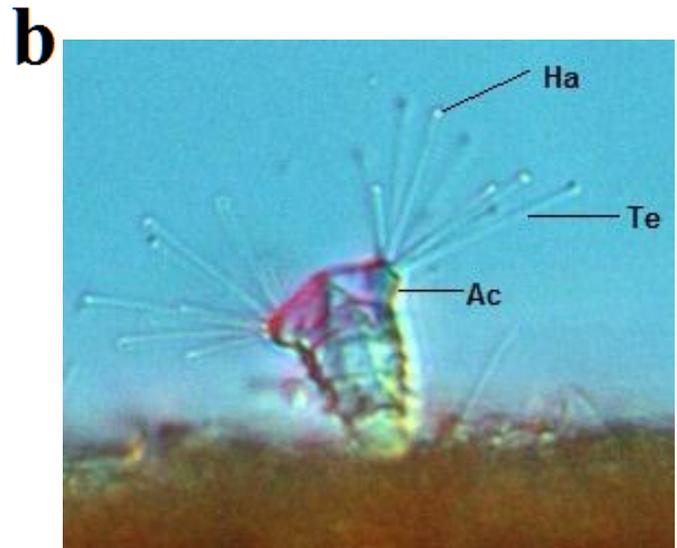
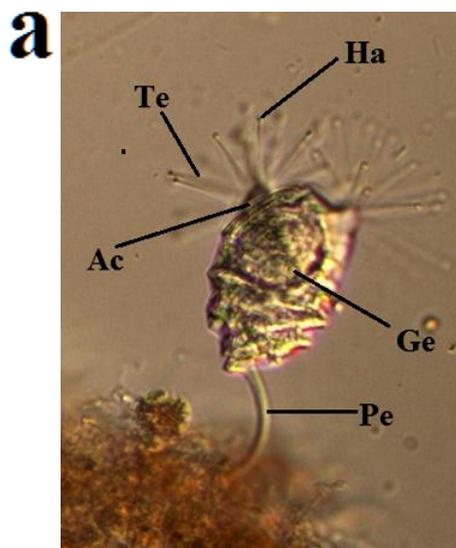


Fig. 6: Trofontes en vivo de *A. tuberosa*. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ac, actinóforo; Es, estría; Ge, yema; Ha, haptocisto; Lo, lóriga; Pe, pedúnculo; Te, tentáculo; Tr, trofante.

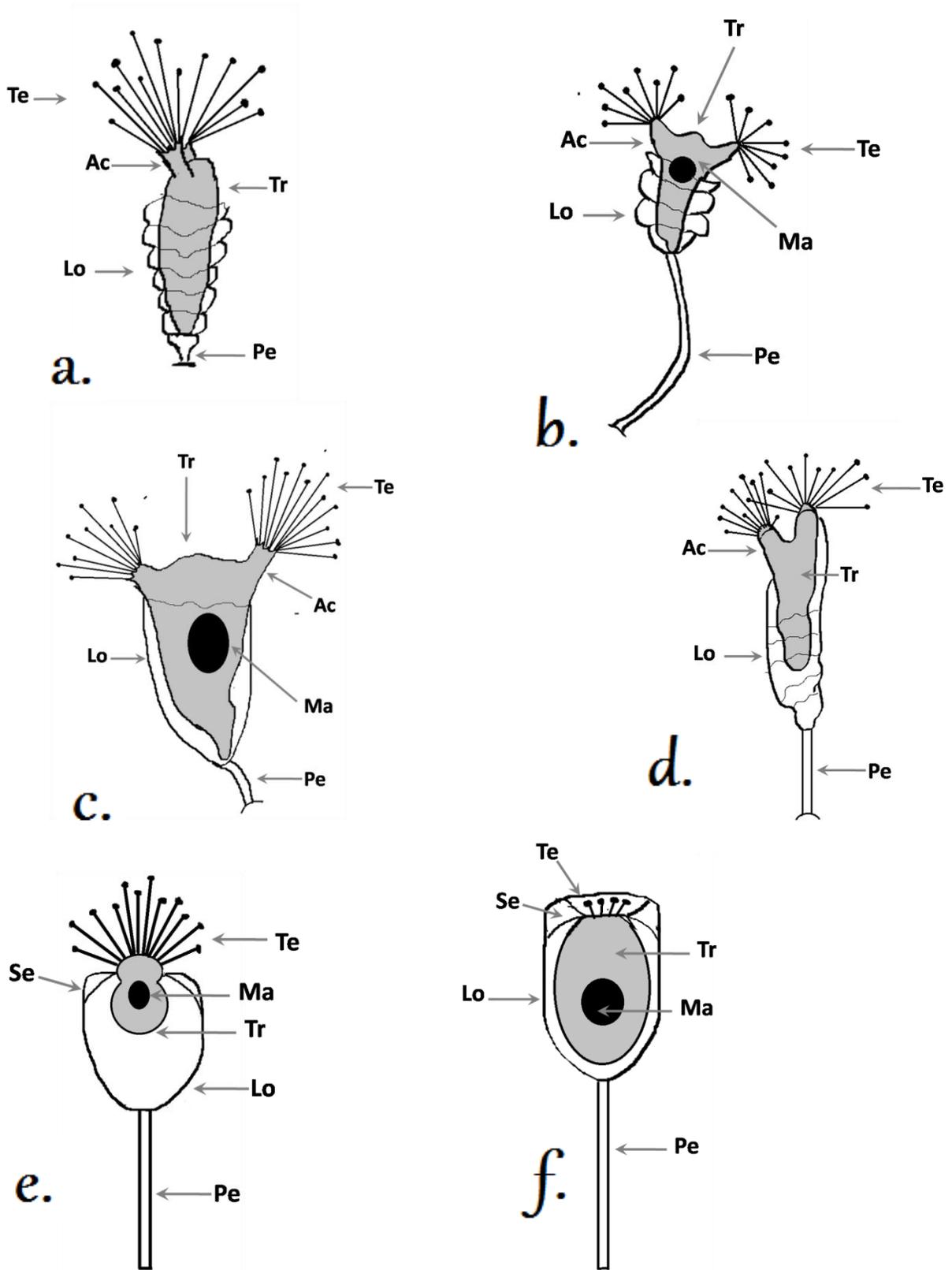


Figura 7. Esquemas de los suctores *Acineta tuberosa* (a-d) y *Paracineta dadayi* (e, f). Abreviaturas: Ac, actinóforo; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Te, tentáculo; Tr, trofante.

Cothurnia aplatita Stiller, 1939

La lóriga tiene forma de copa, que se adelgaza hacia la región antapical. La abertura es ancha, con una muesca en “V” (Fig. 8a). Presenta endostilo corto y poco visible, un mesostilo, más o menos ancho y con estriaciones longitudinales; el pedúnculo es corto y liso. Hay un zooide que es robusto, con la película estriada transversalmente. Los zooides se extienden hasta $\frac{1}{4}$ de su longitud por encima de la abertura. El labio peristomal es un poco grueso, el disco epistomal es cóncavo o aplanado. El infundíbulo se internaliza hasta $\frac{1}{3}$ del zooide, vacuola contráctil por debajo del labio peristomal. El macronúcleo es alargado y ancho en posición recta (Fig. 8 y 17a).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA APLATITA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	50.8	31.2	28.8	3.5	67.7	22.7	21
MÁX	63.5	35	35	3.5	70	24.5	21
MÍN	42.5	28	24.5	3.5	63.5	21	21
N	8	8	8	8	8	8	8

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **n**, número de individuos

Datos de colecta

COTURNIA APLATITA

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo
Mes (temporada)	Marzo (secas)
Basibionte	CI: <i>Caulerpa sertularioides</i>

Abreviaturas: clorofitas (CI)

Registros previos en México

Aladro-Lubel y Martínez-Murillo (1999a) reportaron por primera vez a esta especie como epibionte del pasto marino *Thalassia testudinum* en Isla Verde, Veracruz.

Registros nuevos

Se reporta por primera vez para el estado de Guerrero y para el Pacífico Tropical Mexicano. La especie es registrada por primera vez sobre algas en México.

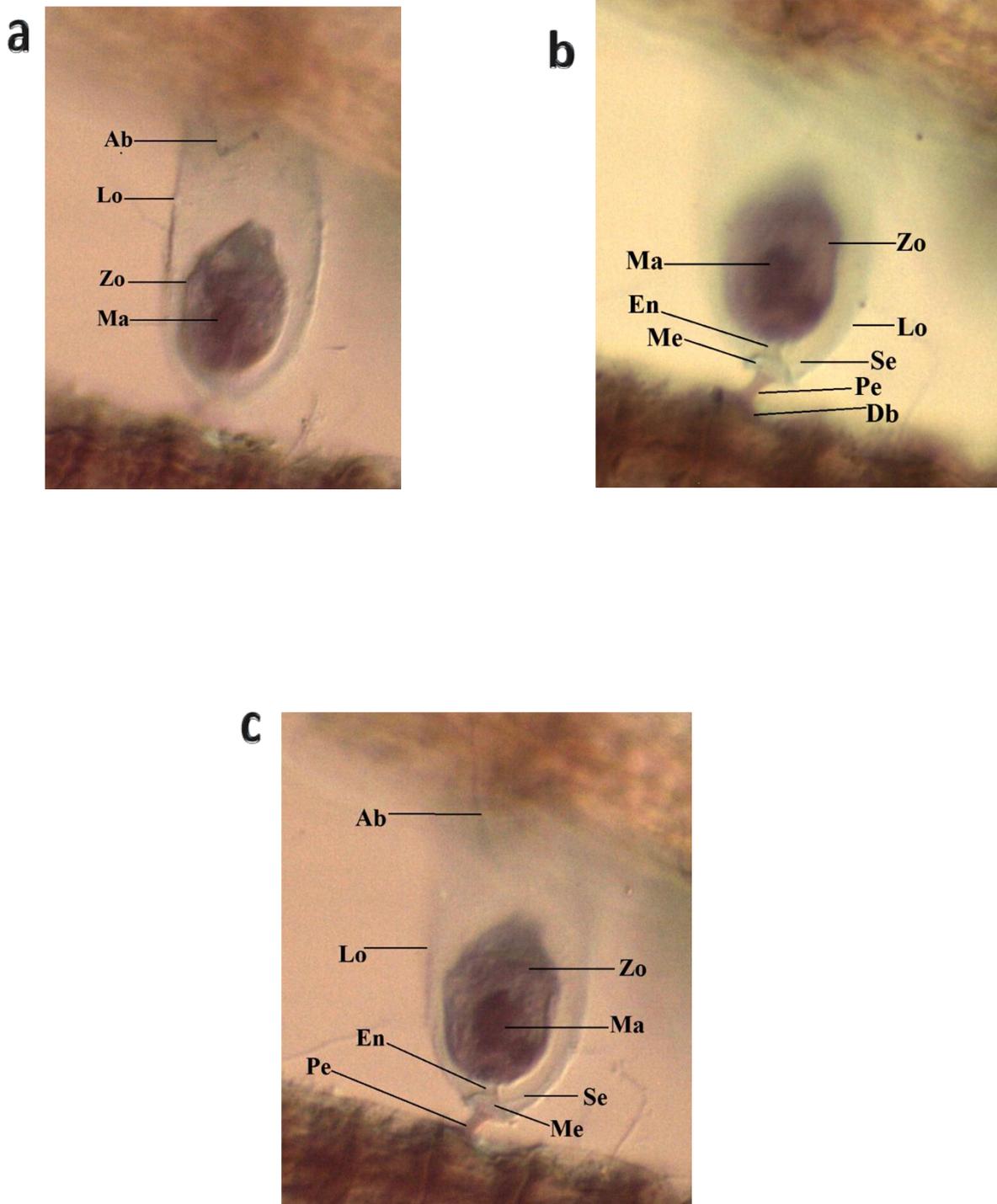


Fig. 8: Tres individuos de *C. aplatita* en técnica micrográfica (TM) donde se aprecian los diferentes caracteres de la lóriga de la apertura (a y c) y la región antapical (b y c). 400X. Microscopía CDI. Abreviaturas: Ab, apertura; Db, disco basal; En, endostilo; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Zo, zooide.

Cothurnia ceramicola Kahl, 1933

La lóriga es recta y lisa, en ocasiones un poco comprimida en la región apical. La abertura es circular, sin bordes o muescas. La región antapical es redondeada con un endostilo corto y liso, a veces poco evidente, un mesostilo ancho y conspicuo, con estriaciones longitudinales evidentes. El pedúnculo con estrías longitudinales, es corto y se une a un disco basal ancho, también con estrías. El zooide es esbelto, con estrías peliculares finas, de 60 a 90 μm de longitud, extendiéndose hasta 1/3 por encima de la lóriga. El disco epistomal es convexo y oblicuo. El labio peristomal es delgado, de 20.4 μm . La vacuola contráctil se ubica por debajo del labio. El macronúcleo es acintando localizado en la región central de la célula (Fig. 9 y 17b-d).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA CERAMICOLA*

	LÓRIGA			ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	68.3	26.4	24.4	83	15.9	20.4
MÁX	92.8	34.8	34.8	121.8	23.2	29
MÍN	42	17.4	14	58	10.5	14
DE +/-	13.5	4.3	4.7	13.6	4.06	4.3
n	20	20	20	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

*Datos de colecta***COTHURNIA CERAMICOLA**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Febrero y marzo (secas) Septiembre y Octubre (lluvias)	Enero y abril (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Bryopsis cf. pennata</i> , <i>Caulerpa sertularioides</i> y <i>Ulva flexuosa</i> Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i> .	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> , Ro: <i>Acanthophora spicifera</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Ceramium sp.</i> , <i>Gayliella taylorii</i> , <i>Gracilariopsis longissima</i> , <i>Hypnea pannosa</i> , <i>H. musciformis</i> y <i>Laurencia cf. obtusa</i>

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos para México

La especie fue reportada como epibionte de los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Phyllospadix* spp. y *Thalassia testudinum*, en las algas rojas *Acanthophora spicifera*, *Ectocarpus* sp., *Polysiphonia binneyi* y en la clorofita *Rhizoclonium kernerii*. Se registró en la Laguna de Tamiahua e Isla Verde, Veracruz, y en la Bahía de Mesquitito, Baja California (Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1999; Reyes-Santos, 2001).

Nuevos registros

Se registra por primera vez para el Pacífico Tropical Mexicano y para el estado de Guerrero. Se amplía la distribución en el estado de Veracruz. Se reportan nuevas especies de rodofitas que fungen como basibiontes. Se incluyen a las clorofitas como otro substrato para este peritrico.

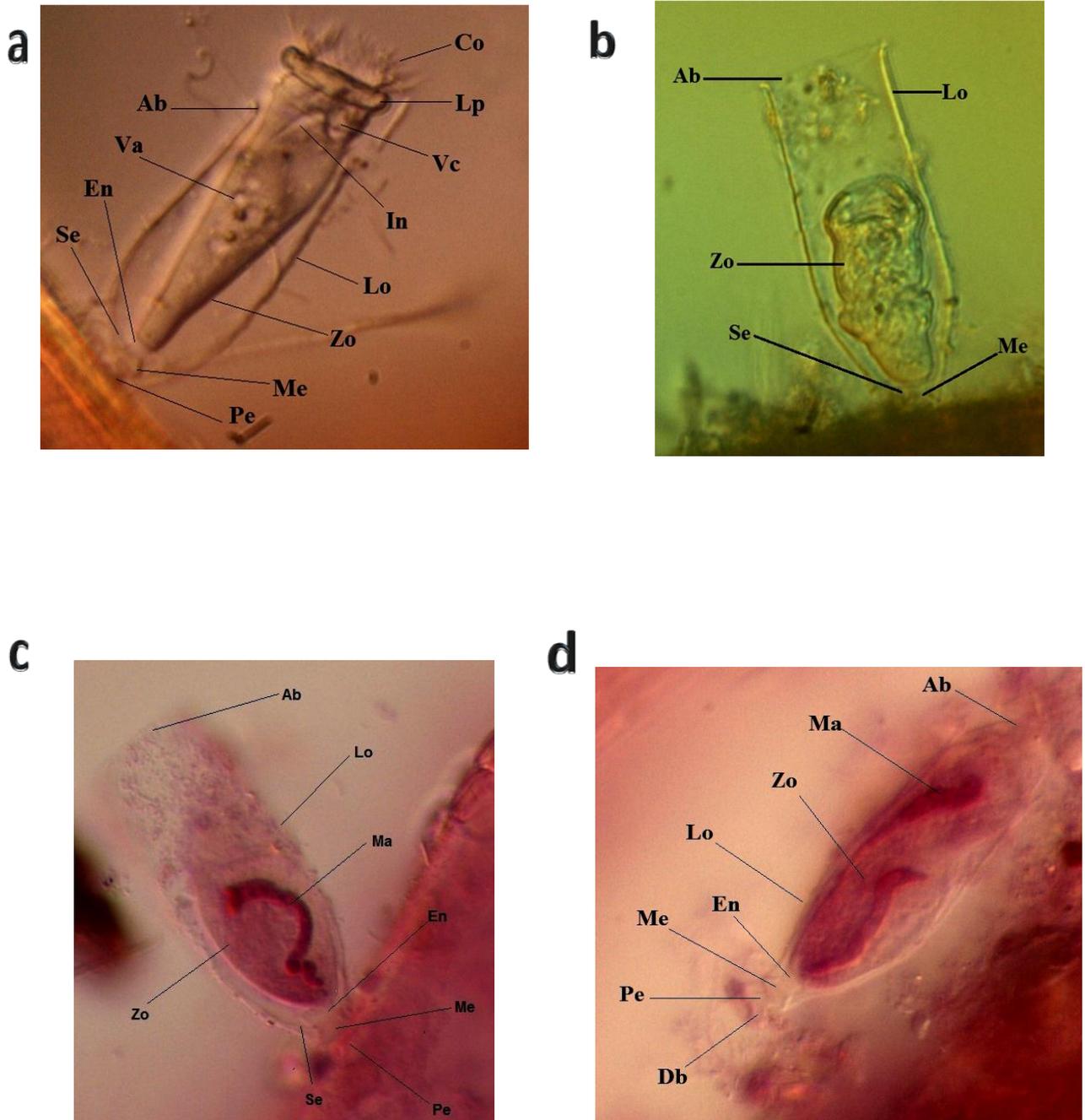


Fig. 9: Individuos de *Cothurnia ceramicola*; a, zooid extendido y características de la región antapical de la lóriga; b, el zooid contraído; c y d en técnica micrográfica H-H, donde se muestran las características antapicales de la lóriga y el macronúcleo vermiforme en un zooid contraído (c) y uno más extendido. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; Co; cilios orales (peristomales); Db, disco basal; En, endostilo; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Lp; labio peristomal; Ma, macronúcleo, Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Va, vesícula, Vc; vacuola contráctil; Zo, zooid.

Cothurnia inflecta Stiller, 1939

Este organismo presenta la lóriga recta, comprimida en la parte apical y con un adelgazamiento que forma una protuberancia en la base. La abertura es circular, con algunas irregularidades muy pequeñas, sin formar muescas. Hay mesostilo de forma trapezoidal, muy ancho, con finas estriaciones longitudinales, localizado en el adelgazamiento de la lóriga. El endostilo es muy delgado, corto, liso y en ocasiones también presenta finas estrías longitudinales. El pedúnculo es corto y delgado, tiene un pequeño disco en la base. Con uno o dos zooides delgados de 73 a 110 μm , que se extienden hasta 1/3 por encima de la abertura. La película es lisa, sin estriaciones, el labio peristomal de 12 a 25 μm de diámetro, con el disco epistomal cóncavo y el infundíbulo internalizado $\frac{1}{4}$ parte del zooides. La vacuola contráctil es pequeña y centrada, debajo del labio peristomal. El macronúcleo es alargado, vermiforme, se observa en forma de "5" en zooides contraídos (Figs. 10 y 17e-g).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA INFLECTA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	78.5	24.9	24.3	11.2	89.5	15.4	20.0
MÁX	90.0	27.5	28.0	14.0	110.0	18.0	25.0
MÍN	70.0	21.6	21.6	7.5	73.0	12.5	12.5
DE +/-	6.8	2.1	1.8	2.3	12.3	1.6	4.5
N	15	15	15	15	15	15	15

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

Datos de colecta

COTURNIA INFLECTA

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas)
Basibionte	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i>
	Ro: <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i> y <i>Centroceras clavulatum</i>

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Nuevos registros

Se reporta por primera vez esta especie para México. Se encontró asociado a rodofitas y clorofitas de Tuxpan, Veracruz. Las tallas de la lóriga y el zooide que se registraron para esta especie son mayores que las reportadas en la literatura. Warren y Paynter (1991) reportaron longitudes promedio de la lóriga y el zooide de 70 μm , mientras que en este trabajo fueron de 78.5 μm (70-90 μm) y 89.5 μm (73-110 μm) respectivamente.

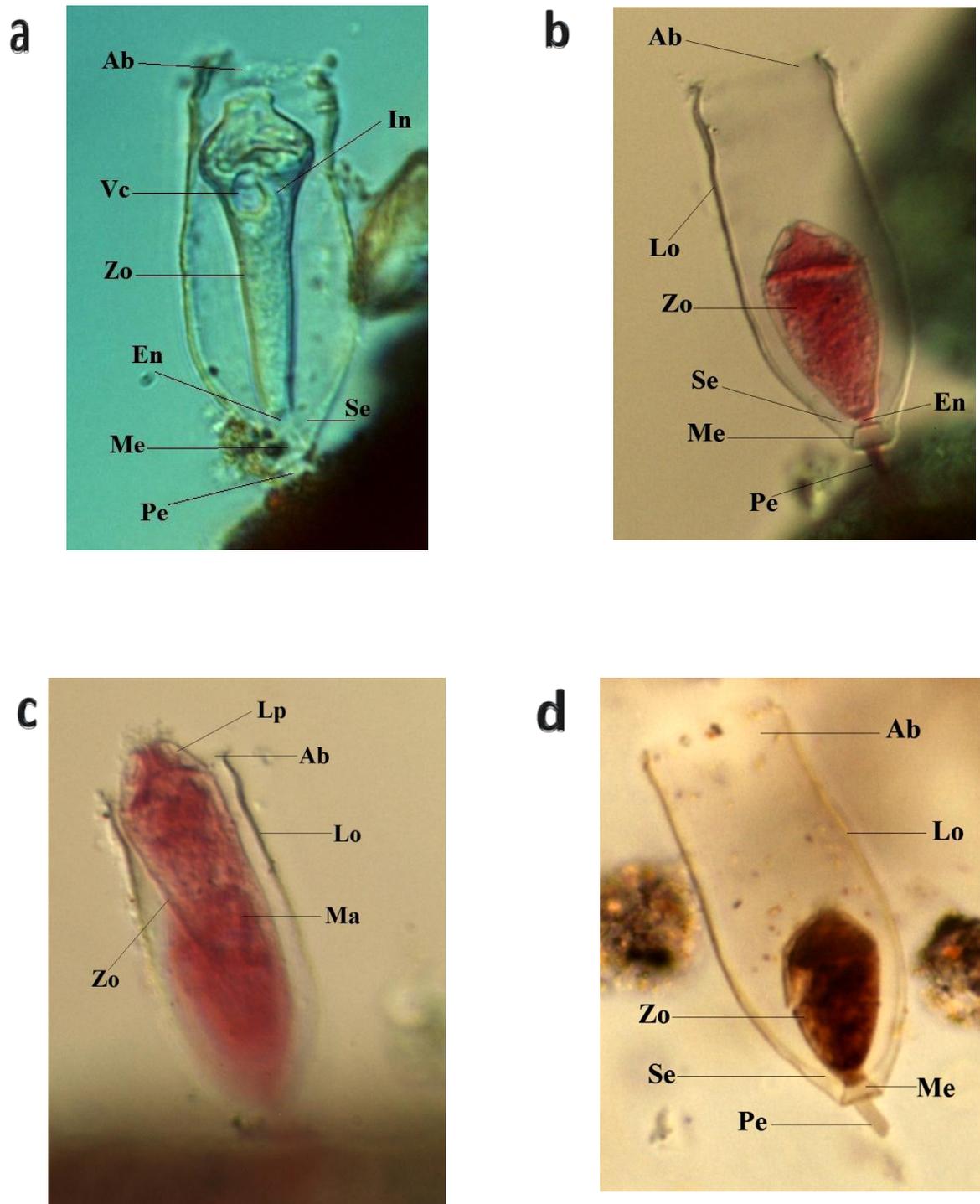


Fig. 10: *Cothurnia inflecta*. A, en vivo; b, c y d en técnica micrográfica TM y carbonato de plata piridinado (CPP). Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; En, endostilo; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Vc; vacuola contráctil; Zo, zooide.

Cothurnia innata Müller, 1786

Esta especie tiene una lóriga cilíndrica bastante recta, con ligeras irregularidades en algunos casos; la abertura es circular, sin muescas. La región antapical, puede estrecharse un poco o ser completamente redondeada. Solo hay endostilo, éste es ancho y liso, de forma trapezoidal. El pedúnculo es largo (25.2 μm). El zooide es pequeño, ente 36 y 54 μm de longitud, siempre se observó dentro de la lóriga aún relajado. El labio peristomal delgado de unos 12.96 μm , el disco epistomal es plano, elevado 3 μm por encima del zooide. La vacuola contráctil en posición lateral del infundíbulo. La película presenta estriación muy fina. El macronúcleo es alargado, localizado justo debajo del infundíbulo y extendido por toda la región central (Figs. 11 y 17h).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA INNATA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	60.84	17.64	14.76	21.24	45	12.96	12.96
MÁX	79.2	21.6	18	25.2	54	14.4	14.4
MÍN	46.8	14.4	10.8	18	36	10.8	10.8
DE +/-	10.38	2.04	2.04	2.65	5.69	1.85	1.85
N	20	20	20	20	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

*Datos de colecta***COTURNIA INNATA**

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas)
Basibionte	Ro: <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i>

}

Abreviaturas: rodofitas (Ro)*Registros previos en México*

Se registró en la Laguna de Tamiahua, Veracruz en la clorofita *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*) y las rodofitas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Ectocarpus* sp. y *Polysiphonia binneyi* (Martínez-Murillo, 1997).

Nuevos registros

Se reporta una nueva especie de rodofita como basibionte y se amplía la distribución en el estado de Veracruz.

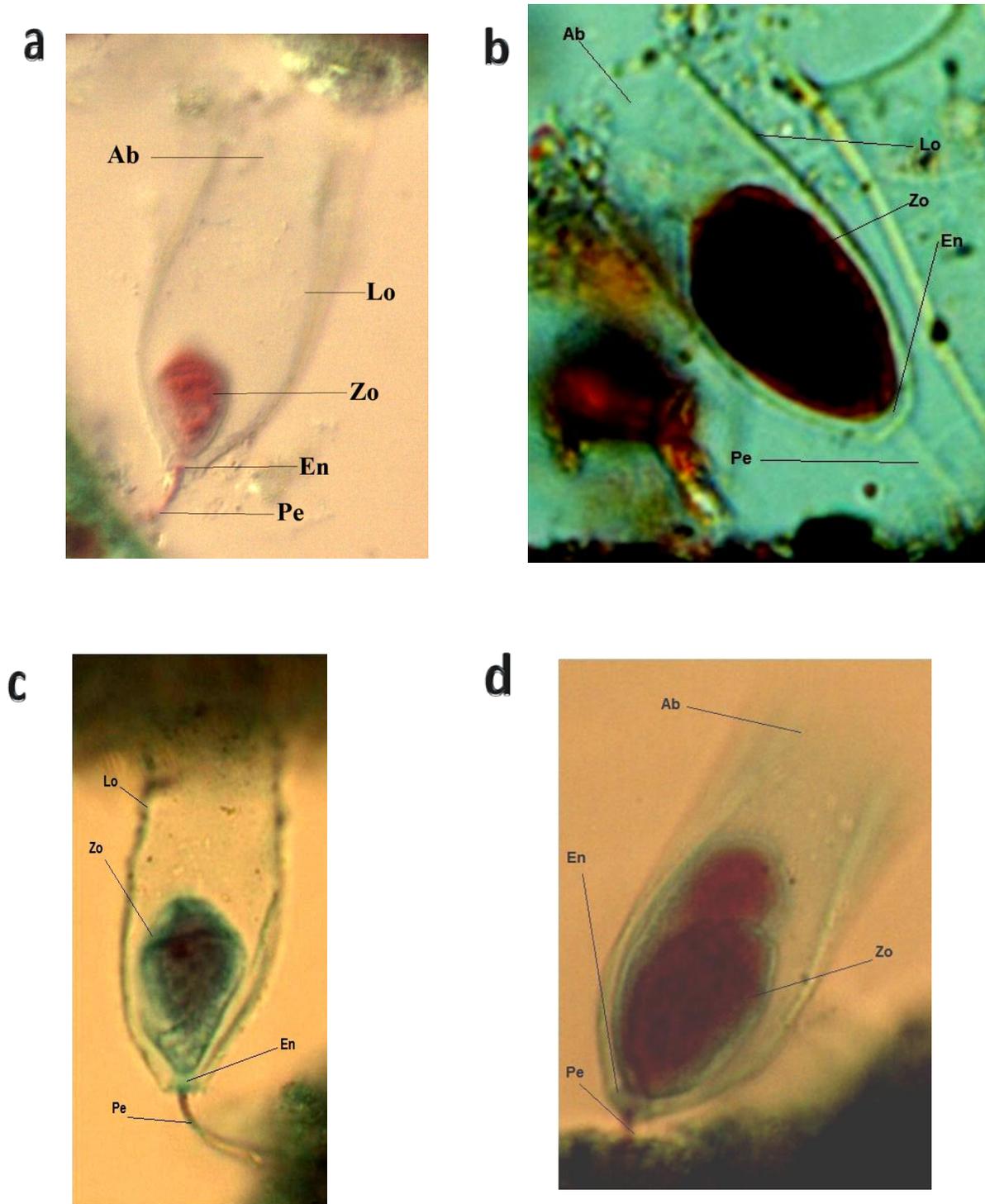


Fig. 11: *Cothurnia innata* en dos técnicas micrográficas TM (a, c y d) y CPP (b). Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; En, endostilo; Lo, lóriga; Pe, pedúnculo; Zo, zooide.

Cothurnia maritima Ehrenberg, 1838

Organismo que presenta una lóriga pequeña a mediana de 33.6 a 69.4 μm de longitud X 16.8 a 32 μm de ancho. La morfología es muy variable, puede ser cilíndrica o globosa, lisa o con pliegues irregulares y ondulaciones. La abertura es semicircular y la región antapical de la lóriga es redondeada. Presenta endostilo corto y ancho sin estriaciones. El pedúnculo es liso con medidas entre 7 y 18 μm . El zooide extendido mide de 35 a 75.6 de largo X 10.5 a 36 μm de ancho. La película tiene estriaciones transversales finas. El labio peristomal mide entre 10.3 y 39.6 μm . La vacuola contráctil se localiza centralmente a un lado del infundíbulo. El macronúcleo es en forma de banda dispuesto a lo largo del zooide, más o menos en el segundo tercio de la célula. El micronúcleo se localiza en el extremo aboral (Figs. 12 y 17i-k).

*Datos de colecta***COTHURNIA MARITIMA**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Febrero y marzo (secas) Septiembre y Octubre (lluvias)	Enero y abril (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Bryopsis cf. pennata</i> , <i>Caulerpa sertularioides</i> y <i>Ulva flexuosa</i> Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i> .	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> , <i>Ulva flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i> Ro: <i>Acanthophora spicifera</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Ceramium sp.</i> , <i>Gayliella taylorii</i> , <i>Gracilariopsis longissima</i> , <i>Neosiphonia sp.</i> , <i>Hypnea pannosa</i> , <i>H. musciformis</i> y <i>Laurencia cf. obtusa</i> .

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie ha sido registrada en la Bahía Mesquitito, Baja California, Laguna de Tamiahua e Isla Verde, Veracruz. Los basibiontes donde se ha reportado son los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Phyllospadix* spp. y *Thalassia testudinum*; las rodofitas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Ectocarpus* sp., *Gracilariopsis longissima* (citada como *Gracilaria verrucosa*) y *Polysiphonia binneyi*, en la clorofita *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*) y en raíces del mangle *Rhizophora mangle* (Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996 y 1999; Reyes-Santos, 2001).

Nuevos registros

Se reporta por primera vez en el Pacífico Tropical Mexicano y para el estado de Guerrero. Se amplía la distribución del ciliado en el estado de Veracruz. Se registran otras especies de rodofitas y clorofitas basibiontes.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA MARITIMA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	42.2	24.4	19.5	14.6	44.0	16.6	17.9
MÍN	33.6	16.8	14.0	7.0	35.0	10.5	10.3
MÁX	69.4	32.4	31.5	18.0	75.6	36.0	39.6
DE +/-	8.6	3.5	5.2	2.8	10.1	5.3	5.8
N	25	25	25	25	25	25	25

PROM, Promedio; MÁX, Máximo; MÍN, Mínimo; DE, Desviación estándar; n, número de individuos

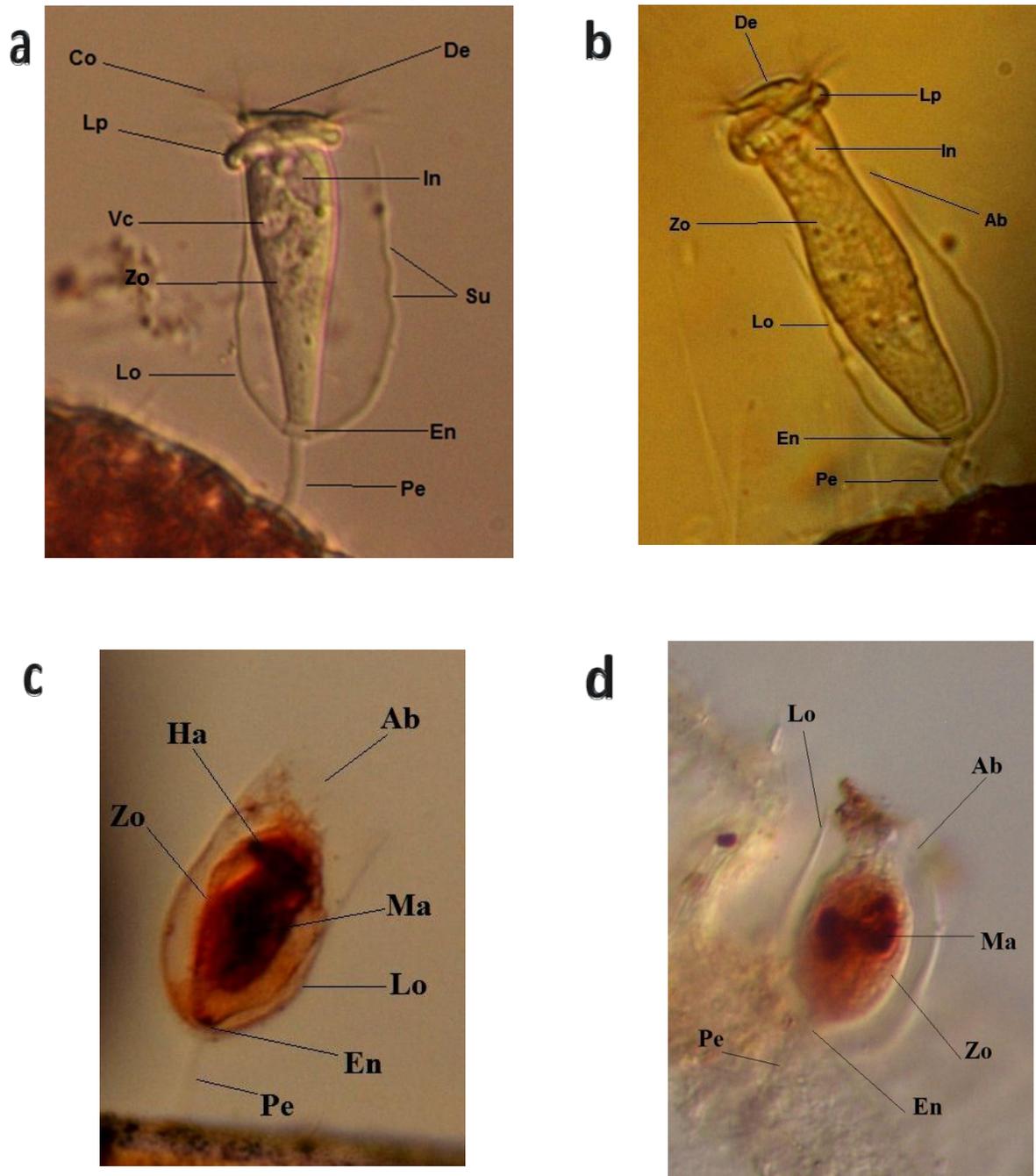


Fig. 12: *Cothurnia maritima* en vivo y en técnica micrográfica CPP. En a y b, zooides en vivo completamente extendidos y dos variaciones que presenta la forma de la lóriga; c y d, zooides en técnica micrográfica donde se aprecian la haplocinetia y el macronúcleo. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, apertura; Co, cilios orales (peristomales); De, disco epistomal; En, endostilo; Ha, haplocinetia; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Ma, macronúcleo; Pe, pedúnculo; Su, surco; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Cothurnia parvula Felinska, 1965

La lóriga tiene forma de copa ancha de 38.5 a 64.4 μm de largo y de 21 a 25.2 μm de ancho, con ligeras ondulaciones y en ocasiones surcos irregulares muy evidentes. La abertura presenta una muesca en "V", donde suele descansar el zooide cuando está extendido. La región antapical es redondeada y ligeramente más ancha. Hay mesostilo y endostilo, ambos son anchos y cortos. El pedúnculo es corto y liso, con disco basal. Los zooides son medianos, de 42 a 75.6 μm de largo y 10.5 a 14 μm de ancho, apenas extendidos por encima de la abertura, en muchos casos se observaron más debajo de la abertura. El macronúcleo es vermiforme, ubicado en la parte central de la célula (Figs. 13 y 18a).

*Datos de colecta***COTHURNIA PARVULA**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Marzo (secas)	Abril (secas)
	Septiembre (lluvias)	Agosto (lluvias)
Basibionte	Ci: <i>Oscillatoria</i> sp.	
	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i>	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i>
	Ro: <i>Hypnea pannosa</i> .	Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Hypnea pannosa</i>

Abreviaturas: cianofita (Cí), clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA PARVULA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	42.84	22.42	17.76	3.71	52.36	12.36	13.79
MÁX	64.4	25.2	21.5	5.6	75.6	14	22.4
MÍN	38.5	21	14	3.5	42	10.5	10.5
DE +/-	7.95	1.86	1.89	0.66	8.77	1.76	3.82
N	15	15	15	15	15	15	15

PROM, Promedio; MÁX, Máximo; MÍN, Mínimo; DE, Desviación estándar; n, número de individuos

Nuevos registros

Se reporta por primera vez para México. La especie fue registrada con un nuevo intervalo en la longitud de la lóriga de 38.5 a 64.4 μm siendo menor al reportado por Warren y Paynter (1991) el cual es de 50 a 62 μm .

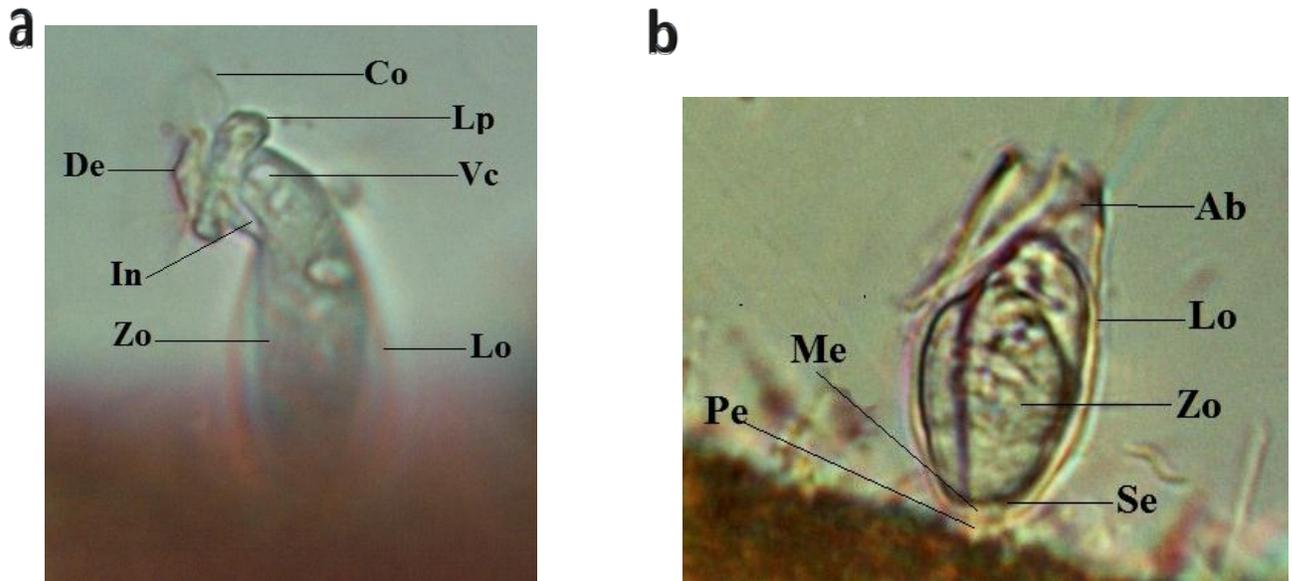


Fig. 13: *Cothurnia parvula* en vivo. A, zooide extendido que muestra la región oral. B, un par de zooides contraídos y abertura en V de la lóriga. 400X. Microscopía CDI. Abreviaturas: Ab, abertura; Co, cilios orales (peristomales); De, Disco epistomal; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Vc; vacuola contráctil; Zo, zooide.

Cothurnia trophoniae Dons, 1946

La lóriga es cilíndrica, lisa o con bordes y surcos que en ocasiones asemejan anillos, excepto en la región apical. La parte media a veces es más ancha haciendo a la lóriga un poco ovoide. La abertura es circular, sin muescas. La región antapical es redondeada. Hay endostilo de 14 a 17.5 μm de longitud, un caracter importante en la diagnosis de la especie. En observaciones en vivo el endostilo es grueso, en material procesado (fijado o con técnica micrográfica) está adelgazado. El mesostilo es ancho, de forma trapezoidal y liso. El pedúnculo es liso, de 17 a 115 μm de longitud. El zooide es esbelto, de forma más o menos cónica con longitud de 45 – 77 μm , extendido y 45.5 μm , contraído. Los zooides relajados se extienden apenas encima de la abertura. El labio peristomal es muy delgado, el disco epistomal cóncavo y el infundíbulo se internaliza hasta 1/3 del zooide. La vacuola contráctil se localiza lateralmente junto al infundíbulo muy próxima del labio peristomal. La película es lisa y el macronúcleo es alargado, localizado en la región central (Figs. 14, 15 y 18b-e).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA TROPHONIAE*

	LÓRIGA					ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	ENDOSTILO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	87.0	37.3	31.2	66.7	15.6	64.4	21.2	22.2
MÁX	122.5	45.5	38.5	115.5	17.5	77.0	24.5	28.0
MÍN	63.0	31.5	24.5	17.5	14.0	45.5	17.5	21.0
DE +/-	20.1	4.9	4.4	27.2	1.8	10.0	2.4	2.3
N	20	20	20	20	20	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

*Datos de colecta***COTURNIA TROPHONIAE**

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas)
Basibionte	Ro: <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i>

Abreviaturas: rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie ha sido registrada en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, por Martínez-Murillo (1997) sobre la rodofita *Polysiphonia binneyi*, la clorofita *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*) y el pasto marino *Halodule beaudettei*. Reyes-Santos (2001), también la reportó en la Bahía Mesquitito, Baja California como epibionte en pastos marinos del género *Phyllospadix*.

Nuevos registros

Se contribuye con un nuevo registro de basibionte que corresponde a la rodofita *Laurencia obtusa*.

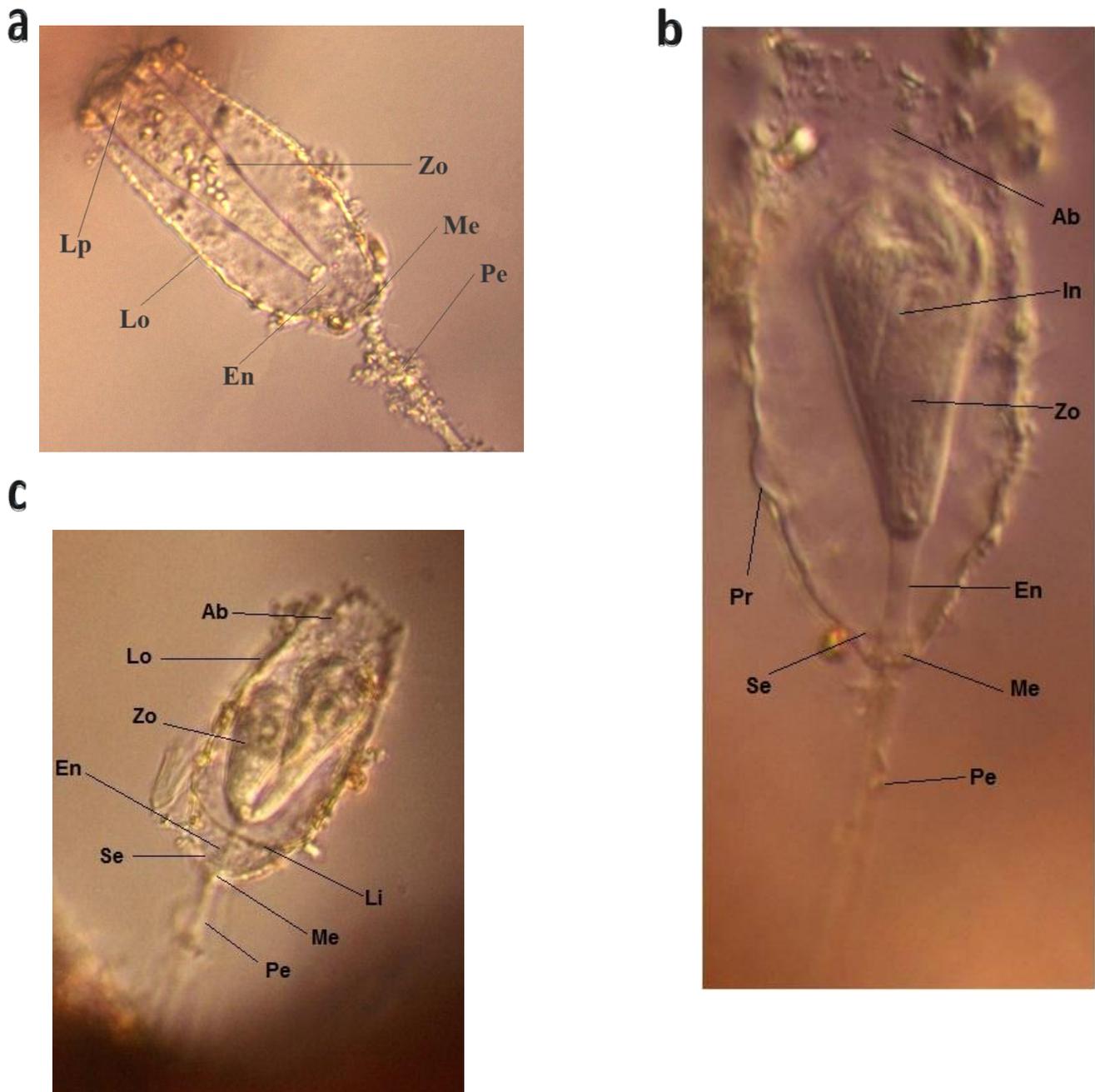


Fig. 14: *Cothurnia trophoniae* en vivo. Se muestran algunas variaciones de la lóriga. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; En, endostilo; In, infundíbulo; Li, línea anular; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Pr, Protuberancia (borde); Se, septo; Zo, zooide.

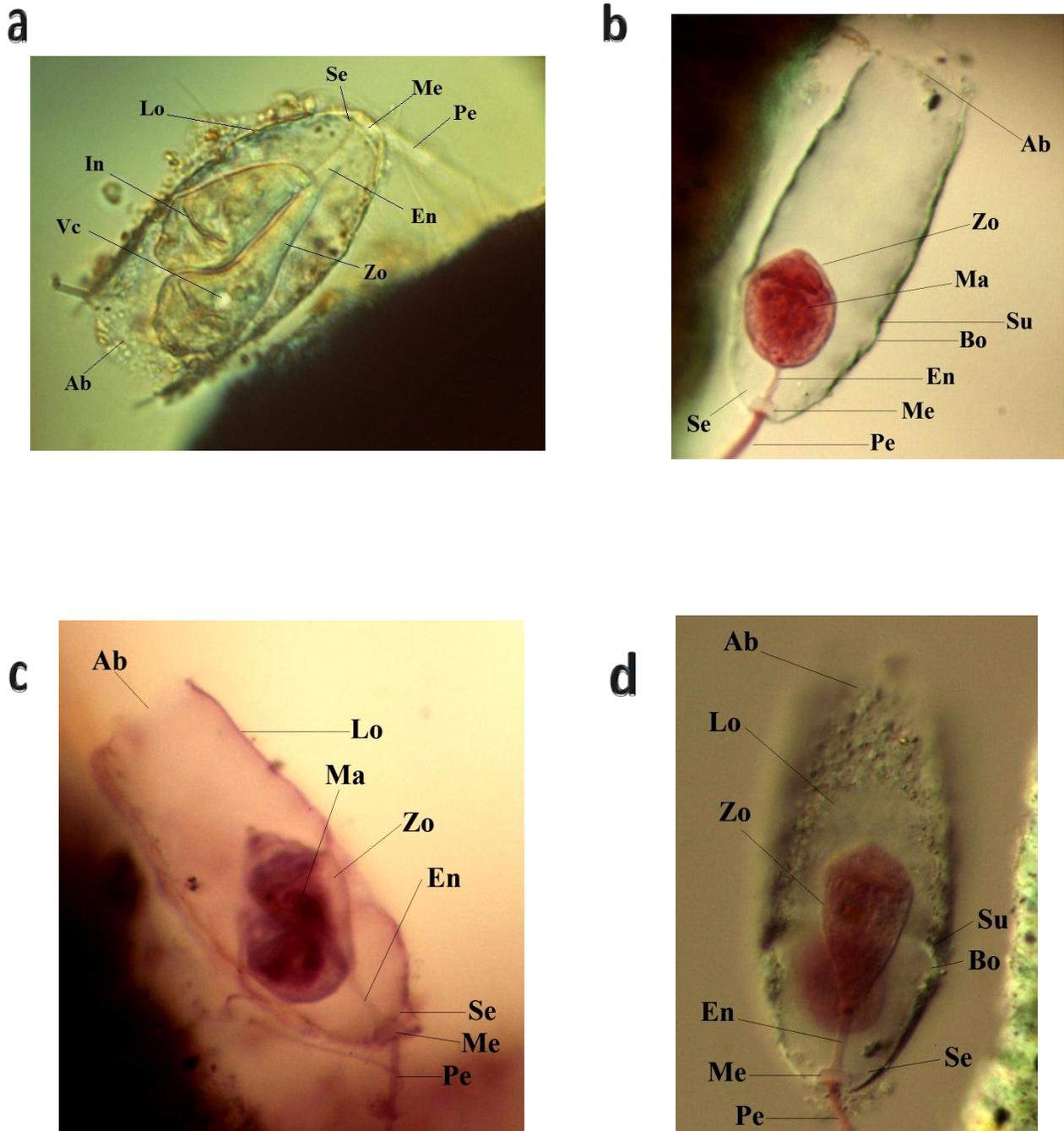


Fig. 15: *Cothurnia trophoniae* en vivo (a) y en técnicas micrográficas HH (c) y TM (b y d). Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; Bo, borde; En, endostilo; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Su, surco; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Cothurnia trophonicola Dons, 1946

La lóriga es recta, lisa o con escasos bordes pequeños, algunas veces está un poco comprimida en la región apical. La abertura es circular, sin muescas. La región antapical es redondeada, en ocasiones un poco comprimida de uno de los lados. No hay endostilo. El mesostilo es ancho, trapezoidal y muy evidente. El pedúnculo es grueso, liso, de 10 a 35 μm de longitud, con un pequeño disco basal. Con uno o dos zooides robustos, de 56 a 84 μm de longitud, extendidos apenas por encima de la lóriga. El labio peristomal es grueso, el disco epistomal es plano o convexo. La película presenta estrías transversales muy finas, la vacuola contráctil está localizada un tercio abajo del labio peristomal. El macronúcleo es recto, localizado en la región central de la célula (Fig. 16 y 18f-g).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *COTHURNIA TROPHONICOLA*

	LÓRIGA				ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	PEDÚNCULO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	68.82	29.2	27.94	22.43	69.5	17.42	22.32
MÁX	81.5	35	35	35	84	21.6	25.2
MÍN	63	25.2	21	10.8	56	11.2	21
DE +/-	5.49	2.67	3.93	8.48	10.29	4.69	1.94
n	20	20	20	20	20	20	20

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

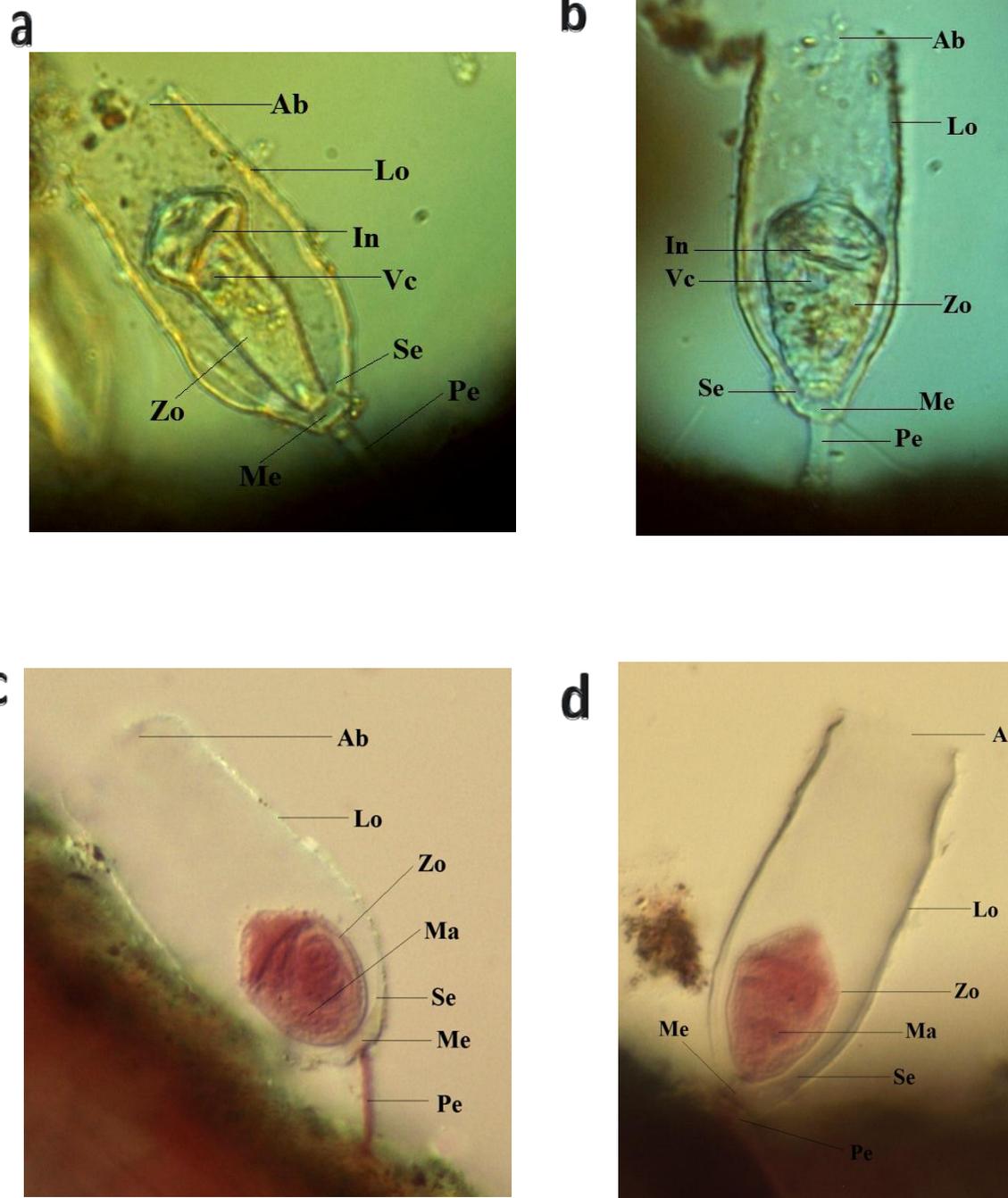


Fig. 16: *Cothurnia trophonicola*. Ejemplares en vivo, con los zooides contraídos en la lóriga (a y b). En c y d, ejemplares donde se aprecia el pedúnculo y zooide resaltados por la técnica micrográfica TM. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Pe, pedúnculo; Se, septo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Datos de colecta

COTURNIA TROPHONICOLA

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas)
Basibionte	Ro: <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i>

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Nuevos registros

Se reporta por primera vez para México. Warren y Paynter (1991) señalaron un registro como epibionte de la rodofita *Polysiphonia violacea*.

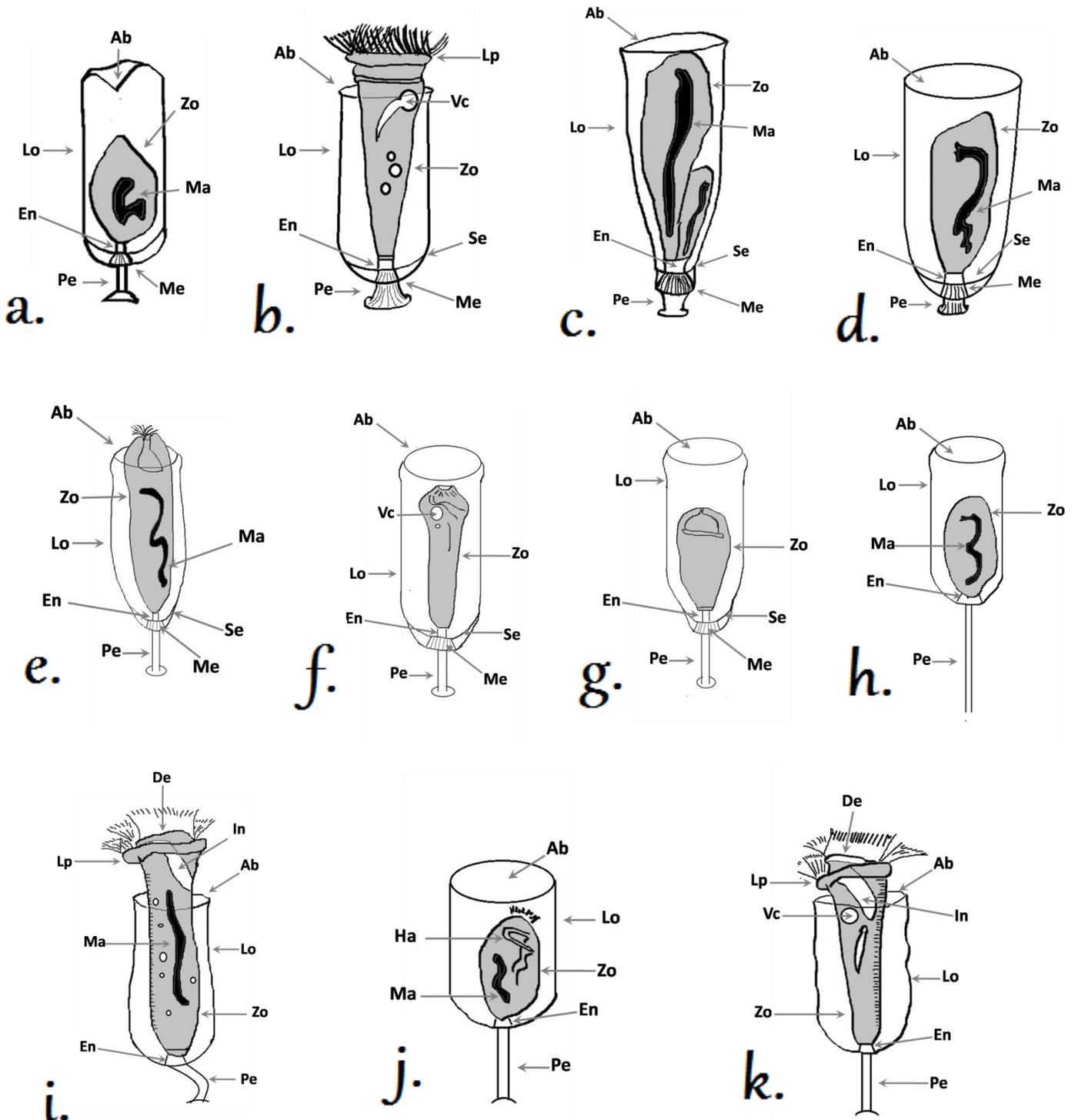


Figura 17: Esquemas de las especies del género *Cothurnia*: *C. aplatita* (a), *C. ceramicola* (b-d), *Cothurnia inflecta* (e-g), *C. innata* (h), *C. maritima* (i-k). Abreviaturas: Ab, abertura; De, disco epistomal; En, endostilo; Ha, haplocinetida; In, infundíbulo; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Se, septo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

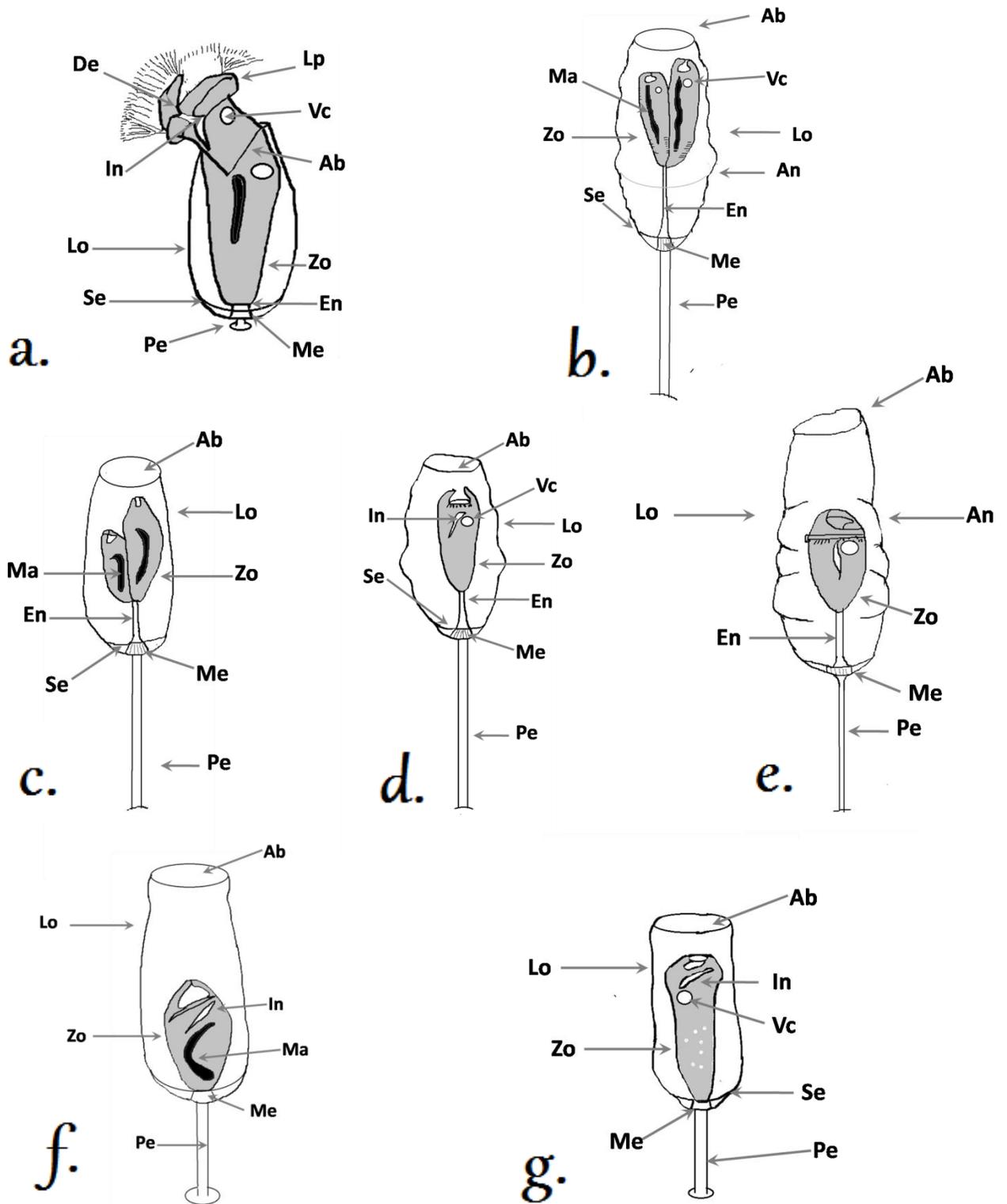


Figura 18: Esquemas de las especies del género *Cothurnia*: *C. parvula* (a), *C. trophoniae* (b-e), *Cothurnia trophonicola*, (f-g). Abreviaturas: Ab, abertura; An, anillo; De; disco epistomal; En, endostilo; In, infundíbulo; Ma, macronúcleo; Me, mesostilo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Se, septo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Thuricola valvata (Wright, 1958) Kahl, 1933

Es un ciliado cuya lóriga mide de 92 – 160 de largo X 30 – 45 μm de ancho, con forma cilíndrica recta o ligeramente curvada cerca de la abertura. La región antapical es más ancha, presenta varios abultamientos redondeados. La abertura es circular y ensanchada. La valva se ubica en el primer tercio de la lóriga, compuesta de dos membranas cóncavas y cóncavo-convexas. El zooide relajado mide de 110 a 167 de longitud X 11 a 18 μm de ancho y se extiende un tercio por encima de la lóriga. Presenta uno o dos zooides. La película tiene estriaciones transversales. El labio peristomal mide de 25 a 29 μm , y el disco epistomal es plano, ligeramente convexo e inclinado. El infundíbulo es largo, abarca hasta 1/3 de la longitud del zooide. El macronúcleo es acintado y longitudinal extendido casi hasta la región aboral. La vacuola contráctil se localiza por debajo del labio peristomal junto al infundíbulo (Figs. 19-22).

La lóriga se describe en la literatura con forma recta, ligeramente estrecha en la región apical y con la presencia de un abultamiento a nivel donde se localiza la valva; la región antapical más aplanada, con algunos abultamientos. Los individuos identificados presentaron la región apical inclinada hacia un lado, el abultamiento de la valva no fue muy evidente, sin embargo, por la región antapical con abultamientos, el tipo y forma de la valva, así como las tallas de la lóriga y el zooide, se ajustaron a las descripciones previas (Bock, 1952; Stiller, 1971; Jones, 1979; Trueba, 1980; Wailes, 1993; Martínez-Murillo, 1997).

*Datos de colecta***THURICOLA VALVATA**

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas) Agosto (lluvias)
Basibionte	Ro: <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Ceramium</i> sp.

Abreviaturas: rodofitas (Ro)

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *THURICOLA VALVATA*

	LÓRIGA			ZOOIDE		
	LARGO (µm)	ANCHO (µm)	ABERTURA (µm)	LARGO (µm)	ANCHO (µm)	LABIO PERISTOMAL (µm)
PROM	117.8	33.3	33.5	135.3	16.8	22.2
MÁX	157.5	45	52.5	185.5	17.5	25.2
MÍN	91	30.8	22.4	105	11.2	16.8
DE +/-	26.69	4.29	7.99	31.69	1.98	2.77
n	10	10	10	10	10	10

PROM, Promedio; MÁX, Máximo; MÍN, Mínimo; DE, Desviación estándar; n, número de individuos

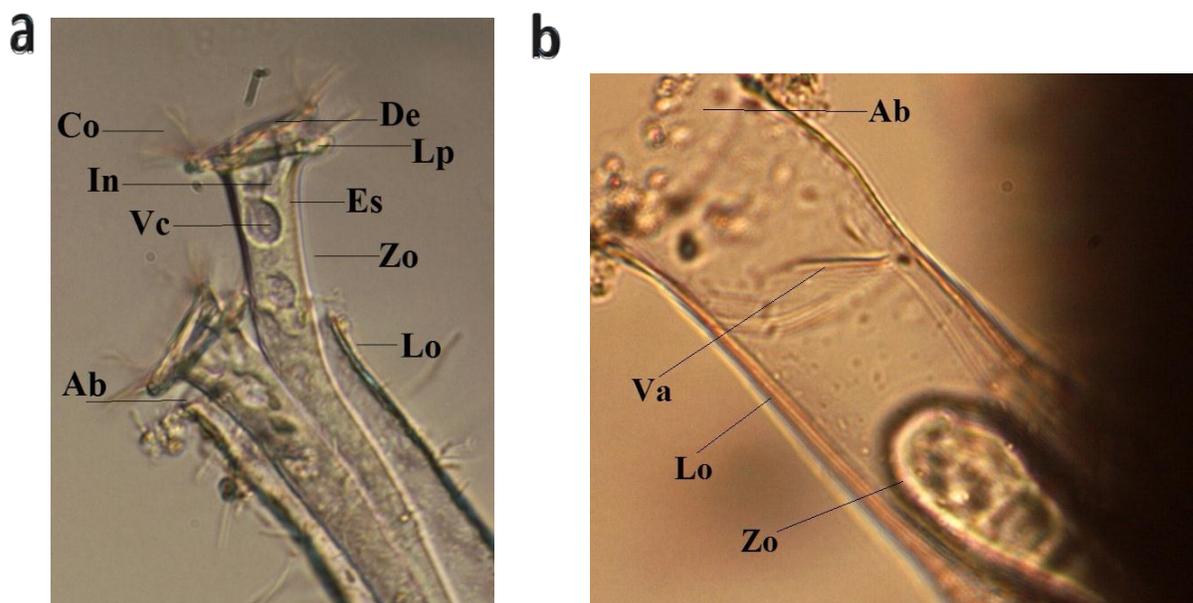


Fig. 19: *Thuricola valvata*. En a, zooides extendidos por encima de la lóriga, b, valva típica de la especie. 400X. Microscopía CDI. Abreviaturas: Ab, abertura; Co, cilios orales (peristomales); De, disco epistomal; Es, estrías peliculares; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Lo, lóriga; Va, valva; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooides.

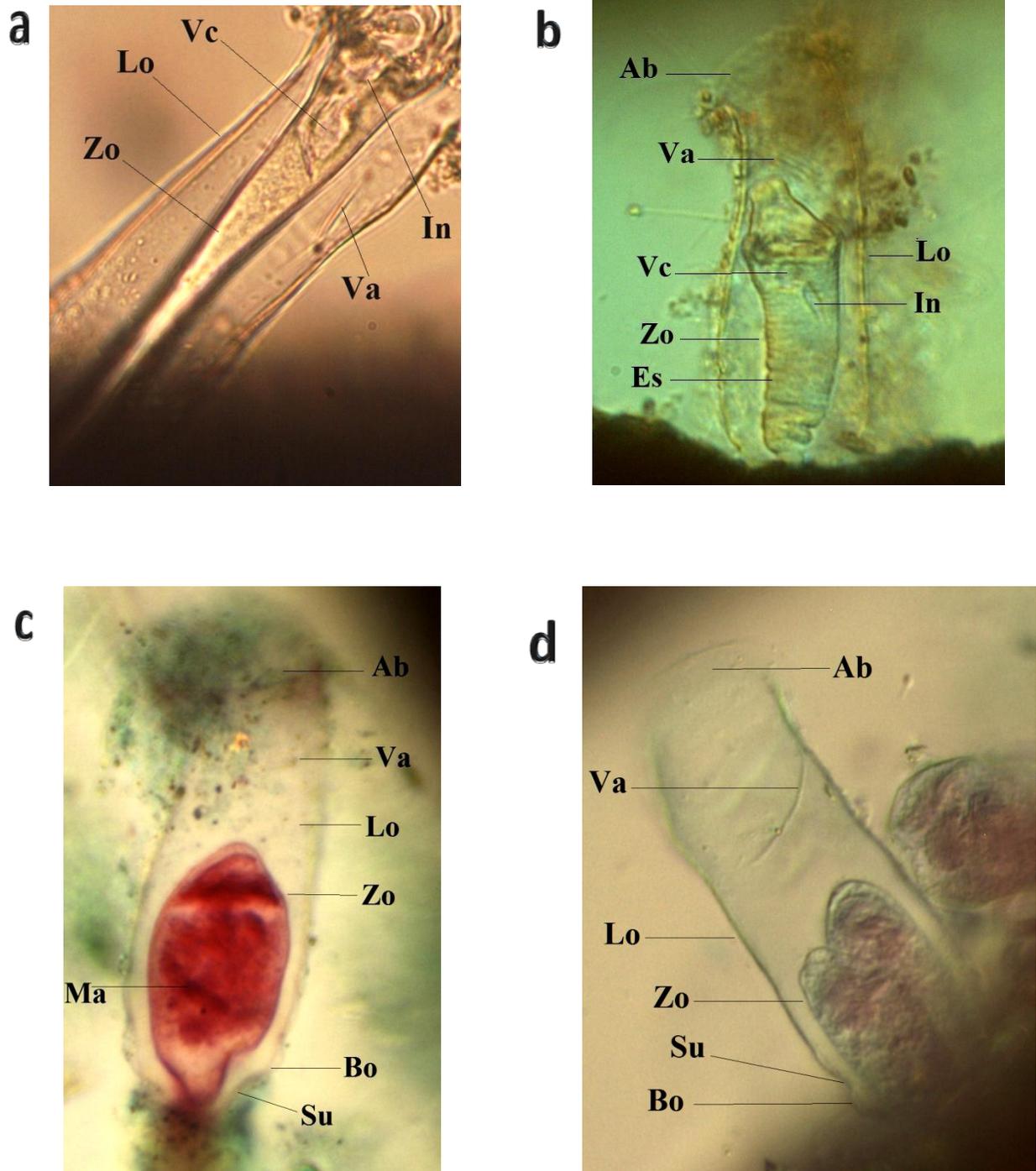


Fig. 20: *Thuricola valvata*. Ejemplares en vivo. En a, ejemplar con la lóriga recta típica, b, individuo que presenta la región apical curva (variación reportada en este trabajo). Ejemplares c y d en técnica micrográfica TM. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; Bo, borde; Es, estría; In, infundíbulo; Lo, lóriga; Su, surco; Va, valva; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Registros previos en México

Esta especie ha sido registrada en la Bahía Mesquitito, Baja California, Laguna de Tamiahua e Isla Verde, Veracruz. Los basibiontes donde se ha reportado son los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Phyllospadix* spp. y *Thalassia testudinum*; las rodofitas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Gracilariopsis longissima* (citada como *Gracilaria verrucosa*) y *Polysiphonia binneyi*, en las clorofitas *Rhizoclonium kernerii* y *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*), en raíces del mangle *Rhizophora mangle* (Aladro-Lubel *et al.*, 2006; Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996, 1999; Reyes-Santos, 2001).

Nuevos registros

Se amplía la distribución del ciliado en el estado de Veracruz. Se registran otras especies de rodofitas como basibiontes.

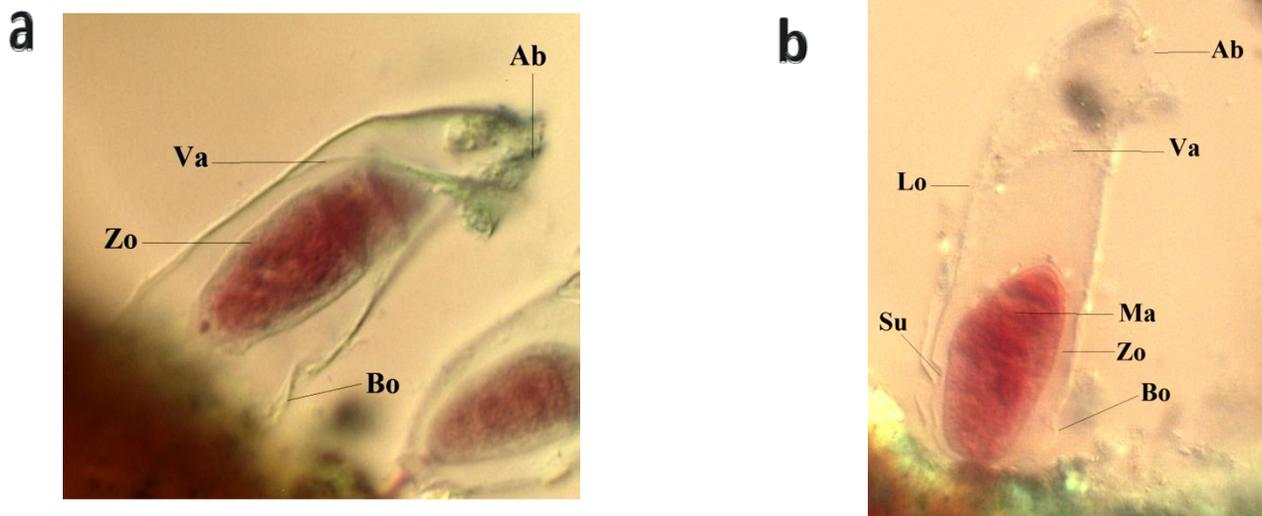


Fig. 21: *Thuricola valvata*. Ejemplares en técnica micrográfica TM. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; Bo, borde; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Su, surco; Va, valva; Zo, zooide.

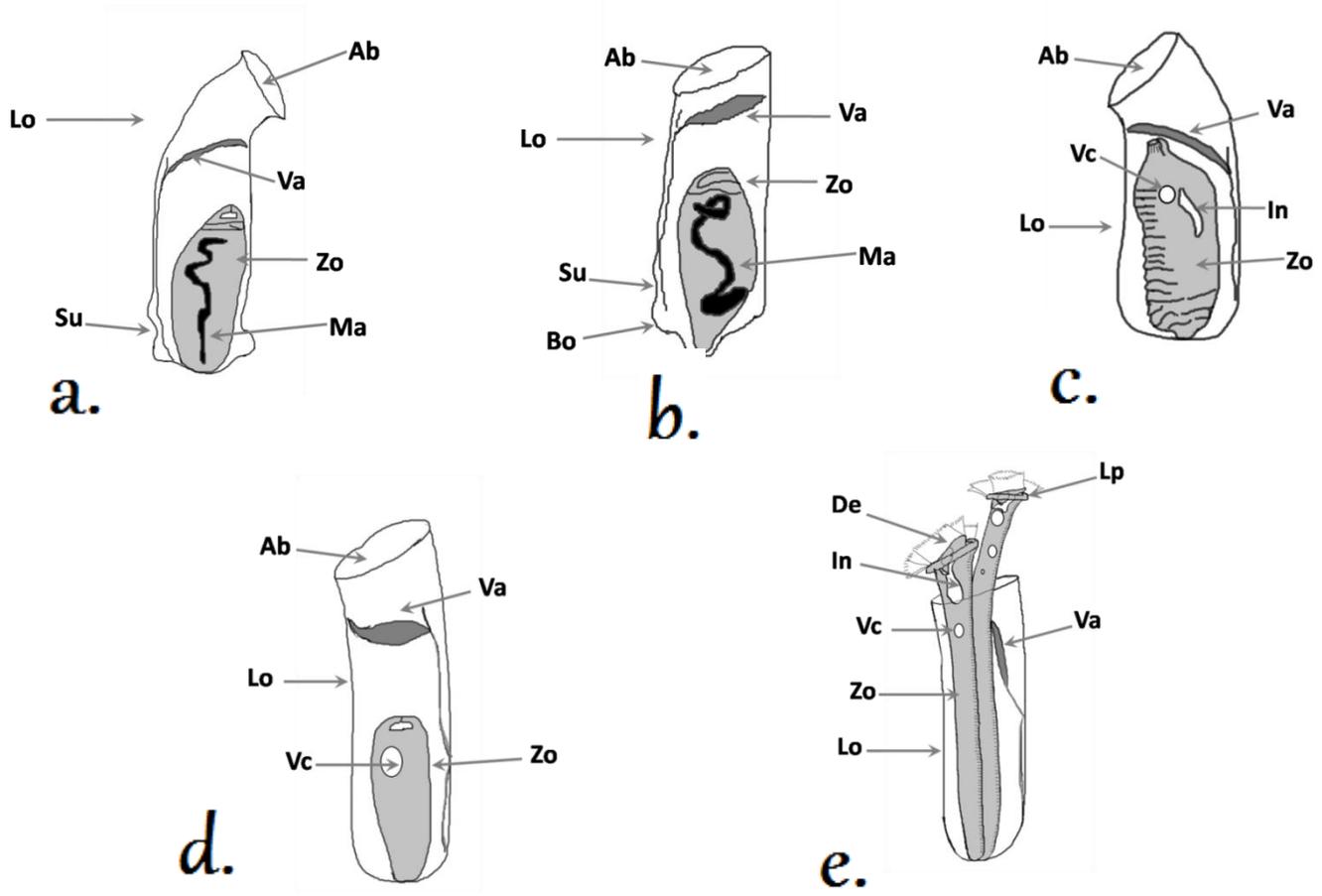


Figura 22: Esquemas de la especie *Thuricola valvata* (a-e). Abreviaturas: Ab, abertura; Bo, borde; De; disco epistomal; In, infundíbulo; Ma, macronúcleo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Su, surco; Va, valva; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide

Vaginicola tincta Ehrenberg, 1830

Es un organismo con lóriga de 69.8 a 105 μm de largo y 28 a 52.5 μm de ancho. Es de forma cilíndrica recta, aunque puede observarse un poco ensanchada en la región antapical y es lisa, generalmente hialina, pero puede tener materiales inorgánicos adheridos. La base es aplanada, semejante a un vaso. La región apical presenta la abertura circular ensanchada en los bordes. Uno o dos zooides por lóriga, de 80.5 a 157.5 μm de largo, con la película estriada longitudinalmente. El peristoma, de 29.5 μm de diámetro, con labio delgado, más ancho que el zooides, por encima hay un disco epistomal convexo aplanado. La vacuola contráctil se localiza a un lado del infundíbulo, el cual se internaliza hasta $\frac{1}{4}$ del zooides. El macronúcleo es vermiforme, próximo a la región aboral (Figs. 23 y 24).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *VAGINICOLA TINCTA*

	LÓRIGA			ZOOIDE		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	ABERTURA (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	91.8	41.5	41.2	123.3	15.2	29.5
MÍN	69.8	28.0	34.8	80.5	14.0	17.5
MÁX	105.0	52.5	49.0	157.5	17.5	35.0
DE (\pm)	14.5	7.4	6.8	20.4	1.7	6.4
N	12	12	12	12	12	12

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

*Datos de colecta***VAGINICOLA TINCTA**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Marzo (secas) Septiembre (lluvias)	Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Bryopsis cf. pennata</i> , <i>Caulerpa sertularioides</i> y <i>Ulva flexuosa</i> . Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i>	Cl: <i>Caulerpa sertularoide</i> , <i>Ulva flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i> . Ro: <i>Acanthophora spicifera</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Ceramium sp.</i> , <i>Gayliella taylorii</i> , <i>Gracilariopsis longissima</i> , <i>Neosiphonia sp.</i> , <i>Hypnea pannosa</i> , <i>H. musciformis</i> y <i>Laurencia cf. obtusa</i>

Abreviaturas: cianofita (Cí), clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie fue registrada por Martínez-Murillo (1997) en la Laguna de Tamiahua como epibionte de las algas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans* y *Polysiphonia binneyi*.

Nuevos registros

Se reporta por primera vez en el litoral del Pacífico Mexicano. Se amplía la distribución del ciliado en el estado de Veracruz. Es el primer registro mexicano en clorofitas.

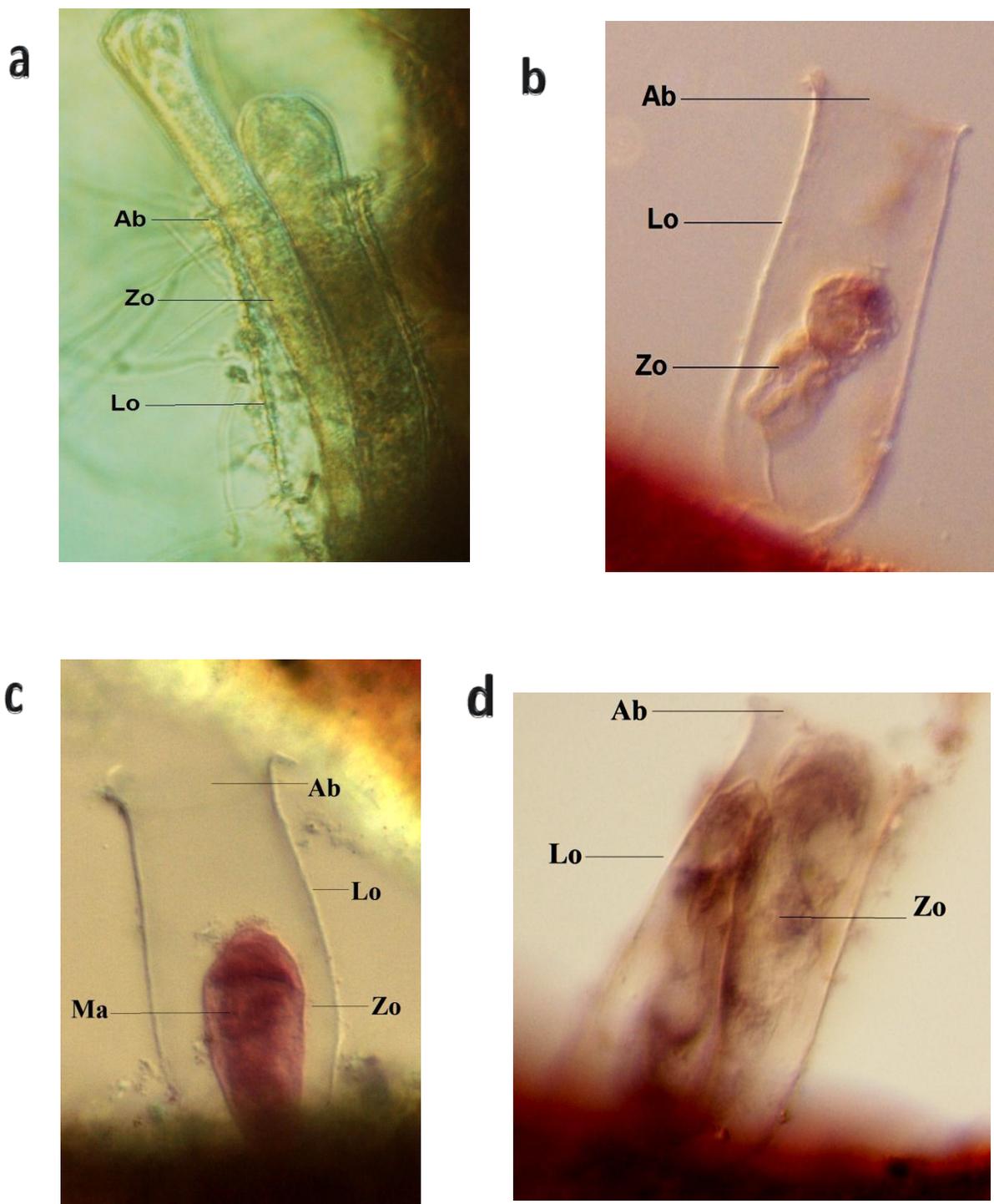


Fig. 23: *Vaginicola tinctorum*. A, ejemplar en vivo con los zooides extendidos; b, c y d, en técnica micrográfica HH. Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ab, abertura; Lo, lóriga; Ma, macronúcleo; Zo, zoide.

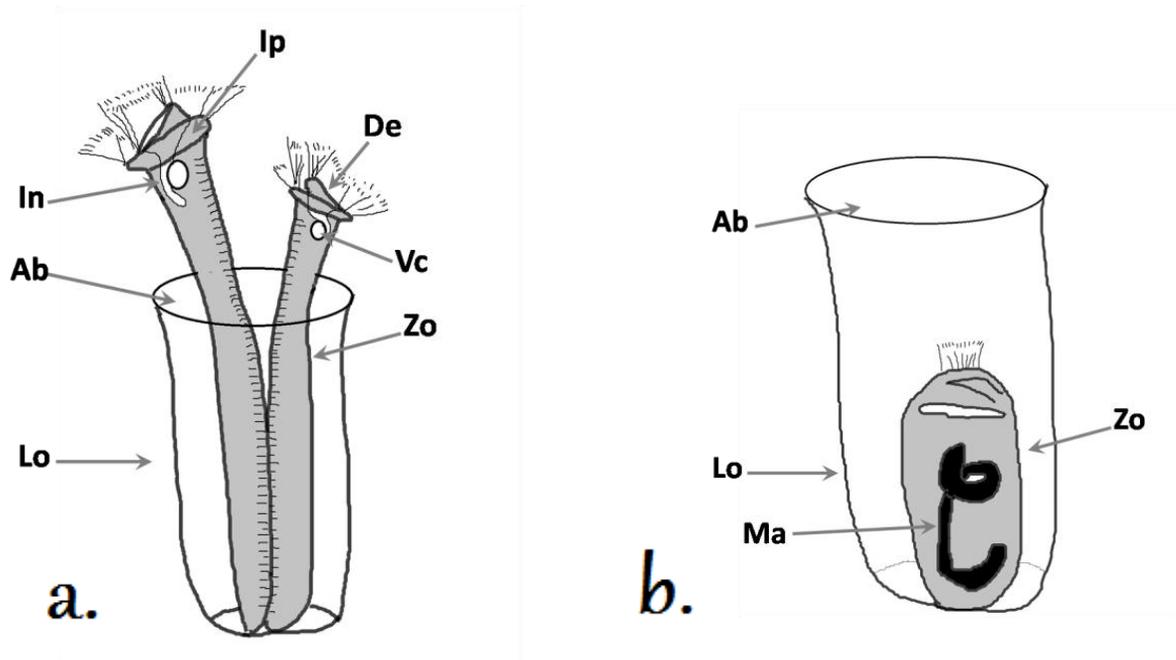


Figura 24: Esquemas de la especie *Vaginicola tinctoria* (a-b). Abreviaturas: Ab, abertura; De; disco epistomal; In, infundíbulo; Ma, macronúcleo; Lo, lóriga; Lp, labio peristomal; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Zoothamnium alternans Claparède & Lachmann, 1858

Es una colonia alta, de unos 216 a 442 μm , con pedúnculo grueso que se ramifica por encima del primer cuarto de la longitud total, las ramas se van alternando a lo largo del pedúnculo principal. Presenta macrozooides y microzooides. Los macrozooides son esféricos, de unos 54 - 77.5 μm de diámetro, se pueden distribuir alineados en el pedúnculo principal, o bien, alternados al principio de cada rama. Los microzooides son de forma cónica, de 36 - 54 μm de largo y de unos 18 - 27.5 μm de ancho, el peristoma con un diámetro de 27.5 μm y el labio delgado. El macronúcleo tiene forma de "C". La vacuola contráctil está próxima al labio peristomal. La película presenta estrías transversales muy evidentes (Figs. 25, 26 y 33a-c).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE ZOTHAMNIUM ALTERNANS

	COLONIA				ZOOIDES				
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	NÚMERO ZOOIDES		MAZ		MIZ		LABIO PERISTOMAL (μm)
			MAZ	MIZ	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	
PROM	438.51	102.02	2.81	13.72	42.63	31.5	31.03	22.08	22.71
MÍN	157.5	42.9	1	4	35	21	28	17.5	17.5
MÁX	715	185.9	5	34	63	35	42	28	35
DE (\pm)	172.94	42.91	1.25	10.23	8.96	8.96	4.49	3.64	5.29
N	11	11	11	11	11	11	11	11	11

PROM, Promedio; MÁX, Máximo; MÍN, Mínimo; DE, Desviación estándar; n, número de individuos; MAZ, macrozooide; MIZ, microzooide

Datos de colecta

ZOTHAMNIUM ALTERNANS

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Marzo (secas)	Enero (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> Ro: <i>Hypnea pannosa</i>	Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Ceramium sp.</i> y <i>Laurencia cf. obtusa</i>

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie ha sido registrada en la Bahía Mesquitito, Baja California, en la laguna de Tamiahua y en Isla Verde, Veracruz, como epibionte de las rodofitas *Bostrychia radicans* y *Gracilariopsis longissima* (citada como *Gracilaria verrucosa*), así como, en los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Phyllospadix* spp. y *Thalassia testudinum* (Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1999; Reyes-Santos, 2001)

Nuevos registros

Se reporta por primera vez en el Pacífico Tropical Mexicano y para el estado de Guerrero. Se amplía la distribución del ciliado en el estado de Veracruz. Se registran otras especies de rodofitas y clorofitas que fungen como basibiontes del ciliado.

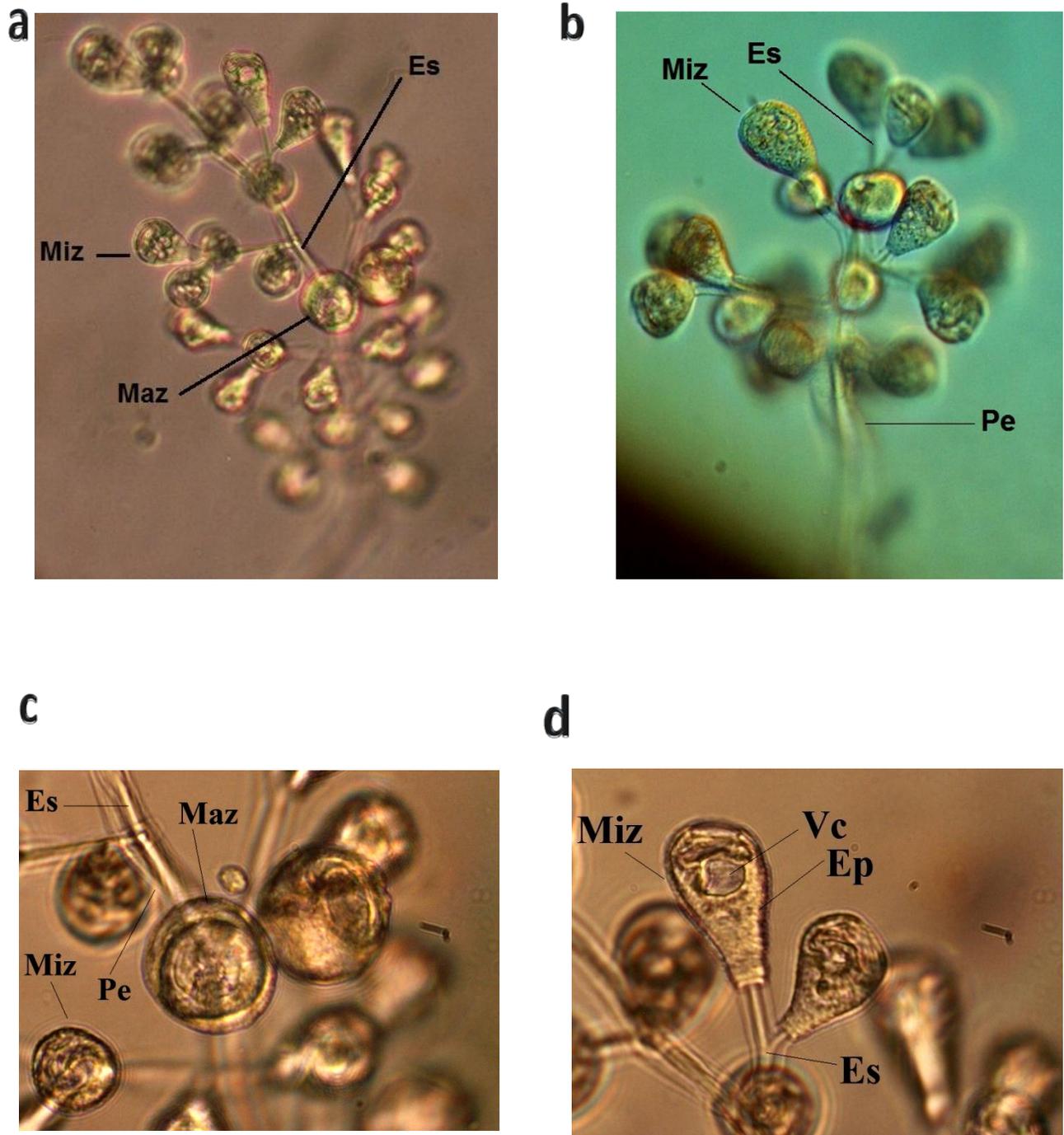


Fig. 25: *Zoothamnium alternans* en vivo. Colonias en crecimiento (a) y con la formación temprana de los macrozooides (b). Detalle de un par de macrozooides (c) y los microzooides (d). 100X (a), 200X (b) y 400X (c y d). Microscopía CDI. Abreviaturas: Es, espasmonema; Ep, estriaciones peliculares; Maz, macrozooides; Miz, microzooides; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil.

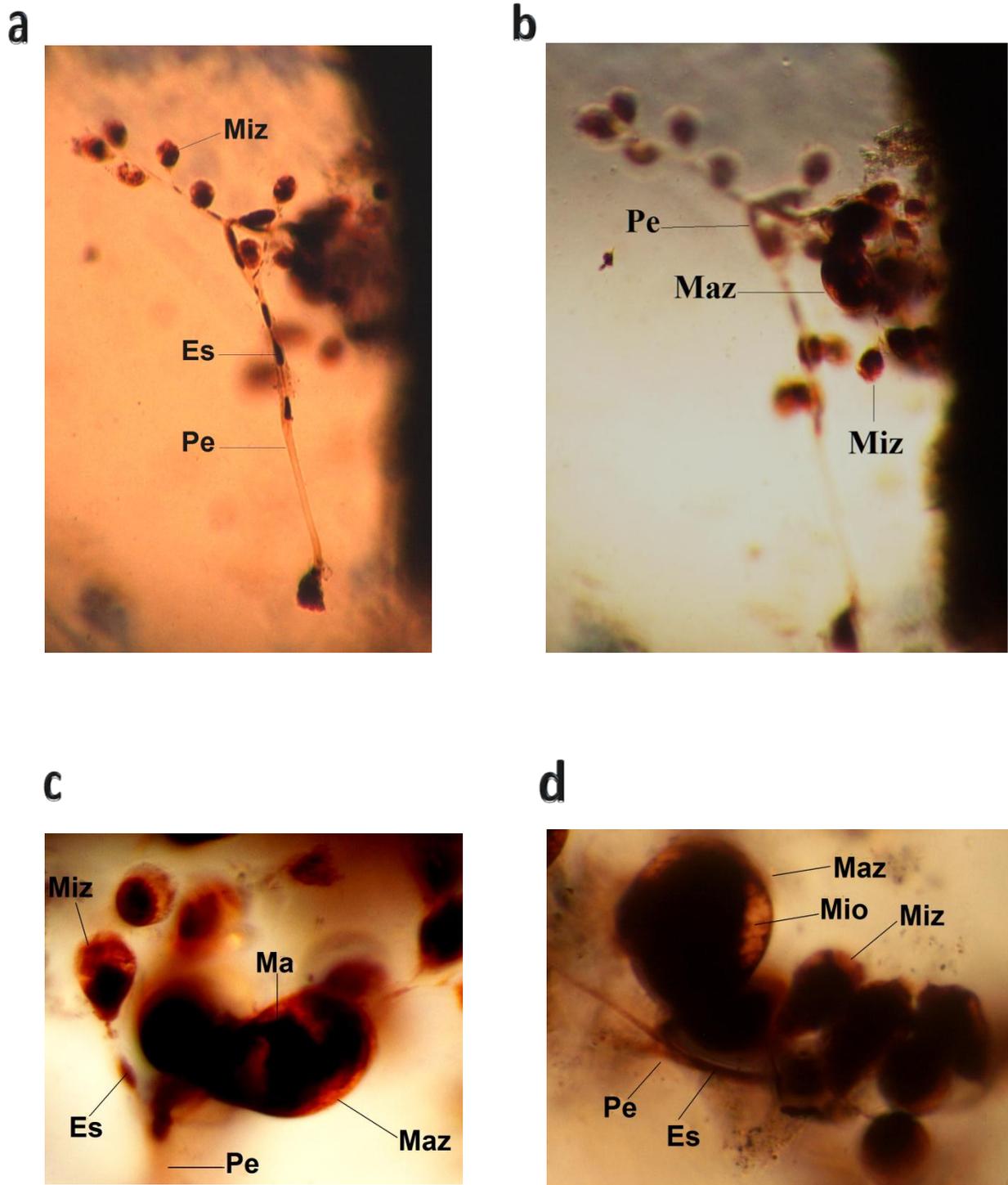


Fig. 26: *Zoothamnium alternans* en técnica micrográfica CPP. En a y b, colonia (100X); c y d, detalle de los zooides (400X). Microscopía CDI. Abreviaturas: Es, espasmonema; Ma, macronúcleo; Maz, macrozoide; Mio, mionema; Miz, microzoide; Pe, pedúnculo.

Zoothamnium commune Kahl, 1933

Organismo colonial que presenta de 8 a 48 zooides. Las células son de forma cónica, de 70 - 84 μm de longitud por 24 - 35 μm de ancho. El peristoma es amplio (35 μm de longitud), con labio delgado, disco epistomal oblicuo y el infundíbulo extendido más o menos hasta la mitad del zoide. El macronúcleo tiene forma de herradura, está localizado transversalmente en el tercio anterior de la célula. La vacuola contráctil está próxima al labio peristomal. La película presenta estrías transversales finas. La colonia mide de 182 a 1215 μm de longitud, el pedúnculo liso, en ocasiones con pequeño anillos, con espasmonema continuo. La ramificación es opuesta, con las ramas basales más largas. Los zooides se posicionan opuestos (Figs. 27 y 33d-e).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE <i>ZOOTHAMNIUM COMMUNE</i>					
	COLONIA		ZOOIDE		
	LARGO (μm)	NÚMERO DE ZOOIDES	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	505.1	26.1	63.3	37.7	37.6
MÁX	1215.0	48.0	77.0	45.5	45.5
MÍN	182.0	8.0	49.0	30.8	29.5
DE +/-	289.4	10.9	9.5	6.6	6.5
N	19	19	19	19	19

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos.

*Datos de colecta***ZOOTHAMNIUM COMMUNE**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Febrero y marzo (secas) Septiembre y octubre (lluvias)	Abril y enero (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> , <i>Ulva flexuosa</i> y <i>U. lactuca</i> Fe: <i>Padina</i> cf. <i>mexicana</i> Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i> .	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> . Ro: <i>Centroceras clavulatum</i> , <i>Gracilariopsis longissima</i> , <i>Neosiphonia</i> sp., <i>Hypnea pannosa</i> , <i>H. musciformis</i> y <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusata</i> .

Abreviaturas: clorofitas (Cl), feófitas (Fe), rodofitas (Ro)

Registros previos en México

Esta especie ha sido registrada en la Bahía Mesquitito, Baja California, en la laguna de Tamiahua y en Isla Verde, Veracruz, como eibibionte de los pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Phyllospadix* spp y *Thalassia testudinum*; en las clorofitas *Rhizoclonium kernerii* y *Ulva flexuosa* (citada como *Enteromorpha flexuosa*), las rodofitas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Ectocarpus* sp., *Gracilariopsis longissima* (citada como *Gracilaria verrucosa*) y *Polysiphonia binneyi* (Aladro-Lubel *et al.*, 2006; Martínez-Murillo, 1997; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996 y 1999; Reyes-Santos, 2001).

Nuevos registros

Se reporta por primera vez en el Pacífico Tropical Mexicano y para el estado de Guerrero. Se amplía la distribución del ciliado en el estado de Veracruz. Se registran otras especies de rodofitas y clorofitas basibiontes.

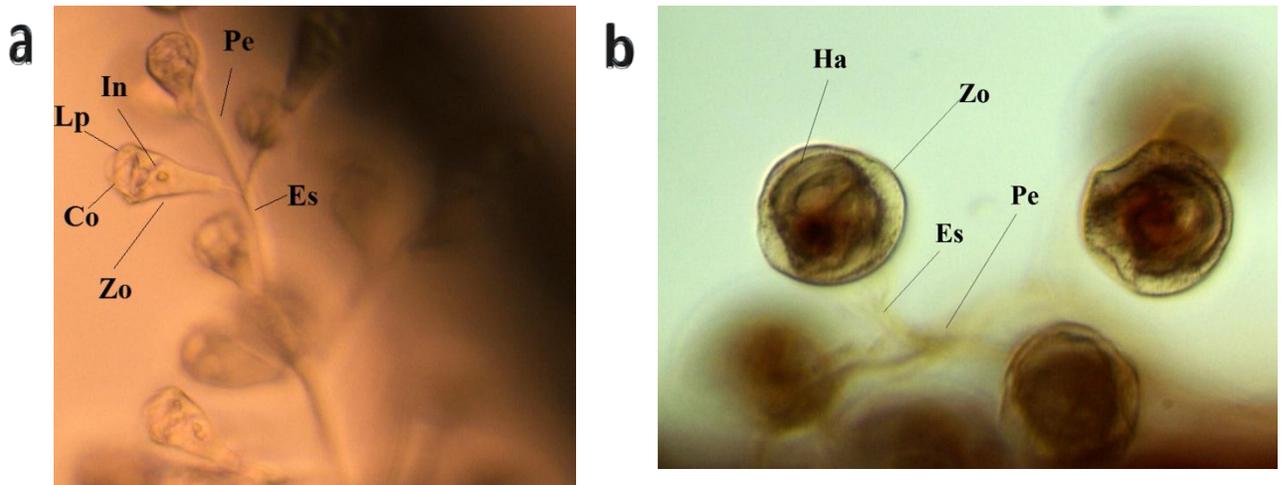


Fig. 27: A, colonia de *Z. commune* en vivo que muestra algunos zooides (a), en técnica micrográfica CPP. Microscopía CDI. 200X y 400X. Abreviaturas: Co, ciliatura oral (peristomal); Es, espasmonema; Ha, haplocinetia; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Zo, zooide.

Zoothamnium kentii Grenfell, 1884

Es una colonia de forma arbustiva o lineal, con tallas de 182 a 767 μm de largo. La ramificación es dicotómica, con horquillas en las formas arbustivas y en forma alternada en las lineales. El pedúnculo puede presentar anillaciones muy evidentes y estar cubierto por detrito. Los zooides son cónicos de 49 a 64 μm de longitud y 24 – 35 μm de ancho, con algas endosimbiontes. También se presentan cubiertos por detrito. El peristoma de 29.6 a 37.5 μm de diámetro, con labio delgado, disco epistomal convexo y el infundíbulo extendido más o menos hasta $\frac{1}{4}$ del zooide. La vacuola contráctil localizada lateralmente cerca del labio peristomal. El macronúcleo tiene forma de herradura, está localizado transversalmente en el tercio anterior. La película se muestra lisa.

La morfología de la colonia fue identificada con base al esquema publicado por Grenfell (1884), en la descripción original de la especie, combinado con algunos otros caracteres señalados por Foissner *et al.* (1992), tales como la presencia de detrito sobre pedúnculo y/o zooides, así como la presencia de anillos en el pedúnculo (Figs. 28-30 y 34).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE <i>ZOOTHAMNIUM KENTII</i>						
	COLONIA			ZOOIDES		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	NÚMERO ZOOIDES	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	363.64	135.91	19.94	56.82	43.85	42.41
MÍN	126	91	6	42	38.5	38.5
MÁX	857.5	196	46	84	49	49
DE (\pm)	194.61	29.41	12.18	11.17	3.30	3.2
n	17	17	17	17	17	17

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos.

*Datos de colecta***ZOOTHAMNIUM KENTII**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo
Mes (temporada)	Septiembre y octubre (lluvias)
Basibionte	Ro: <i>Gayliella taylorii</i> , <i>Centroceras clavulatum</i> e <i>Hypnea pannosa</i>

Abreviaturas: rodofitas (Ro)*Nuevos registros*

Este es el primer registro en México. Los datos morfométricos registrados en este trabajo coinciden con los intervalos mencionados por Foissner *et al.* (1992).

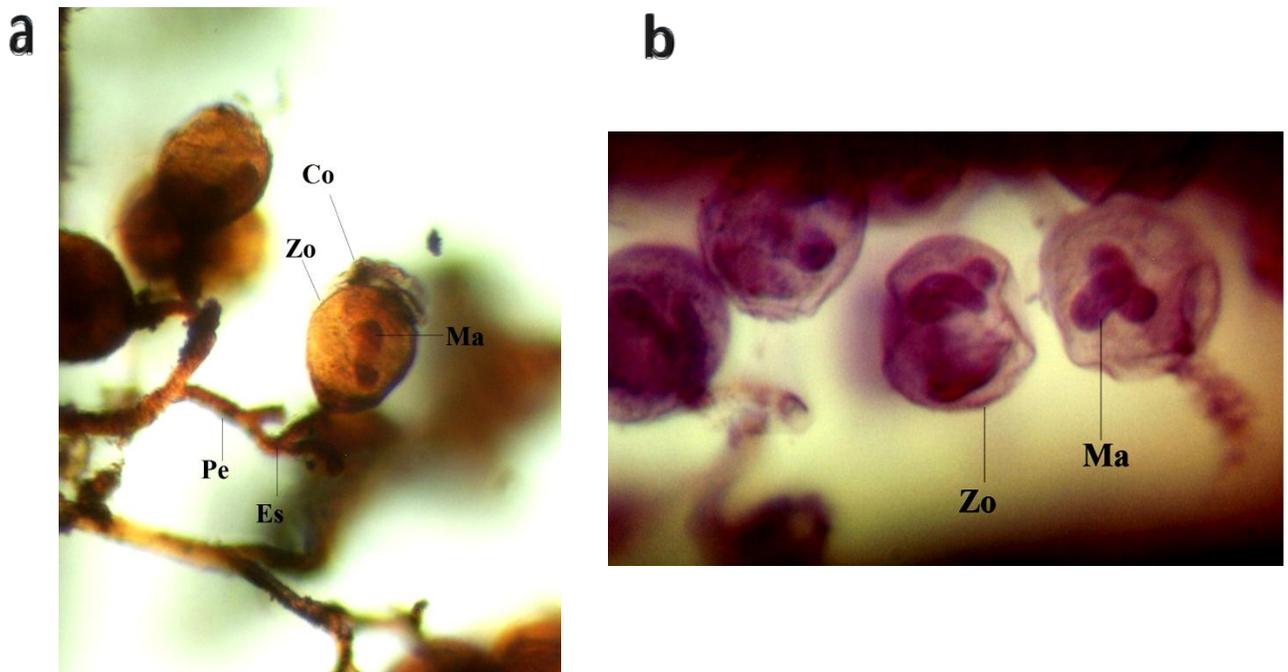


Fig. 28: *Zoothamnium kentii* en técnicas micrográficas donde se muestra el macronúcleo. En a, técnica de impregnación CPP; en b, técnica de tinción HH. Microscopía CDI. 200X y 400X. Abreviaturas: Co, ciliatura oral; Es, espadonema; Ma, macronúcleo; Pe, pedúnculo; Zo, zoide.

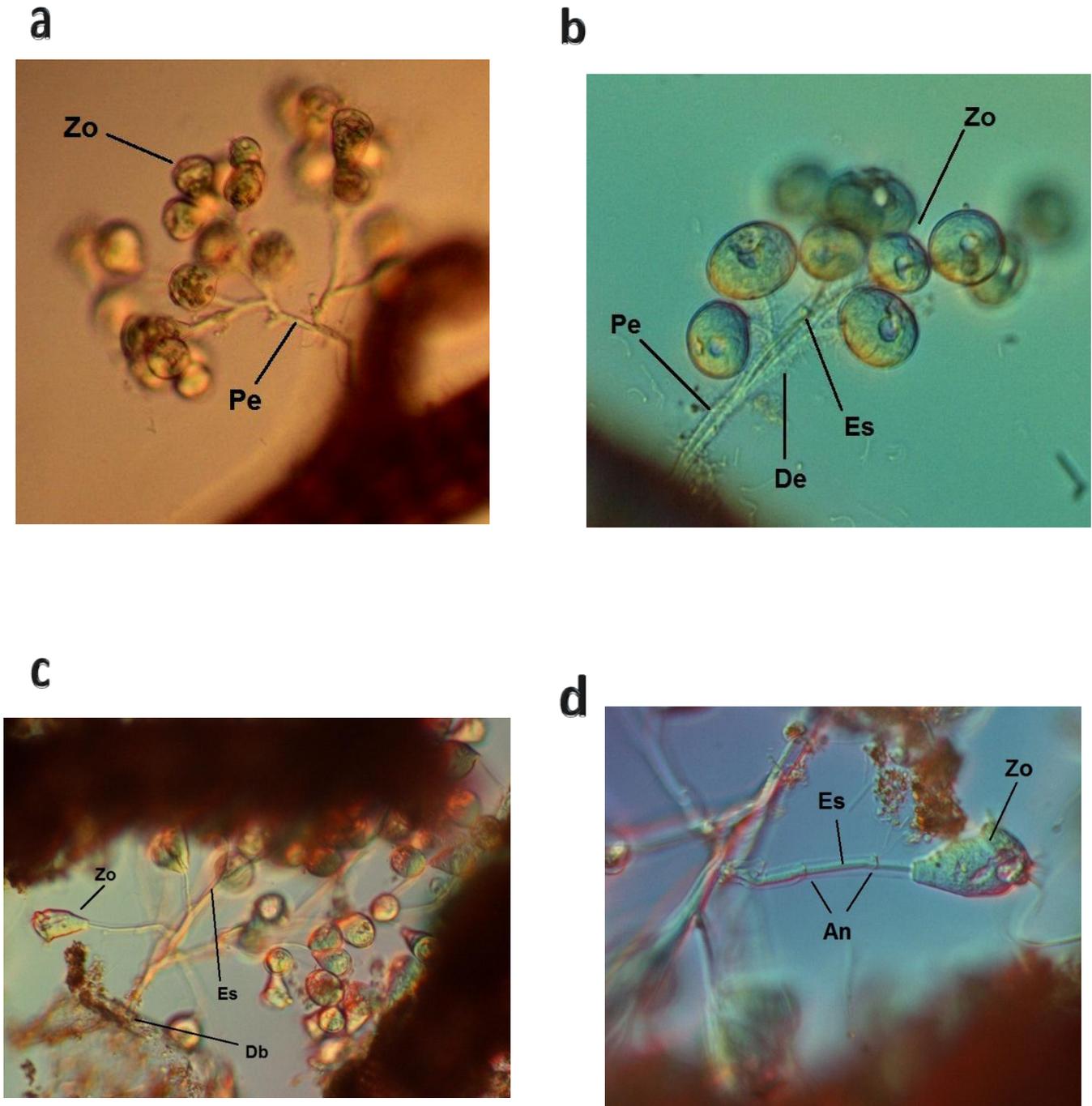


Fig. 29: Colonias de *Zoothamnium kentii* en vivo donde se muestran las dos formas observadas. En a y c, forma similar a la reportada por Grenfell (1884) en la descripción original; c y d, formas similares que describen Foissner *et al.* (1992). En b, se muestra una colonia con cubierta con detrito. En d, se muestran las anillaciones que puede presentar el pedúnculo en algunas colonias. Microscopía CDI. 100X (a y c) y 200X (b y d). Abreviaturas: An, anillaciones; Db, disco basal; De, detrito; Es, espasmonema; Pe, pedúnculo; Zo, zooide.

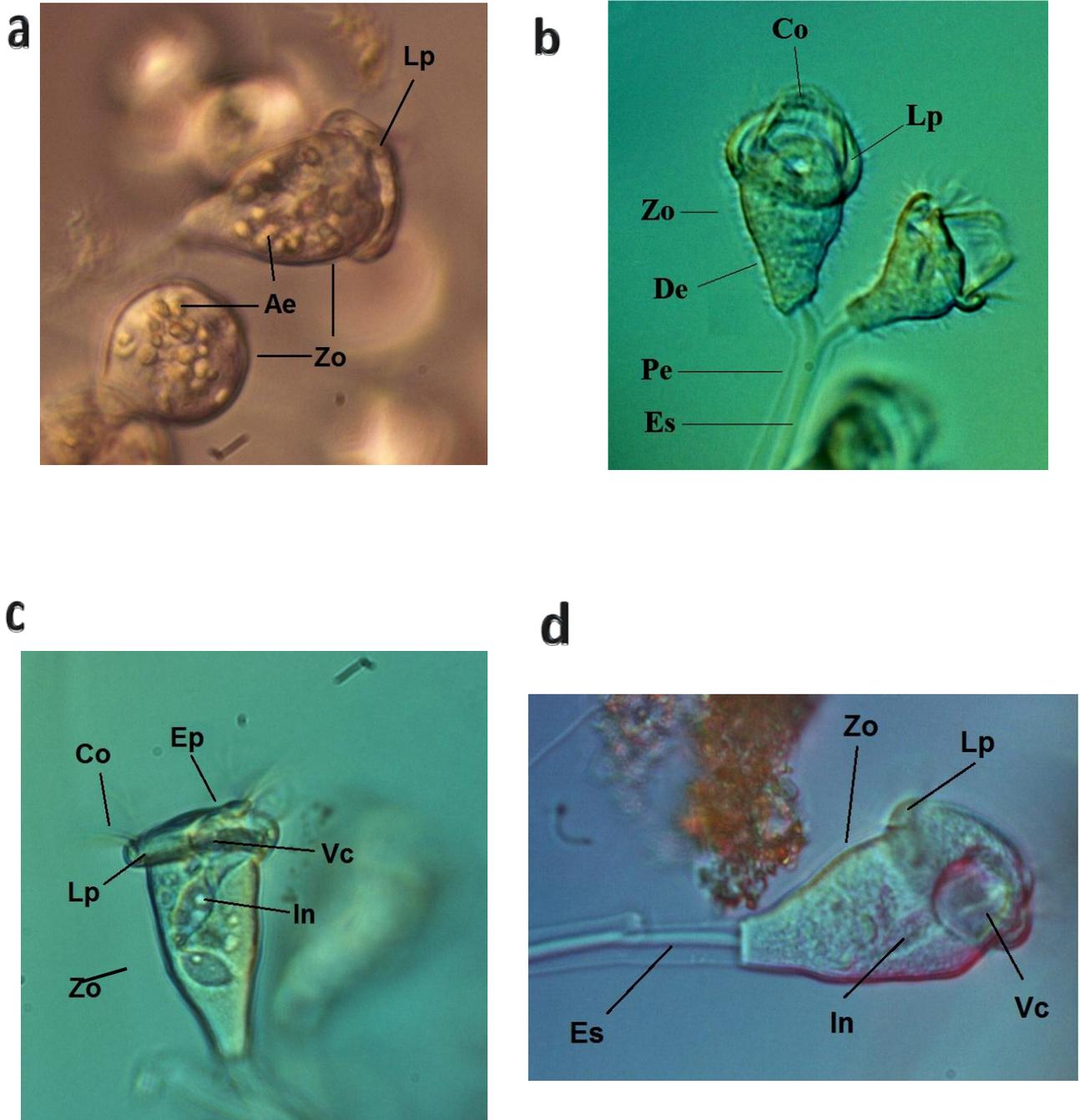


Fig. 30: Zooides de *Zoothamnium kentii* en vivo con algas endosimbiontes (a), cubierto por detrito (b) y sin detrito (a, c y d). Microscopía CDI. 400X. Abreviaturas: Ae, algas endosimbiontes; Co, ciliatura oral; De, detrito; Ep, disco epistomal; Es, espasmonema; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooides.

Zoothamnium procerius Kahl, 1933

Es una colonia esbelta, poco frondosa de unos 262.5 a 311.5 μm de longitud y unos 35 μm de ancho. Las ramificaciones son alternadas, que pueden ser opuestas o escalonadas. El pedúnculo liso más o menos esbelto de unos 14 μm de ancho, en ocasiones con algunos bordes o estriaciones transversales. Los zooides con tallas de 35 a 63 μm x 28 a 49 μm , por lo general en forma cónica, en ocasiones con la región aboral muy adelgazada. El peristoma con un diámetro igual al ancho máximo del zooides, con el disco epistomal convexo, el labio muy delgado y la vacuola contráctil localizada al centro junto al labio peristomal. El infundíbulo se extiende hasta la mitad de la célula. La película se muestra con estriaciones transversales muy finas. El macronúcleo en banda localizado transversalmente en el tercio superior del zooides (Figs. 31, 32 y 35).

Esta especie se puede llegar a confundir con *Z. kentii* por una forma similar de los zooides y el pedúnculo cubiertos con detrito. En la literatura se ha considerado a estas dos especies como sinónimos (Foissner *et al.* 1992) pero *Zoothamnium procerius* no se ha observado cubierto de detritos, no presenta nudos o anillaciones en el pedúnculo y no tiene la forma arbustiva descrita por Grenfell (1884) para *Z. kentii*.

*Datos de colecta***ZOOTHAMNIUM PROCERIUS**

Localidad	Las Gatas, Zihuatanejo
Mes (temporada)	Marzo (secas) Septiembre y octubre (lluvias)
Basibionte	Cl: <i>Caulerpa sertularioides</i> , <i>Chaetomorpha</i> cf. <i>antennina</i> y <i>Ulva lactuca</i> Ro: <i>Gayliella taylorii</i> y <i>Centroceras clavulatum</i> .

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Registros previos

La especie fue reportada por Reyes-Santos (2001) en Bahía de Mesquitito, Baja California asociada a pastos marinos del género *Phyllospadix*.

Nuevos registros

En este trabajo se reporta por primera vez como epibionte de algas en México y se amplía su distribución al reportarse en la región del PTM y en el estado de Guerrero.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE <i>ZOTHAMNIUM PROCERIUS</i>						
	COLONIA			ZOOIDES		
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	NÚMERO ZOOIDES	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LABIO PERISTOMAL (μm)
PROM	168.51	81.37	9.35	50.65	31.67	30.85
MÍN	54	70	5	19.6	22.4	22.4
MÁX	442	90	18	69.8	36	36
DE (\pm)	102.60	9.17	3.52	17.11	5.87	5.33
N	14	14	14	14	14	14

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **DE**, Desviación estándar; **n**, número de individuos

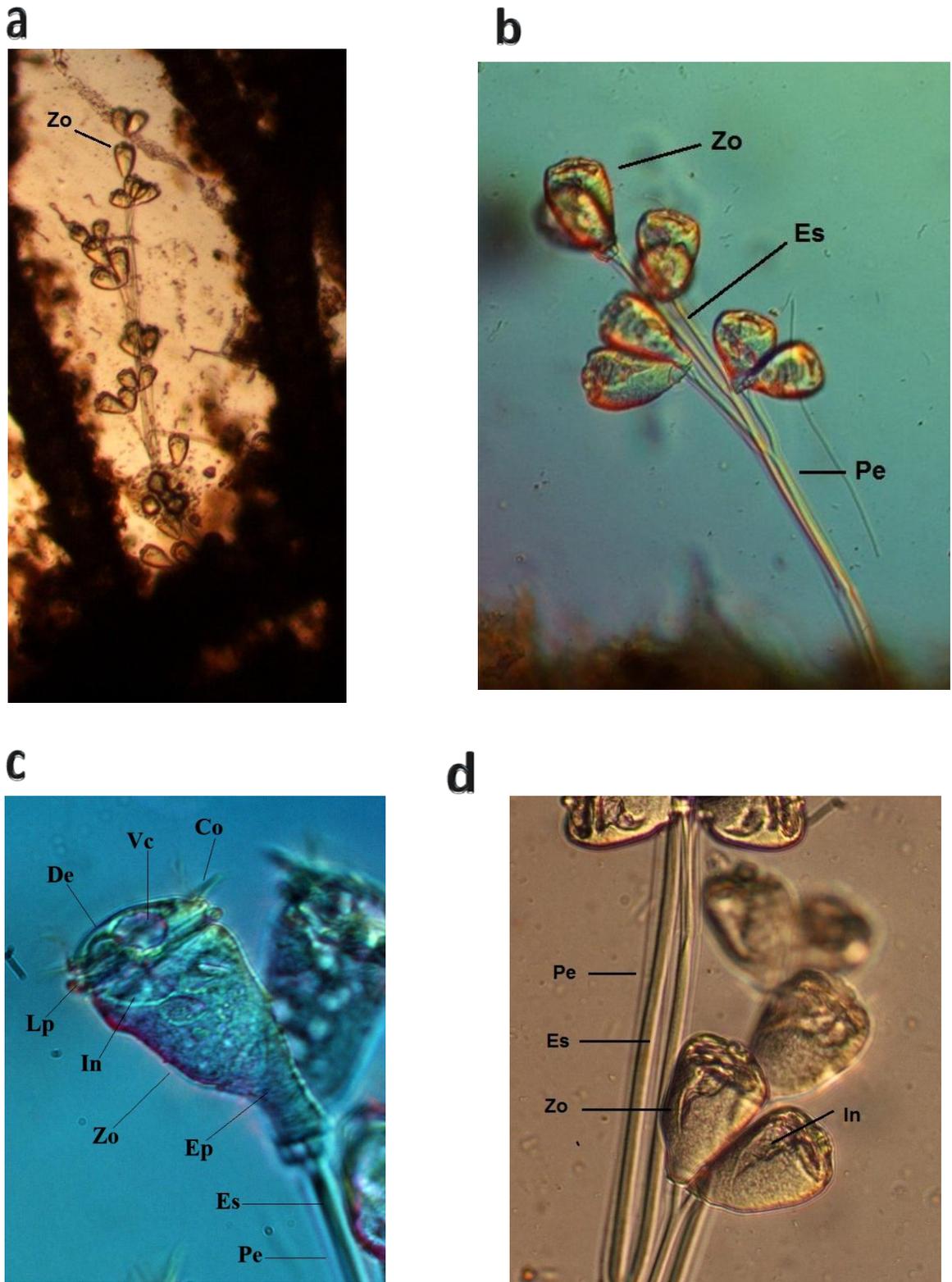
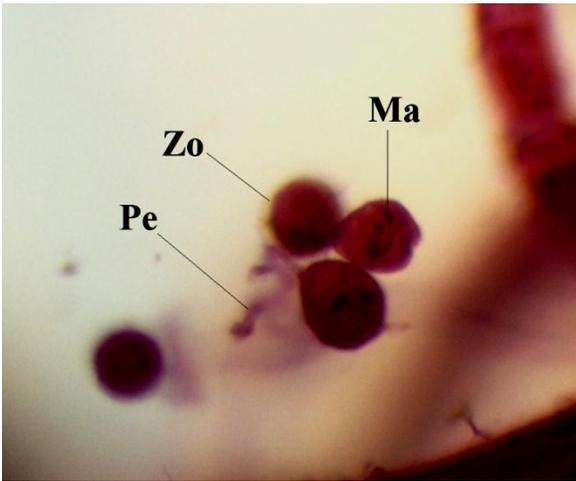


Fig. 31: *Zoothamnium procerius* en vivo donde se aprecia la colonia (a y b), el zooide relajado (c) y la dicotomía (d). Microscopía CDI. 50X (a), 100X (b) y 400X (c y d). Abreviaturas: Co, ciliatura oral; De, disco epistomal; Ep, estría pelicular; Es, espasmonema; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

a



b

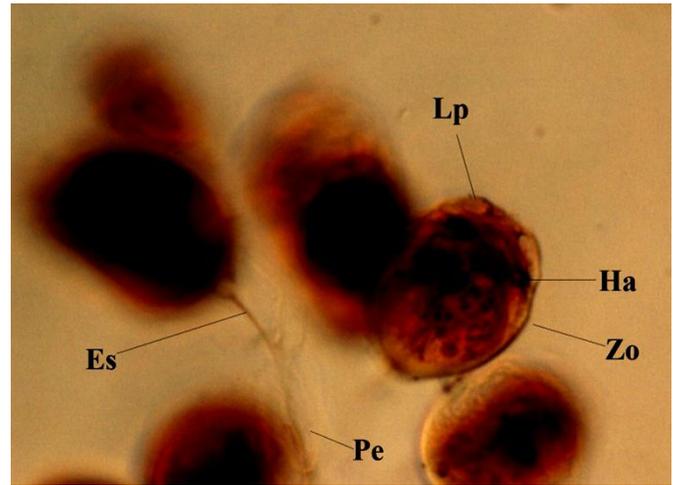


Fig. 32: *Zoothamnium procerius* en técnicas micrográficas: En a, tinción H-H, donde se aprecia el macronúcleo en uno de los zooides; en b, impregnación CPP, donde se aprecia el espasmonema en una de las ramificaciones en la colonia y la haplocinetia en uno de los zooides. Microscopía CDI. 200X y 400X. Abreviaturas: Es, espasmonema; Ha, haplocinetia; Lp, labio peristomal; Ma, macronúcleo; Pe, pedúnculo; Zo, zoide.

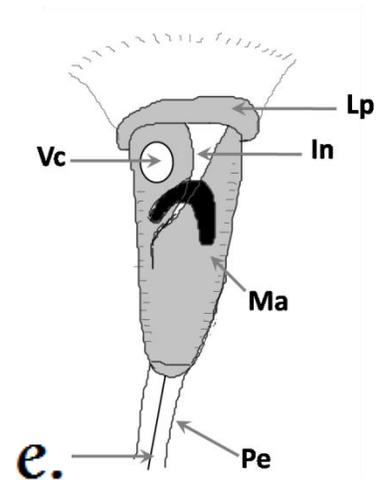
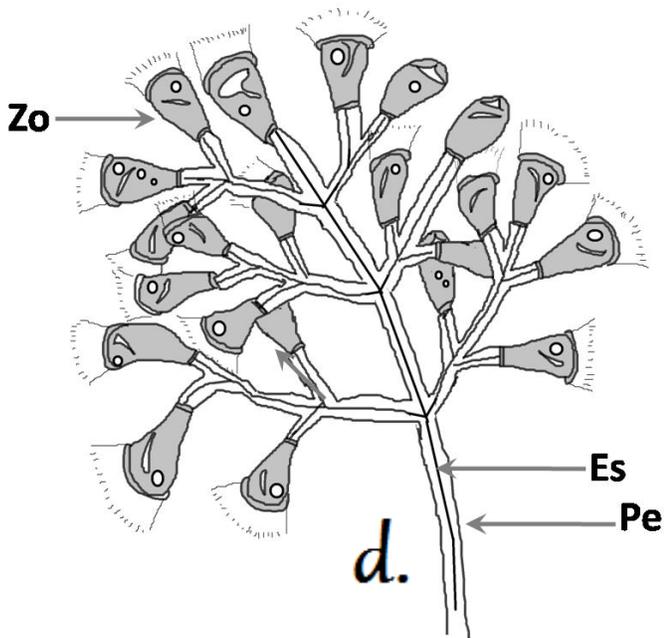
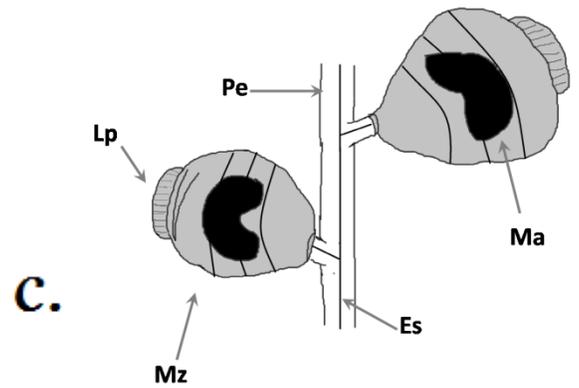
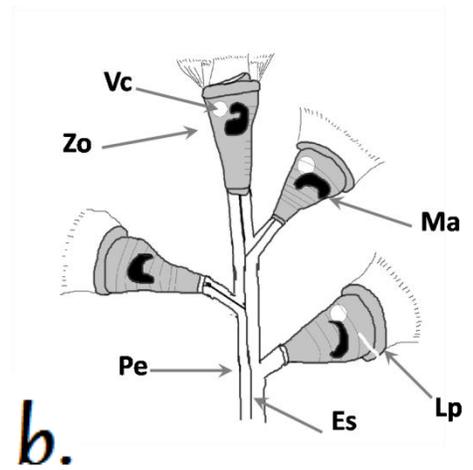
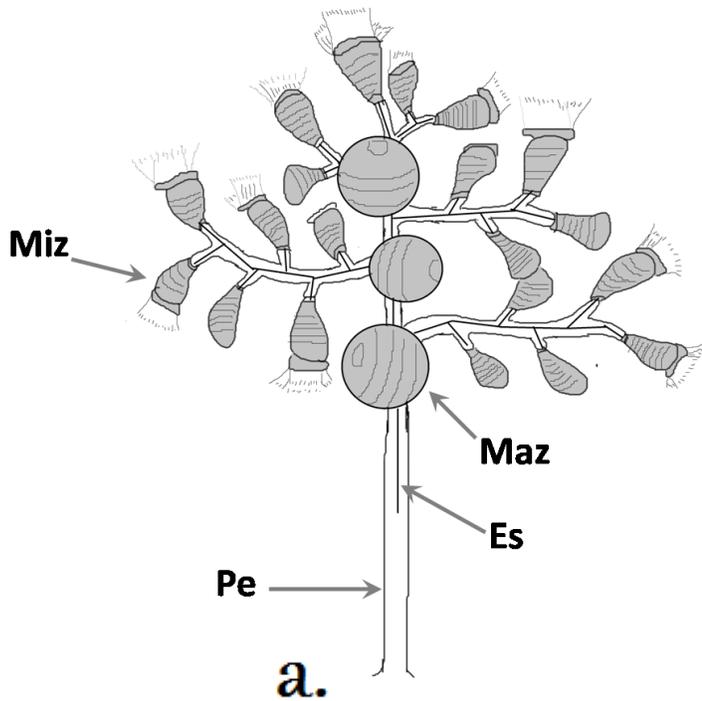


Figura 33: Esquemas de las especies del género *Zoothamnium*: *Z. alternans* (a-c) y *Z. commune* (d, e). Abreviaturas: Es, espasmonema; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Ma, macronúcleo; Maz, macrozoide; Miz, microzoide; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zoide.

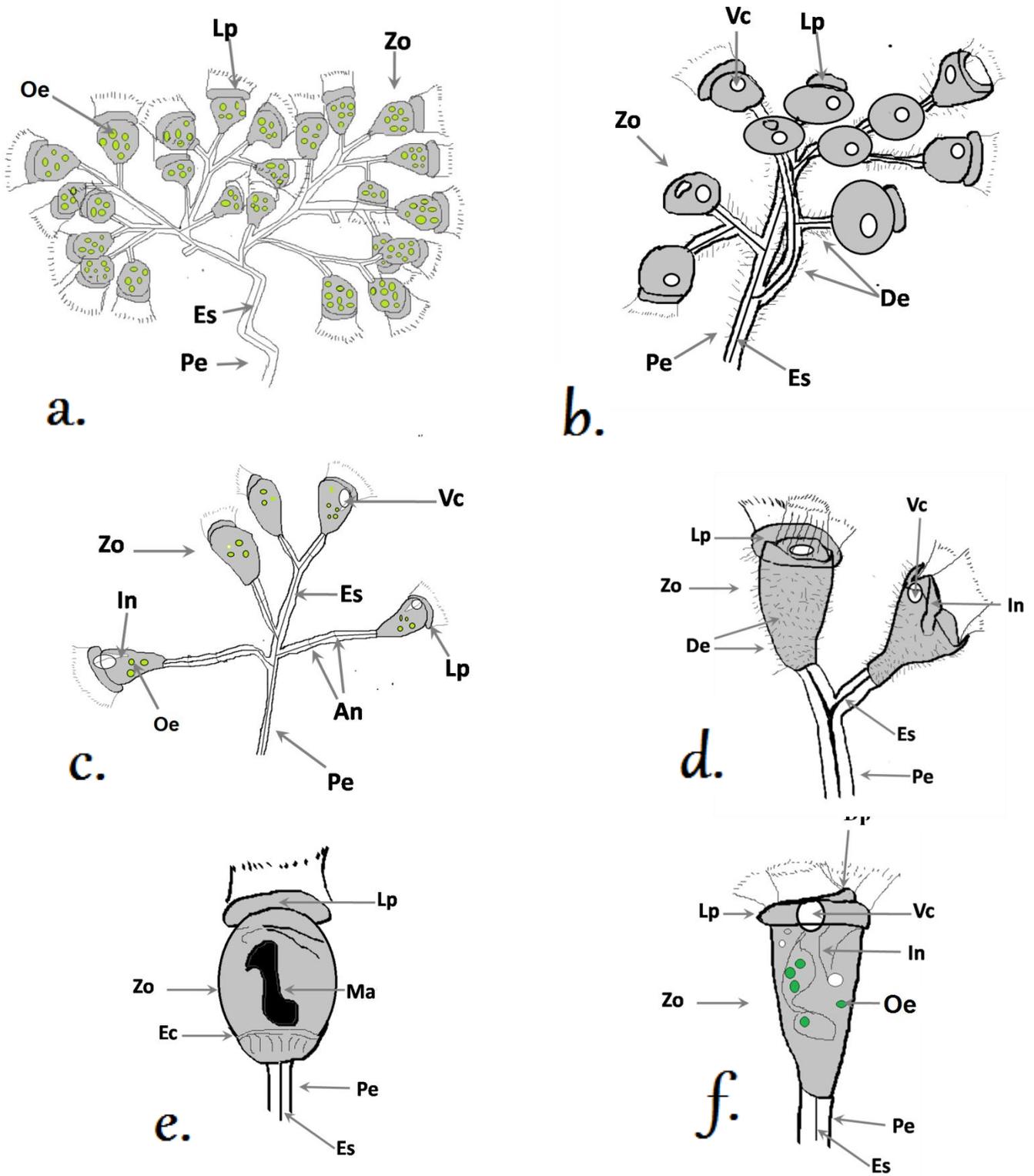


Figura 34: Esquemas de *Zoothamnium kentii*. Colonia de forma arbustiva (a), con pedúnculo cubierto de detrito (b) y en crecimiento (c). Zooides cubiertos de detrito (d), en detalle después de una impregnación de plata (e) y completamente extendido en vivo (f). Abreviaturas: An, anillos; De, detrito; Dp, Disco epistomal; Ec, escópula; Es, espasmonema; In, infundíbulo; Lp, labio peristomal; Os, organismos endosimbiontes; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooid.

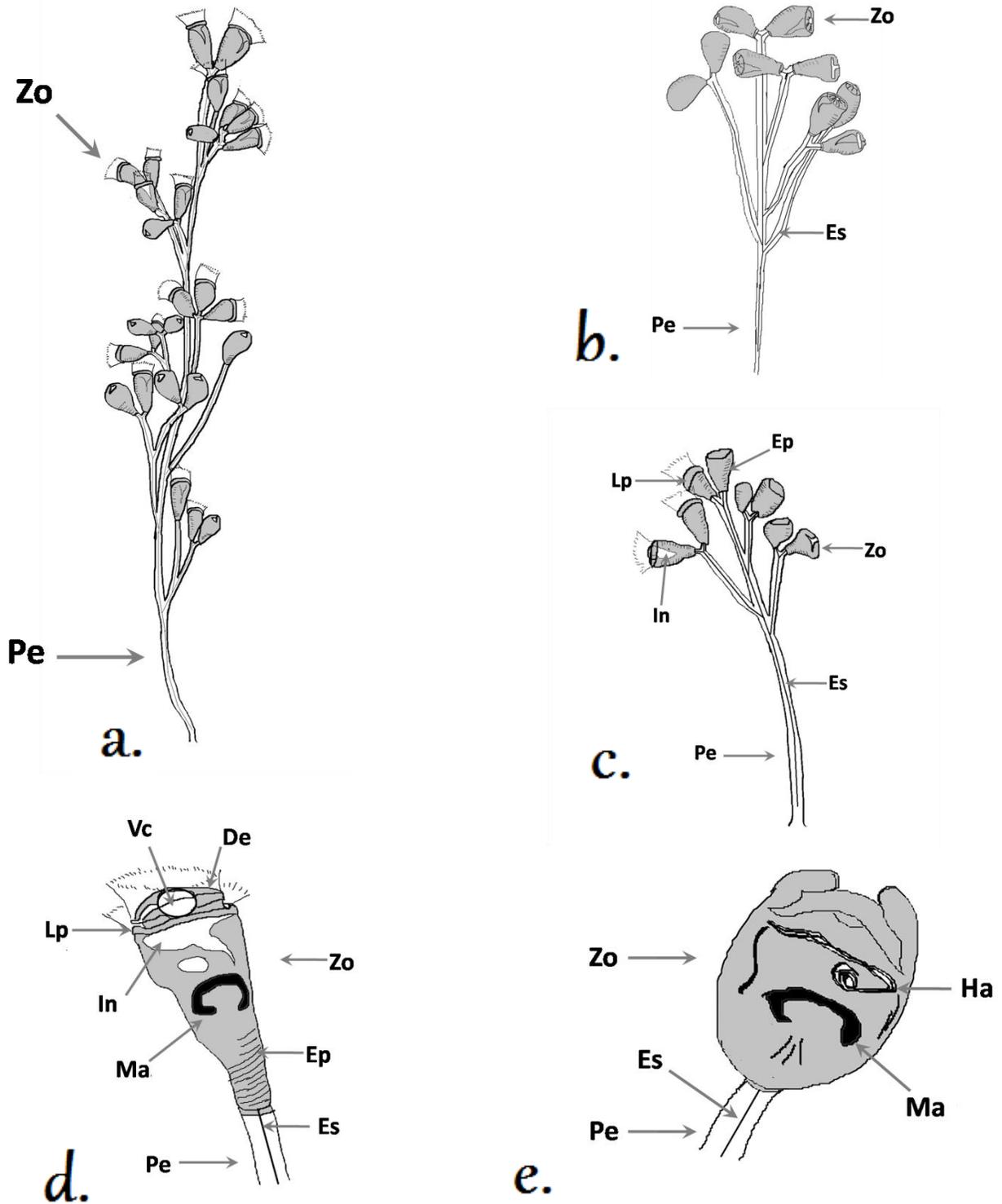


Figura 35: Esquemas de *Zoothamnium procerius*. Tres formas de la colonia (a-c) y zooides donde se destacan algunas de sus características (d-e). Abreviaturas: De, Disco epistomal; Ep, estrías peliculares; Es, espasmonema; In, infundíbulo; Ma, macronúcleo; Lp, labio peristomal; Pe, pedúnculo; Vc, vacuola contráctil; Zo, zooide.

Lagotia aculeata (Claparède & Lachmann, 1858), Hadži, 1951

Es un ciliado con lóriga que presenta una parte sacular y un cuello bien definido sin estructuras de adhesión. Las paredes más o menos gruesas, de coloración marrón. La parte sacular es ampuliforme, con una longitud de 84 a 143 μm y una anchura de 28 a 52.7 μm . El cuello es largo de unos 61.6 a 100.1 μm y unos 33.1 μm de ancho, inclinado entre 45 y 75° con respecto al saco, presenta cuatro anillos de 18-25 μm de espacio entre ellos. La abertura es circular y evertida, más ancha que el cuello, de 39.6 μm de diámetro. El zooide completamente extendido mide 182 a 205 μm de largo y 23.2 a 33.3 μm de ancho, contraído su talla es de 90 x 32 μm . La región aboral presenta un adelgazamiento que se adhiere a la lóriga en la región antapical. En la región oral el peristoma tiene un diámetro de 39.2 μm , presenta dos lóbulos ovalados de 70 x 22.4 μm , cada uno con una espina de 10.5 μm . El zooide se extiende hasta un tercio de su longitud por encima de la lóriga. El macronúcleo es esférico de unos 25 a 32 μm de diámetro (Fig. 36 y 37). Las observaciones se ajustan a la descripción de Hadži (1951).

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE *LAGOTIA ACULEATA*

	LÓRIGA					CILIADO					
	SACO		CUELLO		ABERTURA	ZOOIDE		PERISTOMA	LÓBULOS PERISTOMALES		ESPINAS LOBULARES
	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	DIAMETRO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	DIÁMETRO (μm)	LARGO (μm)	ANCHO (μm)	LARGO (μm)
PROM	115.5	52.82	106.4	36.12	44.94	212.1	26.04	33.74	67.2	22.68	11.9
MÍN	143.5	78.4	120.4	52.5	56	245	28	39.2	77	24.5	10.5
MÁX	84	28	98	28	33.6	182	24.5	31.5	52.5	17.5	14
n	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

PROM, Promedio; **MÁX**, Máximo; **MÍN**, Mínimo; **n**, número de individuos

Datos de colecta

LAGOTIA ACULEATA

Localidad	Playa Azul, Tuxpan
Mes (temporada)	Enero (secas) Agosto y noviembre (lluvias)
Basibionte	Ro: <i>Ceramium rubrum</i> y <i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i>

Abreviaturas: clorofitas (Cl), rodofitas (Ro)

Nuevos registros

Este es el primer registro de la especie en México y se reporta como epibionte de algas.

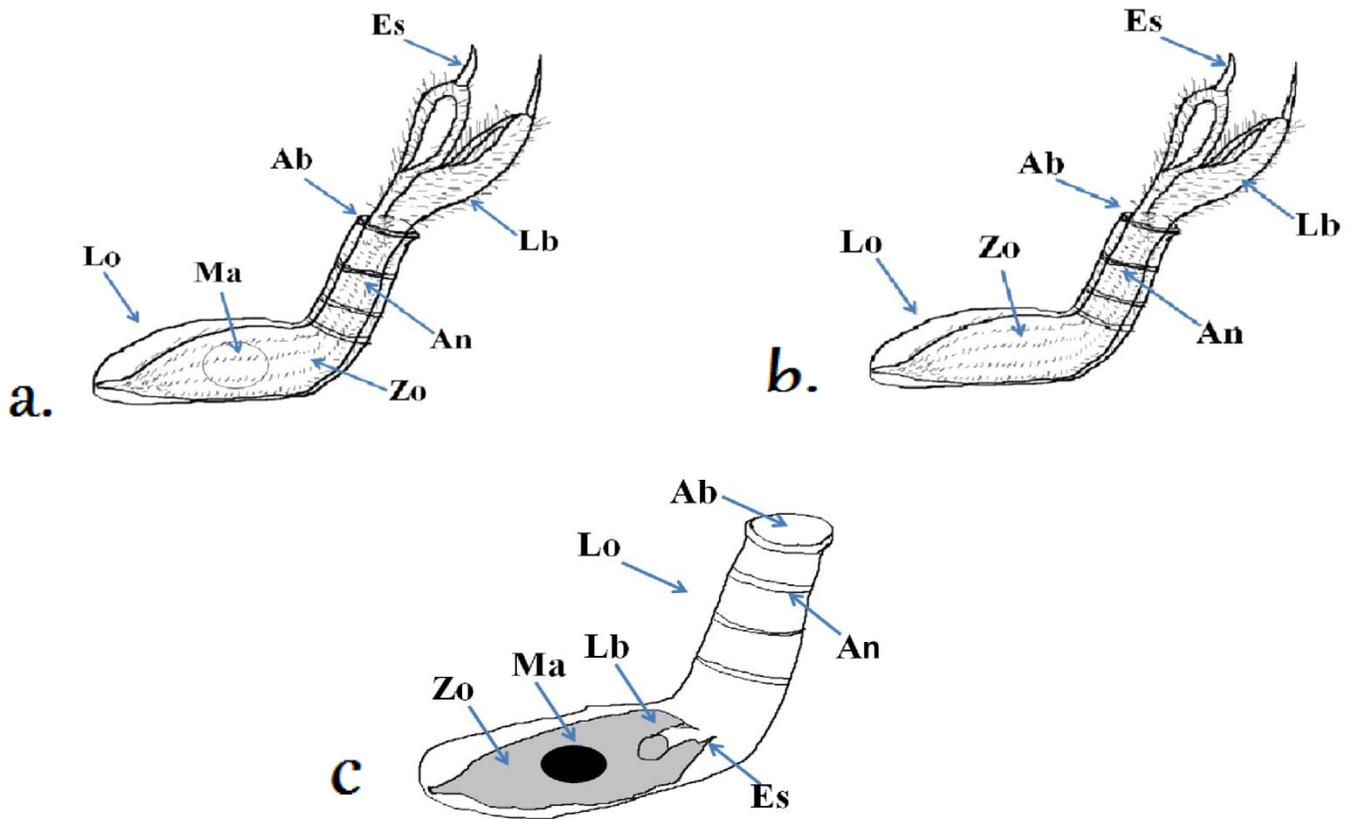
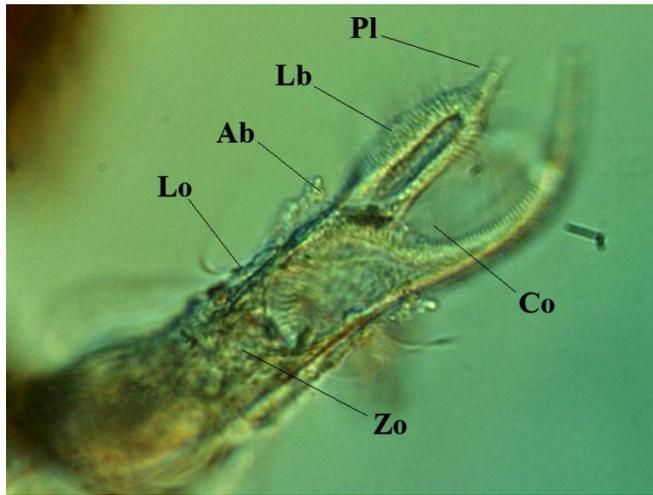
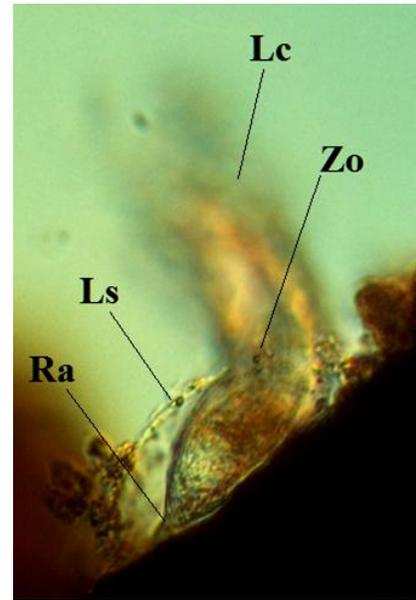


Figura 36. Esquemas de la especie *Lagotia aculeata* (a-c). Abreviaturas: Ab, abertura; An, anillo; Es, espina; Lb, lóbulo oral; Lo, lorica; Ma, macronúcleo; Zo, zooide.

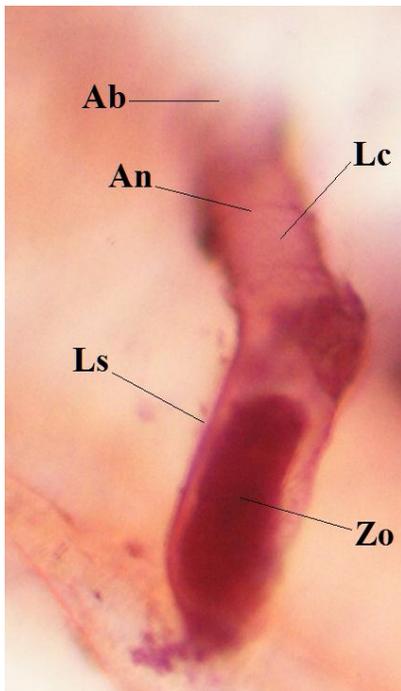
a



b



c



d

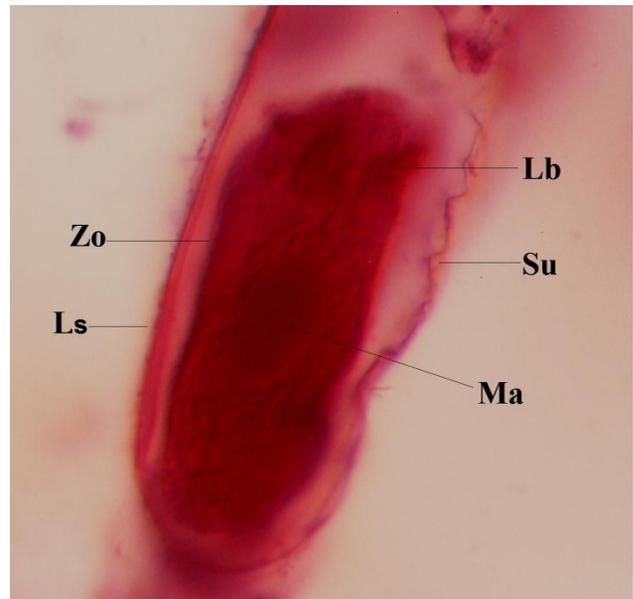


Fig. 37: *Lagotia aculeata* en vivo y en técnica micrográfica de hematoxilina de Harris. En a, se muestran los lóbulos peristomales, en b, el adelgazamiento en la región aboral donde el zooid se une a la lóriga, en c, se observan la anillaciones que presenta la lóriga, así como el zooid contraído, y en d, es evidente el macronúcleo esférico y algunas irregularidades que presenta la lóriga. Microscopía CDI (a y d, 400X; b y c 200X). Abreviaturas: Ab, abertura; An, anillo; Co; cilios orales; Lb, lóbulo peristomal; Lc, lóriga (cuello); Lo, lóriga; Ls, lóriga (saco); Ma, macronúcleo; Pl, espina lobular; Ra, región aboral; Su, surco; Zo, zooid.

5.2 Algas

Las algas determinadas taxonómicamente corresponden únicamente a los organismos que se encontraron como basibiontes. En total se identificaron 18 especies de algas, de las cuales, nueve fueron rodofitas, seis clorofitas, dos feofitas (ocrofitas) y una cianofita (cianobacteria o cianoprocarionte). Las rodofitas se agruparon en 15 géneros, cinco familias, dos órdenes pertenecientes a la clase Florideophyceae. En el caso de las clorofitas, la distribución taxonómica comprende cuatro géneros, cuatro familias y tres órdenes pertenecientes a la clase Ulvophyceae. Por su parte en las feofitas, hay dos géneros, dos familias y dos órdenes, todos dentro de la clase Phaeophyceae. Por último, la cianofita se agrupa en la clase Cyanophyceae y es el único representante de algas procariontes. El género más diverso fue *Ulva* (Ulvophyceae: Ulvales) con tres especies.

La localidad con mayor número de algas basibiontes fue Tuxpan con un total de 14 especies, de las cuales nueve fueron rodofitas, cuatro fueron clorofitas y una feofita. Todas las especies de rodofitas identificadas en este trabajo fueron observadas en esta localidad (Cuadro 4). En el caso de Zihuatanejo, la diversidad de algas se integró por seis especies de clorofitas, tres de rodofitas, una feofita y una cianofita. De forma similar a Tuxpan, las clorofitas registradas en esta localidad corresponden a todas las especies registradas en este trabajo. En cuanto a representatividad, se observaron organismos pertenecientes a cuatro divisiones, Chlorophyta, Cyanoprokaryota, Ochrophyta y Rhodophyta (cuadro 4)

Cuadro 4: Lista de especies de algas basibiontes en este estudio. Las Gatas, Zihuatanejo y Playa Azul, Tuxpan.

ALGAS	LAS ZIHUATANEJO	GATAS, PLAYA TUXPAN	AZUL, TUXPAN
CHLOROPHYTA			
<i>Bryopsis cf. pennata</i>	X		
<i>Chaetomorpha antennina</i>	X		X
<i>Caulerpa sertularioides</i>	X		X
<i>Ulva californica</i>	X		
<i>Ulva flexuosa</i>	X		X
<i>Ulva lactuca</i>	X		X
CYANOPROKARYOTA			
<i>Oscillatoria sp.</i>	X		
OCHROPHYTA			
<i>Padina cf. mexicana.</i>	X		
<i>Sargassum sp.</i>			X
RHODOPHYTA			
<i>Acanthophora spicifera</i>			X
<i>Centroceras clavulatum</i>	X		X
<i>Ceramium sp.</i>			X
<i>Gayliella cf. taylorii</i>	X		X
<i>Gracilariopsis longissima</i>			X
<i>Neosiphonia sp.</i>			X
<i>Hypnea pannosa</i>	X		X
<i>Hypnea musciformis</i>			X
<i>Laurencia cf. obtusa</i>			X
TOTAL	18	11	14

Lista florística sistemática

A continuación se muestra la ubicación taxonómica de las algas basibiontes identificadas en este trabajo. Para las cianofitas se utilizó el esquema de clasificación de Komárek y Anagnostidis (2005) y el esquema seguido en la base de datos electrónica CyanoDB.cz (Komárek y Hauer, 2014). En el caso de las algas eucariontes se utilizó la clasificación propuesta en la base de datos electrónica AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2014).

IMPERIO: Prokaryota Allsopp 1969

REINO: Eubacteria Cavalier-Smith

SUBREINO: Negibacteria Cavalier-Smith ex Cavalier-Smith, 2002

DIVISIÓN: Cyanoprokaryota *sensu* J. Komárek, 1985

CLASE: Cyanophyceae Sachs, 1874

ORDEN: Oscillatoriales Elenkin, 1934

FAMILIA: Oscillatoriaceae (S. F. Gray) Harvey ex Kirschner, 1898

SUBFAMILIA: Oscillatorioidea Gomont, 1892

GÉNERO: *Oscillatoria* J.P. E. Voucher ex M. Gomont, 1892

ESPECIE: ***Oscillatoria* sp.**

IMPERIO: Eukaryota Chatton, 1925

REINO: Chromista T. Cavalier-Smith, 1981:478

DIVISIÓN: Ochrophyta Cavalier-Smith *in* Cavalier-Smith & E.E.Chao, 1996:508.

CLASE: Phaeophyceae Kjellman, 1891:176.

ORDEN: Fucales Bory de Saint-Vincent, 1827

FAMILIA: Sargassaceae Kützinger, 1843:349, 359.

GÉNERO: *Sargassum* C.Agardh, 1820:1

ESPECIE: ***Sargassum* sp.**

ORDEN: Dictyotales Bory de Saint-Vincent, 1827

FAMILIA Dictyotaceae J. V. Lamouroux ex Dumortier 1822:72, 101

TRIBU: Zonarieae G.De Toni .

GÉNERO: *Padina* Adanson, 1763:13, 586

ESPECIE: ***Padina* cf. *mexicana*** E. Y. Watson, 1944:403

REINO: Plantae Haeckel, 1866

SUBREINO: Biliphyta Cavalier-Smith, 1981

DIVISIÓN: Rhodophyta Wettstein, 1922

SUBDIVISIÓN: Eurhodophytina G.W.Saunders & Hommersand

CLASE: Florideophyceae Cronquist, 1960:438.

SUBCLASE: Rhodymeniophycidae G.W.Saunders & Hommersand, 2004

ORDEN: Gigartinales F. Schmitz *in* Engler, 1892:18.

FAMILIA: Cystocloniaceae Kützing, 1843:390

GÉNERO: *Hypnea* J. V. Lamouroux, 1813:131

ESPECIE: *Hypnea pannosa* J. Agardh, 1847:14

ESPECIE *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux 1813:43

ORDEN: Ceramiales Oltmanns, 1904:683

FAMILIA: Ceramiaceae Dumortier, 1822:71, 100.

SUBFAMILIA: Ceramioideae De Toni

TRIBU: Ceramieae (Dumortier) F.Schmitz, 1889: 106

GÉNERO: *Centroceras* Kützing, 1841:731.

ESPECIE: *Centroceras clavulatum* (C.Agardh) Montagne, 1846:140

GÉNERO: *Ceramium* Roth, 1797:146

ESPECIE *Ceramium* sp.

GÉNERO: *Gayliella* T. O. Cho, L. J. McIvor & S. M. Boo, 2008:723

ESPECIE: *Gayliella cf. taylorii* (E. Y. Dawson) T. O. Cho & S. M. Boo in
T.O. Cho *et al.*, 2008:727

FAMILIA: Rhodomelaceae Areschoug, 1847:260

TRIBU: Chondrieae F. Schmitz & Falkenberg, 1897:432.

GÉNERO: *Acanthophora* J. V. Lamouroux, 1813:132

ESPECIE: *Acanthophora spicifera* (M.Vahl) Børgesen, 1910:201

TRIBU: Laurencieae F. Schmitz, 1889:447

GÉNERO: *Laurencia* J. V.Lamouroux, 1813:130

ESPECIE: *Laurencia cf. obtusa* (Hudson) J. V.Lamouroux, 1813:130

TRIBU: Polysiphonieae F. Schmitz, 1889:447.

GÉNERO: *Neosiphonia* M.-S. Kim & I. K. Lee, 1999:272

ESPECIE: *Neosiphonia* sp.

ORDEN: Gracilariales S. Fredericq & M. H. Hommersand, 1989:225

FAMILIA: Gracilariaceae Nägeli, 1847:240, 254.

GÉNERO: *Gracilariopsis* E. Y. Dawson, 1949:40

ESPECIE *Gracilariopsis longíssima* (Hudson) M. Steentoft, L. M. Irvine &
W. F. Farnham 1995:113

SUBREINO: Viridiplantae Cavalier-Smith, 1981

DIVISIÓN: Chlorophyta A. Pascher, 1914

CLASE: Ulvophyceae K. R. Mattox & K. D.Stewart, 1978:150

ORDEN Bryopsidales J.H. Schaffner, 1922:129

FAMILIA: Bryopsidaceae Bory de Saint-Vicent, 1829:203

GÉNERO: *Bryopsis* J. V. Lamouroux, 1809:333

ESPECIE: *Bryopsis cf. pennata* J. V. Lamouroux, 1809:333

FAMILIA: Caulerpaceae Kützing, 1843:302, 307

GÉNERO: *Caulerpa* J. V. Lamouroux, 1809:302

ESPECIE: ***Caulerpa sertularioides*** (S.G.Gmelin) M.A.Howe 1905:576

ORDEN: Cladophorales Haeckel, 1894:302, 305

FAMILIA: Cladophoraceae Wille *in* Warming, 1884:30

GÉNERO: *Chaetomorpha* Kützing, 1845:203

ESPECIE: ***Chaetomorpha antennina*** (Bory de Saint-Vicent) Kützing,
1947:166

ORDEN: Ulvales Blackman & Tansley, 1902:32

FAMILIA: Ulvaceae J. V. Lamouroux ex Dumortier, 1822:72, 102.

GÉNERO: *Ulva* Linnaeus, 1753:1163

ESPECIE: ***Ulva californica*** Wille *in* F. S. Collins, Holden & Setchell, 1899: no.
611

ESPECIE: ***Ulva flexuosa*** Wulfen, 1803:XXII, 1

ESPECIE: ***Ulva lactuca*** Linnaeus, 1753:1163

Información morfológica y consideraciones taxonómicas

Con base en la lista florística sistemática descrita anteriormente y los esquemas de clasificación utilizados, las algas identificadas en este trabajo se distribuyen en dos imperios (dominios) y tres reinos. Hay un total de cuatro divisiones, cuatro clases, nueve órdenes, 11 familias y 15 géneros. Las categorías taxonómicas intermedias, como subreinos, subclases, subfamilias y tribus, sólo son atribuibles a algunas especies por lo que no forman parte de este conteo. En el caso de las especies, 10 fueron determinadas a nivel específico, cuatro más con estatus de confrontación a la especie (cf.) y cuatro más sólo hasta nivel de género.

División Chlorophyta

Se identificaron un total de seis especies, de las cuales cinco se determinaron a nivel específico, *Caulerpa sertularioides* (fig. 38f), *Chaetomorpha antennina*, *Ulva californica*, *U. flexuosa* (fig. 38g), *U. lactuca* (fig. 38h) y una quedó en confrontación específica, *Bryopsis* cf. *pennata*. La distribución taxonómica muestra cuatro géneros, cuatro familias, tres órdenes y una clase. En cuanto a las características más sobresalientes de las especies se observaron organismos con tallas desde los 0.5 cm hasta los 15 cm, formando céspedes, matas y láminas, de

color verde brillante (excepto *U. californica*) y presentando formas filamentosas, ramificadas y láminas (Cuadro 5).

División Cyanoprokaryota

El único representante de esta división se identificó hasta nivel de género, *Oscillatoria*, el cual pertenece a la subfamilia Oscillatorioidea, de la familia Oscillatoriaceae, que se ubica dentro del orden Oscillatoriales y la clase Cyanophyceae. Esta especie se presentó con forma filamentosa de color verde oscuro, adherida a los discos de fijación de *Caulerpa sertularioides* e *Hypnea pannosa* (cuadro 5, fig. 38i).

División Ochrophyta

Todas las ocrofitas identificadas en este trabajo pertenecen a la clase Phaeophyceae, por ello son referidas también con el nombre de feofitas. Se reconocieron dos especies, una de ellas sólo se determinó su género y en la otra la identificación quedó bajo estatus de confrontación.

Hay dos géneros, uno de ellos, *Sargassum*, se ubica en la familia Sargassaceae dentro del orden Fucales, y el otro, *Padina*, está dentro de la tribu Zonarieae, en la familia Dictyotaceae del orden Dictyotales. La especie *Sargassum* sp. (fig. 38e) se presentó como un arbusto ramificado de color café claro y verde olivo, con tallas de hasta 25 cm de longitud, discernible por la presencia de los aerocistos (neumatocistos) distribuidos entre las ramas y cerca del eje principal. Otra de las especies, *Padina* cf. *mexicana* (fig. 38d), se encontró con hábito en láminas pequeñas de unos 3 a 5 cm de longitud, con formas de cono o abanico de color café claro, en ocasiones con tonalidad en ocre. La información detallada sobre estos aspectos morfológicos se resume en el cuadro 5.

Cuadro 5: Características generales de las especies de algas registrada em este trabajo.

	Hábito	Color	Categoría Forma-función*	Longitud (cm)**	Ancho (cm)**	Grosor o diámetro (cm)**	Características generales
CLOROPHYTA							
<i>Bryopsis cf. pennata</i>	Césped	Verde brillante	Filamentosas	0.5 – 2	< 0.5	< 0.1	Talo cenocítico, con forma de cepillo, delgado y quebradizo, con ramas opuestas y estructuras tipo rizoide de aspecto fibroso.
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Matas medianas enmarañadas	Verde brillante y mate	Ramificadas	5 – 15	2	0.5	Talo cenocítico, de crecimiento postrado, con estolones y estructuras tipo rama, opuestas, que le otorgan la apariencia de pluma. Presenta rizoides generalmente cubiertos con arena y algas epifitas.
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Matas compactas	Verde brillante	Filamentosas	8 – 10	NR	NR	Filamentos uniseriados sin ramificaciones, con células anchas en su base y delgadas en la punta. Las matas quedan se adhieren firmemente a la superficie rocosa donde.
<i>Ulva californica</i>	Lámina	Verde oscuro	Láminas	1 – 3	1.5 - 2.5	NR	Lámina aplanada más o menos triangular, en forma de hoja con los bordes irregulares.
<i>Ulva flexuosa</i>	Matas compactas	Verde brillante	Láminas	3 – 10	0.1 - 0.3	NR	El talo es una lámina doblada en forma de tubo por lo que tiene apariencia filamentosas con pocas ramificaciones.
<i>Ulva lactuca</i>	Lámina	Verde brillante	Láminas	7 – 15	3 – 5	NR	Lámina irregular con bordes redondeados.
CYANOPROKARYOTA							
<i>Oscillatoria</i> sp.	Filamentos enredados a macroalgas	Verde oscuro	Filamentosa	NR	NR	NR	Talo filamentosos recubierto por una vaina conspicua, uniseriado con bordes redondeados y sin ramificaciones.
OCHROPHYTA							
<i>Sargassum</i> sp.	Arbusto	Café claro y verde olivo	Ramificadas	15 - 25	10 – 15	0.5	Talo erecto, con un eje principal en forma tubular, ramificado, con frondas en láminas semejantes a hojas (filidios), las cuales tienen los bordes aserrados. Presenta varias estructuras esféricas (neumatocistos) distribuidos entre las ramas principalmente en las partes proximales al eje principal.
<i>Padina cf. mexicana</i>	Laminas en forma de cono o abanico	Café clara o amarillenta (ocre)	Láminas	3 – 5	2.5 – 3	NR	Talo aplanado que forma láminas anchas en forma de abanico o cono, con semejanza a una oreja .Hay un estípote que une al organismo al sustrato, en ocasiones esta ligeramente carbonatado.

*Con base en las propuestas de Littler y Littler (1980) **Datos para n = 15 medidos en todo el estudio. NR. No registrado.

Cuadro 5: Características generales de las especies de algas registrada em este trabajo (continuación).

	Hábito	Color	Categoría Forma-función*	Longitud (cm)**	Ancho (cm)**	Grosor o diámetro (cm)**	Observaciones
RHODOPHYTA							
<i>Acanthophora spicifera</i>	Arbusto	Verde, con tonos rojizos o rosas en los ápices de cada rama	Ramificadas	10 – 20	2 – 3	1 – 2	Talo ligeramente aplanado, con numerosas ámpulas o yemas que parecen pequeñas proyecciones con espinas. Hay numerosas ramificaciones que se aparecen desde zonas muy próximas al disco basal. Las ramas gruesas son más o menos cilíndricas
<i>Ceramium</i> sp.	Matas compactas	Rojo brillante	Filamentosas	1 – 3	< 0.5	< 0.1	Talo filamentoso con numerosas ramas que aparecen en un patrón dicotómico, originadas a partir de un eje principal siendo rectas y alargadas cerca de la base y encorvadas en los ápices. El eje principal presenta un patrón de nudos y entrenudos (zonas corticadas y sin corticación)
<i>Centroceras clavulatum</i>	Matas compactas	Rojo mate con tonalidades de color café	Filamentosas	< 2	< 0.5	< 0.1	Talo filamentoso, ramificados y corticado con formación de nudos caracterizados por la presencia de espinas dispuestas en verticilos, en ocasiones con estructuras reproductoras, los entrenudos son muy reducidos. La ramificación es dicotómica, con ramas encorvadas en las partes apicales.
<i>Gayliella</i> cf. <i>taylorii</i>	Matas	Rojo	Filamentosas	< 2	< 0.5	< 0.1	Talo cilíndrico con ramificaciones dicotómicas. El eje y las ramas presentan nudos y entrenudos muy evidentes. Los nudos tienen tonalidades entre rojo y rosa, mientras que los entrenudos son blancos.
<i>Gracilariopsis longissima</i>	Arbustos	Rojo-café o verde olivo	Ramificadas	7-15	2-3	1.5-2	Talo cilíndrico, de apariencia carnosa, ramificado de forma irregular, con la presencia de ámpulas. Presentan un disco de fijación muy rígido, bastante cementado con arena y carbonatos.
<i>Neosiphonia</i> sp.	Matas compactas	Rojo brillante, mate, o color café	Filamentosas	< 2	<0.5	<0.1	Talo erecto y ramificado con ejes cubiertos por células alargadas en forma de rectángulos. Los patrones ramificación son similares a los observado en los géneros <i>Centroceras</i> , <i>Ceramium</i> y <i>Gayliella</i>
<i>Hypnea pannosa</i>	Matas enmarañadas tipo musgo	Verde olivo y café oscuro	Ramificadas	3 – 6	10 – 13	1 – 2	Talo rastrero, cilíndrico, carnoso y compacto, con ramas que se extienden a lo ancho como estolones y muy pequeñas y cortas en las las partes apicales, algunas de ellas con la apariencia de espinas.
<i>Hypnea musciformis</i>	Matas enmarañadas tipo musgo	Verde oscuro, olivo o bien en tono pardo	Ramificadas	2 – 6	8 – 15	< 1	Talo rastrero, cilíndrico, carnoso, compacto en la base, con ramas que forman gancho en las partes apicales y otras muy pequeñas delgadas con semejanza a espinas.
<i>Laurencia</i> cf. <i>obtusata</i>	Arbustos frondoso	Verde olivo, rojo y rosa	Ramificadas	5- 13	4 – 7	1 – 2	Talo erecto, cilíndrico y carnoso, con ramas alternadas que surgen de un eje principal y varios ramitos más cortos en las partes apicales, de aspecto globosos que aparentan formar racimos.

*Con base en las propuestas de Littler y Littler (1980) ** Datos para n = 15 medidos en todo el estudio. NR. No registrado.

División Rhodophyta

Las algas pertenecientes a esta división fueron las más diversas en este trabajo. Se identificaron nueve especies, de las cuales cinco se determinaron hasta nivel específico, *Acanthophora spicifera* (fig. 38a), *Centroceras clavulatum* (fig. 38b), *Hypnea musciformis* (fig. 38c) e *H. pannosa*, dos con estatus de confrontación específica, *Gayliella* cf. *taylorii* y *Laurencia* cf. *obtusa*, y dos más a nivel de género, *Ceramium* sp. y *Neosiphonia* sp.

El arreglo taxonómico de las rodofitas que se muestran en este trabajo es bastante complejo, incluye categorías de subdivisión, subclase, subfamilia y tribu. Por ejemplo, la especie *Centroceras clavulatum* se clasifica en el género *Centroceras*, ubicado en la tribu Ceramieae dentro de la subfamilia Ceramioidea de la familia Ceramiaceae en el orden Ceramiales y en las categorías superiores encontramos que se incluye en la subdivisión Eurhodophytina, la clase Floridophyceae y la subclase Rhodymeniophycidae. En estas categorías superiores se clasifican también todas las especies de este trabajo.

En cuanto a las características más conspicuas de los organismos se observó el color de los talos, que fue rojo brillante en especies como *Ceramium* sp. y *Neosiphonia* sp., verde con tonos rosas en *Acanthophora spicifera* y *Laurencia* cf. *obtusa* y verde olivo en *Hypnea musciformis* y *H. pannosa* por indicar algunos ejemplos. Los hábitos que se encontraron fueron las matas y arbustos. En *Ceramium* sp. *Centroceras clavulatum*, *Gayliella taylorii*, *Neosiphonia* sp., *Hypnea pannosa* y *H. musciformis*, se encontraron formando matas, en algunos casos enmarañadas con otras especies. Otras especies, tales como, *Acanthophora spicifera*, *Gracilariospsis logissima* y *Laurencia* cf. *obtusa*, formaban arbustos pequeños, todos ellos bastante ramificados. Las especies se categorizaron como filamentosas y ramificadas. Las tallas más pequeñas se presentaron en las especies de los géneros *Ceramium*, *Centroceras*, *Gayliella* y *Neosiphonia* con longitudes máximas de 3 cm, en contraste, *Acanthophora spicifera*, se registró con tamaños de hasta 20 cm. Las características generales de cada especie se muestran en el cuadro 5.

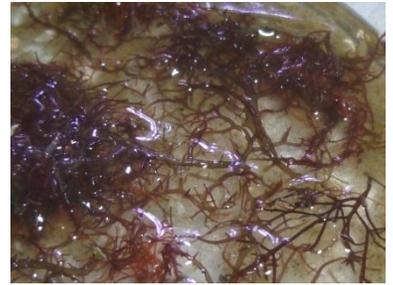
a.



b.



c.



d.



e.



f.



g.



h.



i.



Figura 38: Algunas especies de algas donde se registraron ciliados epibiontes. Ejemplares de Rhodophyta (a-c): *Acanthophora spicifera*(a), *Centroceras clavulatum* (b), *Hypnea musciformis* (c). Ochrophyta (d-e): *Padina* cf. *mexicana* (d), *Sargassum* sp. (e). Chlorophyta (f-h): *Caulerpa sertularioides* (f), *Ulva flexuosa* (g), *Ulva lactuca* (h). Cyanobacteria (=Cyanoprokaryota, Cyanophyta): *Oscillatoria* sp. (i). Fotografías (a-h), ISO 80, 10X. Microfotografía (i), microscopia de contraste diferencial de interferencia. 400X.

Información ambiental de las especies de algas basibiontes

Las algas que se registraron en este trabajo fueron encontradas adheridas en distintos lugares del sustrato rocoso, tales como superficie, partes laterales o costados, dentro de oquedades, pozas y canales, tanto en zonas protegidas del oleaje como en aquellas donde estaban expuestas a la constante acción de las olas. En total se encontraron 11 especies de algas en ambientes expuestos al oleaje, principalmente adheridos a la superficie, costados y oquedades de las rocas, en Playa Azul, o el pretil en el caso de Las Gatas. La composición de taxones incluyó cuatro especies de clorofitas, una para cianofitas y ocrofitas, y cinco en el caso de rodofitas. Las especies *Chaetomorpha antennina*, *Ulva californica*, *Acanthophora spicifera* y *Ceramium rubrum* sólo se hallaron en microambientes de la zona expuesta. Por otro lado, los organismos recolectados en microambientes de la zona protegida del oleaje, tales como, pozas, canales, oquedades, superficie y costados del sustrato rocoso de ambas localidades, sumaron un total de 14 especies, de los cuales, siete fueron rodofitas, dos ocrofitas, una cianofita y cuatro clorofitas. Las especies *Caulerpa sertularioides*, *Ulva lactuca*, *Padina* cf. *mexicana*, *Neosiphonia* sp., *Hypnea pannosa*, *H. musciformis* y *Laurencia* cf. *obtusa* sólo se encontraron únicamente en esta zona. En ambas zonas, se encontraron un total de siete especies, asociadas a los microambientes de cada una, de las cuales dos fueron clorofitas, *Bryopsis* cf. *pennata*, *Ulva flexuosa*, una cianofita, *Oscillatoria* sp., una feofita *Sargassum* sp. y tres rodofitas, *Centroceras clavulatum*, *Gayliella* cf. *taylorii* y *Gracilariopsis longissima*. La mayor riqueza de especies de algas asociadas a los ambientes, se observó en la zona protegida, donde se encontraron siete especies contra cuatro que fueron identificadas para la zona expuesta (cuadro 6).

En cuanto a las localidades en Las Gatas, Zihuatanejo se identificaron siete especies en la zona expuesta y nueve en la protegida, mientras que en Playa Azul Tuxpan, fueron ocho y 11 respectivamente. En cuanto a la composición taxonómica se encontró que en Zihuatanejo se integró principalmente por clorofitas, con cuatro especies para ambas zonas, mientras que en Tuxpan dicha

composición se integró mayoritariamente por rodofitas, con cinco especies para la zona expuesta y siete en la protegida. Los microambientes de la zona protegida presentaron mayor composición específica en ambos sitios de recolección, sin embargo, en Las Gatas, también se encontró que la composición taxonómico se integró por organismos ubicados en las cuatro divisiones de algas registradas en el presente estudio (cuadro 6).

Cuadro 6: Información ambiental, temporal y bibliográfica de las especies de algas colectadas em este trabajo.

	Información Ambiental			Registros previos de la especie en un sistema epibionte ciliado-alga en México	
	Microambiente	Localidad	Temporada	Mes(es) de colecta	
CHLOROPHYTA					
<i>Bryopsis cf. pennata</i>	Superficie y oquedades del sustrato rocoso en zonas protegidas y expuestas al oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Canales, pozas y partes laterales de las rocas, en zonas protegidas del oleaje, con aportes continuos de agua mediante escurrimientos y corrientes.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero Agosto y Noviembre	Primer registro.
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Superficie y partes laterales del sustrato rocoso, siempre en sitios expuestos al oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto y Noviembre	Primer registro.
<i>Ulva californica</i>	Superficie de las rocas, en zonas expuestas al oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Marzo Septiembre	Primer registro.
<i>Ulva flexuosa</i>	Superficie y partes laterales de las rocas, en zonas expuestas y protegidas del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Marzo Septiembre y Octubre	Laguna de Tamiahua, Veracruz: - Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996 - Martínez-Murillo, 1997
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto	
<i>Ulva lactuca</i>	Superficie de las rocas, en zonas expuestas y protegidas del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Abril Agosto y noviembre	Primer registro.
CYANOPROKARYOTA					
<i>Oscillatoria</i> sp.	Discos de fijación de las especies <i>Caulerpa sertularioides</i> e <i>Hypnea pannosa</i> , en en ejemplares adheridos a las partes laterales del sustrato rocoso, en zonas expuestas y protegidas del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Lluvias	Septiembre	Primer registro.
OCHROPHYTA					
<i>Sargassum</i> sp.	Superficie del sustrato rocoso, en zonas protegidas y expuestas al oleaje.	Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Abril Agosto	Primer registro.
<i>Padina</i> cf. <i>mexicana</i>	Pozas, oquedades y canales, en zonas protegidas del oleaje, con aporte de agua constantes por escurrimientos y corrientes.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Marzo Septiembre	Primer registro.

Cuadro 6: Información ambiental, temporal y bibliográfica de las especies de algas colectadas em este trabajo (continuación).

	Información Ambiental			Mes(es) de colecta	Registros previos de la especie en un sistema epibionte ciliado-alga en México
	Microambiente	Localidad	Temporada		
RHODOPHYTA					
<i>Acanthophora spicifera</i>	Sustrato rocoso sumergido, sobre la superficie y partes laterales, en zonas expuestas al oleaje.	Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto y Noviembre	Laguna de Tamiahua, Veracruz: - Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996 - Martínez-Murillo, 1997
<i>Ceramium</i> sp.	Superficie del sustrato rocoso, en zonas expuestas al oleaje.	Playa Azul, Tuxpan	Secas	Enero y Abril	Primer registro.
<i>Centroceras clavulatum</i>	Superficie y partes laterales del sustrato rocoso, principalmente en oquedades, en sitios con constantes aportes de agua mediante escurrimientos tipo cascada, tanto en lugares expuestos como aquellos que estaban protegidos del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto y Noviembre	
<i>Gayliella</i> cf. <i>taylorii</i>	Superficie y partes laterales del sustrato rocoso, principalmente en oquedades, en sitios con constantes aportes de agua mediante escurrimientos tipo cascada, tanto en lugares expuestos como aquellos que estaban protegidos del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Lluvias	Septiembre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan.	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto	
<i>Gracilariopsis longissima</i>	Partes laterales de las rocas, en zonas expuestas al oleaje. En pozas, canales, y oquedades del sustrato rocoso en zonas protegida de las olas.	Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Abril Agosto	Laguna de Tamiahua, Veracruz: - Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996 - Martínez-Murillo, 1997
<i>Neosiphonia</i> sp.	Pozas y canales en zonas protegidas del oleaje.	Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Abril Agosto	Primer registro.
<i>Hypnea pannosa</i>	Superficie, pozas y canales, en sitios protegidos del oleaje.	Las Gatas, Zihuatanejo	Secas Lluvias	Febrero y Marzo Septiembre y Octubre	Primer registro.
		Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Enero y Abril Agosto y Noviembre	
<i>Hypnea musciformis</i>	Canales y pozas, en sitios protegidos del oleaje.	Playa Azul, Tuxpan	Secas Lluvias	Abril Agosto y Noviembre	Primer registro.
<i>Laurencia</i> cf. <i>obtusa</i>	Canales y partes laterales del sustrato rocoso, con aportes constantes de agua por escurrimientos y corrientes, en lugares protegidos del oleaje	Playa Azul, Tuxpan	Secas	Enero	Primer registro.

5.3 Características ecológicas

Parámetros ambientales

Los parámetros ambientales que se registraron en cada uno de los sitios de recolecta fueron la temperatura ambiental y del agua, la salinidad y el oleaje que incidía sobre los sustratos rocosos. En cuanto a la temperatura ambiental, en la playa Las Gatas, Zihuatanejo se registró una máxima de 33° C durante la colecta del mes de septiembre, mientras que la mínima fue de 30° C, registrada en la colecta del mes de octubre, ambas durante la temporada de lluvias. Por su parte en Playa Azul, Tuxpan, en el mes de abril la máxima registrada fue de 27° C y la mínima fue de 22° C la cual se reportó durante la colecta de enero, en ambos casos las épocas correspondieron al periodo de secas.

En cuanto la temperatura del agua, en las colectas realizadas en Zihuatanejo en los meses de febrero y marzo (secas) se registró el valor mínimo con 24° C y el mes de septiembre la temperatura fue de 28° C siendo este el valor máximo. Para Tuxpan, la temperatura mínima del agua se registró en el mes de enero (secas), con 24° C y la máximo fue durante la colecta de agosto con 27° C (lluvias).

La salinidad se mantuvo constante en ambas localidades en todos los periodos registrándose un valor de 33 ‰. Los datos obtenidos para cada uno de los factores ambientales medidos por localidad se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7: Factores ambientales registrados en playa Las Gatas, Zihuatanejo y Playa Azul, Tuxpan durante el periodo de recolectas de marzo de 2011 a febrero de 2012.

MES	Las Gatas, Zihuatanejo				Playa Azul, Tuxpan			
	Mar	Sep	Oct	Feb	Abr	Ago	Nov	Ene
FACTOR								
Temperatura ambiental (°C)	32	33	30	30	27	25	22	22
Temperatura del agua (°C)	24	28	25	24	25	27	25	24
Salinidad (‰)	33	33	33	33	33	33	33	33

Oleaje

Con base en el sistema y los criterios establecidos para determinar el tipo de oleaje, se describieron cuatro tipos, por rompimiento, barrido, cascada y corriente. Los primeros corresponden a las zonas expuestas y los otros a la protegida. En Playa Azul, Tuxpan se encontraron los cuatro tipos de oleaje, mientras que en el caso de Las Gatas, Zihuatanejo sólo se observaron dos tipos, uno para cada zona. En el cuadro 8 se describen con mayor detalle las características de cada tipo de oleaje así como los lugares donde se observó y la localidad donde se presentó.

Cuadro 8: Clasificación y descripción de los tipos oleaje registrados en el presente estudio en cada una de las localidades de estudio.

ZONA	TIPO DE OLAJE	DESCRIPCIÓN	LUGARES EN EL SUSTRATO ROCOSO	LOCALIDADES
EXPUESTA	De golpe	Con muy fuerte intensidad y constante impacto sobre el sustrato rocoso ocasionando erosión de la superficie por lo que el sustrato suele ser liso.	Superficie, paredes y basamentos de rocas.	Playa Azul, Tuxpan.
	De barrido	Intensidad fuerte, moderada o suave, baña la superficie por medio de un barrido producto del avance o retracción del agua después del rompimiento de la ola. No impacta sobre el sustrato	Superficie, paredes y basamentos de las rocas parcialmente sumergidos Superficie y paredes del pretil no sumergidas	Playa Azul, Tuxpan. Las Gatas, Zihuatanejo.
PROTEGIDA	De cascada	De intensidad moderada o suave, se presenta como escurrimientos que bañan a las algas después del rompimiento de una ola	Rocas ubicadas detrás de otras más expuestas.	Playa Azul, Tuxpan
	De corriente	Intensidad fuerte, moderada o suave, por movimientos del agua que fluye entre canales y espacios de la zona rocosa	Espacios, oquedades y pozas entre las rocas de la escollera. Canales, oquedades y pozas del pretil	Playa Azul, Tuxpan Las Gatas, Zihuatanejo

Densidad de ciliados epibiontes

Se calculó la densidad de epibiontes asociados a algas presentes en los distintos sitios donde se recolectaron las muestras con base en los tipos de oleaje descritos para cada localidad. Los mayores valores de densidad ciliados correspondieron a ejemplares procedentes de zonas protegidas con un tipo de oleaje por corriente, mientras que los valores más bajos fueron registrados en las zonas expuestas (cuadro 9).

En ambas localidades se registró una densidad similar durante los meses de agosto y septiembre, en la temporada de lluvias para Tuxpan y Zihuatanejo respectivamente. Se identificaron nueve especies de ciliados asociados a los basibiontes. En Tuxpan la densidad promedio en agosto fue de 897.2 ciliados/cm² en una superficie total de 156 cm² que correspondió a las 13 especies de algas basibiontes que se examinaron en esta localidad. Por otro lado, en Zihuatanejo para el mes de septiembre la media fue de 837.2 ciliados/cm² en una superficie total de 66 cm² que se obtuvieron a partir de 11 especies de algas revisadas (cuadro 9).

En Tuxpan se presentaron los cuatro tipos de oleaje, sin embargo, las algas que se recolectaron en la zona expuesta donde el tipo de oleaje se denominó por rompimiento, no se registraron ciliados epibiontes de algas en ninguna de las colectas.

En la colecta de septiembre, la densidad total que se registró en playa Las Gatas, Zihuatanejo fue la más alta para esta localidad con 892.6 ciliados/cm² mientras que para Tuxpan se registraron más individuos sobre los basibiontes en enero con un promedio de 1623.5 cil/cm². La superficie examinada fue de 168 cm² correspondiente a 14 especies de algas y fue mayor en 118.18% con respecto a la superficie que se revisó en Zihuatanejo durante el mes de septiembre.

Cuadro 9: Densidad de ciliados epibiontes presentes en las algas con relación al tipo de oleaje registrado en Las Gatas, Zihuatanejo y Playa Azul, Tuxpan.

TIPO DE OLAJE		ZIHUATANEJO, GUERRERO ^a				TUXPAN, VERACRUZ ^b			
		MAR	SEP	OCT	FEB	ABR	AGO	NOV	ENE
EXPUESTO	Por rompimiento ciliados/cm ²	ND	ND	ND	ND	0	0	0	0
	Por barrido ciliados/cm ²	57.75 (24 - 94)	53.4 (36 - 68)	24.8 (15 - 35)	28.5 (12 - 45)	0	19.3 (04 - 37)	21.9 (04 - 36)	33.2 (19 - 45)
	Por cascada ciliados/cm ²	ND	ND	ND	ND	87.4 (50 - 105)	91.8 (45 - 123)	46.4 (22 - 77)	115.1 (87 - 156)
PROTEGIDO	Por corriente ciliados/cm ²	363.2 (233 - 430)	837.2 (492 - 1088)	286.2 (174 - 409)	292.1 (189 - 399)	602.5 (401 - 865)	897.2 (654 - 1078)	391.6 (234 - 578)	1475.2 (1009 - 1783)
	TOTAL (ciliados/cm²)	420.4 (257 - 524)	892.6 (528 - 1156)	311 (186 - 444)	320.6 (201 - 444)	689.9 (451 - 970)	1008.3 (703 - 1238)	459.9 (260 - 691)	1623.5 (1115 - 1984)
	NO. DE ESPECIES DE CILIADOS	9	9	7	6	4	9	6	12
	NO. ESPECIES DE ALGAS CON CILIADOS	8	11	11	11	12	13	13	14
	ÁREA TOTAL REVISADA (cm ²)	48	66	66	66	144	156	156	168

ND = No descrito para esta localidad

Densidad total para cada localidad: ^aZihuatanejo = 1944.6 cil/cm²

Área total de algas revisada: ^aZihuatanejo = 246 cm²

Total de especies de algas: ^aZihuatanejo = 12

Total de especies de ciliados: ^aZihuatanejo = 11

^bTuxpan = 3781.6 cil/cm²

^bTuxpan = 624 cm²

^bTuxpan = 14

^bTuxpan = 13

Datos ecológicos

Con base a los datos obtenidos en cada recolecta se establecieron algunas relaciones ecológicas entre ciliados y algas. Se registraron la riqueza específica de ciliados, la variación temporal y la ocurrencia de los protistas ciliados en cada especie de alga basibionte.

Riqueza específica

Se identificaron 18 especies de algas como basibiontes de ciliados ubicadas en cuatro divisiones, Chlorophyta, Cyanoprokaryota, Ochrophyta y Rhodophyta. En la división Chlorophyta, la mayor riqueza específica de ciliados fue registrada en *Caulerpa sertularioides* donde se identificaron 11 especies, mientras que en Rhodophyta, *Centroceras clavulatum*, *Laurencia* cf. *obtusa* e *Hypnea pannossa* presentaron 12, 11 y 9 especies de ciliados respectivamente. En las divisiones Cyanoprokaryota y Ochrophyta se registraron dos especies de ciliados en *Oscillatoria* sp. y *Padina* cf. *mexicana* respectivamente (Fig. 39 y cuadro 10).

En Playa Azul, Tuxpan, el alga con mayor riqueza específica de ciliados fue *Laurencia* cf. *obtusa* con 12 especies registradas. Este basibionte se encontró sólo en esta localidad durante la colecta en enero. La alta riqueza específica registrada en este sustrato indica que la mayoría de los ciliados son capaces de colonizarlo, algunos de ellos sólo se encontraron asociados a esta rodofita, por ejemplo *Cothurnia trophonicola*, una especie que además resultó ser nuevo registró para México (Fig. 39 y 40).

En el caso de Las Gatas, Zihuatanejo, el basibionte con mayor riqueza de ciliados fue *Caulerpa sertularioides*, con un total de 11 de especies. La clorofita se colectó en todas las temporadas que se trabajó en la localidad. Además esta especie también se encontró y se registró en Playa Azul, Tuxpan donde mostro una elevada riqueza específica (Fig. 41).

Cuadro 10: Riqueza específica y ocurrencia de ciliados por especie de algas basibionte colectadas en el presente estudio.

ESPECIES	<i>Acineta tuberosa</i>	<i>Cothurnia aplatita</i>	<i>Cothurnia ceramicola</i>	<i>Cothurnia inflecta</i>	<i>Cothurnia innata</i>	<i>Cothurnia maritima</i>	<i>Cothurnia parvula</i>	<i>Cothurnia trophoniae</i>	<i>Cothurnia trophonicola</i>	<i>Lagotia aculeata</i>	<i>Paracineta dadayi</i>	<i>Thuricola valvata</i>	<i>Vaginicola tincta</i>	<i>Zoothamnium alternans</i>	<i>Zoothamnium commune</i>	<i>Zoothamnium kentii</i>	<i>Zoothamnium procerus</i>	TOTAL
CHLOROPHYTA																		
<i>Bryopsis cf. pennata</i>	✓		✓			✓							✓					4
<i>Caulerpa sertularioides</i>	✓	✓	✓	✓		✓	✓				✓			✓	✓		✓	11
<i>Chaetomorpha antennina</i>	✓										✓						✓	3
<i>Ulva californica</i>	✓																	1
<i>Ulva flexuosa</i>	✓		✓			✓					✓				✓			6
<i>Ulva lactuca</i>	✓					✓							✓		✓		✓	5
CYANOPROKARYOTA																		
<i>Oscillatoria sp.</i>	✓							✓										2
OCHROPHYTA																		
<i>Padina cf. mexicana</i>	✓														✓			2
<i>Sargassum sp.</i>	✓																	1
RHODOPHYTA																		
<i>Acanthophora spicifera</i>	✓		✓			✓							✓					4
<i>Centroceras clavulatum</i>	✓		✓	✓		✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	12
<i>Ceramium sp.</i>	✓		✓			✓				✓		✓	✓	✓				7
<i>Gayliella cf. taylorii</i>	✓		✓			✓							✓				✓	6
<i>Gracilariopsis longissima</i>	✓		✓			✓							✓		✓			5
<i>Neosiphonia sp.</i>						✓							✓		✓			3
<i>Hypnea musciformis</i>	✓		✓			✓							✓		✓			5
<i>Hypnea pannosa</i>	✓		✓			✓	✓				✓		✓	✓	✓	✓		9
<i>Laurencia cf. obtusa</i>			✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓			11
TOTAL	16	1	11	3	1	13	4	1	1	2	5	3	13	5	10	3	5	

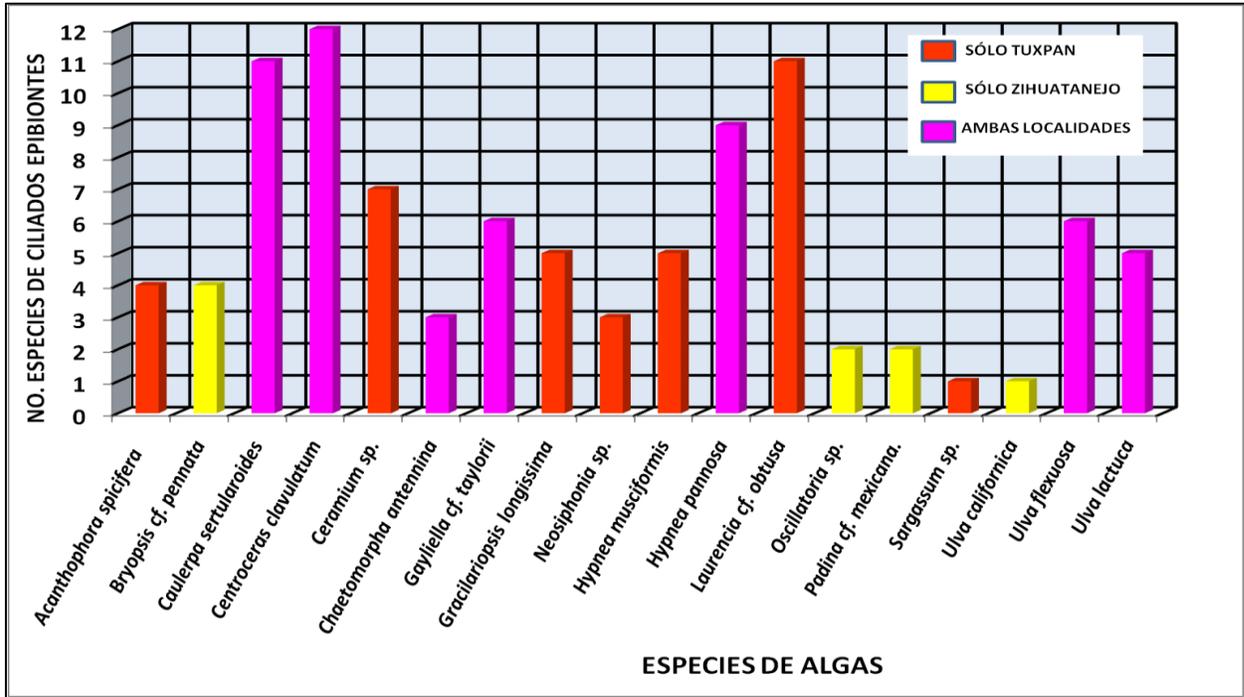


Figura 39. Riqueza específica de ciliados y localidad de registro por cada una de las especies de algas basibiontes reportadas en el presente trabajo.

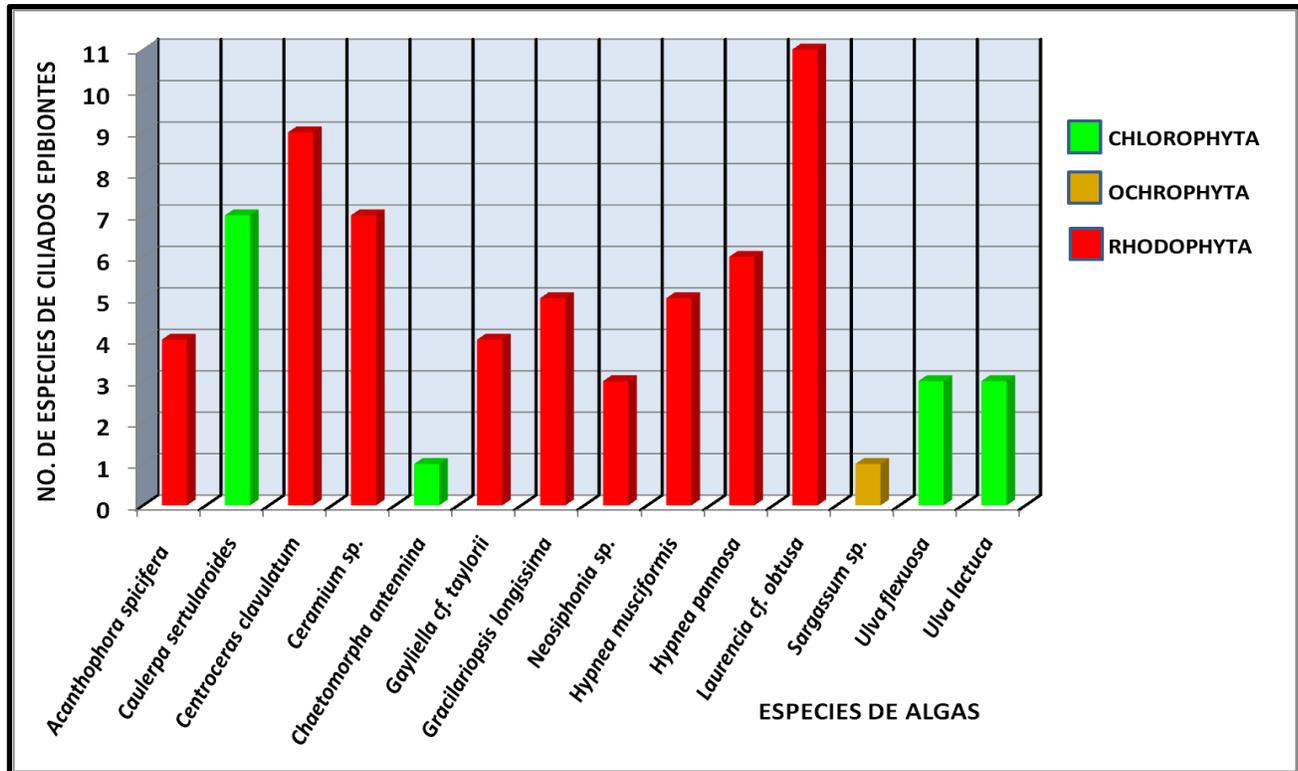


Figura 40. Riqueza específica de ciliados por especie de alga basibionte colectada en Playa, Azul, Tuxpan, Veracruz, en el presente estudio.

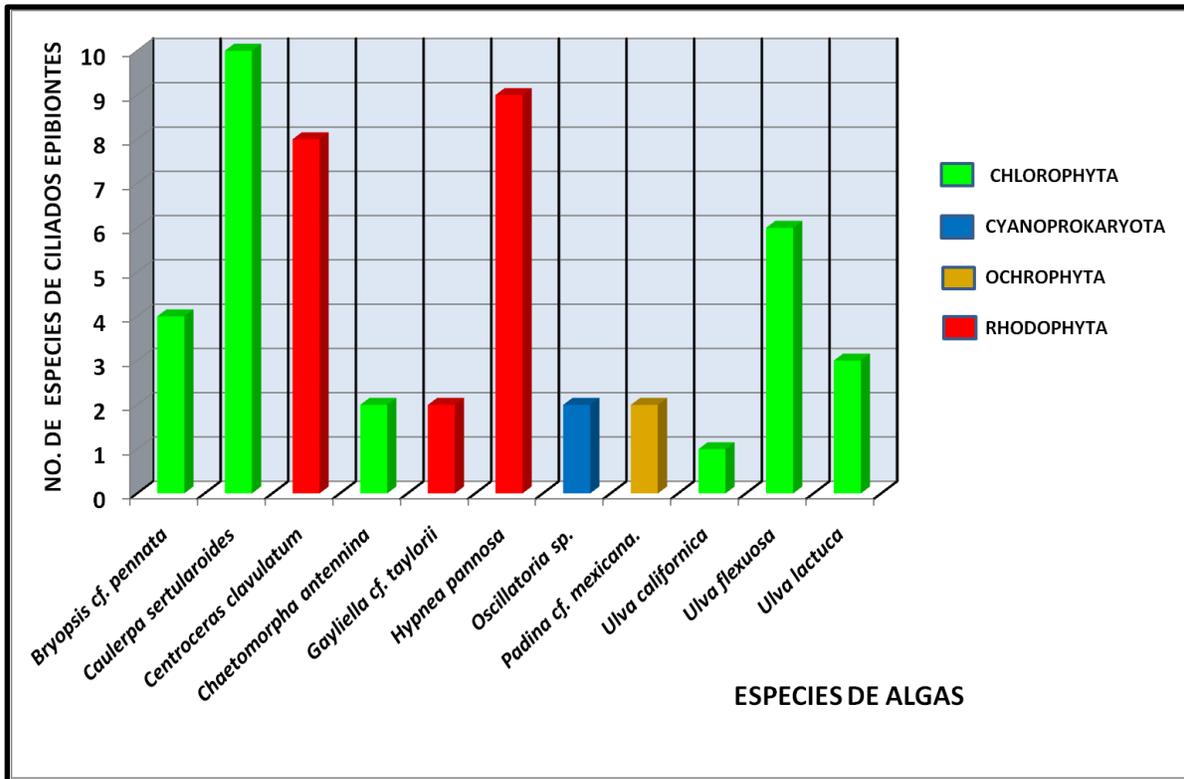


Figura 41. Riqueza específica de ciliados epibiontes en cada especie de alga recolectada en Playa Azul, Tuxpan, Veracruz y Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero durante el presente estudio.

Ocurrencia de los ciliados en los sustratos

Se encontraron tres especies de ciliados asociadas a la mayoría de las algas registradas en este trabajo. Uno de los epibiontes fue *Acineta tuberosa*, un ciliado del grupo de los succionadores que se observó en 16 especies de algas, siendo el organismo con mayor ocurrencia. Los otros ciliados fueron *Cothurnia maritima* y *Vaginicola tinctoria*, ambos peritricos de la familia Vaginicolidae, registrados en 13 especies de algas cada uno (Fig 42).

Otros ciliados que también fueron observados en varias especies de algas basibiontes fueron *Cothurnia ceramicola* y *Zoothamnium commune*. El primero se encontró como epibionte en 11 especies, mientras que el segundo, se halló sobre los talos de ejemplares pertenecientes a 10 especies de algas. El número de basibiontes resultó ser un dato importante porque representa poco más del 50%

de las especies de los sustratos vivos, lo que sugiere, que estos ciliados pueden adherirse con facilidad a los basibiontes y permanecer sobre su superficie al igual que las especies *A. tuberosa*, *C. maritima* y *V. tincta* con la diferencia que estas últimas tienen un espectro mayor de algas donde pueden establecer como epibiontes (Fig. 42).

Los resultados también mostraron que las especies con mayor ocurrencia fueron registradas en ambas localidades de estudio, mientras que aquellas que sólo se encontraron en Tuxpan o Zihuatanejo estuvieron presentes en muy pocas especies de basibiontes. En este sentido, de las especies no compartidas entre localidades, para Zihuatanejo el ciliado con mayor ocurrencia fue el suctor *Paracineta dadayi* registrado en cuatro especies basibiontes, mientras que en Tuxpan, los peritricos *Cothurnia inflecta* y *Vaginicola tincta* se presentaron como epibiontes de tres especies de algas (Fig. 42).

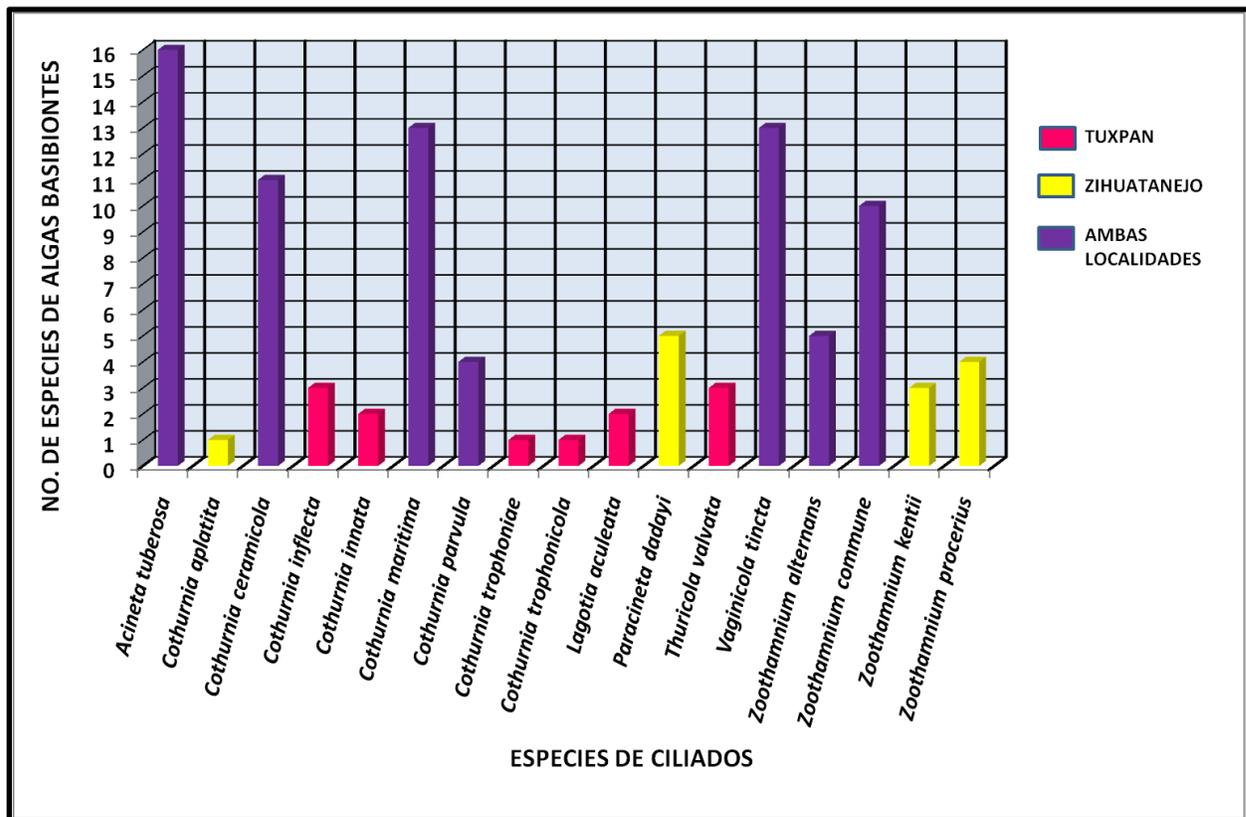


Figura 42. Ocurrencia de las especies de ciliados epibiontes en algas recolectadas en Tuxpan, Veracruz y Zihuatanejo, Guerrero en el presente estudio.

Variación temporal de la riqueza específica de ciliados

En cuanto al número de especies de ciliados registrados en cada localidad según la temporada de lluvias o secas, sólo se observaron diferencias en la riqueza específica de ciliados para Playa Azul, donde se encontró que en la colecta de enero, correspondiente a la temporada de secas, se registraron un total de 12 especies epibiontes de algas, siendo ésta la cifra más alta en todo el estudio. Por el contrario, el valor más bajo fue de cinco especies y también se registró en esta localidad durante la colecta de abril, dentro de la misma temporada (Fig. 43).

En cuanto al análisis por localidad, en Las Gatas, Zihuatanejo, se encontró que durante la época de secas, las muestras del mes marzo presentaron mayor riqueza de especies que en febrero, mientras que en lluvias el mes de septiembre fue el más rico en epibiontes con respecto a octubre. Ambas temporadas fueron muy parecidas en cuanto al número de ciliados epibiontes, los meses de marzo y septiembre registraron nueve especies cada uno, mientras que en los meses de febrero y octubre se encontraron seis y siete respectivamente. La riqueza específica se presentó con un valor alto en temporada de secas, (marzo), manteniéndose con el mismo valor durante el mes de septiembre (lluvias) y comenzando a disminuir en noviembre (lluvias) para finalmente alcanzar el valor más bajo en el mes de febrero (secas).

En el caso de Playa Azul, Tuxpan, los meses con mayor riqueza específica en cada temporada fueron enero y agosto, pero la riqueza de especies resultó mayor en el mes de enero donde se registraron 12 especies, tres más que en agosto. De la misma forma que en Zihuatanejo, los otros meses, abril y noviembre, sólo tuvieron una especie más, el primero registro cinco y el segundo siete especies de ciliados epibiontes (Fig 43). La variación de la riqueza específica en las algas colectadas en Playa Azul, Tuxpan fue baja durante el mes de abril (secas), incrementando en los primeros meses de lluvias que en este caso correspondió al mes de agosto y posteriormente descendió hacia el final de la temporada para que nuevamente se registrará un incremento durante el mes de enero alcanzando el máximo valor de riqueza específica de la localidad (Fig. 43).

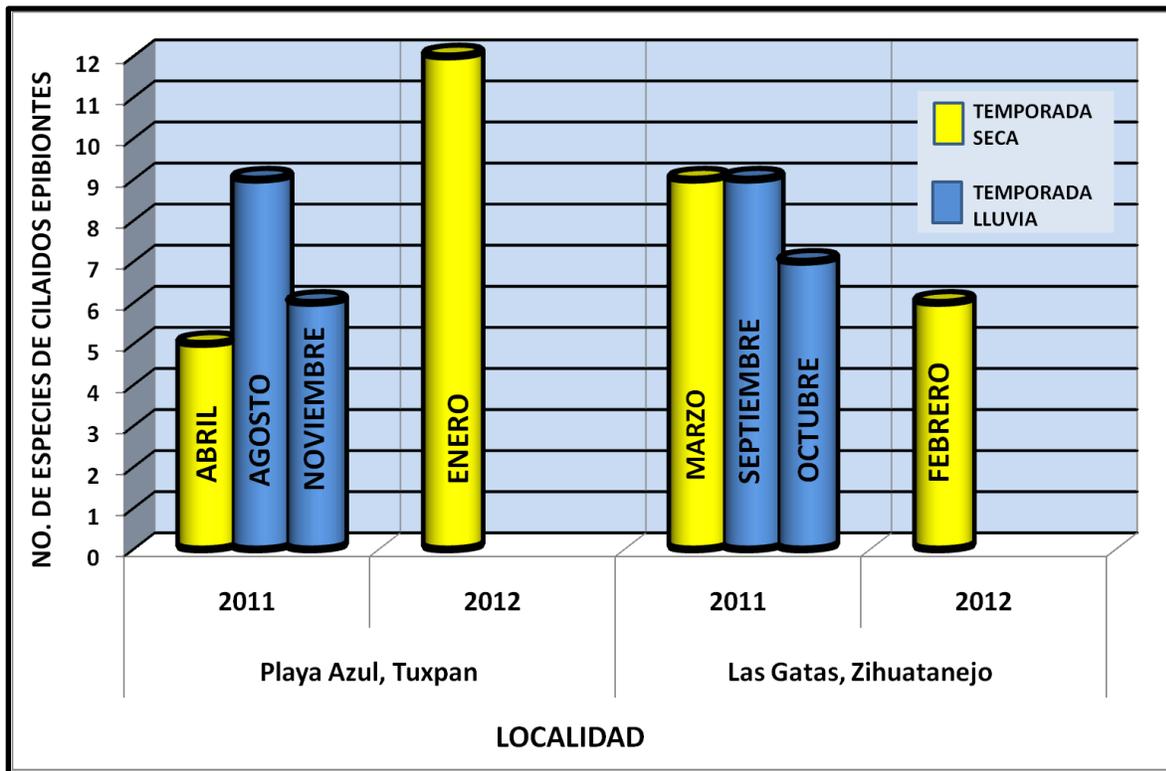


Figura 43. Variación temporal de la riqueza específica de ciliados epibiontes durante el periodo de estudio.

Variación temporal de la ocurrencia de los protistas ciliados

Los resultados mostraron variación en la ocurrencia de las especies de ciliados en cada localidad según la temporada en la que se llevaron a cabo las colectas del material biológico. Se registraron un total de seis especies epibiontes presentes en todos los meses colecta (*Acineta tuberosa*, *Cothurnia ceramicola*, *C. maritima*, *Paracineta dadayi*, *Vaginicola tinctoria* y *Zoothamnium commune*), de las cuales, tres se encontraron en Tuxpan y Zihuatanejo, mientras que otra más sólo se presentó en la segunda localidad (Fig. 44).

Algunas especies del género *Cothurnia* sólo se encontraron presente en una de las localidades de estudio durante la temporada de secas, una de ellas, *C. aplatita* se presentó como epibionte de algas durante la primera colecta realizada en la playa Las Gatas mientras que otras cuatro especies, *C. inflecta*, *C. innata*, *C. trophoniae* y *C. trophonicola* sólo se hallaron asociadas a los basibiontes obtenidos en Playa Azul durante la última colecta. Así mismo el ciliado peritrico *Z. kentii* sólo se halló en la temporada de lluvias de una de las localidades (Fig 44).

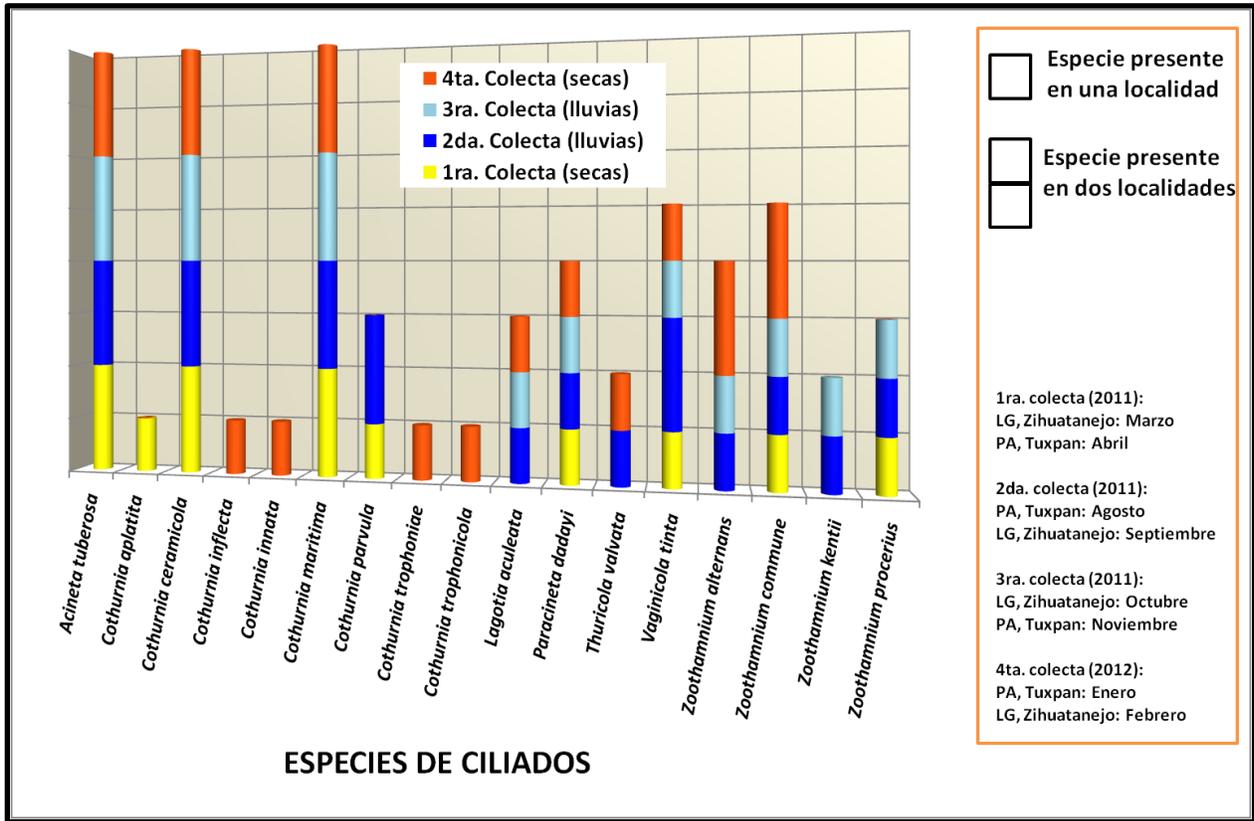


Figura 44. Variación temporal de la ocurrencia de ciliados epibiontes según la época de recolección del material biológico reportado en el presente estudio.

En cada localidad también se observaron diferencias en la presencia de cada una de las especies de ciliados según la temporada. En el material biológico de Playa Azul, se encontró que *A. tuberosa* y los peritricos *C. ceramicola* y *C. maritima* se presentaron como epibiontes de algas en ejemplares de las cuatro colectadas efectuadas en esa localidad. En el caso particular de *A. tuberosa* se encontró adherida a la superficie de 12 especies de algas obtenidas en la colecta de agosto (lluvias) y en enero (secas), siendo con esto la especie con mayor ocurrencia en la localidad, sin embargo, otros ciliados también tuvieron ocurrencias parecidas, por ejemplo, *C. maritima*, se presentó en 11 especies de algas durante los mismos meses de colecta y *V. tinta* se encontró asociada a la misma cantidad de algas basibiontes que *A. tuberosa* para el mes de enero (Fig. 45).

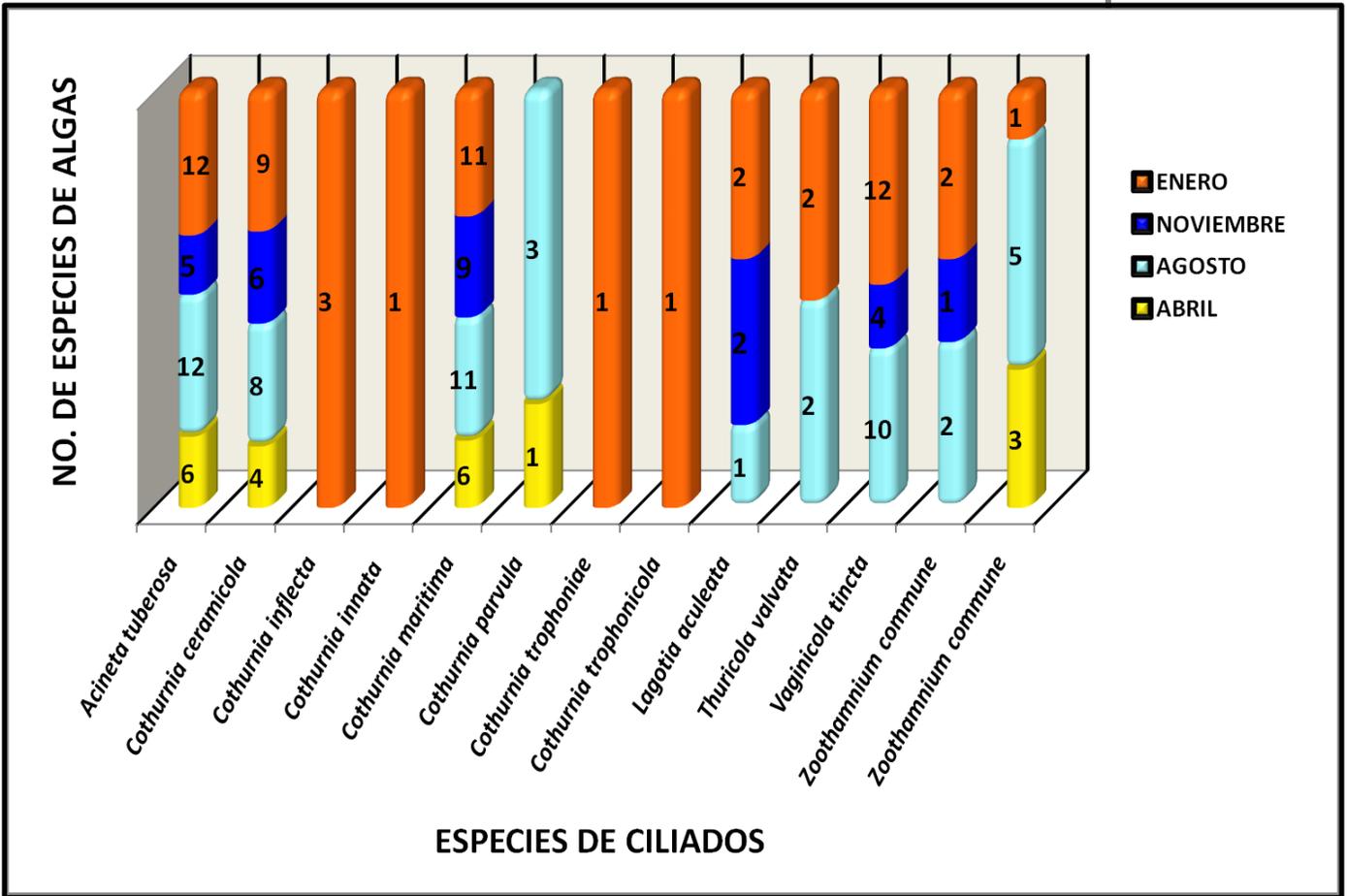


Figura 45. Distribución temporal de las especies de ciliado recolectadas en Playa Azul, Tuxpan, Veracruz, en el periodo de abril (2011) a enero (2012).

Las especies de ciliados se encontraron asociados en alguno de los sustratos vivos estudiados en esta localidad durante el mes de enero, con excepción de *Cothurnia parvula*, que se encontró como epibionte en el material colectado en abril y agosto, meses correspondientes a secas y lluvias respectivamente (Fig. 45).

En la localidad Las Gatas, Zihuatanejo, se observaron también especies de ciliados presentes en alguno de los sustratos vivos durante las cuatro colectas, estos fueron, *A. tuberosa*, *C. ceramicola*, *C. maritima*, *P. dadayi* y *Z. commune*. Nuevamente se encontró que el suctor *A. tuberosa* fue la especie con mayor ocurrencia en la localidad, siendo la colecta del mes de septiembre donde se encontró asociado a 10 especies de algas. En esta misma colecta se encontró que la mayoría de los ciliados epibiontes registrados para esta localidad tuvieron los valores de ocurrencia más altos con respecto a otros meses donde se les halló

asociados a alguna de las algas, excepto las especies *C. aplatita* y *Z. alternans*, que no fueron observadas, además estas especies sólo se registraron en uno de los meses correspondientes a la temporada de secas. En el caso de *C. aplatita*, se encontró durante el mes de marzo mientras que *Z. alternans* sólo estuvo presente en el material biológico colectado en febrero. En esta localidad se registro por primera vez para México al peritrico colonial *Zoothamnium kentii* siendo una especie epibionte en algas colectadas en la temporada de lluvias aunque su ocurrencia fue baja. En el material obtenido en septiembre se encontró asociado a tres especies de algas mientras que en octubre sólo a dos (fig. 46)

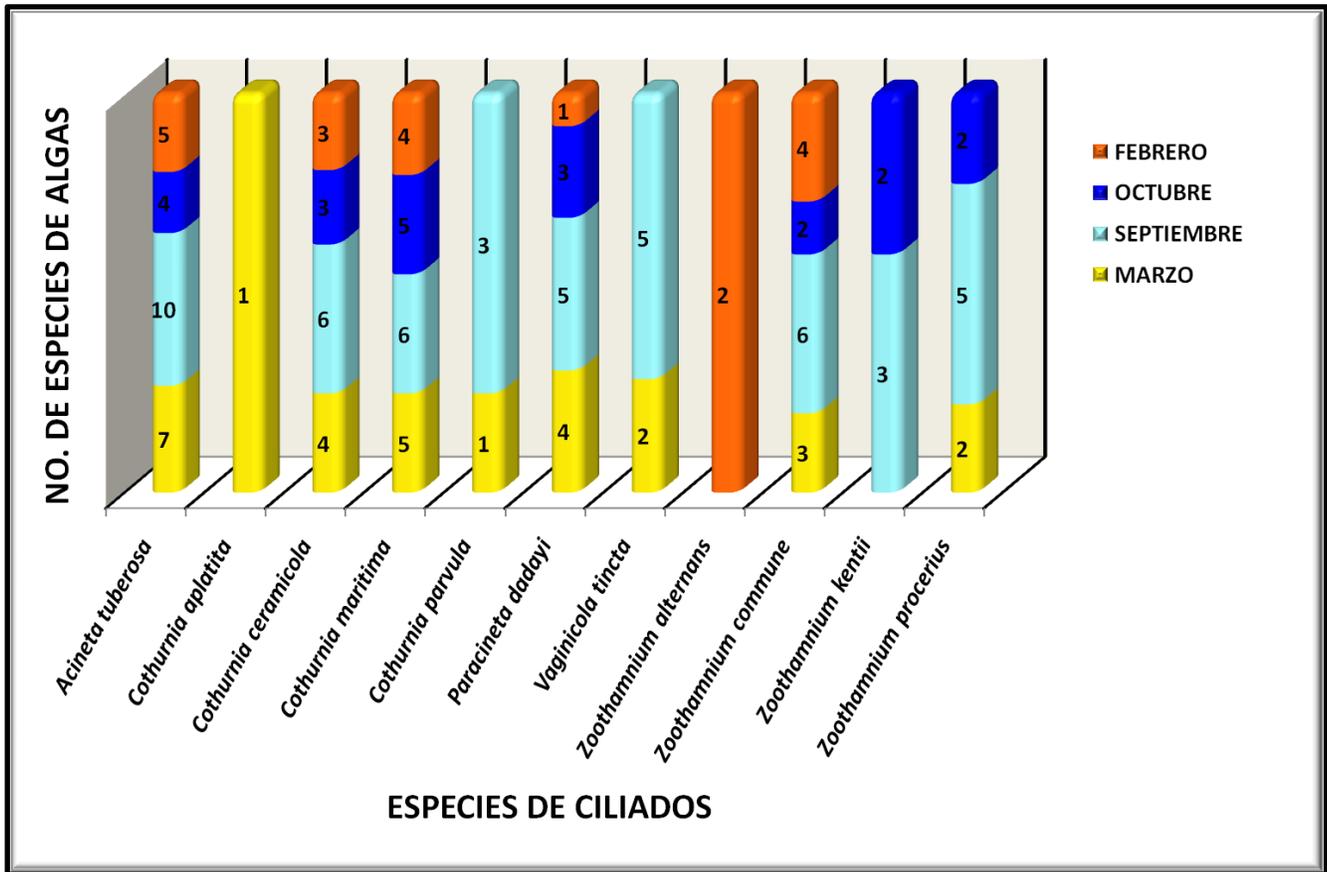


Figura 46. Distribución temporal de las especies de ciliados recolectadas en playa Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero en el periodo de marzo (2011) a febrero (2012).

6. DISCUSIÓN

En este trabajo, se identificaron 17 especies de ciliados epibiontes en 18 especies de algas de sustratos rocosos; cinco de las 17 especies son nuevos registros para México. Los resultados contribuyen a ampliar el conocimiento sobre la composición taxonómica de los sistemas epibiontes, particularmente entre ciliados y algas. Se amplía la distribución geográfica de los ciliados que integran estos sistemas al registrarse por primera vez en una costa del estado de Guerrero y en el municipio de Tuxpan, Veracruz. Los protistas que se identificaron en la playa Las Gatas, Zihuatanejo, constituyen el primer registro de ciliados en un sistema epibionte para la zona del Pacífico Tropical Mexicano. Se incrementó el número de especies de algas que funcionan como basibiontes de los ciliados al aportar 15 registros nuevos para este sistema. Por primera vez se reporta el sistema epibionte ciliado-alga en un ambiente litoral marino de México.

Los trabajos sobre el sistema ciliados-alga en México fueron abordados por primera vez por Martínez-Murillo y Aladro-Lubel (1996). En ese estudio se registraron 21 especies de ciliados asociados a cinco especies de algas colectadas en la laguna de Tamiahua, Veracruz. La composición taxonómica de los ciliados se integró por siete familias, Acinetidae, Tokophrydae, Epistylidae, Vaginicolidae, Vorticellidae, Zoothamnidae y Folliculinidae, esta última reportada por primera vez para México. Otra contribución fue el trabajo de Martínez-Murillo (1997) donde se registraron 44 especies epibiontes de siete especies de algas en la misma localidad, incrementando con ello, el número de registros de ciliados al aportar 23 especies adicionales. En cuanto a los basibiontes, las especies de algas se ubicaron en de las divisiones Chlorophyta y Rhodophyta.

De las 17 especies que se registraron en el presente trabajo, 10 son comunes con aquellas que reportaron Martínez-Murillo y Aladro-Lubel (1996) y Martínez-Murillo (1997). La composición taxonómica de los ciliados se integró por cinco familias

Acinetidae, Folliculinidae, Paracinetidae, Vaginicolidae y Zoothamnidae, todas registradas en los trabajos mencionados. Esto contribuye a ratificar la participación de estos taxones en los sistemas epibiontes ciliado-alga.

Las especies agrupadas en las familias mencionadas presentan adaptaciones a la vida sésil, por ejemplo, estructuras para adherirse a la superficie, tales como pedúnculos y lórigas, o bien estructuras para capturar alimento, por ejemplo, tentáculos, como sucede en el caso de los suctores.

La lóriga y el pedúnculo son estructuras que juegan un papel importante en la adhesión a un sustrato. La rapidez con la que una especie es capaz de sintetizar cualquiera de estas estructuras determina el éxito para colonizar los sustratos disponibles en el entorno (Wahl, 1989; Dovgal, 1996). Los suctores (Acinetidae y Paracinetidae) registrados en este trabajo presentan ambas estructuras, sin embargo; sólo el pedúnculo es responsable de establecer la unión con el sustrato. En el caso del suctor *Acineta tuberosa* las características de esta estructura parecen determinar el éxito de colonización de sustratos. Esta especie fue registrada en todas las temporadas prácticamente asociada a todos las algas basibiontes en ambas localidades.

El pedúnculo de *A. tuberosa* presentó variaciones en los individuos colectados en cada sitio sin importar la temporada. En lugares donde había poco movimiento del agua se encontraron individuos con pedúnculos más largo, mientras que en sitios con corrientes y movimiento constante del cuerpo de agua, éstos fueron más cortos. Las variaciones del pedúnculo y la colonización de los sustratos vivos podrían estar relacionadas; sin embargo, no se realizó ningún análisis estadístico para afirmar con certidumbre esta idea.

Curds (1985) mencionó que esta especie es la más común del género *Acineta* y su distribución abarca desde regiones polares hasta tropicales, habitando cualquier cuerpo de agua incluso aquellos que presentan contaminación por materia orgánica. En cuanto a su morfología, este autor señala que la especie presenta numerosas variaciones en cuanto a su talla, la longitud del pedúnculo, el

largo y ancho del trofante, así como las características de la lóriga. En este trabajo se observaron individuos con dos tipos de lóriga, una forma irregular con bordes y estrías transversales gruesas bastante conspicuas, generalmente presente en organismos con pedúnculo corto. La segunda forma presentaba la lóriga más o menos lisa y el pedúnculo largo, de hasta 80.5 μm , aproximadamente.

Probablemente esta plasticidad, es reflejo de las adaptaciones del organismo para habitar en los distintos ambientes y sustratos. Mariño *et al.* (2011) señalaron que las variaciones morfológicas en el suctor *Discophrya elongata* son resultado de su ubicación espacial en su hospedero, siendo características adaptativas en la interacción epibiótica debido a las ventajas hidrodinámicas que ofrece cada fenotipo. Es probable que en *A. tuberosa* también exista una correlación similar; sin embargo, hasta la fecha en ningún trabajo se ha planteado ni probado esta hipótesis.

Otras especies de ciliados, tales como, *Lagotia aculeata* (Folliculinidae), *Vaginicola tincta* y *Thuricola valvata* (Vaginicolidae) no presentan un pedúnculo para unirse al sustrato. En estos organismos la lóriga es la estructura que permite la unión con el sustrato por lo que las características de su composición química son fundamentales para lograrlo. Según Agatha y Simon (2012), la lóriga de estos ciliados está compuesta por quitina, un polisacárido que actúa como un bioadhesivo, lo que permite que se establezca una unión firme (Suárez-Bermejo, 2013). Esto parece ser cierto, para el peritrico *V. tincta*, que se registró en ambas localidades, como una especie presente en la mayoría de las algas; sin embargo, para el caso de *L. aculeata* y *T. valvata* se observó lo contrario, sólo estuvieron presentes en un número muy bajo, con apenas dos y tres especies de algas respectivamente y se registraron únicamente en Tuxpan. Otros autores (Martínez-Murillo y Aladro Lubel, 1996; Martínez-Murillo, 1997; Reyes-Santos, 2000) también ya han señalado la baja ocurrencia en los sustratos para *T. valvata* ya había sido señalada por otros autores. En los trabajos de Martínez-Murillo y Aladro-Lubel (1996) y Martínez-Murillo (1997) se encontró que el número de algas basibiontes para este ciliados fue bajo, mientras que Reyes-Santos (2000) tampoco encontró

una alta ocurrencia sobre pastos marinos ni en sustrato artificial. Esto sugiere que la capacidad de este organismo para establecerse en cualquier sustrato sea baja o este muy limitada por los factores ambientales, como la salinidad, la concentración de nutrientes o bien, biológicos, como la competencia por el sustrato. También la interacción de la composición química de la lóriga sobre la superficie de los basibiontes podría relacionarse con su ocurrencia. Esto plantea una línea de investigación en el campo de materiales biológicos con aplicaciones industriales, por ejemplo, en bioadhesivos donde autores como Sánchez-Bermejo (2013) indican que es necesario comprender el papel biológico y ecológico que juegan estas sustancias y su eficiencia para su posterior aplicación en la industria. En este sentido los ciliados epibiontes podrían ser utilizados como organismos modelo para este fin, por lo que las investigaciones con este tipo de protistas representan una importante contribución al conocimiento.

En el caso de *L. aculeata* al ser nuevo registro para México no existe algún trabajo previo donde se pueda hacer una comparación de su ocurrencia en algún sustrato, incluso a nivel mundial tampoco existen trabajos de esta índole, aunque tampoco se descarta que pueda haber algunas publicaciones de circulación muy reducida o bien en estanterías cerradas. En este sentido, otros representantes de la familia Folliculinidae, particularmente del género *Lagotia* podrían presentar mecanismos de adhesión y ocurrencia similar en los sustratos vivos. La ocurrencia de ciliados de esta familia incluyendo otras especies del género *Lagotia* fue baja en sus basibiontes ya fueran algas (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996; Martínez-Murillo, 1997) o pastos marinos (Reyes-Santos, 2000). En otros sustratos vegetales como las raíces del mangle, *Metafollicullina andrewsi*, ha sido el único caso donde un ciliado foliculinido se ha registrado como especie dominante sobre un sustrato vivo en México (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1999).

Dificultades del trabajo y sistemática de los taxones de estudio

Los protistas ciliados son organismos difíciles de trabajar no sólo por su tamaño imperceptible para el ojo humano, sino también por todo el conocimiento teórico que se requiere durante su observación. En primer lugar es necesario conocer los patrones estructurales básicos para poderlo distinguir de otros microorganismo. El reconocimiento de los patrones estructurales básicos de cada ejemplar debe realizarse con organismos vivos lo cual implica un problema cuando las condiciones del hábitat son más difíciles de mantenerse, por ejemplo, los ambientes marinos. Algunos autores (Finlay, 1982; Aladro-Lubel *et al.*, 1990; Foissner y Berger, 1996;) recomiendan monitorear algunos factores como el pH, la salinidad, oxígeno disuelto y temperatura, procurando que éstas se mantengan durante la revisión del material, o bien sean similares a las registradas en el sitio de colecta, si el tiempo de observación es prolongado.

En este sentido, uno de los problemas que se tuvieron que resolver en este trabajo fue mantener las muestras con organismos vivos hasta su revisión. Dado que la procedencia de los organismos era de localidades con ambientes marinos fue necesario conectarlas todo el tiempo a bombas de aireación para pecera. Con esto se aseguró la circulación constante de gases en la columna de agua, evitando la formación de un ambiente anaerobio que perjudicara a los ciliados epibiontes y con ello la proliferación de organismos desintegradores que afectaran las condiciones de la muestra. El uso de bombas para pecera es un método que ha sido utilizado por otros autores que han trabajado con ciliados de ambientes marinos (Reyes-Santos, 2000; Martínez-Murillo, 1999)

Otro problema fue la identificación de los organismos epibiontes y basibiontes. En el caso de las algas, la ventaja de hallar listas florísticas para las localidades o regiones donde se trabajó facilitó el reconocimiento de las especies. Algunos trabajos como los León-Álvarez *et al.*, (2007) y León-Álvarez y Núñez-Reséndiz (2010), fueron muy útiles pues en ellos se compilan los géneros de clorofitas y feofitas registrados en México, permitiendo hacer una correcta identificación hasta ese nivel, además ambos trabajos proporcionan referencias para la identificación

específica. En el caso de las rodofitas aún no existen trabajos que integren los registros de las especies de México, similares a los trabajos anteriores. Tampoco ocurre esto para las cianofitas, aunque el trabajo de León-Tejera *et al* (2007) resulta de utilidad para cotejar los registros de especies que ocurren en la zona del Golfo de México. La identificación de las algas pertenecientes a estas divisiones se realizó utilizando las claves y literatura especializada en esos grupos. Sin embargo, los trabajos con datos moleculares han producido cambios en la taxonomía de estos grupos, particularmente en las rodofitas, donde las especies pueden presentar características que se confunden o traslapan con otras llevando a proponer otras clasificaciones de los organismos en nuevos géneros, por ejemplo, en el caso de las especies de los géneros *Ceramium* y *Centroceras*.

Centroceras clavulatum fue una especie registrada en este trabajo y ambas localidades y en la que se encontraron asociadas varias especies de ciliados. Según las claves de Abbot (1999), las cuales son ampliamente utilizadas para identificar rodofitas, esta especie presenta distribución cosmopolita y tiene gran plasticidad fenotípica, por lo que las variaciones de los caracteres descritos no representan un problema serio en la determinación. Para algunos autores como Won *et al*, (2009) la distribución cosmopolita y las variaciones morfológicas resultaron información relevante para hacer una revisión del género. Con el aporte de datos moleculares y la descripción más precisa de los caracteres morfológicos, estos autores encontraron evidencia para sustentar que algunos morfotipos de *C. clavulatum* registrados en las claves y literatura especializada corresponden a otras especies de *Centroceras*. En el presente trabajo, la especie *C. clavulatum* presentó características que coinciden con la descripción dada por Won *et al*. (2009), sin embargo, también existieron algunos ejemplares que podrían corresponder a las otras especies, los cuales se recolectaron durante la temporada de lluvias en Tuxpan. Aunque las claves de Abott (1999) indican que estas especies corresponden a la especie *C. clavulatum*, estos organismos no fueron incluidos en el presente trabajo.

Otro caso similar se observó en el género *Ceramium*, donde recientemente se hicieron cambios que incluye la descripción de nuevos géneros. Cho *et al.* (2008) propusieron el género *Gayliella* para agrupar a un conjunto a las especies complejo *Ceramium flaccidum*, entre ellas se agrupaba a *C. taylorii* una especie registrada en este trabajo bajo el nombre válido de *Gayliella taylorii*.

Debido a los cambios recientes en la taxonomía de las algas, como los que se acaban de señalar, y la falta de certidumbre al discernir los caracteres morfológicos en los individuos o bien por ausencia de estructuras particulares, por ejemplo, esporangios, algunas especies sólo fueron identificadas hasta nivel género y otras quedaron en estatus de confrontación. En este caso hay que considerar hacer un análisis cuidadoso de los ejemplares, revisando los trabajos más recientes que puedan ayudar a determinar con precisión el nivel específico de estos ejemplares.

En la práctica profesional, el trabajo taxonómico exige incorporar los cambios más recientes y aceptados en cuanto a la sistemática del grupo estudiado, aún cuando el investigador no sea especialista en el grupo biológico. De esta forma, los aportes realizados en cada investigación, resultan en información útil para distintas línea de trabajo, enriqueciendo las contribuciones que ésta pueda proporcionar a las distintas áreas del conocimiento biológico.

En el caso de los ciliados también existieron problemas en el momento de realizar la identificación de las especies debido a las variaciones de los caracteres que en ocasiones no coincidían o se ajustaba con las descripciones en la literatura especializada. En este sentido, la lista taxonómica de ciliados epibiontes que se mostraron en los resultados de este trabajo sólo incluyen a las especies donde la identidad taxonómica fue determinada con certidumbre. Se excluyeron a aquellas especies donde los caracteres observados fueron insuficientes o poco discernibles como para emitir un juicio apropiado sobre su ubicación taxonómica. En ocasiones, los caracteres reconocidos permitieron determinar el género del espécimen; sin embargo, dada la naturaleza de este trabajo, cuya línea de

investigación principal se enfoca en los protistas ciliados, se decidió excluir a estas especies.

Entre los grupos de ciliados que mostraron dificultades taxonómicas se encontró el suctor *Paracineta dadayi*. Esta especie requiere un examen minucioso en su determinación, dado que se puede confundir con *P. livadiana* por la similitud y traslape de caracteres que presentan. Las características morfológicas de la lóriga, el trofote, la localización, disposición y tipo de tentáculos son prácticamente idénticas. Según Curds (1985), *P. dadayi* y *P. livadiana* se pueden diferenciar por un doblez o pared interna que se observa en la lóriga de *P. dadayi* cerca de la abertura (Fig. 3a); en la especie *P. livadiana* no se presenta este carácter. Sin embargo, Martínez-Murillo (1997) argumentó que esta estructura en ocasiones es prácticamente invisible, aún cuando se aplican técnicas micrográficas. Sin embargo, mediante el empleo de de diferentes técnicas de iluminación microscópicas, tales como campo claro, contraste de fases, contraste diferencial de interferencia, e incluso luz tangencial, es posible emitir un juicio acertado sobre la identidad específica.

En México, ambas especies han sido registradas, en ambientes marinos. En el caso de *P. livadiana* Aladro-Lubel y Martínez-Murillo (1999a) la registraron como epibionte de pastos marinos en Isla Verde, en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Por su parte *P. dadayi* fue registrada por Reyes-Santos (2000), en Bahía Mesquitito, Baja California. Martínez-Murillo y Aladro-Lubel (1996) y Martínez-Murillo (1997) también registraron a *P. dadayi* en un ambiente salobre, la laguna Tamiahua, Veracruz. Originalmente estos trabajos registraron a estos suctores con el nombre de *Flectacineta dadayi* y *Paracineta livadiana*, sin embargo, en la actualidad estas especies se clasifican en el género *Paracineta* (Dovgal, 2002). En el presente trabajo, los registros de *F. dadayi* son mencionados con la combinación del nombre válido, es decir, como *P. dadayi*, permitiendo tener un panorama actual del nombres científico de la especie.

Los problemas en la identificación de *P. dadayi* que se presentaron coinciden con lo mencionado por Martínez-Murillo (1997). La dificultad para distinguir la pared

interna en algunos individuos, también se debió al ancho que presentaba el trofante, debido a que éste se sujeta a la lóriga justo en la abertura, por lo que en las células que se observaron más anchas no era posible visualizar. Por otro lado, la presencia de artefactos, tales como materia orgánica o las presas capturadas, fueron limitantes en la observación de dicha estructura. De igual forma, en las muestras preservadas con formol, se dificultó observar la pared interna debido al problema de la deformación de la lóriga.

Los problemas descritos enfatizan la importancia de tomar ciertas precauciones cuando se trabaja con materiales frescos y fijados. La determinación a partir de material fresco, sin duda permite una identificación correcta, sólo se requiere trabajar con individuos que no estén en proceso de plasmólisis, ni cuando existan otros organismos de vida libre, evitando así la captura de presas durante la observación de los caracteres. La identificación de especies con material fijado resulta una práctica muy común, de tal forma que existen protocolos para la elaboración de las soluciones empleadas (Aladro-Lubel, 2009; Lee *et al.*, 2000; Foissner *et al.* 1992, Foissner, 1992b), sin embargo, es necesario considerar tanto la composición química del agua y las particularidades de las especies que se tratarán con las sustancias, porque estos factores influyen en la eficacia de los fijadores. Muchas veces los protocolos son basados en la eficiencia del fijador sobre algunas especies de ciliados en ciertos tipos de cuerpos de agua, por tanto no resultan óptimos cuando el cuerpo de agua y/o las especies son distintos. En tales circunstancias es conveniente hacer las modificaciones del protocolo basados en la experiencia previa del estudioso de los organismos tratados.

El género *Cothurnia* también es otro caso donde las variaciones de las características morfológicas presentaron un problema. Algunas de estas variaciones sólo corresponden a diferencias en cuanto a la morfometría de los organismos con respecto a lo reportado en la literatura. Martínez-Murillo (1997) señaló que la longitud de caracteres como la lóriga y el zooide son los que suelen presentar variaciones. Precisamente en el presente trabajo, la mayoría de las especies se registraron con tallas mayores para la lóriga y zooide con respecto a

los datos reportados en los trabajos de revisión del género (Warren y Paynter, 1991). La especie, *Cothurnia parvula*, presentó tallas menores y *C. trophonicola* fue la única que presentó longitudes dentro del rango registrado en la literatura para ambos caracteres.

La diferencia en las tallas demuestra que los caracteres continuos difícilmente deben ser considerados como caracteres para clasificar, pues la variación de éstos depende de factores ambientales y de la madurez del organismo. Martínez-Murillo (1997) discutió sobre la problemática de separar taxones con base a caracteres continuos, ejemplificándolo con el caso del género *Sincothurnia* que propuso Jankowski (1985) para separar las especies de *Cothurnia* que presentaban dos zooides. En este trabajo también se observaron individuos de las especies *C. trophoniae* y *C. trophonicola* que presentaban de uno a tres zooides por lóriga demostrando nuevamente lo subjetivo de considerar este criterio para la clasificación taxonómica. Este tipo de situaciones se deben en gran parte al poco conocimiento de los ciclos de vida de muchos protistas ciliados.

Uno de los problemas que impide realizar un correcto estudio de los ciliados en general, es la dificultad de obtener cultivos de muchas especies, en especial, aquellas que son marinas. Esto impide conocer con precisión los ciclos e historias de vida, tanto en las especies de *Cothurnia* como muchas otras. Ante esta situación, no se puede conocer mucho sobre las variaciones que presentan las especies, si son resultado de una respuesta al ambiente o son la expresión de un alelo que caracteriza a ciertas poblaciones, se trata de una etapa en el ciclo de vida, o bien, una combinación de todas ellas.

En el caso del género *Thuricola*, el presente trabajo sólo registró una especie identificada como *T. valvata*. Esta especie presentó dificultades en su identificación debido a la variación de la lóriga que no se ajustaba completamente a la descripción de la especie. La lóriga se observó curveada en el extremo apical cerca de la abertura, siendo una característica que no se ha señalado en la literatura (Kahl, 1935; Bock, 1952; Stiller, 1971; Patterson, 1978; Jones, 1979; Trueba, 1980; Wailes, 1993; Martínez-Murillo, 1997; Reyes-Santos, 2001). Otros

caracteres de la lóriga tales como la forma de la abertura, la base, los abultamientos en la región antapical, la forma y ubicación de la valva se ajustaron a las descripciones de la especie, así como las características del zooide, por lo que se identificó como *T. valvata*. Aunque esta característica tampoco se ha observado en otras especies de *Thuricola* esta variación no fue considerada importante como para proponer una posible separación en una nueva especie.

Thuricola valvata no fue la única especie que presentó problemas de este tipo, otro caso también fue *Cothurnia trophoniae* donde algunos individuos también se observaron con variaciones morfológicas de la lóriga que no se ajustaban con las descripciones de la literatura (Dons, 1946; Warren y Paynter, 1991; Martínez-Murillo, 1997). Considerando que en el caso de *P. dadayi* y *P. livadiana* la diferencia entre especies se basa en la presencia de un carácter (pared interna en la lóriga), tampoco se puede descartar que la variación curva de la lóriga en los individuos de *T. valvata* que se observó aquí pudieran en realidad corresponder a una característica morfológica conspicua de una especie críptica. Esto sin duda, requiere de un análisis molecular, que permita sustentar que estas características en realidad están distinguiendo a dos especies.

La variación en la morfología de la lóriga en *Cothurnia trophoniae* y *T. valvata*, podría ser una respuesta adaptativa a la ubicación en el hospedero dado que sólo se encontraron en la rodofita *Laurencia* cf. *obtusa*. Según Mariño *et al.* (2011) las especies epibiontes muestran variación en el fenotipo según su ubicación en el hospedero, el cual es seleccionado por sus ventajas hidrodinámicas. En el caso de *T. valvata* también se registraron individuos con el morfotipo común durante otras colectas, los cuales se presentaron en otras especies de algas. Sin embargo, *Cothurnia trophoniae* sólo se registró durante la colecta de enero en Tuxpan, por lo esta hipótesis es poco probable.

En la familia Zoothamnidae, dos especies registradas en el presente trabajo, *Zoothamnium kentii* y *Z. procerius* presentaron problemas en su identificación debido a su semejanza. Foissner *et al.* (1992) y Foissner y Berger (1996) señalaron dos características que pueden ayudar a distinguirlas, tales como la

presencia de detrito en el zooide y en el pedúnculo de toda la colonia, así como la presencia de estrías o pequeñas anillaciones en las ramas donde se localizan los zoides. Estos caracteres se pudieron observar en algunas colonias de *Z. kentii* registradas en este trabajo.

En ambas especies se ha observado un crecimiento vertical de la colonia, con ramas alternadas y zoides ubicados por pares al mismo nivel, sin formación de macrozoides (Foissner *et al.*, 1992; Kahl, 1935). En el caso de *Z. kentii* también se ha descrito una segunda forma, que consiste en un crecimiento muy ramificado, semejante a un arbusto, con el pedúnculo grueso, de apariencia rígida y con el desarrollo de un macrozoide (Grenfell, 1884; Foissner *et al.*, 1992). Esta segunda forma podría ser fundamental para la identificación de las especies, sin embargo, se desconoce bajo qué circunstancias se presenta cada morfotipo de *Z. kentii*. Otro problema fundamental es que ambas especies son registros nuevos para México por lo que no existen trabajos previos con los que se pueda hacer comparaciones.

Zoothamnium kentii fue registrado principalmente con morfología correspondiente a la segunda forma colonial, con la diferencia que no se observó el macrozoide señalado por Grenfell (1884), probablemente porque las colonias eran aún jóvenes. Las colonias y zoides también se observaron cubiertos por detrito en las colonias tipo arbusto y las que presentaron la morfología tipo *Z. procerius*, en estas últimas, el pedúnculo presentó estrías o anillaciones, coincidiendo con la descripción de Foissner *et al.* (1992). Con la combinación de estas características fue posible determinar a esta especie.

La observación del macrozoide en *Z. kentii* que se indica en la descripción original probablemente es un carácter diagnóstico que permite diferenciarlo de *Zoothamnium procerius*, por lo menos, cuando en estas especies se presenta el mismo patrón de crecimiento de la colonia, sin embargo, no existe información morfométrica ni citológica, por ejemplo, las dimensiones del macrozoide (largo y ancho), el diámetro del labio peristomal, la estriación de la película, la disposición de la ciliatura oral (haplocinetia y policinetias) y la forma del macronúcleo, entre

muchas otras características. Considerando que la presencia de macrozooides como un carácter para diferenciar a *Z. kentii* de *Z. procerius*, se propone hacer una revisión de la primera y describir las características morfométricas y citológicas del macrozoide que complementen la diagnosis de la especie.

Características ecológicas

En cada uno de los sitios de trabajo se encontraron similitudes y diferencias en cuanto a la riqueza de especie de ciliados y su ocurrencia en las algas. Al comparar ambas localidades se encontró que en Tuxpan se registró mayor riqueza específica de ciliados y algas. Probablemente esto se deba a la heterogeneidad de los ambientes y los microambientes que se presentan en las escolleras de Playa Azul, donde se pueden distinguir varios microambientes, algunos de ellos expuestos al oleaje y otros protegidos del mismo. En el caso de Las Gatas, Zihuatanejo, el pretil, se observa más homogéneo con respecto a las escolleras en Tuxpan, aun así es posible discernir distinguir microambientes similares.

La ocurrencia de ciliados en las diferentes especies basibiontes de algas podría estar afectada principalmente por el oleaje que incide sobre el cada uno de los microambientes. La colonización de los sustratos mostró que las especies de algas presentaran densidades diferentes de ciliados las cuales parecen estar relacionadas según el microambiente donde fueron colectadas. Tanto en Tuxpan como en Zihuatanejo se registró mayor densidad de ciliados en aquellas algas que fueron colectadas en lugares protegidos de las olas. Aunque los datos registrados no fueron evaluados mediante un análisis estadístico, éstos sugieren que el oleaje afecta la composición del sistema epibionte, afectando la riqueza, ocurrencia y densidad. Es probable que las corrientes generadas por el oleaje podrían ser responsables de limitar la adhesión de los ciliados al sustrato; sin embargo, los lugares donde se registró la mayor densidad de ciliados presentaron formación constante de corrientes de agua.

Dovgal y Kochin (1997) explicaron que en ambientes acuáticos sometidos a una corriente la presencia de comunidades epibiontes se debe a la formación de la

capa límite hidrodinámica, una zona física formada cerca de la superficie del basibionte, donde la velocidad del flujo de agua disminuye hasta acercarse a cero, facilitando la adhesión de los organismos que se mueven en ella, por ejemplo, los ciliados. Silvester y Sleight (1985) demostraron que el grosor de esta capa se ve afectado según la orientación que tenga el sustrato con respecto al flujo de la corriente, incrementándose cuando el sustrato recibe una corriente que fluye paralela. En el caso de las algas colectadas en zonas protegidas, las algas crecen en canales y pozas que se forman en el sustrato rocoso en los cuales pasan corrientes de agua que fluyen paralelas a los sustratos e incrementan el grosor de la capa límite favoreciendo la asociación ciliados-alga.

Con el incremento del grosor de la capa límite hidrodinámica formada en torno a los basibiontes también se favorece la presencia de otros microorganismos que representan el recurso alimenticio de los ciliados. Por ejemplo, los suctores *Acineta tuberosa* y *Paracineta dadayi*, son ciliados depredadores que se alimentan de otros protistas libre nadadores, tales como escuticociliados, hipotricos y flagelados, los cuales suelen ser comunes en estos sistemas. Shimeta *et al.* (2001), señalaron que las bacterias y los protistas de vida libre se mueven a las zonas donde la capa límite es más gruesa, porque en ellas se sedimentan mayor cantidad de nutrimentos debido a la reducción de la velocidad del flujo. La presencia de bacterias y nutrimentos disueltos también favorece a los ciliados epibiontes filtradores como es el caso las especies de los géneros *Cothurnia*, *Lagotia*, *Thuricola*, *Vaginicola* y *Zoothamnium*, por tanto, tanto la riqueza específica y densidad de epibiontes se esperaría que fueran mayores en estos microambientes, tal como se registró en los resultados de este trabajo.

En contraste, en las zonas expuestas al oleaje, las corrientes que se forman no fluyen de forma paralela a los sustratos, reduciendo el grosor de la capa límite hidrodinámica. Como consecuencia la ocurrencia y densidad de ciliados fueron menores, esto probablemente a que en estas condiciones la acumulación de materia orgánica y la sedimentación de nutrimentos disminuye.

Dovgal y Kochin (1997) también señalaron que los sustratos que ofrecen superficies más complicadas son los que tienden a ser los más diversos en taxones epibiontes e incluso los más densamente poblados. En este sentido se encontró que las especies de algas que presentaron mayor riqueza de especies fueron las rodofitas *Laurencia cf. obtusa*, *Centroceras clavulatum*, *Ceramium cf. rubrum* e *Hypnea pannosa* y en la clorofita *Caulerpa sertularoides*. Con excepción de *C. sertularoides*, todas estas especies presentan talos con patrones muy ramificados, ofreciendo un ambiente más heterogéneo que favorece el establecimiento de más especies de ciliados a diferencia de las algas con una estructura menos compleja. En el caso de la clorofita *C. sertularoides* el talo forma ramificaciones que siguen un patrón paripinnado que incrementa los sitios donde potencialmente se pueden establecer los ciliados ofreciendo una superficie compleja que permite tener un ambiente más heterogéneo para la asociación epibiótica.

En las algas con un patrón estructural menos complejo, por ejemplo, las láminas y los filamentos sin ramificaciones o poco ramificados (p. e. *Chaetomorpha antennina*, *Oscillatoria sp.* *Padina mexicana*, *Ulva flexuosa* y *Ulva lactuca*, entre otras) la riqueza específica de ciliados fue menor. Es probable que en este tipo de arreglo estructural no se favorezca la sedimentación de muchos nutrientes y materia orgánica, lo cual sugiere también que la capa límite hidrodinámica está más reducida y como consecuencia la riqueza de epibiontes disminuye. Pertsov et al., (1986), demostraron que en los sustratos aplanados los organismos epibiontes colonizan principalmente las orillas debido al efecto de borde hidrodinámico, estableciendo una zona pequeña donde se forma la capa límite que permite en la que hay mayor acumulación de materia orgánica debido a la disminución del flujo de corriente. Esto explicaría la presencia de ciliados epibiontes en las algas con patrones estructurales más aplanados.

Como se ha mencionado antes, la acumulación de materia orgánica y nutrientes favorece la llegada de microorganismos, por ejemplo las bacterias. La formación de comunidades epibiontes depende de la presencia de bacterias y los

nanoflagelados, los cuales se establecen sobre la superficie del sustrato formando una película. La ausencia de esta biopelícula o su distribución restringida en el talo de las especies de algas también podría relacionarse con la presencia de ciliados. Varios autores (Wahl, 1989; Dovgal, 1996; Dovgal y Kochin, 1997; Dovgal, 1998; Ralkin, 2005; Wahl, 2007) mencionan que las bacterias y nanoflagelados son responsables de modificar las características físico-químicas de la superficie del sustrato facilitando la adhesión de los ciliados.

En este trabajo no se analizaron las características de los sustratos debido a que esto va mas allá de los objetivos planteados, por tanto, se desconoce si existen diferencias en cuanto a la composición bacteriana presente en el talo de cada especie basibionte, si la presencia de esta biopelícula modifica las propiedades adhesivas del sustrato con el epibionte y esto a su vez genera diferencias significativas en la densidad de ciliados en cada basibionte, lo cual se relacionaría con la presencia y ocurrencia de los ciliados.

La presencia de las películas formadas sobre los basibiontes puede verse afectada por los mecanismos de defensa químicos, es decir, por la producción de metabolitos con actividad antibiótica producidos por los basibiontes (Ralkin, 2005; Nys et al., 2010). Desde hace más de cuatro décadas se han reportado estudios que indican que muchas algas marinas presentan sustancias con actividad antibiótica, algunas de ellas secretadas para evitar la colonización (Burkholder *et al.*, 1960; Ballantine *et al.*, 1987; Mahasneh *et al.*, 1995; De Lara-Isassi *et al.*, 1996; Liao *et al.*, 2003 Manilal *et al.*, 2010). Aunque en este trabajo no se planteó el estudio de la producción de sustancias antibióticas, se considera que este mecanismo de defensa podría presentarse en muchas de las especies de algas que no presentaron epibiontes y las cuales no se estudiaron. Así mismo, también es posible que algunos protistas epibiontes pudieran presentar tolerancia ante la producción de metabolitos, y esto podría permitir colonizar una mayor diversidad sustratos vivos. Como ejemplo, el suctor *Acineta tuberosa*, fue el ciliado con mayor ocurrencia en las algas estudiadas y bajo este enfoque sería conveniente verificar

si esta especie es resistente a sustancias que pudiera secretar las algas y ello también pudiera relacionarse con su alta ocurrencia.

Los factores abióticos tales como la salinidad y temperatura parecen no afectar la interacción ciliado-alga. En cuanto a la salinidad registrada en los sitios de estudio, ésta se mantuvo constante en las 33 ‰, por tanto se descartó como factor limitante. No obstante, en trabajos previos algunos de los peritricos y suctores registrados en este trabajo, tales como *Cothurnia aplatita*, *C. ceramicola*, *Cothurnia innata*, *C. maritima*, *C. trophoniae*, *Paracineta dadayi*, *Thuricola valvata*, *Vaginicola tincta*, *Zoothamnium alternans*, *Z. commune* y *Zoothamnium procerius* se han reportado en ambientes marinos y salobres, presentes en los sustratos en concentraciones de salinidad de 10 a 40 ‰ (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996; Martínez-Murillo, 1997; Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 1999a, Reyes-Santos, 2001). En el caso de *Acineta tuberosa* este ciliado se ha registrado en ambientes marinos, salobres, hiposalinos y dulceacuícolas siendo una especie adaptada a un amplio rango de concentración de salinidad (López-Ochoterena y Madrazo-Garibay, 1989; Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996, 1999; Martínez-Murillo, 1997; Mayén-Estrada, 1997; Mayén-Estrada y Aladro-Lubel, 1998; Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 1999a; Reyes-Santos, 2001; Vidal-Martínez *et al.*, 2002; Aladro-Lubel y Sánchez-Calderón, 2005; Mariño-Perez y Mayén-Estrada, 2009).

Los trabajos previos demuestran que la salinidad parece no ser un factor limitante para el sistema epibionte o por lo menos los que involucran a estas especies de ciliados; sin embargo, es probable que existan especies que sean menos tolerantes y sólo se presenten en el ambiente cuando exista una concentración de salinidad particular. Por ejemplo, en este trabajo cinco especies son registros nuevos para México, *Cothurnia inflecta*, *C. trophonicola*, *Lagotia aculeata*, *Zoothamnium kentii*, *Z. procerius* por tanto, se desconoce si estos ciliados presenta un rango de tolerancia más restringido que pudiera limitar su presencia en el ambiente.

Por su parte, temperatura se registró con algunas variaciones, sin embargo, no se apreciaron cambios en la riqueza de especies de ciliados epibiontes que pudieran sugerir una relación que requiriera de un análisis más profundo. En trabajos previos con el sistema epibionte ciliado-alga (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1996; Martínez-Murillo, 1997) tampoco se reportó que la temperatura tuviera efectos sobre la formación de asociaciones epibióticas.

Se han mencionado distintos factores que parecen afectar la asociación epibiontica entre ciliados y algas, tales como el oleaje, la capa límite hidrodinámica, la biopelícula y los mecanismos de defensa del basibionte, mientras que otros como la salinidad y temperatura no fueron determinantes en la interacción para este ambiente. Factores como oleaje, capa límite hidrodinámica, la biopelícula y los mecanismos de defensa del basibionte no habían sido abordados en los trabajos previos con basibiontes vegetales (plantas y algas). Al comparar los trabajos que involucran los sistemas epibiontes entre ciliados y sustratos vegetales se encontró que 12 especies de ciliados son comunes con los registros previos (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994, 1996; Martínez-Murillo, 1997; Aladro-Lubel y Martínez-Murillo, 1999a; Reyes-Santos, 2001).

El género *Cothurnia* presentó cuatro especies que se encontraron asociadas a una especie de alga (*C. aplatita*, *C. innata*, *C. trophoniae* y *C. trophonicola*). Esto sugiere que probablemente su ocurrencia en un sustrato como las algas pueda estar más restringida en el ambiente marino. Esta restricción posiblemente se deba a la participación de factores antes mencionados. Con excepción de *Cothurnia trophonicola*, que se reporta por primera vez para México y de *Cothurnia aplatita*, que fue registrada previamente por Aladro-Lubel y Martínez-Murillo (1999a) como epibionte en el pasto marino *Thalassia testudinum*, las otras especies han sido reportadas como epibiontes de algas en ambientes salobres y en pastos marinos. En sistemas donde los basibiontes son las algas, Martínez-Murillo (1997) reportó al peritrico *C. innata* como epibionte en las rodofitas *Acanthophora spicifera*, *Bostrychia radicans*, *Ectocarpus* sp y *Polysiphonia binneyi*

y la clorofita *Ulva flexuosa* (mencionada como *Enteromorpha flexuosa*), mientras que *C. trophoniae* fue registrada en *Polysiphonia binneyi* y *Ulva flexuosa*.

Martínez-Murillo (1997) registro con mayor ocurrencia en algas a estos ciliados lo cual nuevamente sugiere que algún factor presente en el medio marino resulta limitante. En este caso, el trabajo mencionado se realizó en una laguna costera donde el oleaje es uno de los factores que se encuentra ausente pudiendo ser este el que se relacione con la ocurrencia de los ciliados en sus basibiontes. Aunque en la laguna costera la salinidad podría ser también un factor limitante, ya se había comentado que las especies de ciliados registradas en ese trabajo y que coinciden con la mayoría que aquí se reportan, son muy tolerantes a los cambios de salinidad. En cambio, estas especie tuvieron ocurrencia más limitada en cada uno de los basibiontes en el ambiente litoral marino donde el oleaje sería el factor responsable de esto.

Dovgal y Kochin (1997) mencionaron que en ambientes con corrientes fuertes las cuales fluyen en distintas direcciones sobre el sustrato la riqueza de especies epibiontes es baja y viceversa. Esto sugiere que en ambientes como las lagunas costeras donde el flujo de las corriente que pasan por los sustratos vivos es más lento, la riqueza de ciliados se mayor. Por tanto, en las lagunas costeras, al existir un flujo de corriente más lento se favorece la adhesión de los ciliados sobre las algas y otros sustratos (p. e. raíces de mangle, invertebrados, etc.) presentando mayor ocurrencia.

En esta primera aproximación al estudio del sistema epibionte ciliado-alga en un ambiente marino, aún no fue posible establecer qué factores juegan un papel muy importante en la asociación de estos taxones sin embargo, muchos de los datos obtenidos en este trabajo han propuesto nuevos temas que requieren ser resueltos, por ejemplo la relación entre la riqueza específica de ciliados y la complejidad estructural de las algas que fungen como sustrato.

Muchas ideas propuestas invitan a continuar con el estudio de estos sistemas epibiontes desde varios enfoques, tales como el de la biofísica, en donde se

profundice en los factores hidrodinámicos principalmente aquellos relacionados con la física de fluidos, lo cual permitiría conocer mejor el papel que juegan las corrientes en esta interacción. Así mismo, es necesario profundizar los aspectos ecológicos los cuales aquí fueron abordados de una forma muy breve. En cuanto a los estudios sobre epibiosis en ciliados de México se requiere realizar más estudios que involucren el conocimiento taxonómico, junto con el enfoque de la ecología y la biofísica lo cual permita resolver los planteamientos que se señalaron en este trabajo. También se considera necesario investigar el papel que juegan las corrientes en la interacción epibiótica y comparar en otros ambientes acuáticos, por ejemplo en ríos y cascadas. Los resultados y toda la información de esta disertación es un nuevo conocimiento que servirá de antecedente inmediato para las futuras investigaciones principalmente para aquellas que se realicen en ambientes marinos.

7. CONCLUSIONES

- Los resultados de este trabajo aportan cinco nuevos registros de ciliados para México, contribuyendo a incrementar el conocimiento de la biodiversidad de este grupo en el país, principalmente en zonas litorales marinas donde la información al respecto es escasa.
- Se catalogaron 15 nuevos registros de algas marinas que fungen como sustratos para los ciliados sésiles de las zonas litorales de México con lo que se incrementa el conocimiento sobre las especies que pueden fungir como basibiontes de los ciliados
- Entre las condiciones ambientales que pueden afectar el sistema epibionte ciliado-alga, el oleaje probablemente es un factor físico que afecta su riqueza específica.
- Los datos taxonómicos de este trabajo proporcionan información actualizada sobre las especies de protistas ciliados epibiontes marinos de México. Con esta información se aporta la primera lista taxonómica de ciliados epibiontes marinos y sus algas basibiontes para Zihuatanejo, el estado de Guerrero y la región del Pacífico Tropical Mexicano, y la primera para el municipio de Tuxpan, Veracruz. Se contribuye con nuevos registros de distribución de las especies de ciliados marinos para los litorales del Golfo de México y el Pacífico Tropical Mexicano, particularmente en las localidades Playa Azul, Tuxpan, Veracruz y Las Gatas, Zihuatanejo, Guerrero respectivamente.
- Por primera vez se registra la interacción de epibiosis entre ciliados y alga en un ambiente litoral marino de México.

8. LITERATURA CITADA

- Abbot, I. A. 1999. Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press, Hawai, 477 pp.
- Abela-Posada, L. A. 2013. Estudio taxonómico de ciliados epibiontes (Peritrichia y Suctoría) de insectos acuáticos de subcuencas endorreicas de la faja volcánica transmexicana. Tesis Profesional (Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 77 pp.
- Adl, S., Simpson, A. G. B., Lane, C. E., Lukes, J., Bass, D., Bowser, S. S., Brown, M. W., Burki, F., Dunthorn, M., Hampl, V., Heiss, A., Hoppenrath, M., Lara, E., Gall, L., Lynn, D. H., Mcmanus, H., Mitchell, E. A. D., Mozley-Stanridge, S. E., Parfrey, L. W., Pawlowski, J., Rueckert, S., Shadwick, L., Schoch, C. L., Smirnov, A. & Spiegel, F. W. 2012. The revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 59(5):429-493.
- Agatha, S. & Simon, P. 2012. On the Nature of Tintinnid loricae (Ciliophora: Spirotricha: Tintinnina): a histochemical, enzymatic, EDX, and a high resolution TEM study. *Acta Protozoologica* 51:1-19
- Aladro-Lubel, M. A. 2006. *Principales Clasificaciones de Protozoos*. Las Prensas de Ciencias, UNAM México, 90 pp.
- Aladro-Lubel, M. A. (coord.). 2009. *Manual de prácticas de laboratorio de protozoos*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México, 124 pp.
- Aladro-Lubel, M. A. & Martínez-Murillo, M. E. 1999a. Epibiotic Protozoa (Ciliophora) on a community of *Thalassia testudinum* Banks ex König in a coral reef in Veracruz, Mexico. *Aquatic Botany* 65:239-254.
- Aladro-Lubel, M. A. & Martínez-Murillo, M. E. 1999b. First Description of lorica of *Metacystis truncata* and its occurrence on *Thalassia testudinum*. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 46(3):311-317.
- Aladro-Lubel, M. A. & Martínez-Murillo, M. E. 2003. *Metacystis borrori* n. sp. (Ciliophora: Metacystidae) on the Seagrass *Thalassia testudinum*. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 50(3):204-209.
- Aladro-Lubel, M.A. & Sánchez-Calderón, G. 2005. Ciliados epibiontes de la vegetación sumergida y de los invertebrados de la Laguna de Tecocomulco. En: Huizar-Álvarez, R., Jiménez-Fernández, E. & Juárez-López, C. (eds.). La Laguna de Tecocomulco. Geo-Ecología de un desastre. Publicación Especial 3. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, p. 169-178.

- Aladro-Lubel, M. A., Martínez-Murillo, M. E. & Mayén-Estrada, R. 1990. Manual de ciliados psamófilos marinos y salobres de México. Cuadernos del Instituto de Biología 9, Instituto de Biología, UNAM, México, 174 pp.
- Aladro-Lubel, M. A., Mayén-Estrada, R. & Reyes-Santos, M. 2006. Listados Faunísticos de México. XI. Registro actualizado de ciliados (Agosto, 2004). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 97 pp.
- Aladro-Lubel, M. A., Reyes-Santos, M., Olvera-Bautista, F. & Robles-Biones, M. N. 2007. Ciliados y otros protozoos. En: Lot-Helgueras, A. (coord.). *Guía ilustrada de la Cantera Oriente: Caracterización ambiental e inventario biológico*. Coordinación de la Investigación Científica, Secretaría Ejecutiva de la Reserva del Pedregal de San Ángel, Universidad Nacional Autónoma de México, México, pp. 97-122.
- Ballantine, D. L., Gerwick, W. H., Velez, S. M., Alexander, E. & Guevara, P. 1987. Antibiotic activity of lipid-soluble extracts from Caribbean marine algae. *Hydrobiologia* 151/152(1):463-469.
- Barea-Arco, J., Pérez-Martínez, C., & Morales-Baquero, R. 2001. Evidence of a mutualistic relationship between an algal epibiont and its host, *Daphnia pulex*. *Limnology and Oceanography* 46(4):871-881.
- Bavestrello, G., Cerrano, C., Camillo, C. di, Puce, S., Romagnoli, T., Tazioli, S. & Totti, C. 2008. The ecology of protists epibiotic on marine hydroids. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88(8):1611-1617.
- Bock, J. K. 1952. Über die marine Arten der Gattung *Thuricola* (Ciliata, Peritricha). *Kuler Mierforsch* 8:227-228.
- Borowitzka, M. A., Lavery, P. S. & Keulen, M. van. 2006. Epyphytes of seagrasses. In: Larkum, A. D. M., Orth, R. J. & Duarte, C. M. (eds.). *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, Países Bajos, p. 441-461.
- Borrer, A. C. 1968. Application of the stain-fixative nigrosin-HgCl₂-formalin to fragile or contractile ciliates. *Stain Technology* 43(5):292-5.
- Bovee, E. C. 1981. New Epizoic Suctorea (Protozoa) of the Smooth Softshell Turtle, *Trionyx muticus*, in Northeastern Kansas. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 84(2):98-104
- Burkholder, P. R., Burkholder, L. M. & Almodóvar, L. R. 1960. Antibiotic Activity of some Marine Algae of Puerto Rico. *Botanica Marina* 2(1-2):149-156.
- Calkins, G. 1901. Marine Protozoa from Woods Hole. *Bulletin of the United States Fish Commission* 21:415-468.
- Camacho-Granados, L. 1990. Distribución de ciliados epibiontes en *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda: Natantia). *Revista de Biología Tropical* 38(1):1-5.

- Candelaria-Silva, C. F. 1996. Macroalgas del estado de Guerrero. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 229 pp.
- Celis-Rincón, A., Álvarez-León, R. & Bula-Meyer, G. A. 1999. Epifitismo y epizoismo de algas coralináceas (Rhodophyta:Corallynaceae) en el archipiélago del Rosario, Caribe Colombiano. *Caribbean Journal of Science* 35(3-4):296-303.
- Cho, T. O., Boo, S. M., Hommersand, M. H., Maggs, C. A., McIvor, L. and Fredericq, S. 2008. *Gayliella* gen. nov. in the tribe Ceramiaceae (Ceramiaceae, Rhodophyta) based on molecular and morphological evidence. *Journal of Phycology* 44:721–738.
- Corliss, J. O. 1979. *The ciliated protozoa*. Pergamon Press, Reino Unido, Londres, 455 pp.
- Cupul-Magaña, F. B. y Cortés-Lara, M. C. 2005. Primer registro de epibiontes en ejemplares juveniles de *Crocodylus acutus* en el medio silvestre. *Caldasia* 27(1):147-149.
- Curds, C. R. 1985. A revision of the Suctoria (Ciliophora, Kinetofragminophora) 1. *Acineta* and its morphological relatives. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 48(2):75-129.
- Curds, C. R. 1987. A revision of the Suctoria (Ciliophora, Kinetofragminophora) 5. The *Paracineta* and *Corynophrya* problem. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zoology)* 71(2):71-106.
- De-Lara-Isassi, G., Álvarez-Hernández, S. & Lozano-Ramírez, C. 1996. Actividad antibacteriana de algas marinas de Oaxaca, Pacífico Tropical Mexicano. *Revista de Biología Tropical* 44(2):895-898.
- DeWreede, R. 2001. Algal ecology. In: *Encyclopedia of Life Sciences*. John Wiley and sons Ltd. Chichester. Publicado en línea (Abril, 2001) en: <http://www.els.net> (doi:10.1038/npgs.els.0000317).
- Dias, R. J. P., D`Ávila, S. & D`Agosto, M. 2006. First Record of Epibionts Peritrichids and Suctorians (Protozoa, Ciliophora) on *Pomacea lineata* (Spix, 1827). *Brazilian Archives of Biology and Technology* 49(5):807-812.
- Dovgal, I. V. 1996. Hydrodynamic evolutionary factors for the spatial structure of encrusting communities. *Paleontological Journal* 36(6):559-562.
- Dogval, I. V. 2002. Evolution, phylogeny and classification of Suctorea (Ciliophora). *Protistology* 2 (4):194-274
- Dovgal, I. V. & Kochin, V. 1997. Fluid boundary layer as an adaptative zone for sessile protists. *Journal of General Biology* 58(2):567-572.
- Durán-Ramírez, C. A. 2010. Microorganismos asociados a *Tillandsia heterophylla* E. Morren (Bromeliaceae) en tres ambientes contrastantes del centro de Veracruz, México. Tesis de Maestría en Ciencias. INECOL, México, 162 pp.

- Fauré-Fremiet, E. 1936a. The Folliculinidae (Infusoria Heterotricha) of the Breton Coast. *Biological Bulletin* 70(3):353-360.
- Fauré-Fremiet, E. 1936b. La Famille des Folliculinidae (Infusoria Heterotricha). *Memoirs du Museum d' Histoire Naturelle de Belgique* 3:1129-1173.
- Fernández-Galiano, D. 1976. Silver Impregnation of Ciliated Protozoa: Procedure Yielding Good Results with the Pyridinated Silver Carbonate Method. *Transactions of the American Microscopy Society* 95: 557-560.
- Fernández-Leborans, G. 2003. Protist-bryozoan-crustacean hyperepibiosis on *Goneplax rhomboides* (Linnaeus, 1758) (Decapoda, Brachyura) from the NW Mediterranean coast. *Crustaceana* 76:479-497.
- Fernández-Leborans, G. 2009. A review of recently described epibioses of ciliate protozoa on Crustacea. *Crustaceana* 82(2):167-189.
- Fernández-Leborans, G., Hanamura, Y., Siow, R. & Chee, P.-E. 2009. Intersite epibiosis characterization on dominant mangrove crustacean species from Malaysia. *Contributions to Zoology* 78(1):9-23.
- Finlay, F. 1982. Procedures for the isolation, cultivation and identification of protozoa. In: Burns, R. G. y Slater, J. H (eds.). *Experimental Microbial Ecology*. Blackwell Scientific Publication, Oxford, p. 44-65.
- Foissner, W. 2003. Morphology and ontogenesis of *Bromeliophrya brasiliensis* gen. n., sp. n., a new ciliate (Protozoa: Ciliophora) from Brazilian tank bromeliads (Bromeliaceae) *Acta Protozoologica* 42:55-70.
- Foissner, W. 2013. Description of *Glaucomides bromelicola* n. gen., n. sp. (Ciliophora, Tetrahymenida), a Macrostome Forming Inhabitant of Bromeliads (Bromeliaceae), Including Redescriptions of *Glaucoma scintillans* and *G. reniformis*. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 60:137-157.
- Foissner, W. 1992a. The "wet" silver nitrate method. In: Lee, J. & Soldo, A. (eds.). *Protocols in Protozoology*. Society of Protozoologists, Allen Press, Inc, Lawrence, Kansas, EUA, p. 520-524.
- Foissner, W. 1992b. The "dry" silver nitrate method. In: Lee, J. & Soldo, A. (eds.) *Protocols in Protozoology*. Society of Protozoologists, Allen Press, Inc, Lawrence, Kansas, EUA, p. 530-533.
- Foissner, W. & Berger, H. 1996. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used for hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* 35(375-482)

- Foissner, W., Berger, H. & Kohmann, F. 1992. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems-Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayer Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 5/92, 502 pp.
- García-Martínez, M. 2009. Estructura comunitaria de la fauna asociada a algas submareales en tres sitios contrastantes en Zihuatanejo, Guerrero. Tesis de Maestría (Biología Ambiental). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 87 pp.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 264 pp.
- Gárate-Lizárraga, I. & Muñetón-Gómez, M. S. 2009. Primer registro de la diatomea epibionte *Pseudohimantidium pacificum* y otras asociaciones simbióticas del Golfo de California. *Acta Botánica Mexicana* 88:31-45.
- González-Guerrero, P. 1953. El epifitismo ficológico en el Mar Menor (Murcia). *Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles* 11(1):143-151.
- González, C., Cruz, M., Domínguez, C., Serrano, A. & Basañez, A. 2007. Macroalgas asociadas a cuatro hábitats del arrecife Tuxpan, Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 7(1):252-257.
- Grenfell, J. G. 1884. One some new infusoria from Bristol. *Journal of Microscopy of Natural Sciences* 3: 133-138.
- Guillen-Aguirre, G. K. 2002. Diversidad protozoológica de los pantanos de Villa Chorillos-Lima, Perú. Tesis Profesional (Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 143 pp.
- Guiry, M. & Guiry, G. 2014. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. En: <http://www.algaebase.org> (Última consulta: 07 de marzo de 2014).
- Hadži, J. 1951. Studien über follikulinen. *Dela Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti Razred za Prirodoslovne in Medicinske vede. Dela*, 4. Institut za biologijo 4: 1-390.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). *Anuario de estadísticas por entidad federativa* 2012. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, 666 pp.
- INFDM. Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal - Veracruz. 2005. *Enciclopedia de los municipios de México. Estado de Veracruz de Ignacio de Llave. Tuxpan*. Gobierno del Estado de Veracruz (Consulta en línea). Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/templates/enciclo/veracruz/municipios/30189a.htm> (Fecha de consulta: 3 de junio de 2011)

- Jankowski, A. W. 1985. Life cycles and taxonomy of generic groups *Scyphidia*, *Heteropolaria*, *Zoothamnium* and *Cothurnia* (Class Peritricha). *Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademiyi Nauk SSSR Leningrado* 129:74-100.
- Ji, D., Lin, X. & Song, W. 2004. Complementary notes on a 'well-known' marine heterotrichous ciliate, *Folliculinopsis producta* (Wright, 1859) Frauré-Fremiet, 1936 (Protozoa, ciliophora). *Journal of Ocean University of China* 3(1): 65-69.
- Ji, D., Song, W., Al-Rasheid, K. & Li, L. 2005. Taxonomic Characterization of Two Marine Peritrichous Ciliates, *Pseudovorticella clampi* n. sp. and *Zoothamnium parabuscula* n. sp. (Ciliophora: Peritrichia) from North China. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52 (2):159-169.
- Jones, E. E. 1979. The Protozoa of Mobile Bay, Alabama. University of South Alabama Press, EUA, p. 114.
- Kahl, A. 1935. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) 4. Peritricha und Chonotricha. *Tierwelt Deutschlands* 30:651-886.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota -2. Teil/2nd Part: Oscillatoriales. In: Büdel, B. L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. 19/2, Elsevier/Spektrum, Heidelberg, Alemania, 759 pp.
- Komárek, J & Hauer, T. 2014. *CyanoDB.cz – On-line database of cyanobacterial genera*. World-wide electronic publication, University of South Bohemia & Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic. En: <http://www.cyanodb.cz> (Última consulta: 07 de mayo de 2014).
- Kreutz, M. & Foissner, W. 2006. The *Sphagnum* ponds of Simmelried in Germany: A biodiversity hot-spot for microscopic organisms. *Protozoological Monographs* Vol. 3. Shaker-Verlag Publishers, Aachen, Alemania, 267 pp.
- Lee, R. 2008. *Phycology*. Cambridge University Press., Cambridge, Reino Unido, 534 pp.
- Lee, J. J., Leedalee, G. F., & Bradbury, P. (eds). 2000. *An Illustrated Guide to Protozoa*. Vol. I, Society of Protozoologists, Lawrence, Kansas, EUA, 689 pp.
- León-Alvarez, D., Candelaria-Silva, C. Hernández-Almaráz, P. & León-Tejera, H. 2007. *Géneros de algas marinas tropicales de México: I. Algas verdes*. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 173 pp.
- León-Alvarez D. & Núñez-Reséndiz, M. L. 2011. *Géneros de algas marinas tropicales de México: II. Algas pardas*. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 107 pp.
- León-Tejera, H., Gold-Morgan, M. & Montejano, G. 2007. Benthic Cyanoprokaryota (Cyanobacteria) of the Gulf of Mexico. In: Felder, D. L & D. Camps (eds.). *Gulf of Mexico. Origins, waters and biota: Volume 1. Biodiversity*. Texas A. y M. University Press, EUA, p. 47-56.

- Liao, W.-R., Lin, J. Y., Shieh, W.-Y., Jeng, W.-L & Huang, R. 2003. Antibiotic activity of lectins from marine algae against marine vibrios. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 30:433-439.
- Littler, M. M. & Littler, D. S. 1980. The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *The American Naturalist* 116:25-44.
- López-Ochoterena, E. 1962. Protozoarios ciliados de México n. Notas sobre la biología de *Tokophrya quadripartita* (Claparede et Lachmann, 1861) Bütschli, 1889 (Ciliata: Suctorida), en aguas dulces de México. *Revista de Biología Tropical* 10(1):1-10.
- López-Ochoterena, E. & Madrazo Garibay, M. 1989. Protozoarios ciliados de México. XXXIII. Estudio biológico de algunas especies de las subclases Suctoria y Peritrichia asociadas al hidrozooario *Cordylophora caspia* (Pallas) en la laguna de Mandinga, Veracruz. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 40:65-69
- Lynn, D. 2008. *The Ciliated Protozoa. Characterization, Classification and Guide to the Literature*. Springer Science, Canadá, 605 pp.
- Lüttge, U. 1985. Epiphyten: Evolution und Okophysiologie. *Naturwissenschaften* 72: 557-56
- Ma, H., Choi, J. & Song, W. 2003. An improved Silver Carbonated Impregnation for Marine Ciliated Protozoa. *Acta Protozoologica* 42:161-164.
- MacFadden, G. 2001 Primary and Secondary Endosymbiosis and the Origin of Plastids. *Journal of Phycology* 37:951-959
- Mahasneh, I., Jamal, M., Kashashneh, M. & Zibdeh, M. 1995. Antibiotic activity of marine algae against multi-antibiotic resistant bacteria. *Microbios* 83(334):23-26
- Manilal, A., Sujith, S., Sabarathnam, B., Kiran, G. S., Selvin, J., Shakir, C., & Lipton, A. P. 2010. Bioactivity of the red algae *Asparagopsis taxiformis* collected from the Southwestern coast of India. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58(2): 93-100.
- Martínez-Lozano, S. J. 1999. *Flora ficológica marina de Tamaulipas*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H040, México, 128 pp.
- Martínez-Murillo, M. 1997. Ciliados asociados a la vegetación sumergida y a las raíces de mangle en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 264 pp.
- Martínez-Murillo, M. E. & Aladro-Lubel, M. A. 1994. Ciliados asociados al pasto marino *Halodule beaudettei* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 65(1):11-18.

- Martínez-Murillo, M. E. & Aladro-Lubel, M. A. 1996. Ciliados sésiles epibiontes de algas en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Tropical Ecology* 37(2):265-272
- Martínez-Murillo, M. E. & Aladro-Lubel, M. A. 1999. Some ecological aspects of epibiotic sessiline ciliates attached on submerged roots of *Rhizophora mangle* L. in Tamiahua Lagoon, Veracruz, México. *Tropical Ecology* 40(1):163-166.
- Mariño-Pérez, R. & Mayén-Estrada, R. 2009. Epibiotic relationship between two species of suctorians (Protozoa: Suctorina) and *Corisella edulis* (Heteroptera: Corixidae). *Aquatic Insects* 31(3):235-246.
- Mariño-Pérez, R., Mayén-Estrada, R. & Dovgal, I. V. 2010. *Periacineta mexicana* n. sp. (Ciliophora, Suctorina, Discophryida), epizoic on Mexican backswimmers of the genus *Buenoa* (Insecta, Hemiptera, Notonectidae). *Journal of Eukaryotic Microbiology* 57(5):435-43.
- Mariño-Pérez, R., Mayén-Estrada, R., Macip-Ríos, R. & Dovgal, I. V. 2011. Morphometric variations of discophrya elongata (Ciliophora, Suctorea) attached to two different species of aquatic true bugs (Hemiptera, Prosorrhyncha, Nepomorpha). *Vestnik zoologii* 45(5):13-19.
- Matthes, D., Guhl, W. & Haider, G. 1988. *Suctorina und Urceolariidae (Peritricha)*. Protozoenfauna Band 7/1. Gustav Fischer Verlag., Jena, Alemania, 309 pp.
- Mayén-Estrada, R. 1997. Ciliados asociados a *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 en el Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 238 pp.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M. A. 1998. Tres especies de suctores (Protozoa: Ciliophora) ectosimbiontes del acocil *Cambarellus patzcuarensis*. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 69(1):1-12.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M. A. 2000. Distribution and prevalence of 15 species of epibiont peritrich ciliates on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* Villalobos, 1943 in Lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Crustaceana* 74(11):1213-1224.
- Mayén-Estrada, R. & Aladro-Lubel, M. A. 2001. Epibiont peritrichids (Ciliophora: Peritrichida: Epistylididae) on the crayfish *Cambarellus patzcuarensis* in lake Pátzcuaro, Michoacán, México. *Journal of Crustacean Biology* 21(2):426-434.
- Mayén-Estrada, R., Reyes-Santos, M. & Aguilar-Aguilar, R. 2014. Diversidad de Ciliophora de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85: S34-S43.
- Mieczan, T. 2009. Ciliates in *Sphagnum* peatlands: Vertical micro-distribution, and relationships of species assemblages with environmental parameters. *Zoological Studies* 48(1):33-48.

- Mikryukov, K. A. 2002. Protista. *Biología* 9(1), marzo. Disponible en: <http://bio.1september.ru/2002/08/9.htm>. Consultado el 18 de mayo de 2014.
- Nys, R. de, Guenther, J. & Uriz, M. J. 2010. Natural control of fouling. In: Dürr, S. y Thomason, J. C. (eds.). *Biofouling* Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido, p. 109-120.
- Orduña-Medrano, R. E. 2011. Patrones de distribución y abundancia del fitoplancton nocivo en la zona costera de Tuxpan, Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Tuxpan, México, 190.
- Ortuño-Aguirre, C. & Riosmena-Rodríguez, R. 2007. Dinámica del epifitismo en *Padina concrescens* (Dictyotales: Phaeophyta) en el suroeste de la Península de Baja California, México. *Ciencias Marinas* 33(3):311-317.
- Patterson, D. 1978. *Kahl's keys to the ciliates*. University of Bristol Printing Unit, Universidad de Bristol, Reino Unido, 82 pp.
- Pérez-Martínez, C. & Barea-Arco, J. 2000. Relación entre el tamaño del hospedador y la intensidad de la infección de un alga epibionte. *Limnetica* 19:193-198.
- Pertsov, N. A. & Vilenkin, B. Ya. 1986. Skorost deleniya kletok vodorosley na tverdom substrate pri ekspozitsii na raznoy glubine. *Gidrobiologicheskii Zhurnal* 22(4):67-70. (En ruso).
- Pratt, J. R. & Rosen, B. H. 1981. Associations of species of *Vorticella* (Peritrichida) and planktonic algae. *Transactions of the American Microscopical Society* 102(1):48-54.
- Ralkin, A. I. 2005. *Marine biofouling: colonization process and defense*. CRC Press, Florida, EUA. 303 pp.
- Ramírez-Rodríguez, A., Blanco-Pérez, R. & Okolodkov, Y. D. 2011. Diversidad de especies marinas epífitas. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México, p. 71-76.
- Reguero, M. & García-Cubas, A. 1991. Moluscos de la laguna de Tampamachoco, Veracruz, México: Sistemática y Ecología. *Anales de l Instituto de Ciencias del mar y Limnología* 18(2):289-328.
- Reyes-Santos, M. 2001. Taxonomía y distribución de los ciliados epibiontes de *Phyllospadix* en la costa occidental de Baja California, México. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 90 pp.
- Reyes, J. & Sansón, M. 1996. Las algas epífitas en *Cymodea nodosa* en El Médano, Isla de Tenerife (Magnoliophyta, Cymodocea). *Vieraea* 25:45-56.

- Rodrigues, E. M., Rógerio, I. T. S., & Oliveira, E. E. de. 2011. Mudança longitudinal na prevalência de infestação de protistas ciliados epibiontes sobre oligoquetas ao longo do rio Paraibuna, município de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 9 (4):477-481.
- Rossi, S. 2001. Epibiosis. *Investigación y Ciencia* 300:38-31.
- Salcedo-Martínez, S., Green, G., Gamboa-Contreras, A. & Gómez, P. 1988. Inventario de macroalgas y micoinvertebrados bénticos presents en áreas rocosas de la región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México* 15(1):73-96.
- Santiago-Bravo, R. 2010. Caracterización de las playas de Tuxpan, Veracruz mediante criterios de certificación. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana, Tuxpan, México, 71 pp.
- Shimeta, J., Starczak, V. R., Ashiru, O. M. & Zimmer, C. A. 2001. Influences of benthic boundary-layer flow on feeding rates of ciliates and flagellates at the sediment-water interface. *Limnology and Oceanography* 46(7):1709-1719.
- Silen, L. 1947. On folliculinidae (Ciliophora, Heterotricha) from the West Coast of Sweden. *Archiv för Zoologi* 39A(12):1-68.
- Silva-Neto, I. D. da, Veiga, V. F. da, Santa-Rosa, M. R. de & Cahnos, I. 1987. Dados morfológicos sobre *Licnophora* sp. Claparède, 1867 (Ciliophora-Heterotrichida), epibionte de estrela-do-mar. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 82(suppl. Pz):15
- Silva-Neto, I. D., Alves, R. G. & D'Agosto, M. 2007. Record of *Rhabdostyla chironomi* Kahl, 1933 (Ciliophora, Peritrichia) epibiont on Chironomidae larvae (Diptera, Chironomidae) in a lotic system in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 67:783-785.
- Silvester N. & Sleight, M. 1985. The forces influencing on microorganisms at surfaces in flowing water. *Freshwater Biology* 15(4):433-448.
- Small, E. B. & Lynn, D.H. 1985. Phylum Ciliophora. In: Lee, J. J., Hutner, S. H. & Bovee, E. C. (eds.). *An illustrated guide to the protozoa*. Society of Protozoologists, Lawrence. Kansas, EUA, p. 393-575.
- Stiller, J. 1971. Szájkoszorús csillósok-Peritricha. *Fauna Hungarica* 105:1-245.
- Suárez-Bermejo, J. C. 2013. Bioadhesión, bioadhesivos y adhesivos naturales. En: Martín-Martínez, J. M., Martín-Rey, S. & Suárez-Bermejo, J. C. (eds.). ICA-2013. Innovaciones científicas en adhesión. TXTO Editorial, Valencia, España, p. 7-12.
- Taylor, W. 1985. *Marine algae of the Eastern tropical and subtropical coast of the Americas*. The University of Michigan Press, Michigan, EUA, 870 pp.

- Trueba, F. J. 1980. A taxonomic revision of the peritrich ciliate genera *Thuricola* and *Pseudothuricola*. *Beaufortia* 30(5):125-138.
- Vázquez-Castán, L., Serrano-Solís, A., López-Ortega, M., Galindo, J. A., Valdes-Arellanes, M. P. y Naval-Ávila, C. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa Norte del estado de Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 7(1):285-292.
- Vázquez-Delfín, E.F. 2008. Diagnóstico general de la biodiversidad marina de la región Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero: bases para su conservación. Tesis Profesional (Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 193 pp.
- Vázquez-TEXOCOTITLA, P. 2009. Efecto del sedimento retenido en la estructura de los ensamblajes algales submareales. Tesis Profesional (Licenciatura en Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 70 pp.
- Vidal-Martínez, V. M., Jiménez-Cueto, A. M. & Simá-Álvarez, R. 2002. Parasites and symbionts of native and cultured shrimps from Yucatan, México. *Journal of Aquatic Animal Health* 14:57-64.
- Villaseñor-Parada, C. & Neill, P. E. 2011. Distribución espacial de epifitos en el talo de la macroalga introducida *Codium fragile* subsp. *tomentosoides* en el submareal de Caldera. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46(2):257-262.
- Wahl, M. 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects. *Marine Ecology Progress Series* 58:175-189.
- Wahl, M. 1997. Living attached: Aufwuchs, fouling, epibiosis. En: Nagabhushanam, R. & Thompson, M. (eds.). *Fouling Organisms of the Indian Ocean: Biology and Control Technology*. Oxford and IBH Publishers Co., New Dehli, pp. 31-83.
- Wahl, M. 2008. Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment. *Biofouling* 24(6):427-438.
- Wahl, M. 2010. Epibiosis. En: Dürr, S. y Thomason, J. C.(eds.). *Biofouling*. Wiley-Blackwell, Oxford, Reino Unido, p. 100-108.
- Wahl, M. & O. Mark. 1999. The predominantly facultative nature of epibiosis: experimental and observational evidence. *Marine Ecology Progress Series* 187:59-66
- Wailes, G. H. 1993. Canadian Pacific Fauna I. Protozoa. 1f. Ciliata. 1g. Suctorina. University of Toronto Press, Toronto, Canadá, 46 pp.
- Warren, A. 1982. A taxonomic revision of the genus *Platycola* (Ciliophora: Peritrichida). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zool.)* 43(3):95-108.
- Warren, A. 1986. A revision of the genus *Vorticella* (Ciliophora: Peritrichida). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zool.)* 50(1):1-57.

- Warren, A. 1987. A revision of the genus *Pseudovorticella* Foissner & Schiffmann, 1974 (Ciliophora: Peritrichida). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zool.)* 52(1):1-12.
- Warren, A. & Paynter, P. 1991. A revision of *Cothurnia* (Ciliophora Peritrichida) and its morphological relatives. *Bulletin of the British Museum of Natural History (Zool.)* 57(1): 17-59
- Won, B. Y., Cho, T. O. & Fredericq, S. 2009. Morphological and molecular characterization of species of the genus *Centroceras* (Ceramiaceae, Ceramiales), including two new species. *Journal of Phycology* 45:227–250.