



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

Nerita scabricosta (LAMARCK, 1822) (MOLLUSCA:
GASTROPODA) Y SU INTERACCIÓN CON UN TURBELARIO
EN LA ZONA INTERMAREAL DE BAHÍA DE
CUASTECOMATES, JALISCO, MÉXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

JUAN MARTÍN HERNÁNDEZ MIRELES



DIRECTOR DE TESIS:
DRA. EDNA NARANJO GARCÍA
CIUDAD DE MÉXICO, (2021)



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.

1. Datos del alumno

Hernández

Mireles

Juan Martín

55 98 32 80

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Biología

311004863

2. Datos del tutor

Dra.

Edna

Naranjo

García

3. Datos del sinodal 1 Presidente

Dra.

María Martha

Reguero

Reza

4. Datos del sinodal 2 Vocal

Dra.

Rosario

Mata

López

5. Datos del sinodal 3 Suplente

M. en C.

Isabel Cristina

Cañeda

Guzmán

6. Datos del sinodal 4 Suplente

M. en C.

Zoila Graciela

Castillo

Rodríguez

7. Datos del trabajo escrito

Nerita scabricosta (Lamarck, 1822) (Mollusca: Gastropoda) y su interacción con un turbelario en la zona intermareal de Bahía de Cuastecomates, Jalisco, México. 49p

*Para mis padres, para mi hermana, para Aura
Pero especialmente para mi Chapis y mi Gelo*

“El mar es algo así, en mi concepto, como el vehículo de una existencia sobrenatural y portentosa. Es movimiento y amor.” Julio Verne



Agradecimientos Académicos

A la UNAM, mi alma máter, por darme la oportunidad de seguir con mis estudios y por ayudarme a concluir una parte de mi vida, siempre estaré agradecido.

A la Facultad de Ciencias, por darme todos los conocimientos que me ayudaron a poder formarme.

Al Instituto de Biología, por permitirme realizar este trabajo en sus laboratorios, en especial al Laboratorio de Microscopía Electrónica y Fotografía de la Biodiversidad, por permitirme tomar fotos a mis ejemplares.

A la Colección Nacional de Moluscos, por permitirme trabajar en su laboratorio, también trasladarme a los muestreos.

Al Laboratorio de Patología de la Unidad de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina, UNAM-Hospital General, por ayudarme y prestarme todo lo necesario para el procesamiento y montaje de las planarias, así como también ayudarme a tomar fotografías.

A la Dra. Edna Naranjo García, por todos sus comentarios, ideas, propuestas y paciencia a lo largo de la tesis.

A mis profesores del Taller Moluscos de México, Deneb, Ricardo, Jazmín, por todos sus consejos, exposiciones y comentarios a lo largo de todos los niveles, también quiero agradecer a los profesores Xóchitl y Oscar, por toda su ayuda en las prácticas de campo, así como su ayuda extraclases.

A la Biól. Mar. Mariela Ramos por su ayuda a la identificación de la planaria.

A mis sinodales, por sus comentarios y sugerencias a este trabajo, que me ayudaron a desarrollarlo mejor.

A la Mtra. Cristina Cañeda, por todo su apoyo y enseñanza relacionada a la preparación, montaje e identificación de las planarias, también por toda esa paciencia que me tuvo al recibirme siempre en su laboratorio y todos los consejos que me brindó a lo largo de todo este trabajo, Gracias.

Agradecimientos Personales

A mis compañero del taller, a todos y cada uno de ellos, Oscar, María, Bruno, Fernanda, Fabiola, Ángel y Noemí, por todos esos momentos en clases y en las salidas al campo, por hacer más ameno los momentos en el taller, muchas gracias.

A mis amigos de la facultad, a Pepe, Katia, Montse, Aranza y Mariana, por todos y cada uno de los momentos que pasamos a lo largo de la carrera, entre clases, prácticas de campo y demás cosas, también gracias por todo su apoyo y consejos.

A mi otra familia, mi familia que me dio antes de llegar a la universidad, a Ángel, Iván y Cristian, por esos agradables momentos dentro de la prepa y saliendo de ella, gracias; y a mi familia de toda la vida, a los Bólteos: Rodrigo (Galleta), Jesús (Chucho), Jorge (Mapache), Rodrigo (Rolo) y Fernanda, por ser siempre mi apoyo en todos y cada uno de esos momentos que hemos compartido a lo largo de estos 20 años, mi segunda familia, muchas gracias amigos.

A mi abuelita Elena, que a pesar de la distancia siempre se mantuvo al pendiente de mí, muchas gracias Abuelita.

A todos y cada uno de mis familiares, especialmente a mi familia Mireles, a Ángel, Gil, Mayo, Marina, Diego, Ángel, Deyanira, Mariana y Miranda, por ser mi soporte, por darme todo su amor y apoyo a lo largo de toda mi vida, por nunca soltarme y siempre exigirme lo mejor de mí, por todas esas charlas y todas esos momentos maravillosos, MUCHAS GRACIAS FAMILIA.

A mi hermana Brenda, por estar siempre allí, por ser siempre mi escapatoria de la facultad, por todas esas risas que me ayudaban a salir adelante, por todos y cada uno de esos enojos y regaños que teníamos por cualquier cosas, muchas gracias hermana por todos y cada uno de ellos.

A mis padres, Juan y Martina, por TODO su apoyo, que sin ellos no lo hubiera logrado, que sin ellos no estaría en donde estoy ahorita, gracias por todos esos consejos, gracias por ser ese hombro en donde llorar cuando ya no encontrada una solución, gracias por apoyarme en esos momentos de frustración al inicio de la carrera, gracias por siempre tenerme todo listo al momento de que saliera de campo, esto es por y para ustedes, GRACIAS POR TODO SU AMOR Y APOYO A LO LARGO DE TODA MI VIDA. LOS AMO.

Y por último y no menos importante, a Aura Medina, mi Laurencia querida, por ser siempre mi fuente de inspiración, por ser siempre mi otro hombro en donde llorar cuando las cosas no salían como deseaba, por ser siempre mi voz de serenidad cuando yo no lo tenía, porque gracias a ella seguí y pude terminar este trabajo, por todas esas caminatas, en donde siempre salían buenas ideas para nuestros trabajos, por todos esos consejos, por todas esas clases, por todas las prácticas de campo, por todas esas desveladas cuando las prácticas no salían o por quedarnos estudiando, por todos esos regaños cuando me lo merecía, por todos y cada uno de esos momentos que serán inolvidables en nuestra vida, por eso y más, GRACIAS MI AMOR, esto también es para ti.

Para finalizar, para mis abuelitos, mi Chapis y mi Gelo, que lamentablemente ya no pudieron presenciar la finalización de mis estudios, esto es también para ustedes.

Índice

Resumen

1	Introducción	1
1.1	Simbiosis	2
1.2	Mollusca: Gastropoda	3
1.2.1	Familia Neritidae	5
1.2.2	<i>Nerita scabricosta</i>	6
1.3	Hábitat de <i>Nerita scabricosta</i> : zona intermareal	7
1.4	Características del phylum Platyhelminthes.....	9
1.4.1	Clase Turbellaria	10
1.4.2	Orden Polycladida	11
1.5	Importancia de moluscos en diferentes interacciones ecológicas	12
1.5.1	Moluscos como hospederos intermediarios de parásitos	12
1.5.2	Asociación de moluscos (gasterópodos y bivalvos) y turbelarios	13
1.5.3.	Estudios realizados en México sobre Moluscos y Turbelarios	14
1.6	Objetivos	18
1.6.1	Objetivo general	18
1.6.2	Objetivos específicos	18
2	Material y Método	19
2.1	Área de estudio.....	19
2.2	Trabajo de campo	20
2.2.1	Recolección de <i>Nerita scabricosta</i>	20
2.2.2	Obtención y preservación del platelminto	21
2.3	Trabajo de laboratorio	22
2.3.1	Extracción de los platelmintos de los caracoles	22
2.3.2	Estudio histológico de <i>Nerita scabricosta</i>	23
2.3.3	Tinción de los turbelarios	23
2.4	Análisis estadístico.....	25
3	Resultados	26
3.1	Registro de turbelarios	26
3.2	Descripción de <i>Bivesiculoplana lamothei</i>	27
3.3	Análisis histológico de los órganos del caracol <i>Nerita scabricosta</i>	36
4	Discusión	37
5	Conclusiones	43
6	Referencias	44

Resumen

Los moluscos son usados significativamente como hospederos intermediarios en las relaciones parasitarias, pero pocos son los estudios sobre otro tipo de relaciones simbióticas. Sin embargo, los caracoles se encuentran asociados con platelmintos de vida libre “Turbellaria”, específicamente con el orden Polycladida. En este tipo de interacción los turbelarios utilizan a los caracoles como refugio. El objetivo de este trabajo fue identificar los platelmintos que se localizaran en el interior del caracol *Nerita scabricosta* Lamarck, 1822 y analizar los diferentes grupos de caracoles, así como la interacción entre los policládidos y el caracol. Se realizaron dos muestreos: en marzo y agosto de 2017. La recolección de *N. scabricosta* fue manualmente bajo dos ambientes: debajo de las rocas o totalmente expuestos al sol (caracoles secos) y caracoles que se encontraron expuestos al oleaje y presentaron la concha húmeda o mojada (caracoles húmedos). Se transportaron al laboratorio, se anestesiaron con $MgCl_2$ y posteriormente se fijaron con formol al 4% bajo las condiciones éticas propuestas por el CEARC (Comisión de Ética Académica y Responsabilidad Científica) entidad de la Facultad de Ciencias, UNAM. Cada caracol se examinó y se aislaron los platelmintos encontrados en él. Los turbelarios obtenidos se procesaron individualmente para hacer preparaciones permanentes. Se tiñeron con carmín clorhídrico y se montaron con bálsamo de Canadá. Se consultaron las claves para la determinación taxonómica. Además, se realizaron cortes histológicos de los caracoles para analizar el efecto de los platelmintos en su interior. Se examinaron un total de 240 caracoles para la búsqueda de platelmintos, registrando solo a una especie de policládido: *Bivesiculoplana lamothei* Pineda-López y González-Bulnes, 1984 (8.3%). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de caracoles secos y húmedos. Se obtuvieron un total de 24 individuos del policládido en 20 caracoles los cuales correspondieron a 15 ejemplares en el grupo de caracoles secos y 9 en caracoles húmedos. Se registra por primera vez la interacción del caracol *Nerita scabricosta* como hospedero del platelminto, asimismo el primer registro del turbelario *Bivesiculoplana lamothei* para la localidad de Bahía de Cuastecomates, Jalisco.

1 Introducción

Los moluscos son uno de los grupos que se encuentran en la mayoría de los ecosistemas, siendo económica y ecológicamente de gran importancia en los ambientes acuáticos. El phylum Mollusca se divide en ocho clases, de ellas las clases Gastropoda, Bivalvia, Polyplacophora y Cephalopoda son las mejor representadas y con el mayor número de especies, en ese orden, en cuanto a las clases con menor número de especies están Scaphopoda, Solenogastres, Caudofoveata y Monoplacophora. La importancia de los moluscos en las diferentes interacciones es considerable, ya que por la parte médica son hospederos intermediarios de algunos parásitos del hombre, de animales domésticos y silvestres, a su vez también presentan interacciones de tipo mutualista y comensalista.

La especie *Nerita scabricosta* es un caracol marino que se distribuye en la zona intermareal, desde las costas de Baja California en México hasta las costas de Ecuador, es un gasterópodo con poblaciones que pueden rebasar los 70 individuos (Keen, 1971), los estudios realizados sobre este caracol se enfocan principalmente en aspectos fisiológicos y taxonómicos. Por otro lado, se carece de información en cuanto a trabajos relacionados con interacciones (Kiat y Clements, 2008; Frey, 2010).

Los trabajos sobre interacciones entre moluscos y turbelarios en México son muy escasos, solamente se han registrado cuatro especies de planarias que tienen algún tipo de relación con este grupo, las interacciones que se presentan son de tipo depredador y comensalista, específicamente de tipo refugio.

El presente trabajo pretende describir las especies de turbelarios con las que se encuentra asociado el caracol *Nerita scabricosta* y analizar el tipo de interacción que tienen estos gasterópodos con los diferentes turbelarios que se encuentran en la zona intermareal.

1.1 Simbiosis

En la naturaleza existen diferentes tipos de interacciones, las cuales ayudan a los seres vivos a sobrevivir. Estas, se dividen en dos: interacciones intraespecíficas e interacciones interespecíficas. En la primera, los individuos que participan son de la misma especie dentro de un ecosistema, este tipo de interacción se puede dar principalmente para protección de los individuos (manada), o bien para encontrar alimento mucho más rápido y sin dificultad, por ejemplo en las jaurías (Mittelbach, 2012). La segunda interacción se da entre diferentes especies, a partir de esta relación ambos individuos pueden salir beneficiados o solamente uno. A estas interacciones se les conoce como simbiosis (Paracer y Ahmadjian, 2000).

La simbiosis (del griego: σύν, syn, 'juntos'; y βίωσις, biosis, vivir) se puede definir como una asociación íntima entre diferentes organismos (Leung y Poulin, 2008), el término “simbiosis” fue acuñado por Anto de Bary en 1879, en donde abarcaba las interacciones de mutualismo, comensalismo y parasitismo (Martin y Schwab, 2013). La duración de esta interacción puede ser permanente o temporal, ya que depende de sus necesidades complementarias (Paracer y Ahmadjian, 2000).

Se conocen principalmente tres tipos de simbiosis, esto depende del tipo de daño/beneficio que puedan tener los organismos (Bautista-Hernández *et al.*, 2015):

- Mutualismo (+/+): En esta relación ambos simbioses salen beneficiados, pero ninguno puede sobrevivir sin el otro. Frecuentemente, a este tipo de relación le denominan o es sinónimo de simbiosis.
- Comensalismo (+/0): En esta simbiosis existe un solo organismo beneficiado y el otro no es dañado, ni beneficiado. En esta relación el simbiote recibe la comida a través de su hospedero (Jennings, 1971).

Además, es posible encontrar otros tipos de relaciones en donde un organismo se puede beneficiar de otra manera, no necesariamente de una dependencia fisiológica o bioquímica, por ejemplo, la foresis, que se caracteriza porque uno de los simbioses utiliza al otro como medio de transporte: rémora-tiburón (Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

- Parasitismo (+/-): Es una de las interacciones simbióticas más conocidas, en ella uno de los simbioses recibe nutrientes y protección de su hospedero sin causarle la muerte, en cambio el hospedero recibe un daño de parte del parásito. Los parásitos bajo ciertas condiciones pueden ser comensalistas, mutualistas o depredadores (Rohde, 2005).

En el parasitismo, la mayoría de las veces el parásito necesita de uno o dos hospederos intermediarios, esto principalmente para poder desarrollarse, o bien, para llegar a su hospedero definitivo; los moluscos, al ser organismos de poco movimiento y estar presentes en la mayoría de los ecosistemas, son animales que suelen servir como refugio o como hospederos (Salgado-Maldonado y López-Jiménez, 1980; Marcus y Harry, 1982; Pineda-López y González-Bulnes, 1984; Faubel *et al.*, 2007 y Pulido-Flores *et al.*, 2015)

1.2 Mollusca: Gastropoda

Es la clase más diversa de los moluscos, con representantes en los ambientes, dulceacuícolas, terrestres y marinos. Son animales que presentan una gran variedad de formas y tamaños. La mayoría presenta concha externa o interna que les sirve de protección contra sus depredadores, esta concha es univalva y con numerosas o muy pocas vueltas (Thiele, 1992). Poseen un pie muscular que les ayuda a desplazarse, en algunos grupos, este pie está modificado en forma de brazos y tentáculos con los cuales efectúan la

locomoción, como la natación (Wilbur y Yonge, 1964). El cuerpo está cubierto por el manto, que deja una cavidad del manto o paleal entre él y el resto del cuerpo, en esta zona se realizan procesos como la respiración, debido a que ahí se encuentran las branquias, a su vez, en esta región desemboca el sistema reproductor y excretor (Purchon, 1977). El sistema circulatorio cuenta con un corazón con dos aurículas y un ventrículo (Barrientos-Llosa, 2003). Poseen un sistema respiratorio diverso, los gasterópodos que son marinos y dulceacuícolas tienen branquias y en algunos casos sifones, en cambio, los caracoles terrestres cuentan con un pulmón (Purchon, 1977). El sistema digestivo es completo, el cual está compuesto por la boca, provista de una rádula, órgano raspador que les ayuda a los moluscos a digerir mejor sus alimentos (Barrientos-Llosa, 2003). Este grupo tiene una cabeza definida con tentáculos y ojos (Fig. 1); son organismos dioicos (específicamente los prosobranquios o Caenogastropoda), hermafroditas (Pulmonata o Heterobranchia) y, por último, algunos caracoles dulceacuícolas pueden ser partenogénéticos (Brusca *et al.*, 2016). En ocasiones, la región posterior del pie cuenta con una estructura calcárea llamada opérculo, esta ayuda a cerrar la abertura de la concha una vez que el caracol se ha introducido en su interior (García-Cubas y Reguero, 2004). Tienen una variada alimentación, pueden ser detritívoros, filtradores, herbívoros, omnívoros, carnívoros, carroñeros y en muy pocas ocasiones parásitos (Castillo-Rodríguez, 2014).

Los gasterópodos comprenden aproximadamente 70,000 especies vivientes en ambientes marinos, terrestres y dulceacuícolas (Brusca *et al.*, 2016). La clase Gastropoda se divide en: Caenogastropoda (prosobranquios) y Heterobranchia (opistobranquios y pulmonados) (Thiele, 1992; Brusca *et al.*, 2016; Bouchet *et al.*, 2017).

En cuanto a la diversidad de moluscos en México, específicamente en el Pacífico mexicano, existen aproximadamente 2,576 especies de moluscos marinos, los cuales se

componen por: 1,712 gasterópodos, 670 bivalvos, 20 escafópodos, 133 polioplacóforos, 37 cefalópodos, 3 monoplacóforos y solamente una especie de aplacóforo (Castillo-Rodríguez, 2014).

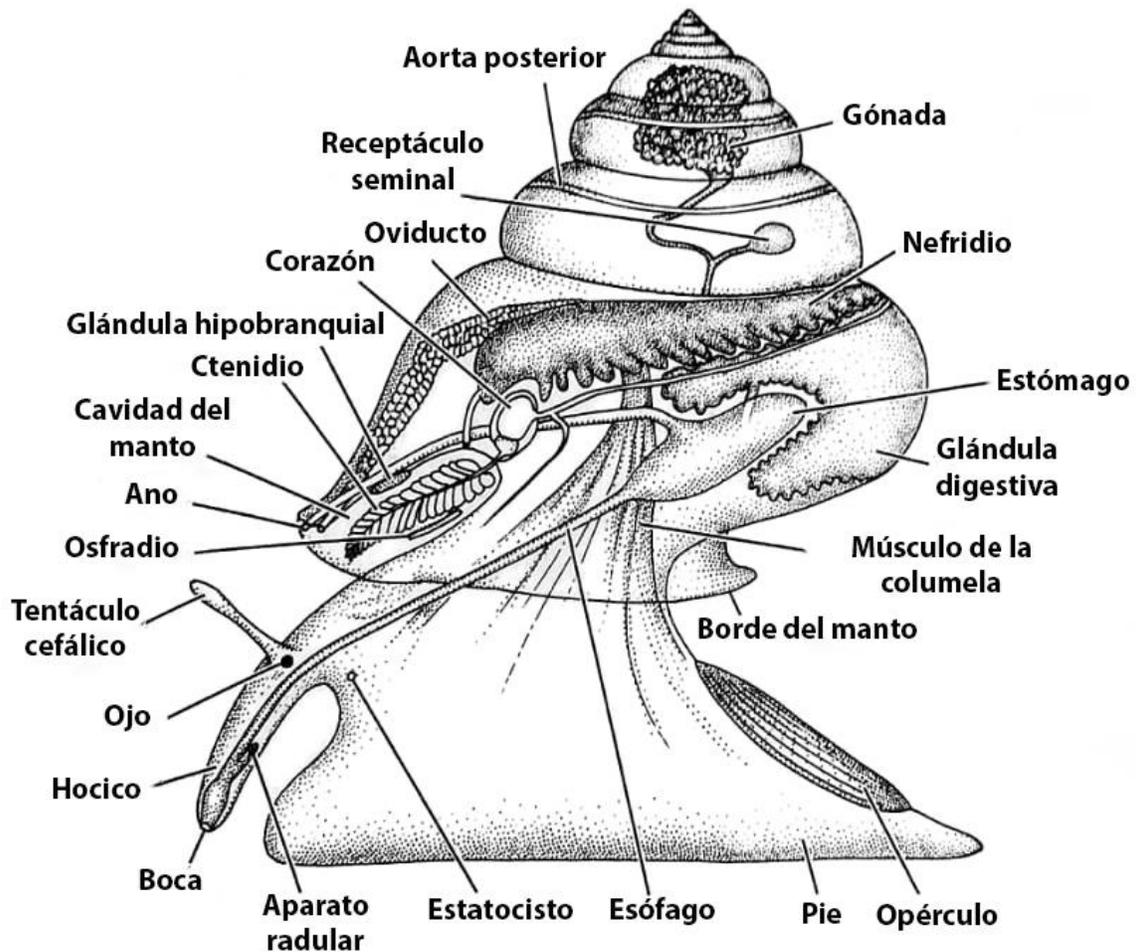


Figura 1. Anatomía general de un gasterópodo. Modificado de Brusca *et al.*, 2016.

1.2.1 Familia Neritidae

Las especies de la familia Neritidae son caracoles que se localizan en ambientes marinos, salobres y dulceacuícolas, son generalmente eurihalinos y habitan en las rocas en pequeños grupos (Kiat y Clements, 2008). Se caracterizan por presentar una concha globosa con una gran variedad de colores y de patrones (Brusca *et al.*, 2016). Poseen un opérculo calcáreo y

de forma extraña, con una apófisis o garra que se ajusta debajo del borde de la columela y permite formar un pequeño vacío cuando el animal se retira a la concha (Keen, 1971). Sus larvas se caracterizan por presentar conchas esféricas y enrolladas, que las hacen fácilmente distinguibles de otras larvas de gasterópodos (Fukumori y Kano, 2014). Esta familia se puede encontrar en regiones tropicales y subtropicales (Keen, 1971; Kano *et al.*, 2002; Quintero-Galvis, 2012), comprende alrededor de 100 especies de *Nerita* que viven en ambientes marinos, aunque son mucho más abundantes en las rocas (Quintero-Galvis, 2012). Dentro de las adaptaciones que tienen para soportar diferentes ambientes, es el secretar un mucílago que mantiene al caracol húmedo (Fernández y Jiménez, 2007).

1.2.2 *Nerita scabricosta*

La especie *Nerita scabricosta* (Lamarck, 1822) es un caracol que presenta una concha globosa, de color negro y en el ápice posee una mancha blanquecina característica de esta especie (Fig. 2), la concha tiene una altura de 30 mm; las poblaciones alcanzan hasta 300 individuos por metro cuadrado (Collin *et al.*, 2016). Presenta sexos separados con fertilización interna; después de la cópula, las hembras depositan los huevos en pozas de marea de la zona intermareal media y alta; al momento de eclosionar, las larvas velíferas tienen cuatro lóbulos que les permiten nadar libremente (Hurtado *et al.*, 2007; Collin *et al.*, 2016). Similar a las litorinas, estos caracoles se pueden encontrar en las rocas expuestas al sol en la zona de salpicaduras, y únicamente sumergidas cuando la marea es alta (Keen, 1971). Se distribuye desde el Golfo de California en México hasta las costas de Ecuador (Hurtado *et al.*, 2007).



Figura 2. Caracol *Nerita scabricosta* en la Bahía de Cuastecomates, Jalisco. Se puede observar la coloración blanquecina y los surcos en la concha que son característicos de esta especie.

1.3 Hábitat de *Nerita scabricosta*: zona intermareal

La zona intermareal es la franja costera del lecho marino entre la extensión más alta y más baja de las mareas (Fig. 3), esta es un hábitat alternativamente marino y terrestre (Levinton, 2018). Las costas rocosas intermareales están caracterizadas por presentar patrones de zonación de especies, esto es debido a los factores abióticos (exposición a las olas, temperatura y desecación) y factores bióticos (competencia, depredación, herbivoría) afectando la estructura de la comunidad (Williams, 1994). Cuando los organismos están expuestos, se enfrentan a tensiones asociadas a la desecación, estrés por calor, escasez de oxígeno, así como a temperaturas extremas en el aire, y las oportunidades de alimentación y

respiración disminuyen (Towsend, 2012; Levinton, 2018). En los días más calurosos, los invertebrados se deshidratan rápidamente, debido a esto tienen varias estrategias para contrarrestar el estrés térmico (Levinton, 2018). *Nerita scabricosta* se encuentra en la zona intermareal; cuando la marea baja, el molusco trata de guardar la mayor cantidad de agua: con la concha hace un pequeño vacío en la roca, tomando toda el agua posible hasta la siguiente elevación de la marea (Flórez-Jaramillo y Cuellar, 2013). Es por esto que este caracol es una gran opción como refugio para otros organismos que son muy sensibles a los cambios de los factores abióticos.

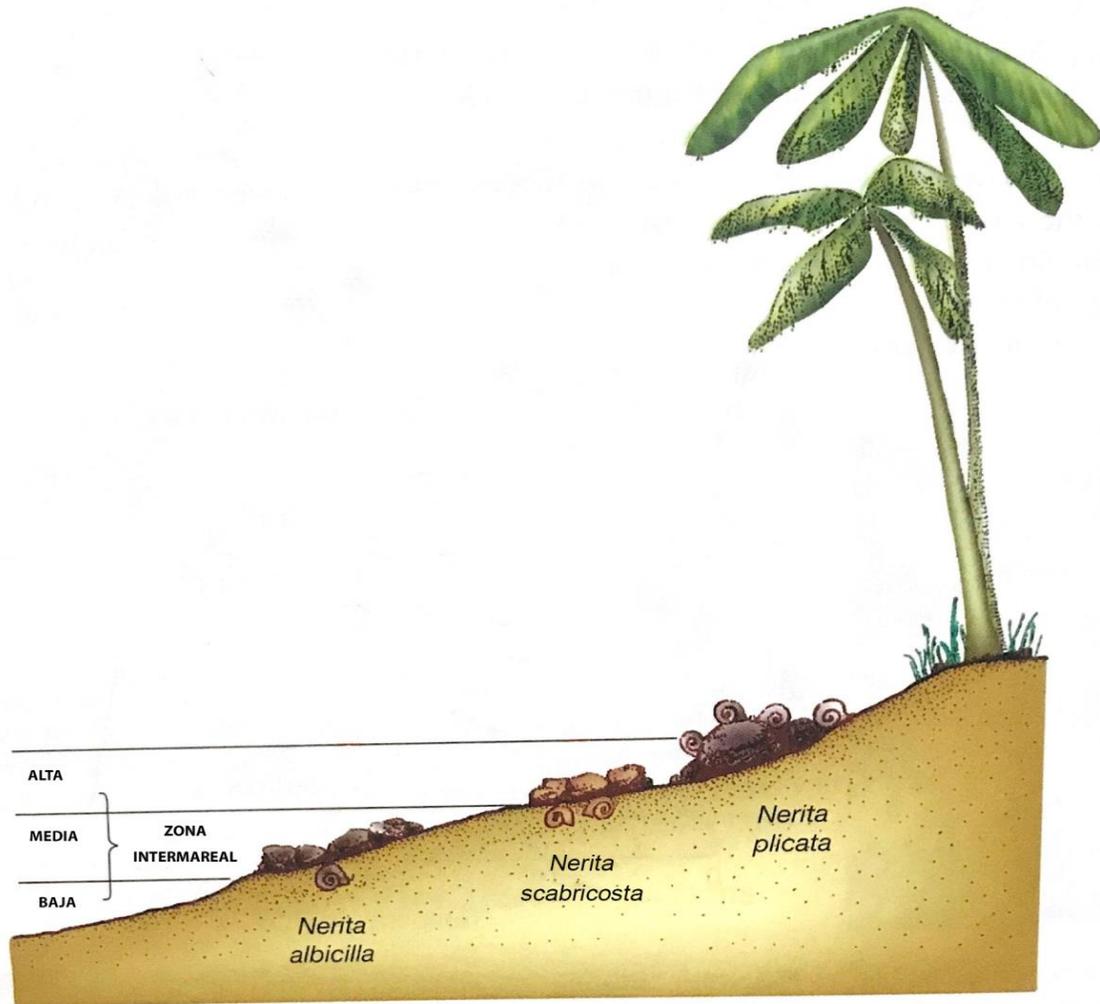


Figura 3. Clasificación de la zona intermareal. Modificado de Levinton (2018).

1.4 Características del phylum Platyhelminthes

El phylum Platyhelminthes es un grupo de gusanos aplanados dorsoventralmente, que poseen un tegumento ciliado en estadios larvarios y que presentan un ciclo de vida complejo, la mayoría de las especies son parásitos y presentan órganos de fijación (Olsen, 1977). El Phylum se divide en cuatro clases: Trematoda, Monogenea, Cestoda y “Turbellaria” (Matthews, 1998). A continuación, se darán las características más importantes de las clases parásitas (Fig. 4).

Trematoda: Son los helmintos más abundantes, todos son parásitos de vertebrados en general. Poseen una gran variedad de formas y tamaños, pueden llegar a presentar una o dos ventosas. Dentro del ciclo de vida de los trematodos, los moluscos participan como principales hospederos intermediarios.

Monogenea: La mayoría son ectoparásitos de peces. Generalmente, se fijan en sitios de infección específicos. El cuerpo se caracteriza por tener órganos de fijación en la parte anterior (prohaptor) y en la parte posterior (opisthaptor) muy particulares.

Cestoda: Son endoparásitos de vertebrados. Presentan forma de “cinta” y pseudometamerización. El cuerpo está dividido en tres regiones: escólex, cuello y estróbilo. El escólex es el órgano de fijación, en algunos casos también le ayuda a encontrar a su hospedero.

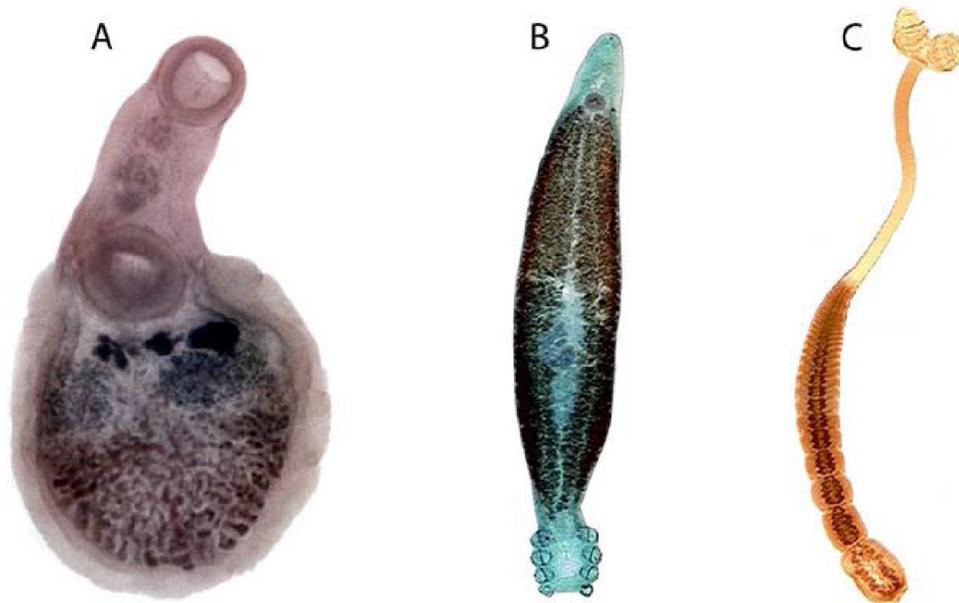


Figura 4. Phylum Platyhelminthes. Ilustración de las clases parásitas. A) Trematoda. B) Monogenea. C) Cestoda. Modificado de García-Prieto *et al.* (2014).

1.4.1 Clase “Turbellaria”

Es la única clase de platelmintos que presenta organismos de vida libre; además, la mayoría de ellos puede llegar a formar relaciones simbióticas con otros animales. Son gusanos que pueden ser terrestres, marinos o dulceacuícolas (Kolasa y Tyler, 2010). La forma del cuerpo es variable, fusiforme y vermiforme o foliar cubierto de epitelio multiciliado (Noreña *et al.*, 2015). Hasta el momento, no se encontrado alguna apomorfia para definir a la clase “Turbellaria”; se ha demostrado que caracteres como vida libre y cuerpo cubierto por un epitelio multiciliado no representan características para el taxón (Ehlers, 1985). Este taxón se considera parafilético o polifilético (Smith *et al.*, 1986) por lo que su nombre suele escribirse entre comillas (Noreña *et al.*, 2015). Este grupo presenta 12 órdenes, los más representativos son Acoela, Tricladida y Polycladida (Jennings, 1971).

Los gusanos del orden Acoela son pequeños, exclusivamente marinos y son considerados los turbelarios vivos más primitivos que carecen de un sistema excretor (Jennings, 1971).

El tamaño de los organismos del orden Tricladida, varía de 2 o 3 mm o pueden alcanzar tallas grandes de hasta 50 cm, se distinguen fácilmente de otros turbelarios por la faringe plegada y el intestino tripartita (Jennings, 1971).

1.4.2 Orden Polycladida

Este orden estaba dentro de la clase “Turbellaria” pero ahora es considerado dentro de los Rhabditophora y basado en la talla, en el grupo de los macroturbelarios (Quiroga *et al.*, 2004). Los organismos del orden Polycladida poseen un cuerpo ovalado y alargado, tienen una boca y faringe ventral (Fig. 5); un intestino muy ramificado, pueden llegar a presentar colores brillantes o camuflarse y algunas especies alcanzan varios centímetros de longitud (Wardle, 1974). La mayoría de los policládidos son marinos, excepto algunas especies dulceacuícolas que son típicamente depredadores de vida libre alimentándose de invertebrados bentónicos y carroña (Jennings, 1974; Wardle, 1974).

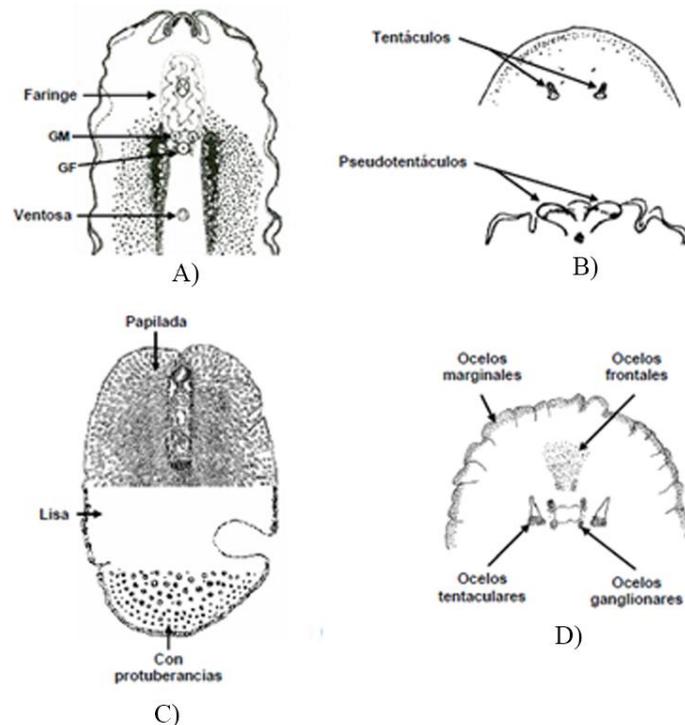


Figura 5. Caracteres morfológicos externos de algunos ejemplares del orden Polycladida. A) Estructuras de la superficie ventral. B) Tipos de tentáculos. C) Tipos de texturas de la superficie dorsal. D) Tipos de fotorreceptores.

GM: Gonoporos masculinos. GF: Gonoporos femeninos. Tomado de Diosdado (2006).

Se pueden encontrar en las zonas rocosas del litoral, también en arrecifes coralinos, grietas y entre las rocas, se ha reportado que tienen interacciones con esponjas, cnidarios, moluscos, crustáceos y equinodermos (Jennings, 1974; Ramos, 2017)

1.5 Importancia de moluscos en diferentes interacciones ecológicas

1.5.1 Moluscos como hospederos intermediarios de parásitos

Entre los grupos que presentan una mayor interacción con parásitos se encuentra el phylum Mollusca; en particular las clases Gastropoda, Bivalvia y Cephalopoda debido a que funcionan como intermediarios de parásitos (Lamothe-Argumedo *et al.*, 1997).

Algunos parásitos pueden afectar la supervivencia y la tasa reproductiva de los moluscos, como es el caso de algunas larvas de digeneos, ya que pueden inducir cambios en el comportamiento y hacerlos más vulnerables a la depredación (Etchegoin, 2013). En ocasiones los helmintos son factores importantes que regulan los ciclos poblacionales y la abundancia de sus hospederos, ya que disminuyen la fertilidad y fecundidad de los hospederos y en algunos casos los esterilizan totalmente (Wardle, 1974). *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 es un tremátodo que tiene como hospederos intermediarios a gasterópodos de la familia Lymnaeidae (Vázquez-Perera *et al.*, 2009). Alta carga parasitaria provoca enanismo, gigantismo o esterilización. Específicamente los cultivos de ostras son los más afectados por este tipo de parásitos, así como por algunas bacterias y protozoarios. Cáceres-Martínez *et al.* (2010) encontraron varias especies de bacterias, como rickettsias, algunos protozoarios, como *Nematopsis* Schneider, 1892, *Perkinsus marinus* Levine, 1978, *Ancistrocoma* Chatton & Lwoff, 1926, y por último una especie de platelminto, *Urastoma*

Dörler, 1900. La mayoría de ellos se encontraron infectando el epitelio del intestino y estómago de las ostras, en cuanto al platelminto, se ubicó en la branquia y cavidad del manto.

1.5.2 Asociación de moluscos (gasterópodos y bivalvos) y turbelarios

Los moluscos que presentan una mayor interacción con los turbelarios (policládidos) corresponden a las clases Gastropoda y Bivalvia; se ha reportado una interacción de turbelarios parásitos en bivalvos, en donde el turbelario *Lurymare matarazzo* Marcus, 1950 ha consumido el manto del ostión (Bahia, 2016). Por otro lado, también se ha demostrado la depredación por la planaria *Stylochus mediterraneus* Galleni, 1976, que se alimenta del músculo abductor del mejillón *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819; además, en muchas ocasiones utiliza la concha del bivalvo para depositar sus huevos (Wardle, 1974, Galleni *et al.*, 1980).

La asociación entre los gasterópodos con el orden Polycladida se ha estudiado ampliamente, en ella se ha observado mutualismo y comensalismo. Fujiwara *et al.* (2016) analizaron en las costas de Japón, la interacción entre el policládido *Stylochoplana pusilla* Bock, 1924, y el caracol *Monodonta labio* Linnaeus, 1758, el policládido utiliza al caracol como refugio, ya que el platelminto no posee protección para resistir la desecación. En otro estudio, los mismos autores demostraron la preferencia de la planaria para seleccionar a un caracol como su refugio, con respecto a otros posibles caracoles. En él se comprobó que los policládidos tienden a ser selectivos con sus hospederos, ya que seleccionaban a una especie en particular, aun cuando se pudiera alojar en otras especies que le proporcionarían un mejor refugio (Fujiwara *et al.*, 2014).

Por otro lado, en Brasil se cultiva y se comercializa en gran escala el bivalvo *Nodipecten nodosus* Linnaeus, 1758. Este bivalvo puede hospedar en la región del manto a

tres diferentes especies de turbelarios: *Lurymare matarazzoii*, *Imogine tica* Marcus, 1952 y *Imogine refertus* Marcus, 1965 (Bahia, 2016).

1.5.3. Estudios realizados en México sobre Moluscos y Turbelarios

En México se han registrado más de 32 especies de turbelarios (Diosdado, 2006) para el Pacífico oriental mexicano, solamente cuatro especies de ellas tienen interacciones con caracoles y bivalvos (Salgado-Maldonado y López-Jiménez, 1980; Marcus y Harry, 1982; Pineda-López y González-Bulnes, 1984; Faubel *et al.*, 2007 y Pulido-Flores *et al.*, 2015) (Cuadro 1). El primero de ellos, *Paraprostatum echinolittorinae* (Faubel y Sluys, 2007), que se ha registrado en las costas de Jalisco y de Oaxaca en México hasta Salinas en Ecuador, se encontró en la cavidad del manto de varias especies de caracoles de la zona intermareal, como *Echinolittorina modesta* Philippi, 1846, *Tegula pellisserpentis* Wood, 1828 y en la lapa *Lottia mesoleuca* Menke, 1851 (Faubel *et al.*, 2007).

En 1984, Pineda-López y González-Bulnes describieron a *Bivesiculoplana lamothei*, una nueva especie de policládido para las costas de Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, encontrado en la cavidad del manto de *Fissurella gemmata* Menke, 1847, *F. decemcostata* McLean, 1970, *Lottia pediculus* Philippi, 1846, *Colisella discors* ahora *Lottia discors* Philippi, 1849 y *Ancistromesus mexicanus* ahora *Scutellastra mexicana* Broderip & G. B. Sowerby I, 1829 (Pineda-López y González-Bulnes, 1984).

En la costa de Nayarit, se registró a la especie de planaria *Imogine mexicanus* (como *Stylochus mexicanus*) como depredador de bancos ostrícolas de la *Crassostrea corteziensis* Hertlein, 1951, estas planarias se encontraron en conchas abiertas de ostiones muertos y sobre la superficie de los moluscos (Salgado-Maldonado y López-Jiménez, 1980).

Para el golfo de California, se ha registrado *Zygantriplana ups*, descrita por Marcus y Harry en 1982, encontrándolo en la cavidad del manto de la ostra *Ostrea angelica*

Rochebrune, 1895. Posteriormente, fue registrado por González (1991) y González y Salazar-Vallejo (1996) en la cavidad del manto de tres especies de lapas: *Lottia atrata* Carpenter, 1864, *L. dalliana* Pilsbry, 1891 y *L. mitella* Menke, 1847.

Cuadro 1. Caracteres morfológicos y ecológicos de planarias asociadas a moluscos en México.

Especie	<i>Bivesiculoplana lamothei</i>	<i>Paraprostatum echinolittorinae</i>	<i>Zyganotropiana ups</i>	<i>Imogine mexicanus</i>
Familia	Leptoplanidae	Euplanidae	Ilyplanidae	Stylochidae
Distribución	Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca	Jalisco y Oaxaca en México hasta Salinas, Ecuador	Golfo de California, Baja California	San Blas, Nayarit
Forma de vida	Comensal en la cavidad del manto de lapas Fissurellidae y Patellidae	Comensal en la cavidad del manto de <i>Echinolittorina modesta</i> , <i>Tegula pellisserpentis</i> y <i>Lottia mesoleuca</i>	Comensal en la ostra <i>Ostrea angelica</i> y la lapa <i>Lottia atrata</i>	Depredador de bancos ostrícolas de <i>Crassostrea corteziensis</i>
Ocelos	Tentaculares: 10-18 Cerebrales: 15-30	Tentaculares: 7-10 Cerebrales: 16-22	Tentaculares: 20-24 Cerebrales: 17-20	Presencia de ocelos tentaculares, cerebrales y marginales
Talla	Largo: 3-10 mm Ancho: 2.7-5.3 mm	Largo: 5.4 cm Ancho: 3 cm	Largo: 6 mm Ancho: 3 mm	Largo: 25-35 mm Ancho: 5-20 mm
Aparato reproductor	Ubicado en la parte posterior, gonoporos separados. Masculino: pene con estilete. Femenino: Presencia Vesícula de Lang	Ubicado en la parte posterior, gonoporos separados. Masculino: pene con estilete. Femenino: Ausencia Vesícula de Lang	Ubicado en la parte posterior, gonoporo único. Masculino: pene con estilete. Femenino: Presencia Vesícula de Lang	Ubicado en la parte posterior, gonoporos separados.
Referencia	Pineda-López y González-Bulnes, (1984); Ramos-Sánchez <i>et al.</i> (2019).	Faubel <i>et al.</i> (2007).	Marcus y Harry (1982).	Salgado-Maldonado y López-Jiménez (1980).

Justificación

La zona intermareal está compuesta por tres diferentes niveles: alta, media y baja. Estos niveles están sujetos a constantes cambios físicos y, en cada nivel, habitan diversos organismos.

Nerita scabricosta es un caracol que se distribuye desde Baja California hasta Ecuador y se encuentra en la zona intermareal soportando las variaciones de desecación e inundación. Por otro lado, algunos platelmintos de vida libre como policládidos se han asociado a gasterópodos como comensales para soportar las condiciones adversas del medio. Los estudios en *N. scabricosta* se enfocan en la taxonomía y fisiología del caracol, mientras los trabajos relacionados sobre simbiosis entre estos organismos son escasos.

Por lo anterior, este estudio contribuirá a actualizar la información sobre las relaciones que puedan existir entre un gasterópodo y un turbelario, su biología y hábitos; así como en la realización de la descripción morfológica de los policládidos que se encuentren en el interior de *Nerita scabricosta*, por último, conocer el tipo de interacción entre ambos organismos.

Hipótesis

Nerita scabricosta es un excelente hospedador temporal para los policládidos que se encuentran en la zona intermareal durante los cambios adversos que originan el movimiento de las mareas. Por lo cual se espera que en aquellos caracoles que se encuentran más expuestos al oleaje contengan una menor cantidad de policládidos, que aquellos que se encuentran totalmente secos y expuestos al sol.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Conocer la diversidad de turbelarios asociados con *Nerita scabricosta* en la zona intermareal de la Bahía de Cuastecomates, Jalisco.

1.6.2 Objetivos específicos

- Analizar la prevalencia y abundancia de cada especie de turbelario
- Describir la morfología de las especies de turbelarios
- Hacer cortes histológicos en el caracol para determinar si existe daño o no en los tejidos o bien, la presencia de otros platelmintos en el interior
- Conocer el tipo de interacción que se presenta entre el caracol *Nerita scabricosta* y los turbelarios que se encuentren en su interior.

2 Material y Método

2.1 Área de estudio

Este trabajo se realizó en la Bahía de Cuastecomates ubicada en el municipio de Cihuatlán, al sureste del estado de Jalisco cuya ubicación es $19^{\circ} 13' 42''$ N y $104^{\circ} 43' 55''$ O (Fig. 6). La costa se compone de playas rocosas (Fig. 7). Esta región posee un clima cálido-húmedo con la estación lluviosa que ocurre durante todo el verano. La temperatura puede llegar a alcanzar los 32.2°C en su época más calurosa que es en el mes de septiembre y la más baja es de 20.6°C en enero (Esqueda-González *et al.*, 2000).

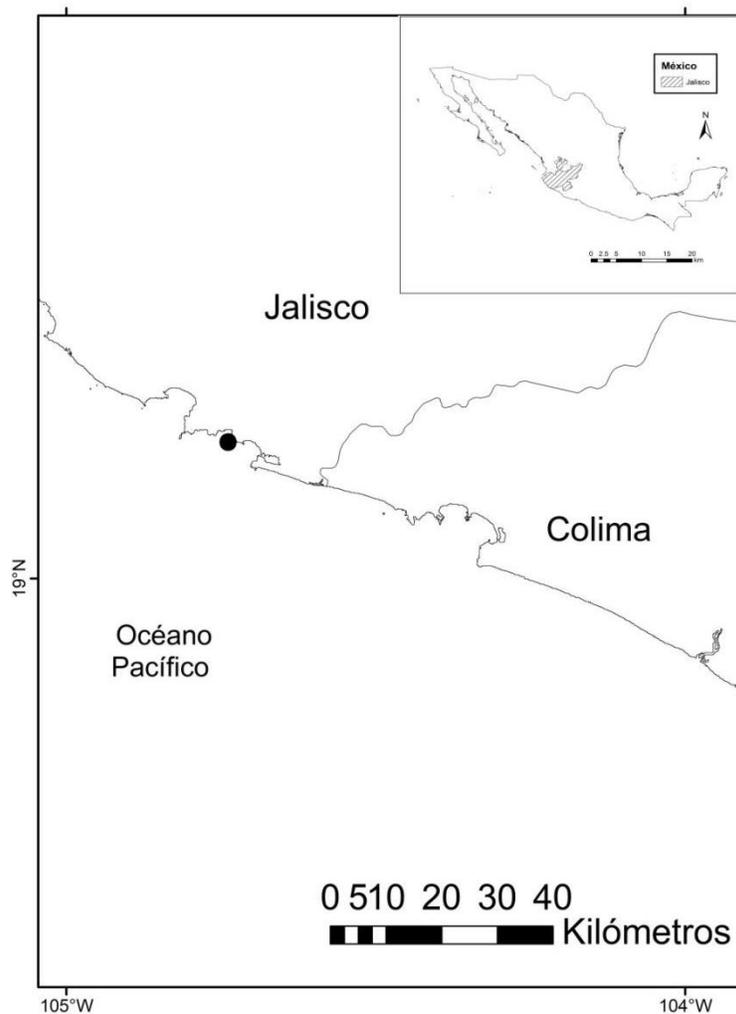


Figura 6. Área de estudio: Bahía de Cuastecomates, Jalisco.



Figura 7. Bahía de Cuastecomates, Jalisco. El sitio de estudio está compuesto principalmente de rocas.

2.2 Trabajo de campo

2.2.1 Recolección de *Nerita scabricosta*

Se realizó el muestreo en los meses de marzo y agosto de 2017. Se seleccionó una zona intermareal en donde existiera gran abundancia de *Nerita scabricosta*. Posteriormente, se recolectaron los ejemplares de forma manual bajo condiciones húmedas y secas (Fig. 8). Se recolectaron un total de 240 individuos del caracol y se dividieron en dos grupos: caracoles secos y caracoles húmedos. En el grupo de caracoles secos, se buscaron los que no estuvieran en contacto con el agua, para ello se examinó debajo de las rocas o se recolectaron aquellos que se encontraran totalmente expuestos al sol sin que se hallaran mojados; en cuanto a los caracoles húmedos, se buscaron aquellos que estuvieran expuestos

al oleaje y presentaran la concha húmeda o mojada. Cada grupo de caracoles fue colocado en una cubeta previamente etiquetada dependiendo del grupo que al pertenecieran.



Figura 8. Área de recolección de los caracoles en los dos grupos: húmedo y seco.

A) Caracoles húmedos, se caracterizan por estar en contacto con el agua.

B) Caracoles secos, se caracterizan por estar entre las rocas fuera del agua.

2.2.2 Obtención y preservación del platelminto

La extracción del platelminto se realizó en varias fases: incrementando la temperatura de su medio, con una temperatura inicial de 35 °C, posteriormente se aumentó la temperatura del agua 5 °C cada cinco minutos con la ayuda de una parrilla eléctrica, hasta llegar a la temperatura final de 50 °C, esto para que la planaria entrara en un estado de estrés y saliera del caracol (Modificado de Vital-Arriaga *et al.*, 2013). Los caracoles fueron colocados en frascos de 70 ml y cuando se observó la presencia de un platelminto, se colocó en un pequeño vial con agua de mar, etiquetado con el número asignado al caracol hospedero.

Para la narcotización de los caracoles, se utilizó una solución de MgCl₂ al 10% diluida con agua salada, la solución fue colocada en cada uno de los frascos donde se encontraban los caracoles hasta cubrirlos totalmente, por último, se dejó reposar durante 30 minutos. En cuanto a la narcotización de los platelmintos, en otro frasco se colocó al organismo y se añadió la misma solución de MgCl₂, así mismo se dejó reposar durante 30

minutos. Si al pasar el tiempo, los organismos seguían en movimiento se dejaron en la solución durante toda la noche.

Para la fijación de los caracoles, se eliminó la solución de $MgCl_2$ y se colocaron en una solución de formol al 4%, se conservaron en esta solución hasta su llegada al laboratorio en donde fue cambiada por alcohol etílico al 70%. En el caso de los platelmintos, se descartó la solución de $MgCl_2$ y se colocaron en formol frío al 4% (previamente enfriado en el congelador), esto para que el platelminto conservara la forma plana y fuera mucho mejor el análisis posterior, conservándolos en esta solución hasta su llegada al laboratorio en donde fueron cambiados por alcohol etílico al 70%.

2.3 Trabajo de laboratorio

2.3.1 Extracción de los platelmintos de los caracoles

Cuando los platelmintos no salieron de los caracoles expuestos a los incrementos de temperatura del agua, se realizó el siguiente procedimiento: para la extracción del cuerpo blando del molusco de la concha, se optó por romperla con mucho cuidado para que no sufriera ningún daño ni el molusco ni el platelminto. Posteriormente, se buscó al turbelario en la cavidad del manto del caracol. Esto se realizó utilizando unas tijeras de disección y se empezó a abrir por el manto hasta llegar a la zona donde termina la branquia. Al momento de separar el manto del animal, se revisó si existía la presencia de algún platelminto. Para cada caso, se registró el número de caracol revisado y el número de platelmintos encontrados. Posteriormente, se fijaron y se conservaron en alcohol etílico al 70% hasta el momento de la tinción, deshidratación, aclaración y montaje en laminillas permanentes. A cada vial se le colocó una pequeña etiqueta con los datos de recolección que incluyó: el número de recolección, datos del hospedero, la localidad de recolección de los hospederos, la fecha y el colector.

2.3.2 Estudio histológico de *Nerita scabricosta*

Los caracoles fueron extraídos de su concha para su posterior análisis histológico. Se revisó principalmente la cavidad del manto y la zona de las branquias para explorar indicios de algún daño en el caracol. Para el análisis histológico, los caracoles fueron extraídos de su concha, los cuáles se conservaron en formol al 10%, posteriormente se incluyeron en parafina, se realizaron cortes histológicos de 5 μ m, por último, se tiñeron con hematoxilina-eosina (H-E) y la solución tricrómica de Masson. El procesamiento e inclusión de parafina, así como los cortes histológicos y tinción se realizaron en el Laboratorio de Patología de la Unidad de Medicina Experimental de la Facultad de Medicina, UNAM-Hospital General.

2.3.3 Tinción de los turbelarios

Para el estudio morfológico y la determinación taxonómica, todos los turbelarios se procesaron para hacer preparaciones microscópicas permanentes. Se tiñeron con carmín clorhídrico y fueron montados en bálsamo de Canadá. El procesamiento de la tinción inició con la deshidratación de los ejemplares pasándolos del alcohol etílico al 70% a una serie de alcoholes graduales en pequeñas cajas Petri de vidrio y con ayuda de un pincel fino. A continuación se indica los pasos de la técnica de tinción:

1. Alcohol etílico al 70%
2. Colorante (Carmín clorhídrico)
3. Alcohol etílico al 70%
4. Alcohol etílico acidulado (2% HCL)
5. Alcohol etílico al 70%
6. Alcohol etílico al 80%
7. Alcohol etílico al 90%
8. Alcohol etílico al 100%
9. Alcohol etílico al 100% -esencia de clavo (50:50)
10. Esencia de clavo
11. Montaje; utilizando Bálsamo de Canadá

*Anexo: Preparación de soluciones y colorante para la fijación de Platelminetos

En cada uno de los alcoholes se dejó al organismo durante 15 minutos. En el caso del colorante, solamente se dejó 7 minutos hasta que el platelminto se tiñó de un color

rosa/rojo. Después de pasar por los alcoholes graduales para su deshidratación, se colocó el platelminto en esencia de clavo durante 10 minutos o bien, hasta que el ejemplar se aclaró (translúcido) sin trazas de agua. Previamente, antes del montaje, se limpiaron los portaobjetos y los cubreobjetos. El montaje se realizó bajo el microscopio estereoscópico, colocando primero un portaobjetos y en el centro de él un poco de Bálsamo de Canadá, inmediatamente se colocó el ejemplar en posición ventral y se cubrió con un poco más de Bálsamo de Canadá, por último, se colocó un cubreobjetos. Finalmente, se dejó en posición horizontal hasta que se secó la preparación y se etiquetaron con los datos de recolecta. Una vez seca la preparación, se realizó la identificación del ejemplar utilizando las claves de Hyman (1953), Marcus y Harry (1982), Faubel (1983 y 1984) y Pineda-López y González-Bulnes (1984).

La toma de fotografías de la planaria se realizó en el Laboratorio de Microscopía Electrónica y Fotografía de la Biodiversidad del Instituto de Biología de la UNAM. Se tomaron fotografías a todas las planarias colectadas utilizando un microscopio estereoscópico Zeiss AxioCam Zoom V16 y las imágenes fueron procesadas mediante el programa ZEN (Zeiss Efficient Navigation). Las fotografías de las estructuras morfológicas de los ejemplares se tomaron en el Laboratorio de Inmunoparasitología de la Unidad de Investigación en Medicina Experimental de la Facultad de Medicina, UNAM, utilizando un microscopio óptico AxioCam MRc5 y el software AxioVision (Zeiss, Germany).

Todas las fotografías de la recolecta de los caracoles fueron realizadas por el autor de esta tesis.

2.4 Análisis estadístico

A los resultados se le aplicó la prueba estadística χ^2 (Chi-cuadrada) con un nivel de significancia para $p < 0.05$ y un cuadro de bondad de ajuste, con el fin de conocer si existía alguna preferencia del platelminto por alguno de los dos grupos.

$$\chi^2_{cal} = \frac{(a*d - b*c)^2 * N}{(a+b)*(c+d)*(a+c)*(b+d)}$$

Los parámetros ecológicos utilizados en este trabajo son los propuestos por Bush *et al.* (1997), que a continuación se transcriben:

Prevalencia: Es el número de individuos de una especie de hospedador infectado con una especie de parásitos en particular entre el número de hospederos examinados (expresada en porcentaje).

Abundancia: Número de individuos de una especie en particular de parásito, en una muestra de hospedadores, entre el número total de individuos de esa muestra de hospedador (infectados y no infectados).

Rango de infección: El número menor y mayor de individuos registrados en total de hospedadores parasitados de una determinada especie de parásitos.

Todos los caracoles fueron puestos en un frasco de vidrio con alcohol etílico al 90% y se colocó una etiqueta con la información taxonómica, posterior a esto se depositaron en la Colección Nacional de Moluscos del Instituto de Biología de la UNAM; en cuanto a las planarias, se etiquetaron con información taxonómica y se donaron a la Colección Nacional de Helmintos del Instituto de Biología de la UNAM.

3 Resultados

3.1 Registro de turbelarios

Se recolectaron 240 caracoles de la especie *Nerita scabricosta* en los dos muestreos realizados; se dividieron en dos categorías según el ambiente en el cual se encontraron: 120 caracoles secos y 120 caracoles húmedos (Cuadro 1).

Todos los turbelarios recolectados correspondieron a una sola especie: *Bivesiculoplana lamothei*. Se obtuvieron un total de 24 individuos del turbelario en 20 caracoles; en los caracoles secos se recolectaron un total de 15 ejemplares y en los caracoles húmedos 9 (Cuadro 2).

No hubo diferencias significativas entre el número de planarias localizadas en caracoles secos y húmedos. El 8.3 % de los caracoles presentaron de 1 a 3 ejemplares de *B. lamothei*.

Cuadro 2. Registro del número de caracoles de *Nerita scabricosta* y el número de platelmintos encontrados en estos caracoles en Bahía de Cuastecomates, Jalisco, recolectadas en el 2017.

No. ejemplares	Caracoles: <i>Nerita scabricosta</i>											
	Grupo seco				Grupo húmedo				Total			
	No. <i>scabricosta</i>	N. <i>lamothei</i>	No. <i>scabricosta</i>	B. <i>lamothei</i>	No. <i>scabricosta</i>	N. <i>lamothei</i>	No. <i>scabricosta</i>	B. <i>lamothei</i>	No. <i>scabricosta</i>	N. <i>lamothei</i>	No. <i>scabricosta</i>	B. <i>lamothei</i>
Con planarias	11	15	9	9	20	24						
Sin planarias	109	-	110	-	220	-						
Total	120	15	120	9	240	24						

Simbología: No. *N. scabricosta*: número de *Nerita scabricosta* recolectadas; No. *B. lamothei*: número de *Bivesiculoplana lamothei* recolectados.

3.2 Descripción de *Bivesiculoplana lamothei*

Phylum Platyhelminthes Minot, 1876

Subphylum Rhabditophora Ehlers, 1985

Orden Polycladida Lang, 1884

Suborden Acotylea Lang, 1884

Familia Leptoplanidae Stimpson, 1857

Género *Bivesiculoplana* Pineda-López y González-Bulnes, 1984

Diagnosis: Leptoplanidae, con cuerpo oval con los extremos redondeados, en la región anterodorsal se localizan ocelos cerebrales y tentaculares, presencia de tentáculos en los ocelos tentaculares, ausencia de ocelos marginales. En la región ventral media se ubica la faringe. En el último tercio posterior se ubican el pene armado con estilete delgado, dos vesículas de Lang, gonoporos separados (Pineda-López y González-Bulnes, 1984; Ramos-Sánchez *et al.*, 2019).

Material: Se revisaron un total de 15 ejemplares con diferentes estadios de desarrollo: inmaduros, juveniles y adultos. Todos los individuos estaban asociados a la cavidad del manto del caracol marino *Nerita scabricosta* (Fig. 9 y 10). La asociación entre esta especie y el caracol es temporal, siendo principalmente una asociación de refugio.

Bivesiculoplana lamothei Pineda-López y González-Bulnes, 1984

Cuerpo. Leptoplanidae con cuerpo oval, la coloración *in vivo* varía en su tonalidad desde crema en la región ventral, a varias tonalidades de marrón en la región dorsal; los ejemplares adultos presentaron color marrón oscuro con algunas motas en el cuerpo. Los ejemplares grandes presentaron una longitud de 6-7 mm por 4-3 mm de ancho, en cambio

los ejemplares pequeños tenían una longitud de 2 mm y de ancho presentaron 1 mm (Fig. 9 y 10)

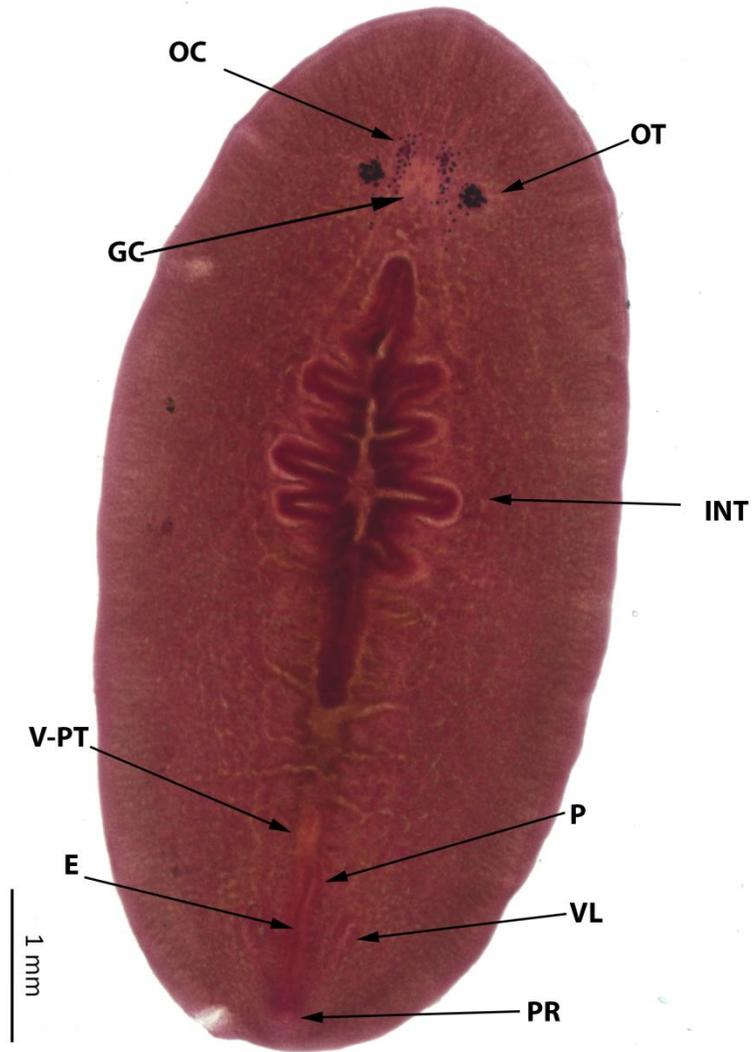


Figura 9. *Bivesiculoplana lamothei*. Ejemplar adulto con la mayoría de las características distintivas. OT: Ocelos tentaculares. OC: Ocelos cerebrales. GC: Ganglio cerebral. INT: Intestino. V-PT: Vesícula prostática. P: Pene. E: Estilete. VL: Vesícula de Lang. PR: Gonoporo, Tinción con Paracarmín de Meyer.

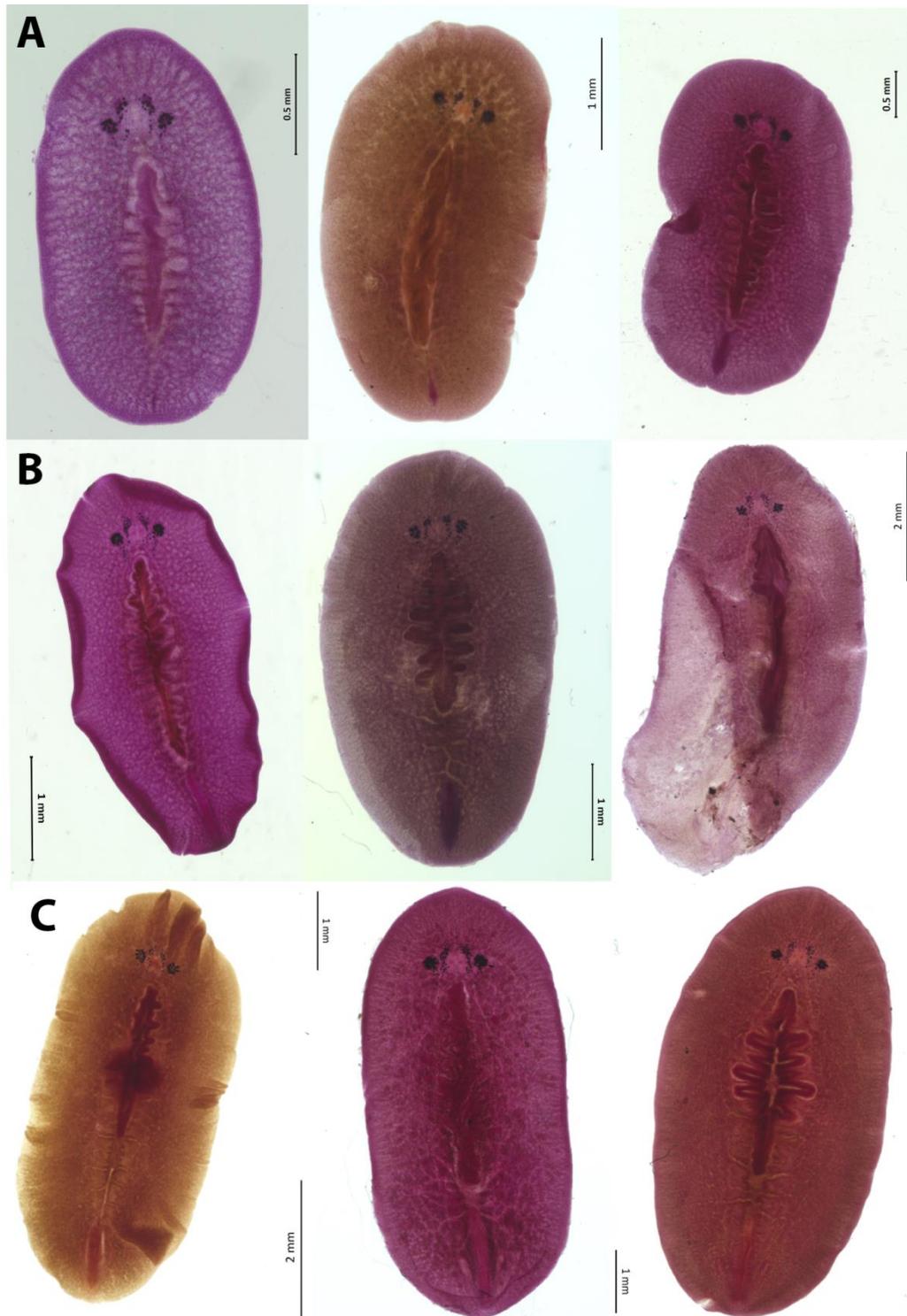


Figura 10. Individuos del turbelario *Bivesiculoplana lamothei* recolectados. A) Individuos inmaduros. B) Individuos intermedios. C) Individuos adultos.

Ocelos. Presentan dos tipos de ocelos en la región anterodorsal del cuerpo: cerebrales y tentaculares (Fig. 11A). Los ocelos cerebrales (OC) se ubican en el campo lateral del ganglio cerebral, distribuidos en dos filas longitudinales o alineados en forma de “bastón”, que sobrepasan la región anterior y posterior del ganglio cerebral. Estos ocelos cerebrales tienen forma circular, son de menor tamaño y más numerosos (aproximadamente de 40 manchas) que los ocelos tentaculares. Por otro lado, los ocelos tentaculares (OT) se encuentran sobre pequeños tentáculos, situados cada uno a lado del ganglio cerebral, agrupados aproximadamente en 20 manchas oculares formando un círculo (Fig. 11B), tienen forma de media luna.

Ganglio cerebral. Es bilobulado y está situado en la línea media de la región anterior del organismo, de cada lóbulo parte un cordón nervioso ventral (Fig. 11C). En la región anterior del ganglio presenta dos masas nerviosas extracerebrales, situadas sobre cada uno de los lóbulos del ganglio.

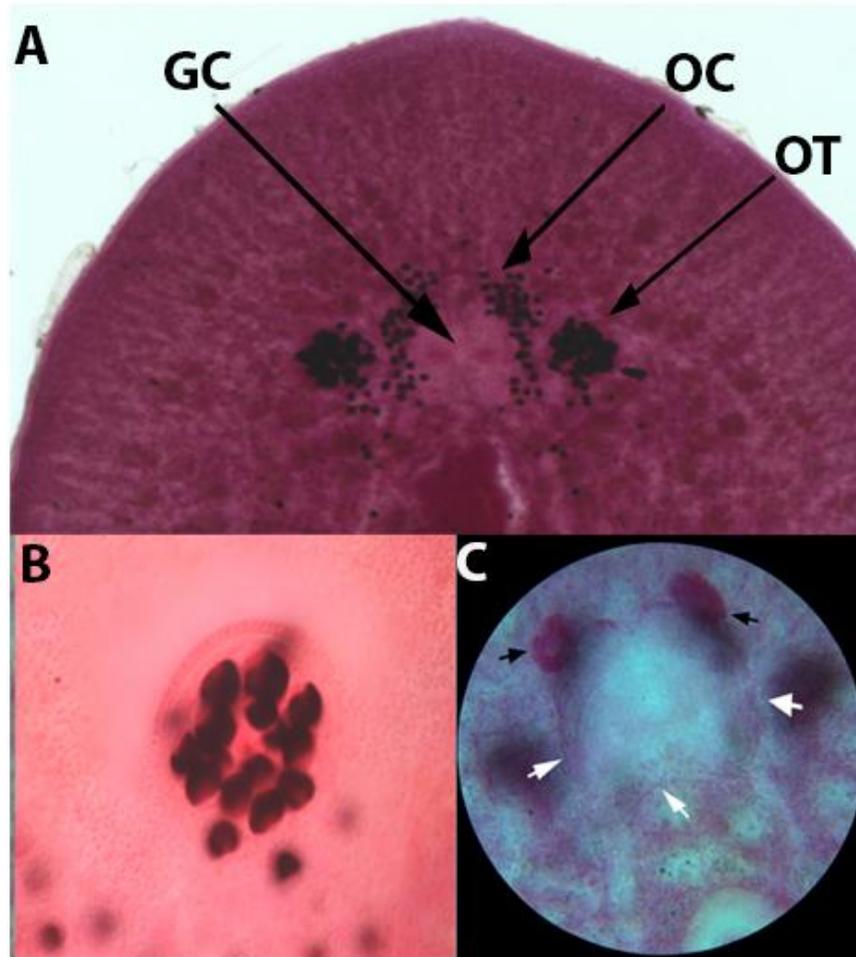


Figura 11. Ocelos y ganglio cerebral. A. Región anterodorsal 10x. B. Ocelos tentaculares. C. Ganglio cerebral, masas extracerebrales en la región anterior de cada lóbulo (flechas negras). OT: Ocelos tentaculares. OC: Ocelos cerebrales. GC: Ganglio cerebral. Flechas blancas: cordones nerviosos.

Sistema digestivo. Incompleto, localizado en la región ventral media del cuerpo, está constituido por una boca, faringe e intestino. La boca es una pequeña abertura que se encuentra en la parte media del cuerpo y la faringe es tubular, con proyección externa o expuesta, el intestino inicia a la altura de las manchas oculares y se va extendiendo hacia la parte posterior, las ramas intestinales se extienden desde la parte media hacia el margen, sin llegar a la periferia, el intestino ocupa generalmente 2/4 partes del cuerpo (Fig. 12).

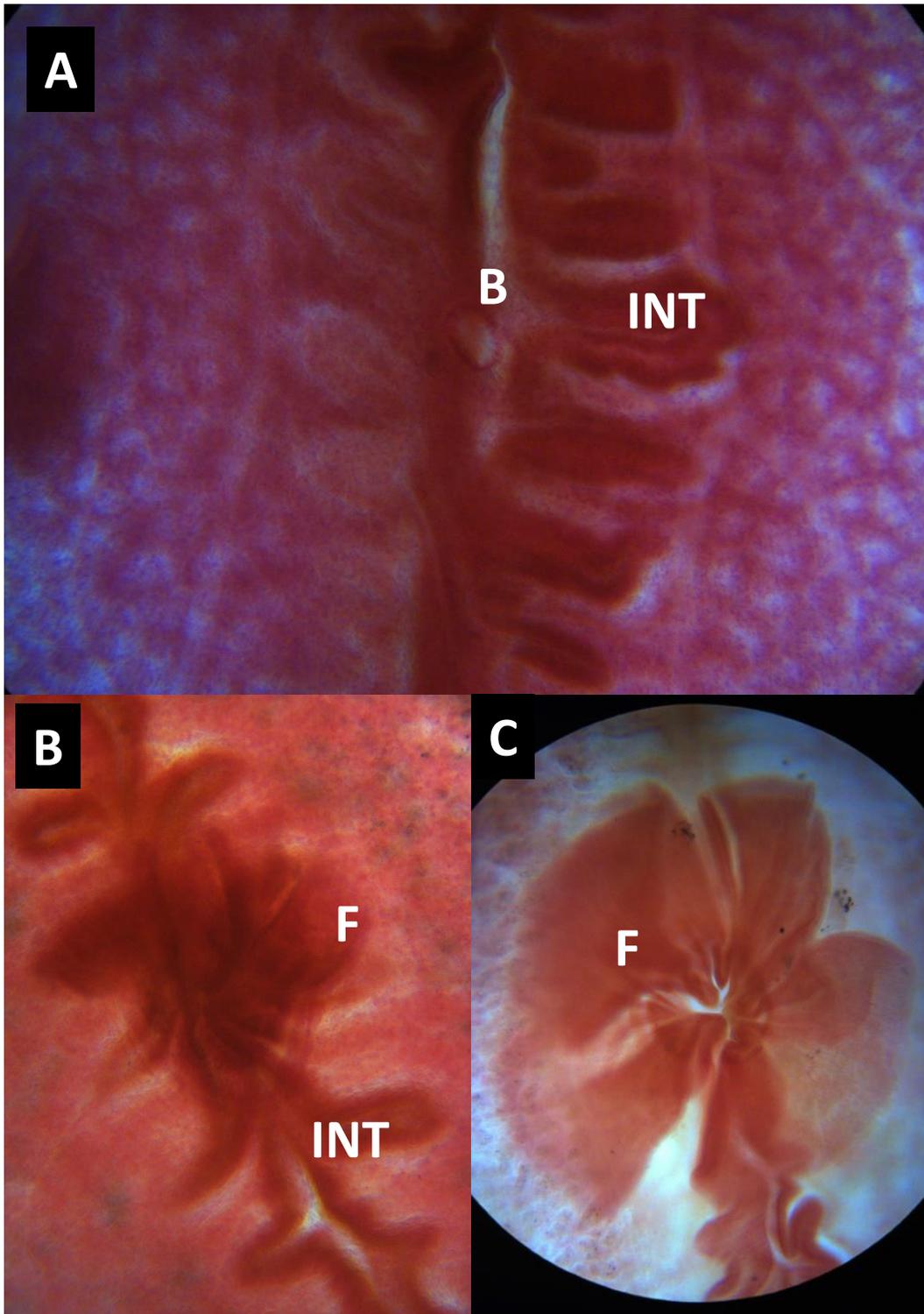


Figura 12. Aparato digestivo de *Bivesiculoplana lamothei*. El intestino se encuentra en la región media del organismo y la faringe es tubular con proyección externa. A) Ramificaciones del intestino. B) Vista dorsal del intestino. C) Faringe, vista ventral. 40x. INT: Intestino; B: Boca; F: Faringe.

Aparato reproductor masculino. Localizado en la parte posterior. Compuesto por una próstata que desemboca en el pene y este a su vez contiene un estilete muy delgado (Fig. 13), mide aproximadamente 1 mm de largo que se proyecta por el gonoporo masculino (Fig. 14).

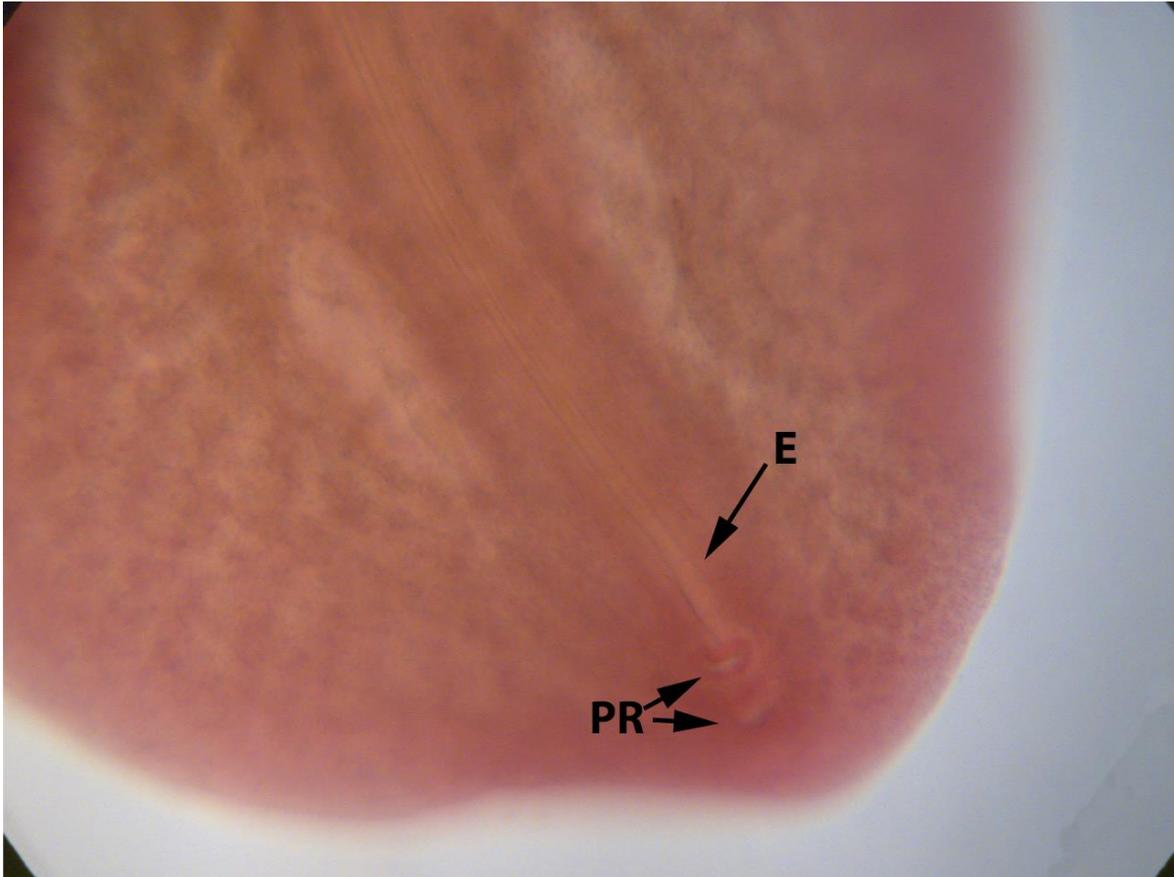


Figura 13. Gonoporos masculino y femenino ubicados en la región posterior del cuerpo.

40x. PR: Gonoporos. E: Estilete.

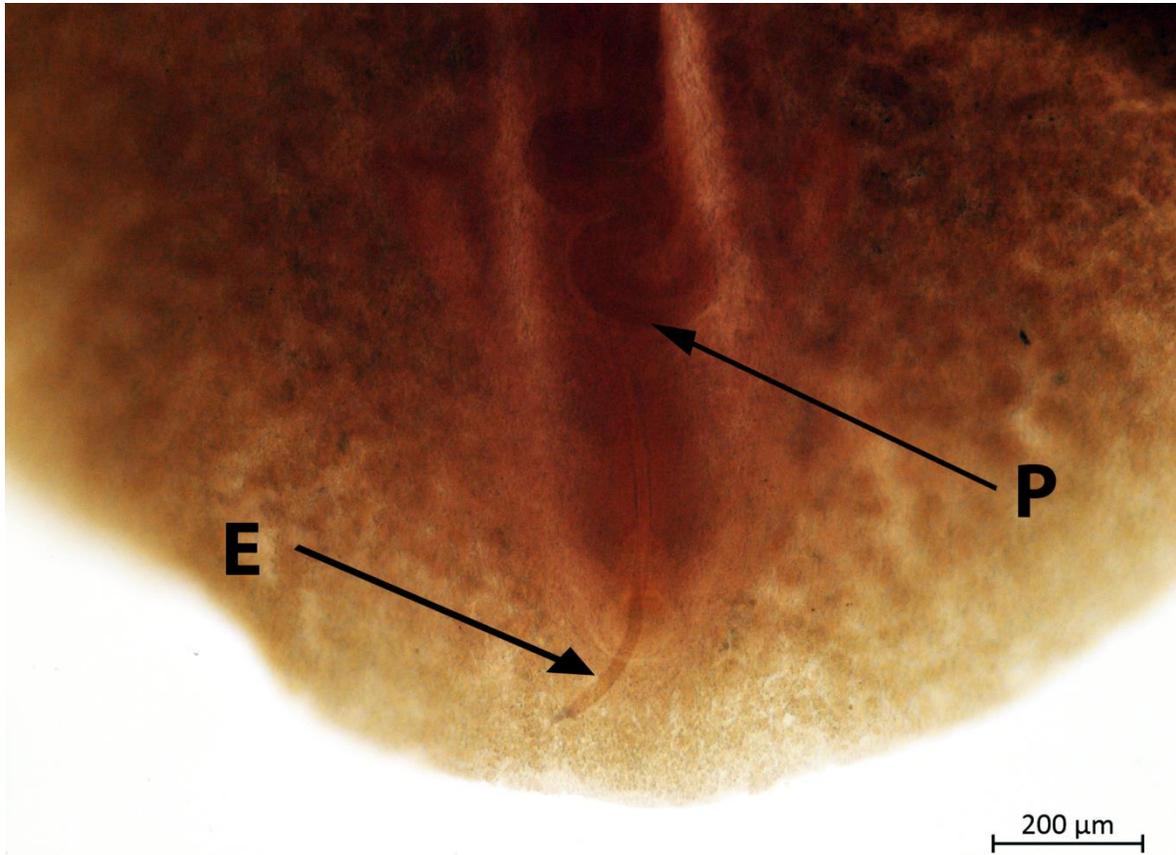


Figura 14. Aparato reproductor masculino. En la región posterior terminal, se observa el pene con un estilete delgado. E: Estilete. P: Pene.

Aparato reproductor femenino. Presentan dos vesículas de Lang que desembocan en el gonoporo femenino, la longitud y forma de la vesícula puede variar dependiendo de la madurez del organismo (Fig. 15).

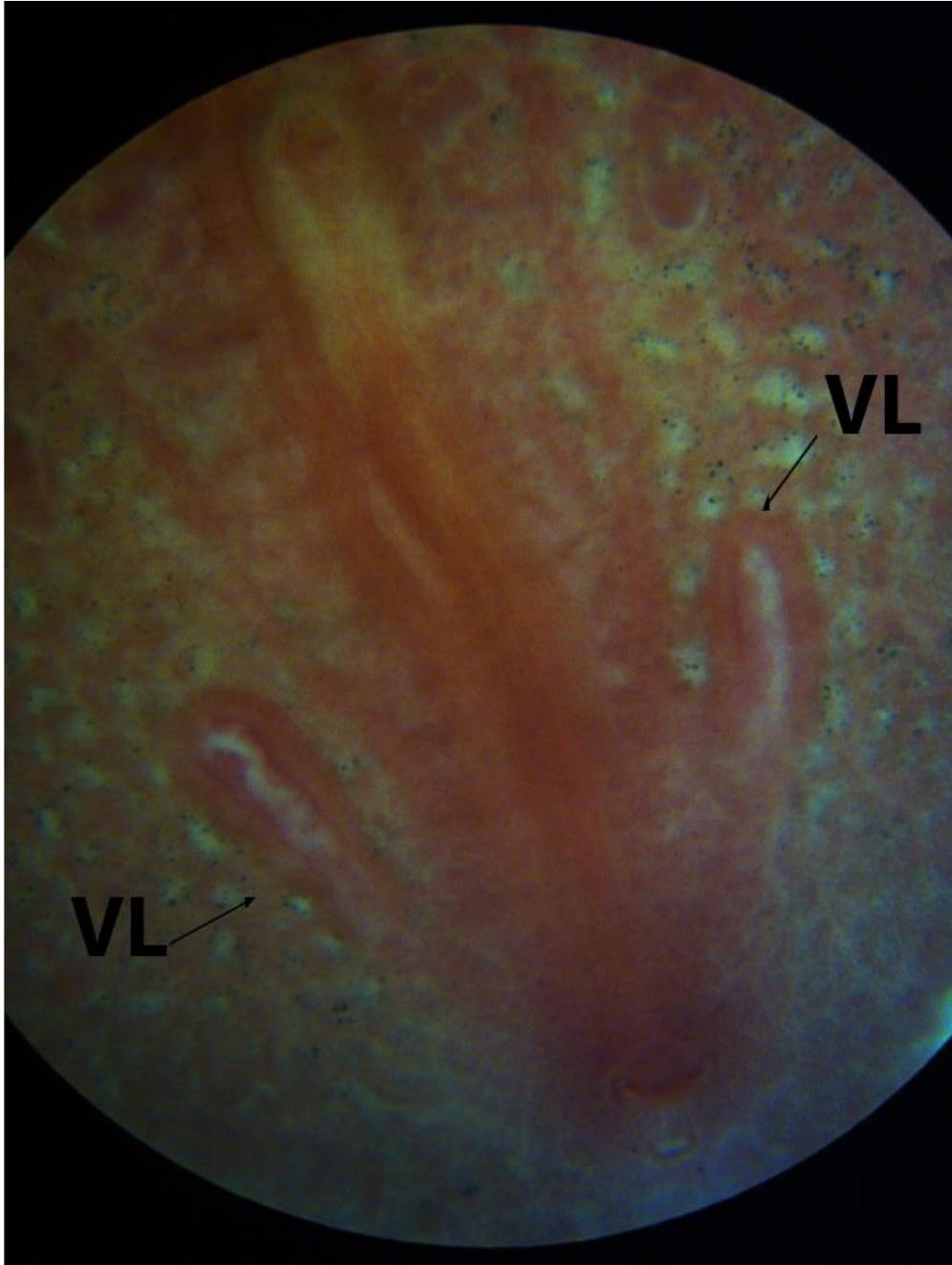


Figura 15. Aparato reproductor femenino ubicado en la región terminal posterior. Se muestran los túbulos que pertenecen a la vesícula de Lang 40x. VL: Vesícula de Lang.

3.3 Análisis histológico de los órganos del caracol *Nerita scabricosta*

Los tejidos de *N. scabricosta* no presentaron evidencia de daño biológico, es decir infiltración de hemocitos o alguna reacción inflamatoria, necrosis o granulomas por la presencia del turbelario, ni se observaron algunos estadios o enquistamientos de helmintos en el interior de los diferentes tejidos u órganos (Fig. 16).

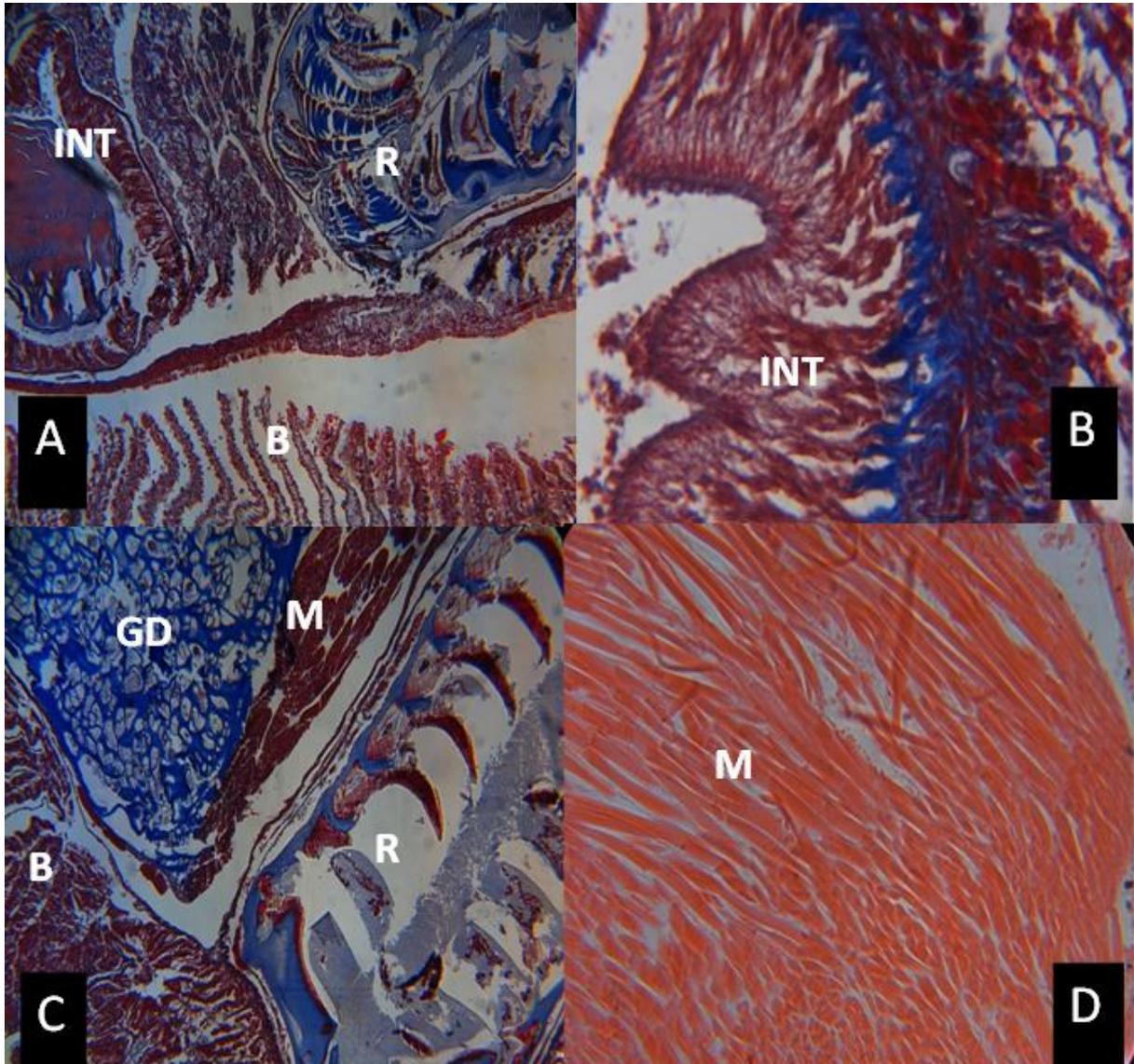


Figura 16. Microfotografías representativas de órganos de *Nerita scabricosta*. A. Branquias, intestino y rádula. B. Acercamiento de intestino. C. Acercamiento de la gónada. D. Pie. INT: Intestino; R: Rádula; B: Branquia; GD: Gónada; M: Músculo.

4 Discusión

Si bien, los estudios de los policládidos son escasos y están basados en pocos individuos, estados inmaduros, ejemplares incompletos o mal conservados, la determinación de los policládidos marinos encontrados en el interior de *Nerita scabricosta* se basó específicamente en los caracteres morfológicos citados por Faubel (1983). La determinación de las especies de policládidos se basa principalmente en caracteres morfológicos: la forma del cuerpo, presencia y disposición de los ocelos, color y presencia de tentáculos o pseudotentáculos que se forman por los pliegues del margen anterior del cuerpo; intestino ramificado y forma de la faringe.

En el caso de los géneros, se determinan por el patrón de coloración, arreglo, posición y número de fotorreceptores, la presencia de tentáculos así como la estructura de órganos reproductores tanto masculinos como femeninos, por ejemplo: ausencia o presencia de pene, estilete, la presencia de la vesícula de Lang, glándulas de cemento y forma y posición de los gonoporos (Faubel, 1983; Ramos- Sánchez *et al.*, 2019).

En este estudio se encontró que los ejemplares asociados en la cavidad del manto del gasterópodo *Nerita scabricosta* recolectados en la Bahía de Cuastecomates, Jalisco corresponden solo a la especie *Bivesiculoplana lamothei* (Platyhelminthes: Polycladida: Leptoplanidae).

De acuerdo con Faubel (1983), la familia Leptoplanidae incluye ocho géneros: *Bivesiculoplana*, *Leptoplana*, *Indiplana*, *Parviplana*, *Longiprostatum*, *Holoplana*, *Leptoplanella* e *Itannia*. *Bivesiculoplana* difiere de los géneros *Leptoplana*, *Indiplana*, *Parviplana* y *Longiprostatum* pues estos carecen de tentáculos. En cambio, los géneros *Holoplana*, *Leptoplanella*, *Itannia* y *Bivesiculoplana* se exhibe la presencia de tentáculos.

Bivesiculoplana, además, se diferencia de los siete géneros de la familia Leptoplanidae por la presencia de la vesícula de Lang (Pineda-López y González-Bulnes, 1984).

En México, se han encontrado cuatro especies de turbelarios como comensales y depredadores de gasterópodos y bivalvos: *Imogine mexicanus*, *Paraprostatum echinolittorinae*, *Zygantriplana ups* y *Bivesiculoplana lamothei* (Salgado-Maldonado y López-Jiménez, 1980; Marcus y Harry, 1982; Pineda-López y González-Bulnes, 1984; Faubel *et al.*, 2007; Ramos-Sánchez *et al.*, 2019). Todas estas planarias se localizan en el Pacífico mexicano y en el golfo de California (Cuadro 1).

En el caso de *Imogine mexicanus* es una planaria que presenta ocelos marginales y no cuenta con un pene armado por un estilete (Salgado-Maldonado y López Jiménez, 1980), con estas características difiere del policládido *Bivesiculoplana lamothei*,

Los demás policládidos presentan características en común, la presencia de ocelos tentaculares y cerebrales (carecen de ocelos marginales), poseen un intestino en la parte media con gran cantidad de ramas intestinales, por último, la presencia del aparato reproductor en la parte posterior del cuerpo, además el macho cuenta con un pene armado con un estilete (Faubel, 1983).

Bivesiculoplana lamothei, la planaria encontrada en este estudio posee dos vesículas de Lang a diferencia de *Paraprostatum echinolittorinae*, que no presenta vesícula de Lang.

En cuanto a *Zygantriplana*, la descripción del género menciona que existe un atrio genital común, así como la ausencia de un estilete (Faubel, 1983), por otra parte, también posee una vesícula de Lang, características que contrastan con *Bivesiculoplana lamothei*, la cual posee un estilete, cuenta con gonoporos separados y por último una vesícula de Lang pareada.

Interacción entre el caracol *Nerita scabricosta* y la planaria *Bivesiculoplana lamothei*

En este estudio se registra por primera vez la interacción entre el caracol *Nerita scabricosta* y el turbelario *Bivesiculoplana lamothei*. De los dos grupos muestreados: grupo seco y húmedo, para esta investigación el mayor número de planarias se localizaron en caracoles de ambiente seco. Esto puede explicarse por factores, como son la zona intermareal y la resistencia desigual de ambos organismos a los cambios ambientales/o en el medio ambiente que causa la marea baja (Krapivin *et al.*, 2018).

Los organismos que se encuentran en la zona intermareal se han adaptado a los largos periodos de estrés, en el caso de la familia Neritidae, la mayoría de las especies son caracoles marinos localizados en la zona intermareal que cuentan con la capacidad de almacenar agua en la concha, esto les permite soportar las adversidades que provoca la marea baja (Keen, 1971). O bien, se pueden mover a microhábitats humedecidos y sombreados de las grietas de las rocas o debajo de las rocas para poder soportar los cambios físicos por efecto de la marea (Esqueda-González *et al.*, 2000).

El hábitat del caracol *Nerita scabricosta* se ubica en la franja media y alta de la zona intermareal. La franja más alta es una región esencialmente terrestre y marina, en donde las condiciones son muy extremas (Esqueda-González *et al.*, 2000).

En cuanto al turbelario *Bivesiculoplana lamothei* es un animal de vida libre que se localiza en la zona intermareal baja, este policládido no cuenta con adaptaciones para soportar el estrés que genera la marea baja, como son largos períodos de deshidratación, escasez de oxígeno, temperaturas extremas en el aire (Towsend, 2012; Levinton, 2018). El caracol y el turbelario coinciden al presentarse la marea baja; el turbelario al estar totalmente aislado del medio húmedo, busca un lugar para sobrevivir las condiciones extremas utilizando algunos organismos como refugio. Diversos autores (Jennings, 1974;

Marcus y Harry, 1987; González y Salazar-Vallejo, 1996) han registrado que las planarias marinas utilizan esta estrategia de refugio.

Simbiosis: Comensalismo (Refugio)

Dentro de la simbiosis existen tres diferentes tipos de interacciones, que son mutualismo, comensalismo y parasitismo (Bautista-Hernández *et al.*, 2015).

En este estudio se realizaron cortes histológicos para averiguar si existía algún daño de la planaria hacia el caracol. Sin embargo, en los cortes histológicos de *Nerita scabricosta* donde se encontró a *Bivesiculoplana lamothei* no se observó daño en el tejido del caracol. Jennings (1974) sugiere que las planarias resisten la desecación causada por la marea baja refugiándose dentro del caracol, en la zona de la cavidad del manto como un refugio aislado de los cambios físicos del exterior.

Esta planaria se había registrado con anterioridad en las lapas: *Fissurella gemmata*, *F. decemcostata*, *Lottia discors*, *L. pediculus* y *Ancistromesus mexicanus* (Pineda-López y González-Bulnes, 1984; Ramos-Sánchez *et al.*, 2019). Pineda-López y González-Bulnes (1984) registraron por primera vez a *B. lamothei* y observaron diferencias entre las prevalencias encontradas entre los diferentes géneros de hospederos (gasterópodos o bivalvos) en el mismo sitio de estudio. La prevalencia más alta fue de 61.7% para *Fissurella gemmata* con un rango de infección de 2-7 ejemplares; *Lottia pediculus* presentó una prevalencia de 6.6% y en promedio se registró solo un ejemplar. Estos autores concluyeron que *B. lamothei* seleccionan a los moluscos pateliformes como sus hospederos específicos; gracias a esto se podría explicar el bajo rango de infección que se presenta en *Nerita scabricosta*. En este trabajo se registró una prevalencia de 8.3% para *N. scabricosta* en donde el mayor número de planarias se localizaron en caracoles recolectados del grupo

seco y no en el grupo húmedo; sin embargo el rango de infección fue de 1-3 planarias por caracol.

Las planarias son turbelarios que presentan un tegumento con estructuras protectoras muy sencillas, como cilios o producción de sustancias, por lo cual se asocian con otros organismos cuando los ambientes son adversos. La mayoría de las interacciones entre moluscos y turbelarios son de tipo comensalista, en donde alguno de los organismos se beneficia a expensas del otro (Jennings, 1974); especialmente se utiliza este término en beneficios alimentarios, sin embargo, otro componente favorable en este tipo de relación es la protección o refugio. En esta asociación el turbelario utiliza al caracol *N. scabricosta* como refugio mientras las condiciones de la zona intermareal sean adversas para la planaria. No es la primera vez que se reporta al caracol como refugio, Smith (1961) encontró a la planaria *Holoplana lurocola* en la cavidad del manto de este caracol, menciona que el detrito que ingresa en la cavidad del manto podría servir como alimento para el policládido, también utiliza al caracol como refugio y protección que le da la concha cerrada por el opérculo.

Jennings (1974) ha mencionado que las planarias resisten la desecación causada por la marea baja refugiándose dentro del caracol en la zona de la cavidad del manto, a su vez el caracol almacena agua utilizando la estrategia “sujetarse” (clam-up), en donde se adhieren firmemente a la superficie de la roca y cubren la abertura con el opérculo para protegerse contra la pérdida de agua (Towsend, 2012) y con esto contrarrestan el estrés causado por los largos períodos de desecación; debido a esto, la cavidad del manto funciona como un refugio aislado de los cambios físicos del exterior. Cuando la marea alta cubre de nuevo al caracol, la planaria deja al caracol y reanuda su vida libre (Jennings, 1974; González y Salazar-Vallejo, 1996), como se mencionó antes: en nuestros resultados los

caracoles de la zona seca presentaron un mayor número de planarias, en comparación con los caracoles que se encontraban en la zona húmeda o empapada por el agua

Krapivin *et al.* (2018) mencionaron que “un organismo asociado es aquel organismo que se encuentra regularmente en la superficie del hospedero o dentro de sus cavidades y tejidos, independientemente de la fuerza de su conexión (facultativa u obligada)”. Este término “organismo asociado” puede emplearse en este estudio, ya que se encontró al turbelario únicamente en la cavidad del manto y los resultados de los cortes histológicos no mostraron ningún tipo de daño en el pie y las branquias del caracol. Con esto se habla de una asociación no obligatoria y no específica, ya que ambos participantes de esta interacción pueden sobrevivir y reproducirse en ausencia del otro (Jennings, 1974).

Es posible que *Bivesiculoplana lamothei* pueda ocupar como refugio a otros moluscos que se distribuyan en la Bahía de Cuastecomates o a lo largo de su ámbito de distribución conocida, *Nerita scabricosta* comparte el hábitat con otras especies de gasterópodos, como son *Nodilittorina aspera* ahora *Echinolittorina aspera* Philippi, 1846, *E. modesta* y *Nerita funiculata* Menke, 1850 (Esqueda-González *et al.*, 2000), por lo cual se podría considerar a estas especies como posibles hospederos de esta planaria. Estos resultados abren nuevas líneas de investigación para realizar estudios sobre posibles interacciones entre estos dos grupos.

5 Conclusiones

- Las planarias recolectadas en la zona litoral de Bahía de Cuastecomates, Jalisco corresponden a la especie *Bivesiculoplana lamothei*.
- Se reporta por primera vez la interacción entre el caracol *Nerita scabricosta* y el policládido *Bivesiculoplana lamothei* asociado a la cavidad del manto.
- La Bahía de Cuastecomates, Jalisco es una nueva localidad de *Bivesiculoplana lamothei*.
- *Nerita scabricosta* es un nuevo hospedero de *Bivesiculoplana lamothei*
- El resultado del estadístico mostró que no hay diferencias significativas en la preferencia de los dos grupos de caracoles (secos y húmedos) por parte de la planaria *B. lamothei*.
- Mediante cortes histológicos se demostró que la planaria no daña al caracol, por tal motivo, no se puede hablar de una relación de parasitismo.
- Existe una relación comensalista de tipo refugio entre el caracol *Nerita scabricosta* y el turbelario *Bivesiculoplana lamothei*, así mismo se puede considerar como una interacción del tipo “organismos asociados”, ya que la planaria solamente se encuentra sobre la superficie del hospedero.

6 Referencias

- Bahia, J. (2016). First records of polyclads (Platyhelminthes, Polycladida) associated with *Nodipecten nodosus* (Linnaeus 1758) aquaculture. *Marine Biodiversity*, 46, 911-915.
- Barrientos-Llosa, Z. (2003). Zoología General. Universidad Estatal a Distancia. Costa Rica.
- Bautista-Hernández, C. E., Monks, S., Pulido-Flores, G. y Rodríguez-Ibarra, A. E. (2015). Revisión bibliográfica de algunos términos ecológicos usados en parasitología, y su aplicación en estudios de caso. En G. Pulido-Flores, S. Monks y M. López-Herrera (Eds.), *Estudios en Biodiversidad Vol. I*. (pp. 11-19). Lincoln, Nebraska: Zea Books.
- Brusca, R. C., Moore, W., Shuster, S. M. (2016). *Invertebrates*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., and Shostak, A. W. (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575–583.
- Cáceres-Martínez, J., Vásquez-Yeomans, R. and Padilla-Lardizábal, G. (2010). Parasites of the pleasure oyster *Crassostrea corteziensis* cultured in Nayarit, Mexico. *Journal of Aquatic Animal Health*, 22, 141-151.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85,419-430.
- Collin, R., Roof, K. E. and Spangler, A. (2016). Hatching plasticity in the tropical gastropod *Nerita scabricosta*. *Invertebrate Biology*, 135, 87-96.
- Diosdado, A. J. Á. (2006). Revisión taxonómica de policládidos (Platyhelminthes: turbellaria) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. México, Baja California Sur.
- Ehlers, U. (1985). *Das Phylogenetische System der Plathelminthes*. Stuttgart: Fischer.
- Esqueda-González, M. C., Ríos-Jara, E., Michel-Morfin, J. E. and Landa-Jaime, V. (2000). The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. México. *Revista de Biología Tropical*, 48, 765-775.
- Etchegoin, J. A., Merlo, M. J., Gilardoni, C. M. y Cremonte, F. (2013). Digeneos larvales que parasitan a moluscos de ambientes marinos y estuariales de Argentina: relevamiento y perspectivas de estudio. *Revista Argentina Parasitología Vol 1*, 3, 9-27.
- Faubel, A. (1983). The Polycladida, Turbellaria. Proposal and establishment of a new system. Part. I. The Acotylea. *Mitteilungen des Hamburgischen Zoologischen Museums und Instituts*, 80, 17-121.

- Faubel, A. (1984). The Polycladida, Turbellaria. Proposal and establishment of a new system. Part II. The Cotylea. *Mitteilungen des Hamburgischen Zoologischen Museums und Instituts*, 81, 189-259.
- Faubel, A., Sluys, R. and Reid, D. G. (2007). A new genus and species of polyclad flatworm found in the mantle cavities of gastropod molluscs in the high-intertidal zone of the Pacific coast of Central America. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87, 429-434.
- Fernández, J. y Jiménez, M. (2007). Fauna malacológica del litoral rocoso de la costa sur del Golfo de Cariaco y costa norte del estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*, 46, 3-11.
- Flórez-Jaramillo, L. Á. y Cuéllar, J. L. (2013). Comportamiento circadiano del gasterópodo *Nerita scabricosta* en el intermareal rocoso de isla la Palma, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 42, 173-179.
- Frey, M. A. (2010). A revised classification of the gastropod genus *Nerita*. *Veliger*, 51, 1-7.
- Fujiwara, Y., Urabe, J. and Takeda, S. (2014). Host preference of a symbiotic flatworm in relation to the ecology of littoral snails. *Marine Biology*, 161, 1873-1882.
- Fujiwara, Y., Iwata, T., Urabe, J. and Takeda, S. (2016). Life history traits and ecological conditions influencing the symbiotic relationship between the flatworm *Stylochoplana pusilla* and host snail *Monodonta labio*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96, 667-672.
- Fukumori, H. and Kano, Y. (2014). Evolutionary ecology of settlement size in planktotrophic neritimorph gastropods. *Marine Biology*, 161, 213-227.
- Galleni, L., Tongiorgi, P., Ferrero, E. and Salghetti, U. (1980). *Stylochus mediterraneus* (Turbellaria: Polycladida), predator on the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Biology*, 55, 317-326.
- García-Cubas, A. y Reguero, M. (2004). *Catálogo ilustrado de moluscos gasterópodos del Golfo de México y Mar Caribe*. D.F., México: UNAM.
- García-Prieto, L., Mendoza-Garfias, B. y Pérez-Ponce de León, G. (2014). Biodiversidad de Platyhelminthes parásitos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 164-170.
- González, N. E. (1991). Simbiosis entre una lapa (*Collisella atrata* (Carpenter)) y una planaria (*Zygantriplana ups* Marcus y Harry) del litoral rocoso de La Paz, BCS. Tesis Licenciatura. Dep. Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur. México, Baja California Sur.

- González, N. E. y Salazar-Vallejo, S. I. (1996). Simbiosis entre *Collisella* spp. (Gastropoda) y *Zygantriplana ups* (Platyhelminthes: Turbellaria) en el Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation*, 44, 97-105.
- Hurtado, L. A., Frey, M., Gaube, P., Pfeiler, E. and Markow, T. A. (2007). Geographical subdivision, demographic history and gene flow in two sympatric species of intertidal snails, *Nerita scabricosta* and *Nerita funiculata*, from tropical Eastern Pacific. *Marine Biology*, 151, 1863-1873.
- Hyman, L. H. (1953). The polyclad flatworm of the Pacific coast of North America. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 100: 265-392.
- Jennings, J. B. (1971). Parasitism and commensalism in the Turbellaria. *Advances in Parasitology*, 9, 1-32.
- Jennings, J. B. (1974). Symbioses in the Turbellaria and their implications in studies on the evolution of parasitism. En W. B. Vernberg (Ed.), *Symbiosis in the Sea* (pp. 127-160). Columbia, Carolina del Sur: University of South Carolina Press.
- Kano, Y., Chiba, S. and Kase, T. (2002). Major adaptive radiation in neritopsine gastropods estimated from 28S rRNA sequences and fossil records. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 269, 2457-2465.
- Keen, A. M. (1971). *Sea Shells of Tropical West America*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Kiat, T. S. and Clements, R. (2008). Taxonomy and distribution of the Neritidae (Mollusca: Gastropoda) in Singapore. *Zoological Studies*, 47, 481-494.
- Kolasa, J. and Tyler, S. (2010). Chapter 6: Flatworms: Turbellarians and Nermetea. En Thorp, J. H. y Covich, P. A. (Eds.), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates* (pp 143-161). Londres: Academic Press.
- Krapivin, V. A., Bagrov, S. V. and Varfolomeeva, M. A. (2018). Effect of tidal level on abundance of symbionts in the White Sea blue mussel. *Diseases of aquatic organisms*, 130, 131-144.
- Lamothe-Argumedo, R., García-Prieto, L., Osorio-Sarabia, D. y Pérez-Ponce de León, G. (1997). *Catálogo de la Colección Nacional de Helminths*. D.F., D.F.: UNAM.
- Leung, T. L. F. and Poulin, R. (2008). Parasitism, comensalism, and mutualism: exploring the many shades of symbioses. *Vie et Milieu – Life and Environment*, 58: 107-115.
- Levinton, S. J. (2018). *Marine biology: function, biodiversity, ecology*. Nueva York: Oxford University Press.

- Marcus, E. and Harry, H. (1982) A polyclad turbellarian from oysters in the Gulf of California. *Boletim Zoológico da Universidade São Paulo*, 7, 171- 180.
- Martin, B. D. and Schwab, E. (2013). Current usage of simbiosis and associated terminology. *International Journal of Biology*, 5, 32-45.
- Matthews, B. E. (1998). *An introduction to parasitology*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Mittelbach, G. G. (2012). *Community ecology*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer.
- Noreña, C., Damborenea, C., and Brusa, F. (2015). Phylum Platyhelminthes. En Thorp, J. H. y Roger, D. C. (Eds.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates: Ecology and General Biology Vol. I* (pp. 52-77). Cambridge, Massachusetts, Academic Press
- Olsen, O. W. (1977). *Parasitología animal II. Platelminos, acantocéfalos y nematelmintos*. España: Edit. Aedos.
- Paracer, S. and Ahmadjian, V. (2000). *Symbiosis: an introduction to biological associations*. Nueva York, Estados Unidos de América: Oxford University Press.
- Pineda-López, R. F. y González-Bulnes, L. (1984). Turbelarios de México. II Descripción de un género y especie nuevos de policládidos ectocomensales de Arqueogasterópodos del Pacífico Mexicano. *Universidad y Ciencia*, 1: 25-34.
- Pulido-Flores, G., Monks, S., Falcón-Ordaz, J. y Violante-González, J. (2015). Helmintos parásitos de fauna silvestre en las costas de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, México. En G. Pulido-Flores, S. Monks y M. López-Herrera (Eds.), *Estudios en Biodiversidad Vol. I* (pp. 52-77). Lincoln, Nebraska: Zea Books.
- Purchon, R. D. (1977). *The Biology of the Mollusca*. Gran Bretaña; Pergamon Press Ltd.
- Quintero-Galvis, J. F. (2012). Filogenia molecular de las especies de la familia Neritidae (Gastropoda: Neritimorpha) en el Caribe colombiano con base en los genes mitocondriales citocromo oxidasa I (COI) y 16sRNA. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Del Magdalena. Colombia, Santa Marta.
- Quiroga, S. Y., Bolaños, M., y Litvaitis, M. K. (2004). Policládidos (Platyhelminthes: "Turbellaria") del Atlántico Tropical Occidental. *Biota Colombiana*, 5: 159-172.
- Ramos-Sánchez, M., Bahía, J. and Bastida-Zavala, J. R. (2019). New genus, new species and new records of marine acotylean flatworms (Platyhelminthes: Polycladida: Acotylea) from Oaxaca, southern Mexican Pacific. *Zootaxa* 4700, 30-058.
- Ramos, S. M. (2017). Platelminos policládidos (Platyhelminthes: Rhabditophora) de la costa central de Oaxaca. Tesis licenciatura. Campus Puerto Ángel, Universidad del Mar. México, Oaxaca.

- Rohde, K. (2005). *Marine Parasitology*. Wallingford, Reino Unido: CSIRO Publishing.
- Salgado-Maldonado, G. y López-Jiménez, S. (1980). Observaciones sobre turbelaridos del género *Stylochus* (Polycladida: Stylochidae) recolectados en bancos ostrícolas de San Blas, Nayarit. Descripción de una nueva especie. *Anales del Instituto de Biología de Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 51, 11-28.
- Smith, E. H. (1961). A new comensal polyclad from Panamá. *The Veliger*, 4, 69-70.
- Smith, J. P., Teyler, S., and Rieger, R. M. (1986). Is the Turbellaria polyphyletic? *Hydrobiologia*, 132, 13-21.
- Thiele, J. (1992). *Handbook of Systematic Malacology*. Smithsonian Institution Libraries and The National Science Foundation. Washington, D.C. EUA.
- Towsend, W. D. (2012). *Oceanography and Marine Biology: An introduction to marine science*. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Vázquez-Perera, A. A., Sánchez-Noda, J. y Hevia-Jiménez, Y. (2009). Distribución y preferencia de hábitats de moluscos hospederos intermediarios de *Fasciola hepatica* en Cuba. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 61, 248-253.
- Vital-Arriaga, X. G., Omaña-Guzmán, T. V., Castillo-Díaz, R. A. y Urbano, B. *Temperatura crítica de Nerita scabricosta y Littorina aspera (Mollusca: Gastropoda) de Oaxaca, México*. IV Congreso Mexicano de Ecología. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Villahermosa, Tabasco, México. 18-22 de marzo de 2013 (Cartel).
- Wardle, W. J. (1974). A survey of the occurrence, distribution and incidence of infection of helminth parasites of marine and estuarine mollusca from Galveston, Texas. Tesis doctoral. Texas A&M University. Estados Unidos de América, Texas.
- Wilbur, K. and Yonge, C. (1964). *Physiology of Mollusca (Volume 1)*. Nueva York, Nueva York: Academic Press.
- Williams, G. A. (1994). The relationship between shade and molluscan grazing in structuring communities on a moderately-exposed tropical rocky shore. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 178, 79-95.

Anexo I: Preparación de soluciones y colorante para Platelminotos

Formol al 10%

Formaldehido al 37% (formalina).....100 mL
Agua destilada.....900 mL

Preparación

1. Mezclar la formalina con el agua destilada
2. Conservar en frasco de plástico perfectamente cerrado y etiquetar.

Carmín clorhídrico

Carmín	5g
Ácido clorhídrico	5 cc
Agua destilada	5 cc
Alcohol etílico al 70%	100 cc

Preparación

1. Colocar en un matraz 5 g de carmín (triturado) con 10 mL de ácido clorhídrico, dejarla 1 hora en contacto, después ponerlo en 200 mL de alcohol etílico al 95%. Hervirlo durante 2 horas. Añadir un clavo o pedazo pequeño de fierro no tratado en la solución a flujo. Dejar enfriar y colocar en un frasco.
2. Conservar en frasco de vidrio perfectamente cerrado y etiquetar.

Alcohol ácido

Alcohol etílico al 70%	98 mL
HCL	2 mL

Preparación

1. Colocar los 89 mL de alcohol etílico y posteriormente agregar en una campana de extracción los 2 mL de HCL (ácido clorhídrico) y mezclar cuidadosamente.
2. Conservar en frasco de vidrio perfectamente cerrado y etiquetar.