



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**Micromoluscos asociados con macroalgas del intermareal  
rocoso de Michoacán, Oaxaca y Guerrero, México.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**SILVIA HANSEN BERNAL**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. GERARDO RIVAS LECHUGA**

**2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

1. Datos del alumno.  
Hansen  
Bernal  
Silvia  
56 64 32 95  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
306027325
1. Datos del tutor.  
Dr.  
Gerardo  
Rivas  
Lechuga
2. Datos del sinodal 1.  
Dra.  
Hilda Patricia  
León  
Tejera
3. Datos del sinodal 2.  
Dra.  
María Martha  
Reguero  
Reza
4. Datos del sinodal 3.  
M. en C.  
Brian  
Urbano  
Alonso
5. Datos del sinodal 4.  
Dra.  
María Catalina  
Gómez  
Espinosa
6. Datos del trabajo escrito.  
Micromoluscos asociados con macroalgas del intermareal rocoso de Michoacán,  
Oaxaca y Guerrero, México.  
40p.  
2014

## CONTENIDO

	Página
Resumen	3
Introducción	4
Objetivos	6
Área de estudio	7
<u>Método</u>	
Trabajo de Campo	8
Trabajo de Laboratorio y gabinete	10
Análisis de Datos	11
<u>Resultados</u>	
Composición taxonómica de algas y su categorización arquitectónica	12
Composición taxonómica de micromoluscos	13
Categorización ecológica de las especies de micromoluscos	18
Parámetros ecológico comunitarios	19
Efecto de la arquitectura en los parámetros ecológicos	20
Asociación micromolusco – alga	22
Relación de los parámetros ambientales con los micromoluscos	25
Discusión	26
Conclusiones	32
Bibliografía	34

## RESUMEN

Se estudió la presencia de micromoluscos sobre algas en el ambiente intermareal rocoso en 10 localidades a lo largo del litoral de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca.

Las algas fueron clasificadas de acuerdo con sus características arquitectónicas en las categorías: coralina articulada, talosa erecta, césped no rígido, y talosa arbustiva. Los micromoluscos, por otra parte, se identificaron en su mayoría a nivel de género partiendo de las dificultades que se presentan para su identificación y proponiendo la aplicación de la suficiencia taxonómica, usada previamente en estudios de contaminación.

No se lograron identificar especies de bivalvos microscópicos y se descartaron tanto a los organismos dañados como a aquellos que se consideró eran formas juveniles de moluscos macroscópicos.

Los géneros más abundantes y generalistas fueron *Barleeia* y *Fossarus*. El resto de los micromoluscos se presentaron con mayor frecuencia sobre las categorías de algas coralina articulada y talosa arbustiva. Dichas categorías son intrincadas en su forma de crecimiento y propician la deposición de materia orgánica y la fijación de organismos. En relación con los parámetros ambientales, se observó que los micromoluscos prefirieron sustratos protegidos del oleaje.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos pertenecen al phylum de animales invertebrados representado por cerca de 100 000 especies descritas vivientes y 60 mil extintas (Brusca y Brusca, 2005). Los primeros moluscos existentes datan del Precámbrico, de origen marino y posiblemente de tallas menores a un centímetro de longitud (Monge-Nájera, 2003). Se estima que este grupo se diversificó a partir de un ancestro con una sola valva (Passamaneck *et al.*, 2004). Sus representantes actuales habitan en ambientes marinos, salobres, dulceacuícolas y terrestres (Brusca y Brusca, 2005).

A pesar de su amplia diversidad los moluscos comparten características como un manto con capacidad de secreción de una concha de carbonato de calcio, ctenidios, osfradios, pericardio rodeando al corazón de origen mesodérmico, entre otros (Strum *et al.*, 2006). La radiación adaptativa ha hecho a este grupo de gran importancia en diversos aspectos. Dada su abundancia y diversidad, los moluscos han sido incluidos en estudios de contaminación, metales pesados y residuos de pesticidas, sistemática, biología molecular, taxonomía, paleontología, fisiología y ecología.

Los moluscos acuáticos incluyen en su ciclo de vida con una fase postlarvaria y solo una fracción de estos organismos miden menos de 10 mm en la etapa adulta. A estos últimos se les conoce como micromoluscos (García-Cubas, 1969; Kay, 1980; Giere, 1993; Narciso, 2005; Turner, 2008; Garcés-Salazar, 2011; García-Tello, 2013), siendo los micromoluscos más comunes de las clases Gastropoda y Bivalvia (Sasaki, 2008).

La concha es ampliamente utilizada por los malacólogos para la identificación de moluscos. Particularmente los pelecípodos o bivalvos microscópicos representan un reto pues suelen carecer de caracteres que evidencien la madurez del organismo (Sasaki, 2008).

Los micromoluscos se han estudiado más en los sedimentos marinos debido a que sus conchas permanecen sin alteraciones por largos periodos de tiempo, en grandes cantidades y se les considera buenos indicadores de la estructura de las comunidades del bentos e incluso como reflejo de alteraciones ambientales (Kay, 1980). En comparación con las especies de moluscos de mayor talla, los micromoluscos han sido poco estudiados, consecuentemente su presencia en microhábitats distintos a los sedimentos, como los son

los intersticios de las macroalgas y de los invertebrados sésiles han sido menos explorados aún. De igual forma, existen aún pocos estudios que incluyen material vivo y la información que se presenta sobre el microhábitat al que se encuentran asociados es insuficiente.

Debido a sus agregados de materia orgánica los intersticios de las macroalgas son importantes como refugio, sitios de refugio para animales suspensívoros y fuente de alimentación (Graham, 1991). En este tipo de microhábitat se ha identificado un efecto en la estructura de las poblaciones de macroalgas por acción de ciertos moluscos, particularmente aquellos de hábitos herbívoros (Underwood, 1981). De igual forma, se reconoce que las algas pueden tener una influencia limitante para el desplazamiento de los moluscos o favorable para su fijación, dependiendo de su textura y forma de crecimiento, a lo que se denomina arquitectura (Chemello, 2002).

La distribución y abundancia de las macroalgas en el intermareal rocoso, dependen en buena medida de factores abióticos, como son: fluctuaciones en la exposición e intensidad del oleaje, periodos de desecación, radiación solar y temperatura, entre otros (Cubit, 1984). La zona intermareal es aquella porción del litoral rocoso entre la pleamar y la bajamar (Helmuth, 2001) por lo que se trata de una franja dinámica con oscilaciones diarias y anuales.

El litoral del Pacífico tropical mexicano se caracterizan por sus frecuentes extensiones rocosas con una considerable riqueza de algas (González-González en Salazar-Vallejo, 1993), lo que conlleva a considerar dicha región con un interesante potencial de estudio desde el punto de vista taxonómico, ecológico y biogeográfico, particularmente en aquellos grupos de invertebrados asociados con algas y de los cuales se tiene muy poco conocimiento de su biología.

Los estudios sobre micromoluscos en México son muy escasos. Algunos de los trabajos que se han hecho incluyen los de García-Cubas (1969), Holguín-Quiñones, 2006; Garcés-Salazar (2011) y García-Tello (2013). Sin embargo, en ninguno de los trabajos antes mencionados se contempla de forma explícita a los intersticios de las macroalgas como sustrato de los micromoluscos.

En este trabajo se propone ampliar el conocimiento taxonómico de los micromoluscos de México, en cuyos litorales se reconoce una alta diversidad (Holguín-Quñones, 2006). También se pretende analizar el nivel de asociación que presentan los micromoluscos con las macroalgas del intermareal rocoso de diez localidades del Pacífico tropical mexicano.

### **OBJETIVOS**

- Determinar la composición taxonómica de micromoluscos asociados con macroalgas del intermareal rocoso del Pacífico tropical mexicano.
- Establecer las posibles preferencias de sustrato entre los grupos de micromoluscos con base en la arquitectura de las macroalgas.
- Analizar el efecto de la arquitectura de las algas y de los factores ambientales en los parámetros ecológicos comunitarios de los micromoluscos.

## ÁREA DE ESTUDIO

El Pacífico Tropical Mexicano (PTM) es una provincia de la región biogeográfica denominada Pacífico Oriental Tropical (Medrano *et al.*, 2007). Sus costas tienen una extensión total de 1500 km<sup>2</sup> y se ven influidas por la corriente de Costa Rica proveniente de Sudamérica en dirección norte y la corriente de California con dirección sur. El sistema de corrientes menores cambia su posición dependiendo de la época del año (Aguirre-Gómez, 2001; Barbosa-Saldaña, 2013) y tiene por consecuencia que la zona sea rica en nutrientes, de temperaturas cálidas y por lo tanto, con abundante diversidad biológica.

Geomorfológicamente, el PTM incluye una cantidad considerable de playas rocosas debido al efecto de la subducción de la placa de Cocos por debajo de la Trinchera Mesoamericana y las placas del Caribe y Norte América (Molnar *et al.*, 1969). Esta provincia biogeográfica incluye litorales de los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

En el caso de la costa del estado de Michoacán destacan la desembocadura del río Lerma y la del río Balsas. Su región litoral se extiende alrededor de 213 km y su temperatura promedio es de 22.2 °C. El clima es cálido subhúmedo, templado-subhúmedo, semicálido con lluvias en verano y semiseco (INEGI, 2010).

El litoral del estado de Guerrero tiene una extensión de 500 km desde la desembocadura del Río Balsas en el noreste y hasta el límite del municipio de Cuajinicuilapa en el sureste. El relieve submarino es de pronunciado declive y se presenta una plataforma continental de cerca de 5400 km<sup>2</sup>. Predomina en el estado un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w) y temperatura media anual alrededor de los 18.5 °C. La precipitación pluvial anual oscila alrededor de los 800 y 1200 mm (COPLAMAR, 1978), siendo la época de lluvias entre mayo y octubre (SEPLAP, 1985).

El estado de Oaxaca posee una extensión litoral de 568 km. El sistema lagunar es muy extenso y entre los principales depósitos de agua se encuentran los de Chacahua y Minialtepec, además de las lagunas Superior e Inferior en el Istmo de Tehuantepec (Berumen-Barbosa, 2003).

El clima es cálido subhúmedo en toda la zona costera. La temperatura media anual del estado es de 22 °C. La precipitación media es de 1550 mm anuales y la época de lluvias se presenta entre junio y octubre (INEGI, 2010).

## **MÉTODO**

### **Actividades de campo**

Para el presente estudio se seleccionaron 30 muestras recolectadas en las localidades de Punta San Telmo, Faro de Bucerías y Maruata (en el estado de Michoacán de Ocampo); El Palmar, Pie de la Cuesta, Playa Ventura, Punta Maldonado y Las Peñitas (en el estado de Guerrero) y Puerto Angelito y Zicatela (en el estado de Oaxaca). La ubicación de dichas localidades se muestra en la Figura 1 y la geoposición en la tabla 1.

Para la recolección se utilizaron cinceles, martillos o espátulas, dependiendo de la microtopografía del sustrato rocoso. Las muestras se colocaron en frascos de plástico de 250 mL y fijadas en etanol al 80% antes de transportarlas al laboratorio. Para cada una se anotaron los valores de tres parámetros ambientales: nivel medio de marea (mesomareal alto, mesomareal medio y mesomareal bajo), grado de inclinación del sustrato (vertical, horizontal e inclinado) y grado de protección al oleaje (protegido y expuesto).

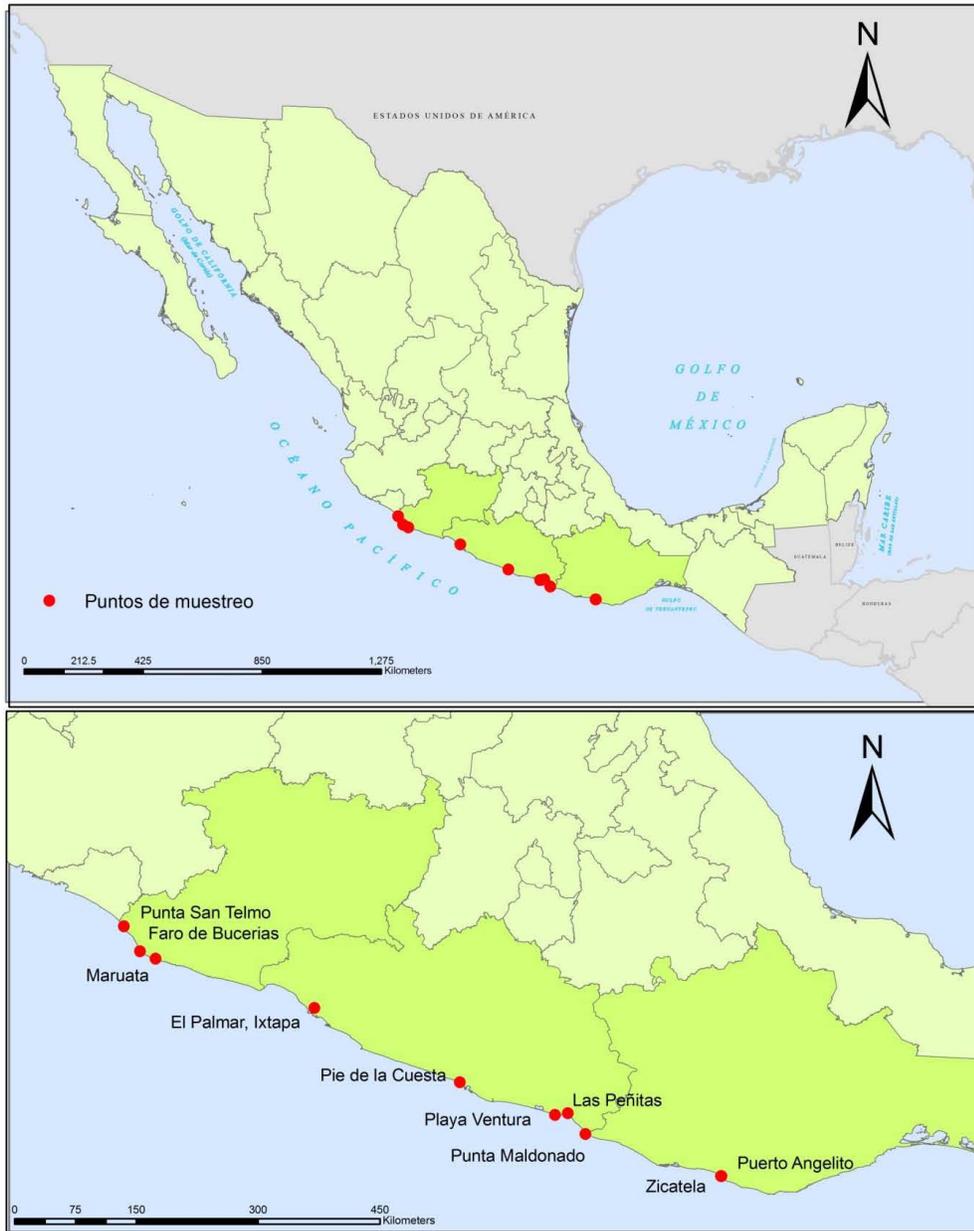


Figura 1. Mapa de ubicación de las localidades de recolección.

Tabla 1. Ubicación geográfica de las diez localidades del trabajo.

	Localidad	Estado	Municipio	Longitud	Latitud
1	Punta San Telmo	Michoacán	Coahuayana	103° 41' 03''	18° 37' 32''
2	Faro de Bucerías	Michoacán	Aquila	103° 30' 25''	18° 21' 2''
3	Maruata	Michoacán	Aquila	103° 20' 00''	18° 16' 00''
4	El Palmar, Ixtapa	Guerrero	Eduardo Neri	101° 34' 36''	17° 43' 22''
5	Pie de la Cuesta	Guerrero	Atoyac de Juárez	99° 57' 10''	17° 00' 23''
6	Playa Ventura	Guerrero	Copala	98° 54' 50''	16° 32' 17''
7	Las Peñitas	Guerrero	Azoyu	98° 46' 19''	16° 33' 19''
8	Punta Maldonado	Guerrero	Cuajinicuilapa	98° 34' 36''	16° 19' 32''
9	Puerto Angelito	Oaxaca	San Pedro Pochutla	97° 04' 28''	15° 51' 23''
10	Zicatela	Oaxaca	San Pedro Mixtepec	97° 04' 39''	15° 51' 39''

### Actividades de laboratorio

Las muestras fueron colocadas en un matraz de dos litros, agitadas vigorosamente y la materia orgánica decantada fue revisada utilizando un microscopio estereoscópico. Los organismos fueron separados en grupos taxonómicos y colocados en viales con alcohol etílico al 80% hasta su identificación.

Las algas fueron identificadas a nivel de género y cuando fue posible a nivel de especie, por el Dr. Daniel León Álvarez y el M. en C. Carlos Candelaria Silva. Ambos de la Sección de Algas del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Los micromoluscos se determinaron taxonómicamente utilizando como carácter principal la concha y empleando como referencia los trabajos de Keen (1971), Abbott (1974) y Garcés-Salazar (2011), entre otros. Aquellos moluscos considerados como estadios inmaduros de especies macroscópicas no fueron considerados.

## **Análisis de datos**

Con los datos de abundancia y de frecuencia, se realizó un gráfico bidimensional con el método de Olmstey-Tukey para obtener una categorización ecológica de las especies de micromoluscos y así determinar las especies ocasionales, dominantes, raras y constantes.

Partiendo de la riqueza y la abundancia de micromoluscos en cada muestra se calculó el índice de Pielou (1969) y el índice de diversidad de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) utilizando el programa Microsoft Excel 2010.

Se realizó una clasificación arquitectónica de las algas para tener un número de categorías reducida, susceptible de validarse estadísticamente. Cabe señalar que esta clasificación difiere de los grupos funcionales manejados por Litter *et al.* (1984) y Steneck *et al.* (1994), sino fue una categorización considerando la estructura, la rigidez que de alguna forma reflejara tipos de hábitat para los micromoluscos y otros invertebrados pequeños.

Se evaluó el efecto de la arquitectura sobre la riqueza, la abundancia, la equidad y la diversidad a través de una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y en aquellos parámetros donde hubiera diferencias significativas se procedió a hacer pruebas posteriores de comparaciones múltiples.

Con las mismas categorías arquitectónicas se analizó la asociación entre taxones de micromoluscos (géneros y familias) y las algas (géneros y grupo arquitectónico) mediante un análisis factorial de correspondencias. Los análisis (tanto las pruebas no paramétricas como los factoriales de correspondencias) se realizaron con el paquete Statsoft Inc. 2011. Statistica, Versión 10. Tulsa, Oklahoma, EUA.

Para determinar las eventuales diferencias significativas entre los parámetros comunitarios en las distintas condiciones ambientales (grado de exposición al oleaje y grado de inclinación) se realizó una prueba de Mann-Whitney y una de Kruskal-Wallis respectivamente.

## RESULTADOS

### Composición taxonómica de algas y su categorización arquitectónica

Los micromoluscos se encontraron sobre algas de las divisiones: Heteroncontophyta, representado especies de cuatro géneros; Rhodophyta, con especies de diez géneros; y Chlorophyta, con especies de un solo género. Las algas analizadas encontradas corresponden a 19 especies (Cuadro 2).

De las 30 muestras revisadas, se descartaron un total de 10 muestras, ya sea porque sólo tuvieron formas juveniles de especies no consideradas como micromoluscos, o bien porque no presentaron moluscos de ningún tipo.

Las muestras descartadas por presentar solo estadios juveniles corresponden a las siguientes especies de macroalgas: *Jania pacifica*, *Padina durvillae*, *Laurencia* sp., *Amphiora* sp., *Tayloriella dictirus* y *Chnoospora minima*. Una de las muestras carecen de moluscos, dicha muestra tiene por sustrato algal a *Sargassum liebmanii*. Dada la diversidad morfológica estructural de las algas recolectadas se establecieron las siguientes cuatro categorías arquitectónicas:

Algas coralinas articuladas. Presentan una estructura rígida y una forma de crecimiento intrincado. Incluye los géneros *Jania* y *Amphiroa*.

Talosa erecta. Son algas de aspecto filamentosos con poca tendencia a desarrollar ramificaciones como los géneros *Chaetomorpha* y *Chnoospora*.

Césped no rígido. Algas con filamentos no rígidos, con pocas ramificaciones que incluye a los géneros *Ceramium*, *Tayloriella*, *Hinckesia*, *Gelidium*, *Gymnogongrus* y *Gracilaria*.

Talosa arbustiva. Aquellas que se presentan muy ramificadas y en patrones intrincados, con una consistencia suave. Incluye los géneros *Hypnea*, *Chondria* y *Laurencia*.

La composición de las algas por muestra, así como sus respectivas condiciones microambientales se presentan en la tabla 2.

Cuadro 2. Número de muestra, sustrato algal y parámetros ambientales: nivel de marea N.M. (MA mesomareal alta, MM mesomareal media y MB mesomareal baja), exposición al oleaje Ex. (E expuesto y P protegido) e inclinación de la superficie Inc. (V vertical, I inclinado, H horizontal).

No.	Algas	Parámetros			Localidad
		N.M.	Ex.	Inc.	
1	<i>Chnoospora minima</i>	MA	P	V	San Telmo, Mich.
2	<i>Ceramium</i> sp.	MM	E	I	Bucerías, Mich.
3	<i>Chnoospora minima</i>	MM	E	I	
4	<i>Chaetomorpha antenina</i>	MB	E	V	Maruata, Mich.
5	<i>Jania</i> sp., <i>Gelidium</i> sp. y <i>Amphiroa</i> sp.	MM	P	I	El Palmar, Ziguatanejo, Gro.
6	<i>Chaetomorpha</i> sp.	MB	E	I	Pie de la Cuesta, Gro.
7	<i>Chnoospora minima</i>	MA	P	I	Playa Ventura, Gro.
8	<i>Chondria</i> sp.	MM	P	I	
9	<i>Laurencia</i> sp.	MM	P	I	
10	<i>Hypnea spinella</i>	MM	P	I	
11	<i>Tayloriella dyctiurus</i> <i>Gymnogongrus johnstonii</i>	y MM	E	H	Las Peñitas, Gro.
12	<i>Hinckia breviarticulata</i> <i>Gymnogongrus jhonstonii</i>	y MM	P	I	
13	<i>Laurencia</i> sp.	MM	P	H	Maldonado, Gro.
14	<i>Gracilaria</i> sp.	MM	P	I	
15	<i>Jania tenella</i> y <i>Laurencia</i> sp.	MM	P	H	
16	<i>Hypnea</i> sp.	MM	P	H	Puerto Angelito, Oax.
17	<i>Amphiroa</i> sp.	MM	P	H	
18	<i>Amphiroa</i> sp.	MA	P	I	Zicatela, Oax.
19	<i>Amphiroa</i> sp.	MM	P	H	
20	<i>Hypnea</i> sp.	MM	P	H	

### Composición taxonómica de micromoluscos

Se obtuvieron un total de 1906 individuos, identificados dentro 33 especies de 17 géneros, 12 familias y 2 órdenes pertenecientes a una sola clase: Gastropoda. Los ejemplares de la clase Bivalvia que se encontraron corresponden a individuos inmaduros por lo que no fueron considerados para los posteriores análisis.

Tomando la concha se identificaron los organismos hasta nivel de género y en algunos casos hasta nivel de especie. A continuación se listan las especies identificadas, según el arreglo sistemático de Skoglund (2002) y de Bouchet y Rocroi (2005).

Phylum MOLLUSCA Linnaeus, 1758

Clase GASTROPODA Cuvier, 1795

Subclase PATELLOGASTROPODA Lindberg, 1986

Suborden VETIGASTROPODA Salvini-Plawén, 1980

Superfamilia FISSURELLOIDEA J. Fleming, 1822

Familia FISSURELLIDAE J. Fleming, 1822

Subfamilia FISSURELLINAE J. Fleming, 1822

Género *Puncturella* Lowe, 1827

1. *Puncturella* sp.1

2. *Puncturella* sp. 2

Orden PATELLOGASTROPODA Lindberg, 1988

Suborden PATELLINA von Ihering, 1876

Superfamilia ACMAEOIDEA Forbes, 1850

Familia LOTTIIDAE J. E. Gray, 1840

Subfamilia LOTTIINAE J. E. Gray, 1840

Tribu LOTTIINI Lindberg, 1988

Género *Lottia* Sowerby I, 1834

3. *Lottia atrata* Carpenter, 1857

Subclase CAENOGASTROPODA Warén y Bouchet, 2001

Orden NEOTAENIOGLOSSA Haller, 1882

Suborden DISCOPODA Fischer, 1884

Familia BARLEEIDAE Gray, 1857

Género *Barleeia* Gray, 1857

4. *Barleeia chefia* Gofas, 1995

5. *Barleeia subtenuis* W. Clark, 1853

6. *Barleeia tincta* Guppy, 1895

7. *Barleeia* sp. 1

8. *Barleeia* sp. 2

- 9. *Barleeia* sp. 3
- 10. *Barleeia* sp.4
- 11. *Barleeia* sp. 5

Género *Caelatura* Conrad, 1865

- 12. *Caelatura* sp. 1

Familia CAECIDAE J. E. Gray, 1950.

Género *Caecum* C. A. Fleming, 1813.

- 13. *Caecum* sp.1
- 14. *Caecum* (*Caecum*) *bahiahondaense* Strong & Hertlein, 1939
- 15. *Caecum* (*Caecum*) *quadratum* Carpenter, 1857

Género *Fartulum* Carpenter, 1857

- 16. *Fartulum* (*Fartulum*) *dextroversum* Carpenter, 1857
- 17. *Fartulum* (*Fartulum*) cf. *leave* C. B. Adams, 1852

Superfamilia LITTORINOIDEA Children, 1834

Familia LITTORINIDAE Children, 1834

Subfamilia LITTORININAE J. E. Gray, 1840

Género *Littorina* Férussac, 1822

- 18. *Littorina atrata* C. B. Adams, 1852
- 19. *Littorina dubiosa* C. B. Adams, 1852

Superfamilia CERITHIOIDEA J. Fleming, 1822

Familia PLANAXIDAE J. E. Gray, 1850

Subfamilia FOSSARINAE Troschel, 1861

Género *Fossarus* Philippi, 1841

- 20. *Fossarus ambiguus* Linnaeus, 1758
- 21. *Fossarus* sp. 1
- 22. *Fossarus* sp. 2

Superfamilia CALYPTRAEOIDEA Lamarck, 1799

Familia CALYPTRAEIDAE Lamarck, 1809

Género *Crepidula* Lamarck, 1799

- 23. *Crepidula* sp.

Superfamilia VELUTINOIDEA J. E. Gray, 1840

Familia VELUTINIDAE J. E. Gray, 1840

Género *Velutina* Fleming, 1820

- 24. *Velutina* sp.

Superfamilia TRIPHOROIDEA J. E. Gray, 1847

Familia CERITHIOPSIDAE H. & A. Adams, 1853

Género *Cerithiopsis* Forbes & Hanley, 1850

25. *Cerithiopsis* sp.

Familia TRIPHORIDAE J. E. Gray, 1847

Subfamilia TRIPHORINAE J. E. Gray, 1847

Género *Triphora* Blainville, 1828

26. *Triphora* sp.

Subclase HETEROBRANCHIA J. E. Gray, 1840

Orden HETEROSTROPHA Fischer, 1885

Superfamilia PYRAMIDELLOIDEA J. E. Gray, 1840

Familia PYRAMIDELLIDAE J. E. Gray, 1840

Género *Cyclostremella* Bush, 1897

27. *Cyclostremella* sp.

Género *Miralda* A. Adams, 1864

28. *Miralda* sp.

Subfamilia PYRAMIDELLINAE J. E. Gray, 1840

Género *Pyramidella* Lamarck, 1799

29. *Pyramidella* sp.

Subclase CAENOGASTROPODA Warren y Bouchet, 1986

Orden LITTORINIMORPHA Golikov & Starobogatov, 1975

Superfamilia VELUTINOIDEA J. E. Gray, 1840

Familia VELUTINIDAE J. E. Gray, 1840

Género *Vitrinella* C. B. Adams, 1850

30. *Vitrinella* sp.

Superfamilia TRUCATELLOIDEA

Familia TORNIDAE

Género *Solariorbis* Conrad, 1865

31. *Solariorbis* sp. 1

32. *Solariorbis* sp. 2

33. *Solariorbis* sp. 3

### Distribución geográfica de los micromoluscos

Se encontraron micromoluscos en las diez localidades del área de estudio (Cuadro 3). El número de especies de micromoluscos fue más alto en el estado de Oaxaca, tanto en Puerto Angelito como en Zicatela, con 18 y 15 especies respectivamente. El segundo estado con mayor número de especies es Guerrero, con la mayor riqueza en las localidades de El Palmar - Ixtapa y Pie de la Cuesta con 8 y 5 especies respectivamente. El estado que presentó la menor diversidad fue Michoacán de Ocampo, con un máximo de cuatro especies de micromoluscos en Bucerías.

El género *Fossarus* fue el más ampliamente distribuido. Se le encontró en seis localidades diferentes del área de estudio. El segundo género más abundante fue *Barleeia*, presente en cinco localidades.

Cuadro 3. Distribución de los moluscos por localidad.

	San Telmo, Mich.	Bucerías, Mich.	Maruata, Mich.	El Palmar, Zihuatanejo, Gro.	Pie de la Cuesta, Gro.	Playa Ventura, Gro.	Las Peñitas, Gro.	Maldonado Gro.	Puerto Angelito, Oax.	Zicatela, Oax.
<i>Barleeia cheifae</i>								X		
<i>Barleeia subtenuis</i>		X				X		X	X	
<i>Barleeia tincta</i>							X			
<i>Barleeia</i> sp. 1		X		X		X		X		
<i>Barleeia</i> sp. 2								X		
<i>Barleeia</i> sp. 3								X		
<i>Barleeia</i> sp. 4	X									
<i>Barleeia</i> sp. 5									X	
<i>Far tulum dextroversum</i>				X				X	X	
<i>Caecum bahiahondaense</i>						X		X		
<i>Caecum quadratum</i>				X						
<i>Caecum</i> sp.									X	
<i>Caelatura</i> sp.							X			
<i>Certhiopsis</i> sp.				X						
<i>Crepidula</i> sp.								X		
<i>Cyclostremella</i> sp.								X		
<i>Far tulum laeve</i>								X		
<i>Fossarus ambiguus</i>							X	X	X	
<i>Fossarus</i> sp. 1			X	X	X		X	X	X	
<i>Fossarus</i> sp. 2									X	
<i>Fossarus</i> sp. 3									X	
<i>Littorina dubiosa</i>		X								
<i>Lottia atrata</i>									X	
<i>Miralda</i> sp.				X						
<i>Puncturella</i> sp. 1						X		X		
<i>Puncturella</i> sp. 2							X	X		
<i>Pyramidella</i> sp.				X					X	
<i>Solariorbis</i> sp. 1				X				X	X	
<i>Solariorbis</i> sp. 2									X	
<i>Solariorbis</i> sp. 3									X	
<i>Triphora</i> sp.									X	
<i>Velutina</i> sp.								X		
<i>Vitrinella</i> sp.					X			X		
Total	1	4	1	8	5	4	4	4	18	15

### Categorización ecológica de las especies de micromoluscos

A partir del gráfico bidimensional por el método de Olmstey - Tukey (Fig. 1) se obtuvo que *Barleeia subtenuis*, *Barleeia* sp.1, *Fartulum dextroversum* y *Fossarus ambiguus* fueron DOMINANTES; no se obtuvieron especies OCASIONALES; las especies CONSTANTES fueron *Solariorbis* sp. 3, *Miralda* sp., *Puncturella punctata*, *Puncturella* sp. y *Fartulum laeve*; y el resto de las especies se clasificaron como RARAS (especies 2-4, 6, 8-15, 18, 19, 21-27, 29-32 del listado anterior).

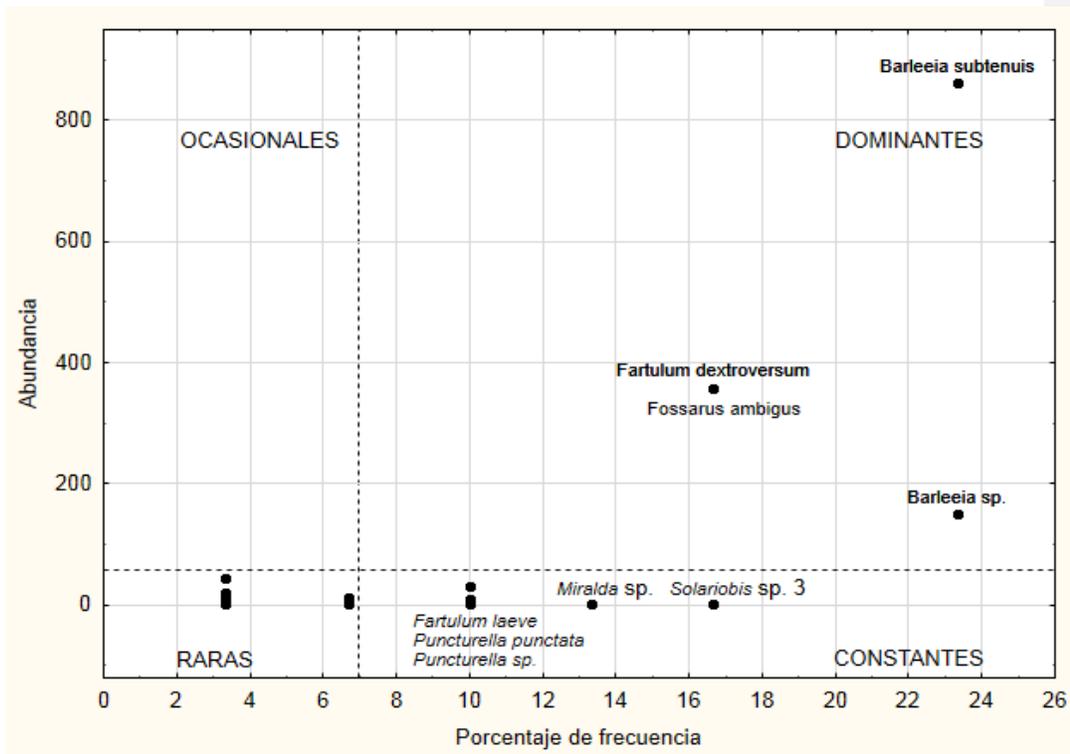


Figura 1. Categorización ecológica de las especies de micromoluscos de las localidades del área de estudio.

**Comentario [y1]:** Dentro de la figura corregir *Solariorbis*

### Parámetros ecológicos y comunitarios

Los valores de riqueza, abundancia, equidad y diversidad de Shannon para cada una de las muestras se presentan en el Cuadro 3. La riqueza de micromoluscos es de entre 1 y 11 especies por muestra. Generalmente dicha riqueza fue baja en la mayoría de las muestras, con la excepción de algunas como las que tenían al alga rodofita *Amphiroa* sp. que presentó la riqueza máxima de moluscos asociados.

Las muestras con las algas rodofitas *Amphiroa* sp. e *Hypnea* sp. (números 16, 17, 18, 19 y 20) fueron las que presentaron mayor abundancia de micromoluscos (Cuadro 3). La equidad máxima se obtuvo en una muestra con *Ceramium* sp. de Bucerías, estado de Michoacán y la mínima en *Amphiroa* sp. de Puerto Angelito en Oaxaca.

La diversidad ecológica máxima fue de 1.44 bits/individuo y se observó en una muestra del alga *Jania* sp. y *Gelidium* sp. y *Amphiroa* sp. correspondientes a Ixtapa Zihuatanejo, Guerrero. La menor diversidad fue de 0.2836 bits/individuo y se presentó en una muestra de *Amphiroa* sp. para la localidad de Puerto Angelito, Oaxaca.

Cuadro 4. Riqueza (S), Abundancia (N), equidad de Pileou (J') y diversidad de Shannon (H') de micromoluscos por muestra.

Muestra	S	N	J'	H'
1	1	1		0
2	2	2	1	0.6931
3	2	6	0.65002242	0.4506
4	1	1		0
5	1	1		0
6	2	30	0.46899559	0.3251
7	1	12		0
8	1	14		0
9	1	3		0
10	1	8		0
11	1	1		0
12	1	4		0
13	3	10	0.86497352	0.9503
14	2	16	0.54356444	0.3768
15	7	31	0.66752328	1.2989
16	6	98	0.15829304	0.2836
17	11	264	0.11983654	0.2874
18	9	313	0.2044924	0.4493
19	9	772	0.53051807	1.1657
20	7	121	0.74259337	1.4450

### Efecto de la arquitectura de las algas en los parámetros ecológicos

La arquitectura de las algas (descrita a partir de las diferentes categorías: coralina articulada, talosa erecta, césped no rígido y talosa arbustiva) tuvo un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) en la riqueza y en la abundancia, pero no en la diversidad y en la equidad de micromoluscos:

	Prueba de Kruskal-Wallis	p
Riqueza (S)	H ( 3, n= 20) =10.41603	0.0153 *
Abundancia (N)	H ( 3, n= 20) =10.67754	0.0153 *
Diversidad (J')	H ( 3, n= 11) =2.803030	0.4230
Equitatividad (H')	H ( 3, n= 20) =4.781405	0.1885

En la figura 2 se muestra el comportamiento (medidas de tendencia central y de dispersión) de la riqueza de especies y la abundancia para las categorías arquitectónicas de las algas, siendo la de coralina articulada y talosa arbustiva las de mayor abundancia y riqueza de micromoluscos.

Las pruebas posteriores de comparaciones múltiples se muestran en los Cuadros 6 y 7. Para la riqueza de las muestras (Cuadro 6) se obtuvieron diferencias significativas entre las categorías “coralina articulada” y “talosa erecta” ( $p < 0.05$ ) con respecto a la riqueza de micromoluscos.

riqueza	Césped no rígido	Coralina articulada	Talosa arbustiva	Talosa erecta
Césped no rígido	0.0621			
C. articulada	1.0000	0.849473		
Talosa arbustiva	1.0000	0.042987*	1.0000	
Talosa erecta	1.0000			

abundancia	Césped no rígido	Coralina articulada	Talosa arbustiva	Talosa erecta
Césped no rígido	2.5512			
C. articulada	1.8961	0.6948		
Talosa arbustiva	0.1854	2.6286	1.9028	
Talosa erecta				

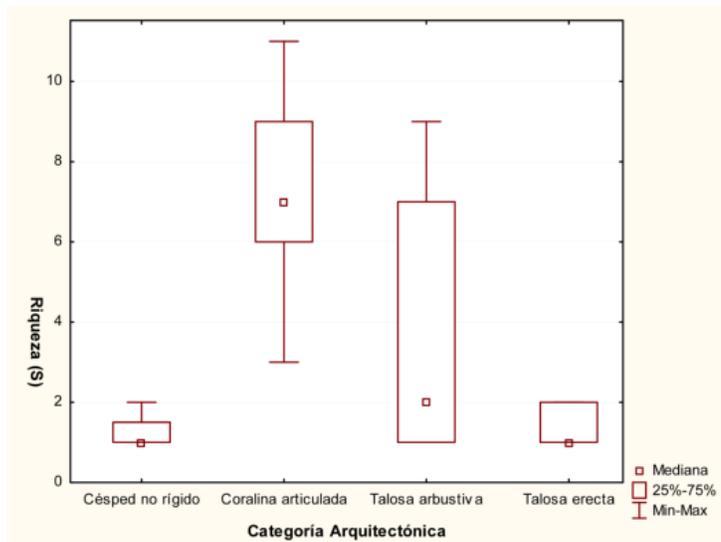
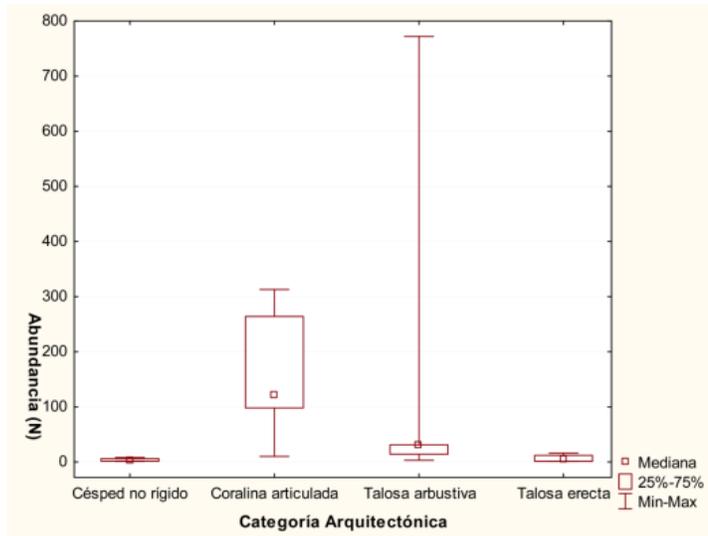


Figura 2. Abundancia y riqueza de micromoluscos para las diferentes categorías arquitectónicas de las algas.

### Asociación micromolusco - alga

Se realizaron análisis factoriales de correspondencias empleando los géneros de micromoluscos y de algas encontrados en las muestras y posteriormente se repitió el mismo análisis agrupando a los primeros en familias.

Se obtuvo una dependencia significativa entre el género de alga y el género de micromolusco ( $\chi^2=63778.8$ ,  $gl=841$ ,  $p<0.05$ ). Las asociaciones se muestran en la figura 2 (A) y se listan a continuación:

Asociación	Género de micromolusco	Géneros de algas
1	<i>Littorina</i>	<i>Ceramium</i>
2	<i>Puncturella</i>	<i>Tayloriella</i> y <i>Gymnogongrus</i>
3	<i>Caelatura</i>	<i>Chnoospora</i> y <i>Laurencia</i>

Al realizar el análisis de correspondencia agrupando a los géneros de micromoluscos en familias se obtuvo una dependencia significativa ( $\chi^2=3315.47$ ,  $gl=132$ ,  $p<0.05$ ). Las agrupaciones se muestran en la figura 2 (B) y se listan a continuación:

Asociación	familia de micromolusco	Género de alga
1	<i>Littorinidae</i>	<i>Ceramium</i>
2	<i>Fissurellidae</i>	<i>Tayloriella</i> y <i>Gymnogongrus</i>

Para las eventuales asociaciones entre géneros de micromoluscos y categoría arquitectónica de las algas, se obtuvo una dependencia significativa ( $\chi^2=1099.35$ ,  $gl=48$ ,  $p<0.05$ ) y se definieron las asociaciones que se muestran en la figura 3 y se listan a continuación:

Asociación	categoría arquitectónica de las algas	Género de micromolusco
1	Coralina articulada	<i>Barleeia</i> y <i>Caecum</i>

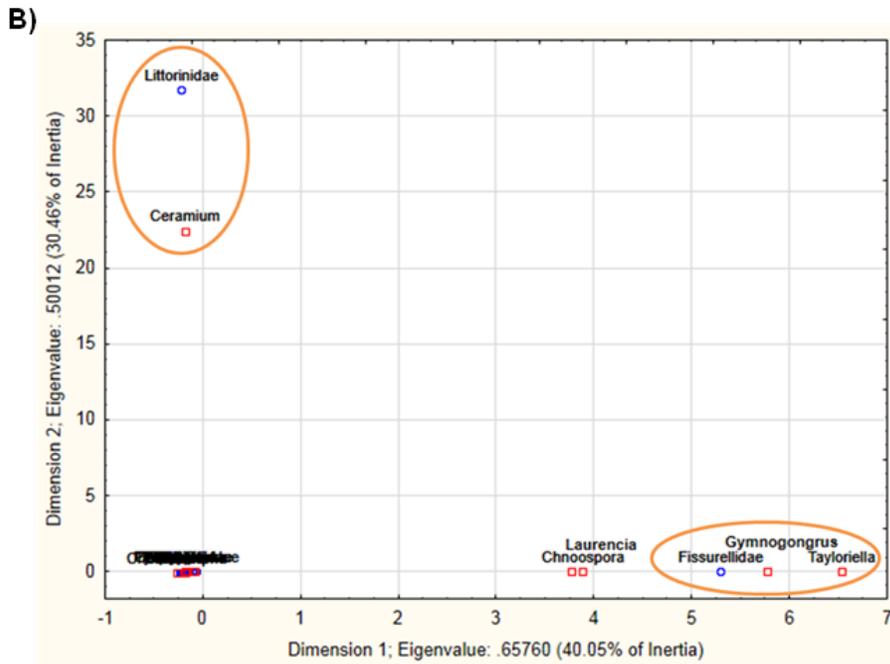
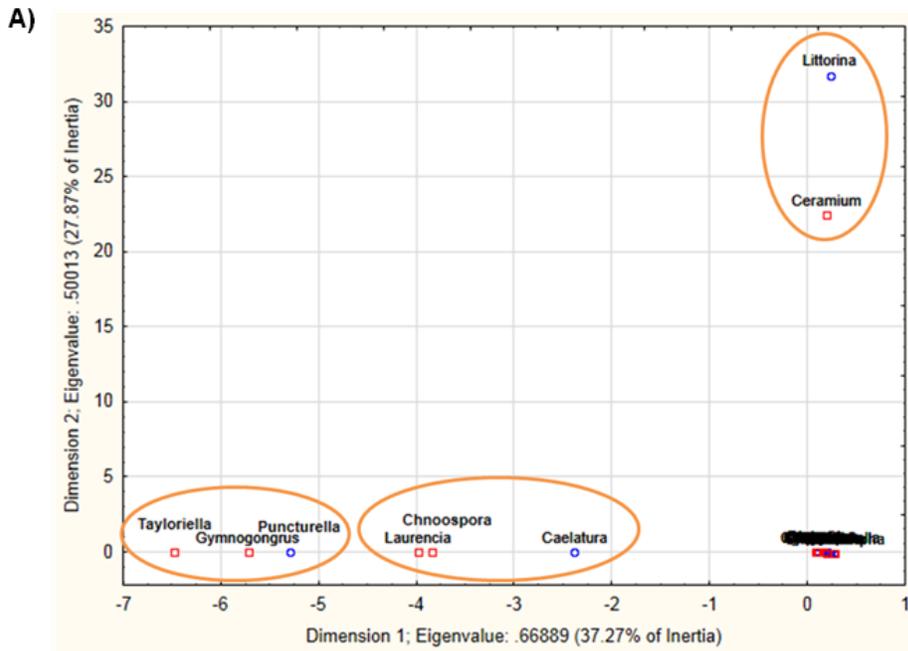


Figura 2. Análisis factorial de correspondencias, para las asociaciones entre (A) géneros de micromoluscos y de algas (B) familias de micromoluscos y géneros de algas.

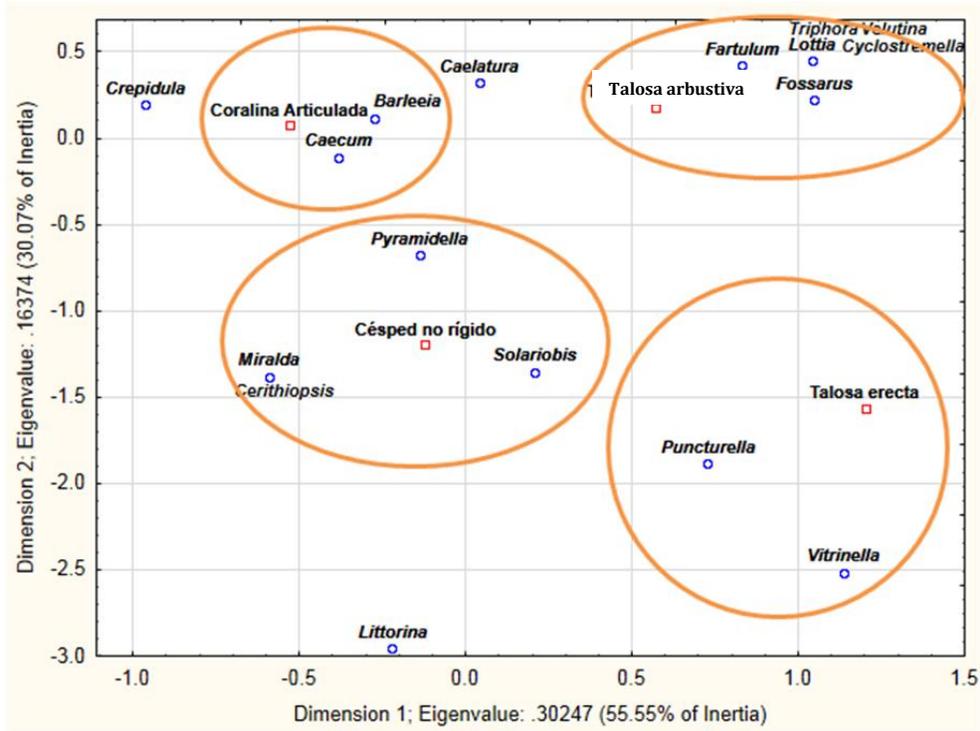


Figura 3. Análisis de correspondencia utilizando las variables género de moluscos y las categorías arquitectónicas de las algas.

### Relación de los parámetros ambientales con los micromoluscos

Los parámetros microambientales disponibles fueron: nivel medio de marea, grado de exposición al oleaje e inclinación del sustrato rocoso. Para establecer dependencia entre los parámetros microambientales y los géneros de moluscos se realizó un análisis de correlación, que resultó significativo ( $\chi^2=48925.3$ ,  $gl=625$ ,  $p<0.05$ ).

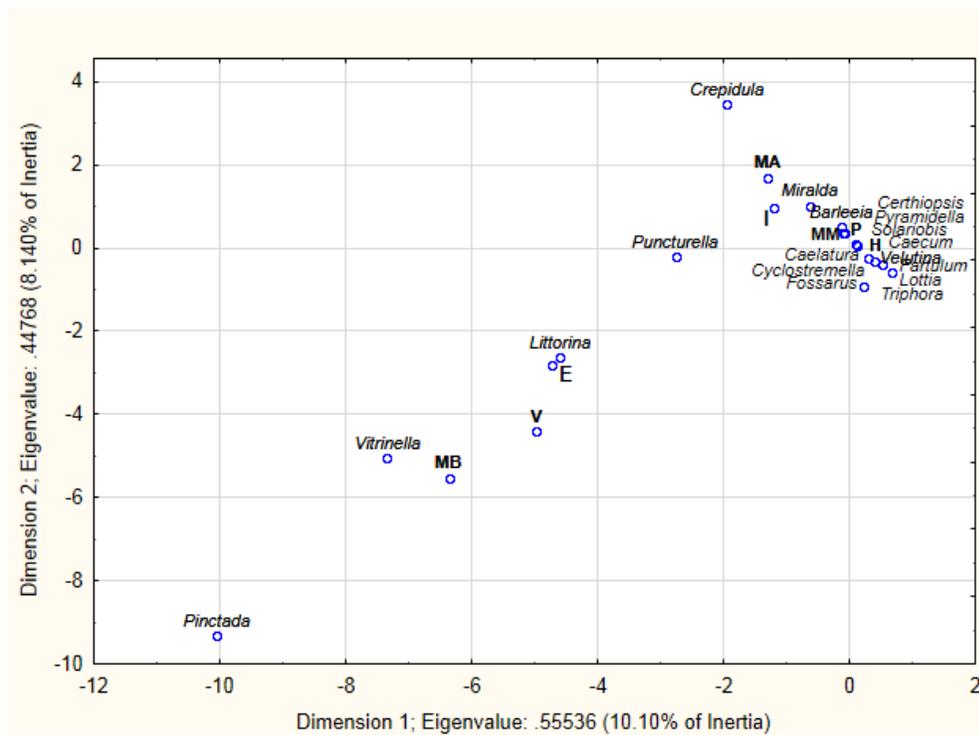


Figura 4. Análisis de correspondencia multivariado para los parámetros microambientales y los géneros de micromoluscos.

El nivel mesomareal medio obtuvo la mayor cantidad de géneros asociados, ya sea que la superficie fuese horizontal o inclinada. Mientras tanto, aquellas muestras expuestas al oleaje y en sustratos verticales se observan con menor presencia de micromoluscos.

Al realizar una prueba de Mann-Whitney (análoga a la que se empleó para la arquitectura pero utilizando los parámetros microambientales) se obtuvo una diferencia significativa para la abundancia entre los ambientes protegidos respecto de los no protegidos ( $U=17$ ,  $p<0.05$ ). No fue así para el resto de los parámetros comunitarios: riqueza, equidad y diversidad:

Variable	Prueba de Mann Whitney	p
S	22	0.1077
N	17	0.0433*
J'	3	0.1948
H'	30	0.3428

En el caso del grado de inclinación, no hubo diferencias significativas para ninguno de los parámetros comunitarios. No se procedió a comparar los niveles medios de marea, debido a que el 80 % de las muestras correspondieron a una sola categoría: mesomareal medio.

## DISCUSIÓN

El conocimiento taxonómico del phylum Mollusca en México ha tenido avances significativos, sin embargo y a pesar de la importancia del grupo no existen listados que engloben la riqueza nacional, o bien la de las costas mexicanas del lado del Océano Pacífico. Reguero-Reza y García Cubas (1993) dan un estimado de 2500 especies de moluscos para el Pacífico mexicano, donde se incluyen a todas las clases de moluscos.

Keen (1971) realizó el primer inventario extensivo de fauna malacológica para las costas del Pacífico de América, además del trabajo de Skoglund (2000) para la provincia Panámica. Sin embargo, la mayoría de los trabajos hechos en el Pacífico mexicano tienden a enfocarse en un nivel local, generalmente en sedimentos, lo que dificulta tener referentes de comparación con lo obtenido en la presente tesis.

En estudios donde se incluyen micromoluscos, las dificultades en la identificación taxonómica causan que la riqueza global de los mismos sea subestimada (Ríos-Jara, 2009). Particularmente, la imposibilidad para identificar a los ejemplares o diferenciar juveniles de otras especies resulta en su exclusión de los datos, como se menciona en el trabajo de Willis *et al.* (2001) hecho en Costa Rica.

Los micromoluscos que fueron categorizados como especies dominantes corresponden a géneros que han sido previamente reportados en la región del Pacífico mexicano. Trabajos como el de García-Tello (2013) menciona a los géneros *Barleeia* y *Fossarus* entre los taxones con mayor índice de valor biológico (IVB) y densidad (ind/litro), habitando sustratos tanto arenosos como rocosos a diferentes profundidades a lo largo de la bahía de Acapulco, en el estado de Guerrero. Sin embargo, en el trabajo antes mencionado prácticamente no se encontraron organismos vivos, lo que podría indicar, de acuerdo con la autora, la influencia de corrientes hacia el interior de la bahía en la deposición de los organismos.

La técnica de muestreo empleada en el presente estudio implicó la realización de una serie de lavados del sustrato algal de interés. Así se obtuvieron invertebrados de diferentes taxones, incluidos micromoluscos. Cerca del 100% de los micromoluscos recolectados preservaron el tejido blando. Los organismos vivos son preferidos debido a la preservación del color y las características de las conchas que posteriormente a la muerte suelen desgastarse (Strum *et al.*, 2006) y ser arrastradas por efecto de las corrientes (Kidwell *et al.*, 2002). Sin embargo, algunas conchas pueden brindar información de especies estacionales, raras o difíciles de muestrear, como menciona Bouchet (2002) en su estudio sobre diversidad de moluscos del Indopacífico.

Algunas de las muestras que se obtuvieron fueron descartadas por no contener moluscos, presentar daños a la concha en un 40% o más, o por contener organismos que fueron considerados como estados juveniles de especies macroscópicas.

En muchos casos la determinación de especies fue posible solo hasta el nivel de género debido a la escasez de literatura y a lo breve de las descripciones morfológicas disponibles, además de guías taxonómicas que no suelen incluir fotografías ni observaciones precisas sobre su hábitat. Autores como Neubert (1998), Sasaki (2008), Ríos-Jara *et al.* (2009), Albano *et al.* (2011) y Kantor (2012) reconocen la falta de énfasis en el estudio de las formas microscópicas de moluscos y las dificultades a que esto conduce.

Por otra parte, la identificación de los organismos a un nivel supraespecífico permite facilitar, en cierta medida, algunas variantes de trabajo ecológico. El concepto de suficiencia taxonómica (Ellis, 1985) implica el uso de una menor resolución al identificar organismos de una comunidad sin generar pérdidas significativas de información. El concepto ha sido empleado en estudios sobre contaminación, donde especies de los mismos géneros o familias responden de igual manera ante alteraciones ambientales (Warwick, 1988). Terlizzi *et al.* (2008) sugieren que el nivel de heterogeneidad taxonómica en una familia de moluscos es reflejo de las características de las especies integrantes.

En el caso de esta tesis, las familias de micromoluscos que forman agrupaciones significativamente dependientes son monogenéricas; por lo que tanto la comparación empleando el nivel de género como al agrupar a los organismos en familias proporcionan la misma información.

Los micromoluscos y en particular los gasterópodos son organismos que se desplazan activamente sobre el sustrato algal. Para el ambiente bentónico resulta de gran importancia analizar a estos organismos como posibles mecanismos estructuradores de las comunidades algales. Las algas han sido referidas como un sustrato idóneo para distintos tipos de criptofauna, en particular de gasterópodos y bivalvos (Chemelo, 2002; Sarma, 1972).

La forma en la que las algas crecen y forman intersticios está relacionada con su capacidad de retener sedimentos y detritos, generando una fuente de alimento y protección. Autores como Dean y Connell (1987) han propuesto que las diferencias en la arquitectura del sustrato algal afectan la mortalidad por depredación y disminuyen los efectos del oleaje. Así mismo Chemello (2002) propone que las diferencias entre las comunidades de moluscos presentes sobre diferentes algas pueden ser atribuidas a la arquitectura de las mismas y las variaciones en la disponibilidad de alimento. En dicho estudio se observó que géneros de algas pardas (Pheophyceae) con arquitectura intrincada como *Cystoseira* y *Halopteris* soportan una diversidad y riqueza significativamente más elevadas que sus contrapartes menos intrincadas como el género *Dictyota*. Este hecho resultó evidente pues algas foliosas relativamente lisas como *Sargassum* no tuvo moluscos, en comparación con *Hypnea* cuya abundancia y riqueza de micromoluscos fue considerable.

La distribución de micromoluscos sobre los diferentes tipos de macroalgas no evidenció un patrón aleatorio. Su aparición puede deberse a una selectividad mediada por la vagilidad de estos organismos y a su vez estar limitada por las características arquitectónicas de las macroalgas.

Las algas categorizadas en este estudio como coralina articulada y talosa arbustiva presentaron significativamente mayor abundancia y riqueza de micromoluscos. Estas dos

categorías tienen como características en común que incrementan el área de fijación para los moluscos por sus intrincados patrones de crecimiento generan intersticios de difícil acceso para organismos de mayor talla, pero permiten la entrada y deposición de materia orgánica, algo característico en los microhábitats de la meiofauna (Giere, 1993).

Los géneros *Jania* y *Amphiora* obtuvieron los valores más altos de diversidad ecológica y *Amphiroa* presentó el mayor índice de abundancia de micromoluscos. Estos géneros de algas rodofitas del grupo de las coralinas articuladas, conforman crecimientos con una densa cobertura que albergan gran número de organismos entre los que se encuentran moluscos, artrópodos, equinodermos, sipuncúlidos y platelmintos (Fragoso *et al.*, 2010).

El género *Laurencia*, clasificado como un alga talosa arbustiva, presentó valores de abundancia significativamente altos. Este género también ha sido agrupado en la misma categoría arquitectónica que el género *Chondria* por autores como Biber *et al.* (2006). Adicionalmente, Kingsford y Choat (1985) mencionan la existencia de una relación proporcional entre la biomasa y la abundancia de organismos asociados a estos géneros.

La riqueza de micromoluscos sobre las algas de estructura poco intrincada como en la categoría talosa erecta (*Chaetomopha* y *Chnoospora*) tienen una menor área de adhesión y por lo tanto menor protección ante los depredadores y variaciones ambientales. En general son algas que prácticamente no se mencionan en la literatura como sustrato de invertebrados móviles y muchas veces se encuentran en la zona del mesolitoral superior.

El obtener una dependencia significativa entre géneros de micromoluscos y de macroalgas, como lo fue en el presente estudio, puede sustentar las bases para interpretarse como un indicador de selección activa del sustrato.

Entre las formas dominantes, los organismos correspondientes al género *Barleeia* tienen una amplia y abundante distribución. Se les encontró asociados a algas coralinas articuladas, en ambientes de tipo mesomareal medio y mesomareal alto sin una dependencia con un género de algas particular. Este género es parte de un grupo de

micromoluscos gasterópodos de desarrollo directo (Martel y Chia, 1991), con ocurrencia en las regiones más elevadas del ambiente intermareal (Powel, 1933; Olabarria *et al.*, 2001). También son organismos herbívoros los que prefieren sustratos de algas compactas que favorecen la captura de diatomeas y depósitos de detritos (Southgate, 1982) proporcionando mayor resguardo ante el oleaje.

Los caécidos del género *Fartulum* son otro de los taxones generalistas en su distribución y dominante de acuerdo con los resultados del presente estudio. Estos gasterópodos son principalmente detritívoros, por lo que prefieren sustratos que permitan la deposición de sedimentos, como es el caso de las algas con arquitectura talosa arbustiva. Dicha categoría comprende algas de géneros como *Hypnea* (Sarma y Ganapati, 1972) y resultó en este estudio una de las algas de mayor abundancia de micromoluscos.

Otro grupo de gasterópodos generalistas pertenecen al género *Fossarus* que son organismos característicos de ambientes rocosos, de poca profundidad y particularmente en zonas protegidas (Houbrick, 1990) lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio.

El género *Littorina* se presentó en ambientes expuestos al oleaje, sobre algas del género *Ceramium*. Autores como Choi *et al.* (2006) han reportado a esta alga rodofita como un sustrato de textura intrincada y también como alimento para este género de micromoluscos herbívoros.

El género *Puncturella* se encontró en los niveles mesomareales alto y medio. Se sabe que la forma característica de su concha les permite soportar niveles de desecación altos y fuerte intensidad de oleaje (Graham, 1988). Se encontraron agrupados con el sustrato de tipo taloso erecto, debido posiblemente a que son estructuralmente más firmes. Sin embargo, no presentaron preferencia por ningún género de algas en particular. Otra peculiaridad de las lapas es que se alimentan raspando la superficie de las rocas, particularmente de algas costrosas o brotes jóvenes de macroalgas.

Entre las muestras obtenidas fue posible observar que la mayor abundancia de micromoluscos tiende a presentarse en ambientes protegidos del oleaje, independientemente de la inclinación del sustrato rocoso. Los intersticios de las algas en el ambiente intermareal rocoso conforman reservorios de nutrientes y diversidad faunística (Hicks, 1985). Los organismos que integran dicha comunidad pueden ser vistos como un paso intermedio entre los productores primarios marinos y el macrobentos, influyendo la estructura de la comunidad del bentos (Nakaoka *et al*, 2001).

Aunque en el ambiente del intermareal rocoso uno de los factores más determinantes para la diversidad y distribución de organismos son las fluctuaciones ambientales (Sarma y Ganapati, 1978; Dayton, 1971), los organismos meiobentónicos no se presentan únicamente en las porciones más protegidas de las algas sino que se distribuyen a lo largo y ancho de la región frondosa de las mismas, compitiendo por espacio y recursos con otros organismos, lo que puede indicar que su distribución no se encuentra regida directamente bajo las mismas limitantes ambientales que los organismos macrobentónicos.

## CONCLUSIONES

1. Se encontraron e identificaron taxonómicamente 33 especies de micromoluscos en 17 géneros de macroalgas.
2. Los géneros *Barleeia*, *Fossarus* y *Fartulum* resultaron ser los más dominantes y más ampliamente distribuidos pues no mostraron preferencia por ningún género de alga en particular.
3. La diversidad y abundancia de micromoluscos fue proporcional al nivel de complejidad en la arquitectura de las macroalgas.
4. La mayor diversidad de micromoluscos fue de gasterópodos, tanto detritívoros como herbívoros.
5. La mayor diversidad de géneros se encontró en el nivel mesomareal medio, independiente del grado de inclinación del sustrato pero con preferencia por los ambientes protegidos.

## LITERATURA CITADA

Aguirre Gómez, R. 2001. Los mares mexicanos a través de la percepción remota. Temas selectos de geografía de México; 3. Métodos y técnicas para el estudio del territorio. México Inst. de Geografía, UNAM.

Albano P. G., B. Sabelli y P. Bouchet. 2011. The challenge of small and rare species in marine biodiversity surveys: microgastropod diversity in a complex tropical coastal environment. *Biodiversity and Conservation*. Vol. 20(13): 3223-3237.

Barbosa Saldaña. 2013. Estructura genética y filogeográfica del camarón café *Farfantepenaeus californiensis* en el Pacífico mexicano. Tesis para obtener el grado de Doctor. Posgrado de ciencias biológicas, F.C., UNAM

Begon, M., C. R. Townsend y J. L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Publishing, Oxford. 738 p.

Berumen-Barbosa, M. 2003. *Geografía económica de Oaxaca*. Eumed. México.

Biber, P. D., E. A. Irlandi. 2006. Temporal and spatial dynamics of macroalgal communities along an anthropogenic salinity gradient in Biscayne Bay (Florida, USA). *Aquatic Botany*. No. 85: 65-77.

Bouchet, P., P. Lozouet, P. Maestrati, V. Heros. 2002. Assessing the magnitude of species richness in marine environments: exceptionally high numbers of molluscs at a New Caledonia site. *Biological Journal of the Linnean Society*. 75(4): 421-436.

Bouchet, P. y J. P. Rocroi. 2005. Classification and nomenclature of gastropod families. *Malacología* 47 (1-2): 1-397.

Brusca, R., Brusca, G. 2005. *Invertebrados*. McGraw Hill- Interamericana. Madrid.

Cubit, J. D. 1984. Herbivory and the Seasonal Abundance of Algae on a High Intertidal Rocky Shore. *Ecology* 65(6): 1904-1917.

Chemello, R. y Milazzo M. 2002. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal mollusks. *Marine Biology* 140: 981-990.

Choi, H. G., J. H. Lee, Y. K. Choo, K. Y. Chai, Y. S. Kim, J.S. Han, A. Prathep y K. W. Nam. 2006. Phenology of the rhodomelarian algae *Neorhodomela aculeata* and

*Ceramiumkondoi* and their survival strategies against herbivorous snails. *Phycological Research* 54: 302–307.

COPLAMAR. Coordinación General del Plan Nacional de Zonas Deprimidas y Grupos Marginados. 1978. Programas integrados: 21. Región Montaña de Guerrero.

Dean, R. L. y J. H. Connell. 1987. Marine invertebrates in algal succession. I. Variations in abundance and diversity with succession. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 109: 195-215.

Ellis, D. 1985. Taxonomic sufficiency in pollution assessment. Editorial. *Marine pollution bulletin*. Vol. 16 (2): 459.

FAO. 2012. El estado mundial de la pesca y la acuicultura-2010 (SOFIA). 229 pp.

Fragoso D., F. Ramírez-Cahero, A. Rodríguez-Galván, R. Hernández-Reyes, A. Heredia, D. Rodríguez, M. Aguilar-Franco, L. Bucio, V. A. Basiuk. 2012. Caracterización del biomineral CaCO<sub>3</sub> en las algas rojas coralinas (Corallinales) de las costas del Pacífico mexicano. *Ciencias Marinas*. Vol. 36(1): 41-58.

García-Cubas, A. 1969. Ecología y distribución de los micromoluscos de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. 91: 80, 48- 53.

García-Tello, 2013. Moluscos gasterópodos de la bahía de Acapulco, Guerrero, México: sistemática e indicadores ecológicos. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Garcés-Salazar, 2011. Micromoluscos bivalvos en sedimentos de la plataforma continental del estado de Guerrero. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Giere, O. 1993. *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer Verlag, Berlin. 80 pp.

González-González, J. 1993. Comunidades algales del Pacífico tropical, En: Salazar-Vallejo, S. I. y González, N. E. Biodiversidad marina y costera de México. (Eds.) Conabio - Ciqro. 420-443.

Graham A. 1988. Molluscs: Prosobranchs and Pyramidellis Gastropods: Keys and notes for the identifications of the species. Linnean Society of London (segunda edición). Reino Unido. 662 pp.

Graham, J. E. 1991. Artificial algae as habitats for mobile epifauna: factors affecting colonization in a Japanese Sargassum bed. *Hidrobiología* 226: 111-118.

Helmuth, B. S. T.; Hofmann, G. E. 2001. Microhabitats, thermal heterogeneity and patterns of physiological stress in the rocky intertidal zone. *Biol. Bull.* 201(3): 374-384.

Hicks G.R.F. 1985. Meiofauna associates with rocky shore algae. En: P. G. Moore, R. Seed (eds.) *The ecology of rocky coasts*. Hodder y Stoughton, Londres, p. 36-56.

Holguín-Quiñones. Moluscos bentónicos de interés económico y potencial de las costas de Michoacán, Colima y Jalisco, México. En: C. Jiménez-Quiroz y Espino-Barr (Editoras), "Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán"; 2006, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo. Manzanillo, México. P. 121-134.

Houbrick R.S. 1990. Anatomy, reproductive biology and systematic position of *Fossarus ambiguus* (Linné) (Fossarinae: Planaxidae; Prosobranchia). *Açoreana*, suplementos: 59-73.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010a. Anuario estadístico de Guerrero.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010b. Anuario estadístico de Michoacán.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2010c. Anuario estadístico de Oaxaca.

Junqueira-Cunha T., A. ZigiattiGuth, S. Bromberg y P. Y. Gomes-Sumida. 2013. Macrofauna associated with the brown algae *Dictyota* spp. (Phaeophyceae, Dictyotaceae) in the Sebastião Gomes Reef and Abrolhos Archipelago, Bahia, Brazil. *Continental Shelf Research*, dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.09.001.

Kantor, Y. I., A. E. Fedosov, I. N. Marin. 2012. An unusually high abundance and diversity of the Tenebridae (Gastropoda:Conoidea) in Nha Trang Bay, Vietnam. *Zoological Studies* 51(5): 663-670.

Kay, E. A. 1980. Micromollusks: techniques and patterns in benthic marine communities. Environmental survey techniques for coastal water assessment: conference proceedings, 16-17 January 1980, Hilton Hawaiian Village, Honolulu, Hawaii. p. 91. The Program: The Center.

Kidwell, S. M. 2002. Mesh-size effects on the ecological fidelity of death assemblages: a meta-analysis of molluscan live-dead studies. *Geobios, Mémoirespécial* No. 24.

Kingsford, M. J., J. H. Choat. 1985. The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. *Limnology and Oceanography* 30: 618-630.

Martel, A. y F. S. Chia. 1991. Drifting and dispersal of small bivalves and gastropods with direct development. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 150:131-47.

Medrano González, L., E. Peters Recango, M. J. Vázquez Cuevas y H. Rosales Nanduca. 2007. Los mamíferos marinos ante el cambio ambiental en el Pacífico Tropical Mexicano. *CONABIO. Biodiversitas* 75:8-1.

Monge-Nájera, J. 2003. Un vistazo a la historia natural de los moluscos. *Revista de Biología Tropical* 51 (3): 1-3.

Molnar P., y L. R. Skykes. 1969. Tectonics of the Caribbean and Middle American regions from focal mechanisms and seismicity. *Geol. Soc. Am. Bull.* 80, 1639.1684.

Nakaoka, M., T. Toyohara, M. Matsumasa. 2001. Seasonal and between-substrate variation in mobile epifauna community in a multispecific seagrass bed of Otsuchi Bay, Japan. *P.S.Z.N.: Marine Ecology* 22(4): 379-395.

Narciso, S., Prieto-Arcas y V. Acosta-Balbás. 2005. Microgasterópodos asociados con el banco natural de la pepitona Arca zebra (Swainson, 1833; Mollusca: Bivalvia) ubicado en la localidad de Chacopara, Estado Sucre, Venezuela. *Ciencias Marinas* 31(1A): 119-124.

Neubert, E. 1998. Six new species of marine gastropods from the Red Sea and the Gulf of Aden. *Fauna of Arabia* 17:463-472.

Olabarria C., J. L. Carballo, C. Vega. 2001. Cambios espacio temporales en la estructura trófica. Asociaciones de moluscos del intermareal rocoso en sustrato tropical. *Ciencias Marinas* 27(2): 235-254.

Olabarria C.; Chapman M. G. 2001. Comparison of patterns of spatial variation of microgastropods between two contrasting intertidal habits. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 220: 201-211.

Passamaneck, Y.J.; Schander, C.; Halanych, K.M. 2004. Investigation of molluscan phylogeny using large-subunit and small subunit nuclear rRNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32: 25-38.

Ríos-Jara, E., C. M. Navarro-Caravantes, C. M. Galván-Villa, E. Lopez-Uriarte. 2009. Bivalves and gastropods of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. A checklist of species with notes on their habitat and location distribution. *Journal of Marine Biology*. Vol. 2009.

Sarma, A.L.N. y P. N. Ganapati. 1972. Faunal associations of algae in the intertidal region of Visakhapatnam. *Proc. Indian Natl. Sci. Part B Biol. Sci.* 38: 380-396.

Sasaki, T. 2008. Micromolluscs in Japan: taxonomic composition, habitats and future topics. *Zoosymposia* 1:147-232.

Secretaría de Planeación y Presupuesto. 1985. Geografía física del estado de Guerrero. Centro de estudios y proyectos estadísticos del estado de Guerrero. 155 pp.

Skoglund, C. 2002. Panamic Province Molluscan Literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III Gastropoda. *The Festivus* 33 (Supplement): xi + 1-286.

Southgate T. 1982. The biology of *Barleeia unifasciata* (Gastropoda: Prosobranchia) in red algal turfs in S.W. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* . 62(2): 461-468.

Strum, C.F., T. A. Pearce, A. Valdés. 2006. *The Mollusks: A guide to their study, collection, and preservation*. Universal Publishers, EUA. 441pp.

Terlizzi, A., M. J. Anderson, S. Bevilacqua, S. Fraschetti, M. Wlodarska-Kowalczyk, K. E. Ellingsen. 2009. Beta diversity and taxonomic sufficiency: Do higher-level taxa reflect heterogeneity in species composition? *Diversity and Distributions*. 15:450-458.

Turner, J. A. 2008. Digital imaging of micro bivalves. *Zoosymposia*, 1: 47-61.

Underwood, A.J. y P. Jernakoff. 1981. Effects of interactions between algae and grazing gastropods on the structure of a low-shore intertidal algal community. *Oecologia* 48: 221-233.

Urrea J., J. L. Rueda, Á. Mateo-Ramírez, P. Marina, C. Tirado, C. Salas, S. Gofas. 2013. Seasonal variations of molluscan assemblages in different strata of photophilous algae in the Alboran Sea (western Mediterranean). *Journal of Sea Research*, [dx.doi.org/10.1016/j.seares.2013.05.016](https://doi.org/10.1016/j.seares.2013.05.016)

Warwick, R. M. 1988. The level of taxonomic discrimination required to detect pollution effects on marine benthic communities. *Marine pollution bulletin*. Vol. 19(6): 259-268.

Willis, S., J. Cortés, 2001. Mollusks of Manuel Antonio Park, Pacific Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. Supl.* 2:25-36.