



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**Aspectos ecológicos de la comunidad de quitones
(Mollusca: Polyplacophora) del litoral rocoso de
Montepío, Veracruz, México**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

PRESENTA :

RODRIGO ADRIÁN RODRÍGUEZ VÁZQUEZ



DIRECTOR DE TESIS:

DRA. LAURA SANVICENTE AÑORVE

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016



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.

Hoja de Datos del Jurado

1. Datos del alumno
Rodríguez
Vázquez
Rodrigo Adrián
12 85 14 97
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
309201746
2. Datos de tutor
Dra.
Laura Elena
Sanvicente
Añorve
3. Datos de sinodal 1
Dr.
Frank Raúl
Gío
Argáez
4. Datos de sinodal 2
Dra.
María Martha
Reguero
Reza
5. Datos de sinodal 3
M. en C.
Elia
Lemus
Santana
6. Datos de sinodal 4
Dr.
Gerardo
Rivas
Lechuga
7. Datos del trabajo escrito
Aspectos ecológicos de la comunidad de quitones (Mollusca: Polyplacophora) del
litoral rocoso de Montepío, Veracruz, México
43 p.
2016

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de convertirme en profesionista.

A la Dra. Laura Sanvicente Añorve, por proporcionarme su apoyo incondicional en todos los niveles, así como por sus consejos e invaluable tiempo y amistad, pero sobretodo por creer en mí y apoyarme con la expedición al campo, llevada a cabo en octubre de 2014 para la recolección de material biológico.

A la M. en C. Elia Lemus Santana, por ser la primera en brindarme su confianza, su guía y su valiosa amistad. A si mismo por sus innumerables esfuerzos y revisiones que poco a poco fueron dando forma a este trabajo, así como por su labor y apoyo durante las expediciones al campo y en la identificación de las especies.

A la Dra. María Martha Reguero Reza, por el invaluable lugar proporcionado en su laboratorio durante las primeras etapas de esta tesis y por sus atinados comentarios y aportaciones que mejoraron este trabajo.

Al Dr. Frank Raúl Gío Argáez, por sus aportaciones, enseñanzas y el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo con el fin de mejorarlo.

Al Dr. Gerardo Rivas Lechuga, que con su gran entusiasmo como profesor sembró en mí la curiosidad por el estudio de los invertebrados y que, del mismo modo, aportó su tiempo y conocimientos en los comentarios finales de esta tesis.

A la M. en F. P. Ana Isabel Bieler Antolín (Facultad de Ciencias) y a la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias (Instituto de Biología), por la toma de fotografías de los individuos, las cuales fueron material indispensable en la identificación de los mismos.

Al Dr. Miguel Ángel Alatorre Mendieta y a los biólogos Gabriel Aguilar Estrada, Karla Zurisadai Rubio Sandoval, Armando Sosa Yáñez y Jessica Raquel Hernández Pérez, por su invaluable esfuerzo y ayuda en el registro de datos y la recolección del material biológico durante las expediciones realizadas.

A mis compañeras del laboratorio de Ecología de Sistemas Pelágicos: Erika Chamorro Ramírez, Mitzi Ariadna Sánchez Campos y Karla Samara Sierra Zapata, por sus excelentes consejos y comentarios durante los repetidos ensayos de presentación de esta tesis.

A la materia de Malacología 2014-2, por permitir unirme a su expedición al campo durante abril de 2014, de la cual se obtuvieron los primeros individuos utilizados para el desarrollo de este trabajo.

Al taller “Taxonomía, biogeografía y ecología aplicada a los invertebrados macrobentónicos marinos” que, con la ayuda de todos los profesores involucrados, llevaron a buen puerto este trabajo.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con la realización de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a mis padres Estela Vázquez y Sixto Rodríguez, por ser mi más grande ejemplo a seguir y por todo el amor incondicional que me han brindado desde el principio. En verdad no existen palabras que puedan expresar lo eternamente agradecido que me siento con ustedes por escuchar, orientar y acompañar en cada “aletazo” a este “aprendiz de brujo” siempre que fue necesario para nunca perder el camino del bien. Gracias por brindarme una hermosa familia donde siempre he podido encontrar la calidez y el valor para enfrentar la vida. No me queda duda que el camino apenas comienza, pero tengo la certeza que a su lado siempre podré alcanzar todos los objetivos que me proponga.

A mis hermanos Diego Armando y María Fernanda, por dejarme ser el afortunado jamón del sándwich, que desde mi punto de vista es el mejor lugar que pude tener, ya que me ha dado la perspectiva para aprender de ambos, tanto de mi querido protector y compañero de juegos que hoy en día se ha vuelto un ejemplo de vida con su nueva familia, como de mi pequeña y querida hermanita de la cual me siento orgulloso y feliz de saber que tiene un maravilloso futuro por delante. Realmente me encuentro sorprendido y agradecido de lo mucho que me han enseñado.

A mí querida sobrina y ahijada Beyani Arlene, que aunque aún es muy pequeña, cambió mi forma de ver el mundo, haciéndome ver que aunque uno cree tenerlo todo, siempre puede venir algo mejor. Gracias por cambiar y revolucionar nuestra familia.

A toda mi gran familia porque de una u otra forma siempre estuvieron presentes para apoyarme y cuidarme. En especial a mis tías Laura, Paula y Julia por todos aquellos buenos ratos en su compañía, así como a mi tío Pablo que siempre siguió con especial interés mi formación académica, ofreciéndome siempre su apoyo.

A mis invaluable amigos del laboratorio: Karla Zurisadai, Eduardo y Santiago que me ofrecieron los mejores momentos durante mi estancia, siempre aconsejándome, y logrando hacerme sonreír en los peores momentos. Por sus excelentes ideas e inteligencia, sé que todos nosotros podremos llegar tan lejos como nos lo propongamos.

A “Las Tres Mosqueteras” y “niñas” del laboratorio: Erika, Mitzi Ariadna y Karla Samara, por todo el gran entusiasmo y alegría que trajeron consigo, que aunque fue poco el tiempo que pude compartir con ustedes, sé que fue un tiempo invaluable que me permitió llegar a conocerlas y apreciarlas. Sinceramente, espero tener el privilegio de poder coincidir con ustedes en un futuro, y observar con asombro a las admirables profesionistas en las que se convertirán.

A mis compañeros de taller: Diego, Axel, Alexandra, Melissa y Pamela por compartir conmigo esta etapa tan importante de formación y aprendizaje, que hoy por hoy está llegando a su fin. ¡Ánimo que cada vez falta menos!

Al Equipo de Buceo de la Facultad de Ciencias, porque bajo su tutela y enseñanzas tuve la oportunidad de conocer el increíble mundo subacuático, el cual siempre mantuvo encendida la llama de la pasión por mi carrera.

Por último y no por ello menos importantes a mis mentoras académicas la Dra. Laura Sanvicente y la M. en C. Elia Lemus por todo el esfuerzo, los regaños y los consejos, que sin todos ellos este trabajo no sería lo que es ahora. Me siento sumamente afortunado de haber formado parte de este laboratorio que me ofreció tantas enseñanzas, tantas tazas de café caliente y la oportunidad de conocer excelentes personas como lo son ustedes.

Y a ti lector que estas interesado en el estudio de los quitones, solo me queda decir: ¡Sigue adelante!

Siembra un acto y cosecharás un hábito.

Siembra un hábito y cosecharás un carácter.

Siembra un carácter y cosecharás un destino.

Charles Reade

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Particulares.....	5
ANTECEDENTES	6
ÁREA DE ESTUDIO	8
MATERIALES Y MÉTODOS	10
Fase de campo	10
Trabajo de laboratorio	12
Trabajo de gabinete	13
RESULTADOS	16
Hidrología.....	16
Composición específica.....	17
Distribución y abundancia de las especies	19
Comparación entre épocas.....	23
Crecimiento relativo	25
DISCUSIÓN	29
Influencia de los parámetros ambientales en la comunidad de quitones.....	29
Composición, distribución y abundancia de las especies	30
Comparación entre épocas.....	34
Crecimiento relativo	35
CONCLUSIONES	36
LITERATURA CITADA.....	38

RESUMEN

Se analizó y comparó –en términos de composición, riqueza y abundancia– la estructura comunitaria de la clase Polyplacophora del litoral rocoso de Montepío, Veracruz, México, en dos épocas contrastantes del año: “secas” (abril) y “nortes” (octubre) de 2014. Se llevaron a cabo dos expediciones al campo y los quitones se recolectaron manualmente mediante buceo libre. Se recolectaron e identificaron 83 individuos representados en seis especies, que en orden decreciente de abundancia fueron: *Lepidochitona rosea* (40.96 %), *Chaetopleura apiculata* (27.71 %), *Ischnochiton kaasi* (14.46 %), *L. pseudoliozonis* (12.05 %), *L. liozonis* (3.61 %) y *Acanthochitona andersoni* (1.20 %). La especie dominante en abril fue *L. rosea*, en tanto que en octubre fue *C. apiculata*. Solo dos especies se presentaron en ambas épocas, *C. apiculata* y *L. pseudoliozonis*, lo que indica un fuerte recambio estacional de especies (50 %), a pesar de la similitud en riqueza (cuatro en cada época) y diversidad de Shannon (1.36 bits/ind en abril y 1.29 bits/ind en octubre). La energía del oleaje, mayor en octubre que en abril, tuvo una influencia notable sobre la abundancia y microhábitat de las especies: cuando el oleaje era fuerte, los quitones se encontraron debajo de las rocas y la abundancia relativa fue mayor; cuando el oleaje es bajo, los quitones se encontraron sobre las rocas, pero la abundancia disminuyó. Se examinó el crecimiento relativo de los individuos de las especies dominantes, para lo cual se midió la longitud total, ancho total y altura, a cada uno de los individuos. Los datos se ajustaron a una ecuación de tipo potencial ($y = bx^k$) donde k representa el parámetro de crecimiento y x la variable independiente (largo total). Los resultados indicaron que *L. rosea* y *C. apiculata* tuvieron un crecimiento isométrico en la relación largo total-ancho total, pero alométrico negativo en cuanto a largo total-altura. En contraste, *I. kaasi* mostró un crecimiento alométrico negativo en la relación largo total-ancho total, pero isométrico en cuanto a la altura. Este estudio aporta dos nuevos registros para México (*L. pseudoliozonis* e *I. kaasi*) así como nuevos conocimientos acerca de la biometría de los quitones, sus tolerancias halinas y la influencia de los cambios estacionales en la estructura de una comunidad tropical habitante del litoral rocoso.

INTRODUCCIÓN

El phylum Mollusca cuenta con una gran riqueza específica, solo por debajo del Phylum Arthropoda, con un estimado de 93,000 especies vivientes y 70,000 fósiles conocidas hasta ahora (Brusca y Brusca, 2003), aunque se estima que solo la mitad o menos especies pertenecientes a este phylum han sido descritas (Lyons y Moretzsohn, 2009).

La clase Polyplacophora (del griego *polys*, muchos; *plax*, placas; y *phoreys*, portador) (García-Ríos, 2003), comprende a un grupo de moluscos llamados comúnmente quitones que comparten características que los diferencian de las demás clases. Estos organismos cuentan con una simetría bilateral, un cuerpo aplanado dorsoventralmente y una forma generalmente elíptica; para proteger su masa visceral y tejidos blandos, poseen un escudo dorsal conformado por ocho placas (valvas) imbricadas y articuladas entre sí, que se encuentran rodeadas por un cinturón o perinoto, en el cual se observan diversos tipos de derivados epidérmicos como escamas, espículas y corpúsculos calcáreos. Aunado a esto, los quitones cuentan con elongaciones del sistema nervioso embebidas en el tegumento llamadas estetos, los cuales cumplen con una función foto, quimio y mecanoreceptora (Eernise y Reynolds, 1994). Una característica distintiva de los quitones es la presencia de una rádula recubierta con magnetita que sirve para la alimentación (Kaas y Van Belle, 1985a); esta rádula se forma a partir de la biomineralización de la ferritina presente en la hemolinfa (Kim *et al.*, 1986).

En su lado ventral, los quitones poseen un pie muscular prominente que cubre la mayor parte de esta superficie. Este pie es el encargado de la fijación de los organismos al sustrato y, junto con el cinturón, generan un efecto de “ventosa” lo cual les confiere una importante adhesión (García-Ríos, 2003). El pie también es el encargado de la movilidad del organismo, para este fin cuenta con células ciliadas y secretoras de mucosidades, las cuales facilitan un movimiento suave sobre las superficies por las que se desplazan; aunado a esto, su particular forma les permite enrollarse cuando se sienten amenazados, formando así un escudo que protege sus órganos ventrales más vulnerables (Kaas y Van Belle, 1985a; Slieker, 2000; García-Ríos, 2003).

Por lo general tienen sexos separados (dioicos), sin embargo, se conocen algunas especies hermafroditas. Los quitones tienen fertilización externa y por lo menos en 30 especies

se ha comprobado la existencia de cuidado parental: la hembra deposita los huevos en el surco palial y ahí los mantiene hasta el estadio de larva trocófora (Sliker, 2000).

Los quitones habitan exclusivamente el ambiente marino y se distribuyen en todos los océanos del mundo, desde latitudes tropicales hasta las polares (Kaas y Van Belle, 1985a; García-Ríos, 2003). La mayoría de las especies son habitantes obligados de sustratos duros y pueden encontrarse en costas rocosas y zonas coralinas, o bien, asociados a conchas de otros moluscos o en la vegetación adjunta (Lyons y Moretzsohn, 2009).

Al ser los quitones habitantes de la zona litoral, cuentan con la capacidad de habitar ambientes de alta energía, es decir, áreas que se encuentran expuestas al embate constante de las olas en las zonas supra, meso e infralitoral. De acuerdo con el nivel del litoral en que se encuentren, estos organismos han adquirido diferentes tamaños y formas en el curso de su evolución. Watters (1991) propone que los quitones de las zonas supra y mesolitoral por lo general son de mayor tamaño y con una tendencia a formas más ovaladas, mientras que en la zona infralitoral se observa una tendencia a tener cuerpos más alargados y pequeños. Sin embargo, los estudios morfológicos y alométricos de estos animales en relación con su ambiente son aún incipientes.

La alimentación de los quitones varía dependiendo de los hábitos de vida de cada especie, en la zona litoral las especies se alimentan principalmente de algas adheridas al sustrato, las cuales son desprendidas por la rádula. Solo se ha observado que *Chaetopleura angulata* se alimenta de balanos (Kaas y Van Belle, 1985a).

Aun cuando los quitones cuentan con adaptaciones para vivir en las zonas litorales de alta energía, existen depredadores capaces de acceder a ellos como recurso alimenticio, entre los que se encuentran, aves marinas, peces, crustáceos y otros moluscos. Otros factores de mortalidad naturales son: eventos de lluvias prolongadas, periodos de marea excepcionalmente baja y periodos con oleaje débil (García-Ríos, 2003).

En general las investigaciones dirigidas a los poliplacóforos en México son escasas. La mayoría de los estudios se han centrado en la distribución y abundancia de las especies en aguas del Pacífico mexicano (Ferreira, 1983, 1984; Clark, 2000; García Ríos y Álvarez Ruiz, 2007; Reyes-Gómez *et al.*, 2010; Flores-Garza *et al.*, 2012). En el golfo de México existen tres trabajos: el de Kaas (1993) que describió la especie *Ischnochiton mexicanus*, el de Lyons y Moretzsohn (2009) quienes proporcionaron un listado actualizado de las especies que ahí se

encuentran y el de García-Ríos (2015) que describió una nueva especie: *L. pseudoliozonis*. Sin embargo, estudios dirigidos exclusivamente a la fauna de quitones en las costas mexicanas del golfo de México son muy incipientes (Rodríguez-Vázquez *et al.*, 2014; Hernández-Pérez, 2015). A fin de ahondar en el conocimiento de los quitones en Montepío, zona ubicada al sur del estado de Veracruz, México, se tienen los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar la estructura comunitaria de la clase Polyplacophora (Mollusca) del litoral rocoso de Montepío, Veracruz, en dos épocas contrastantes del año: “secas” (abril) y “nortes” (octubre).

Objetivos Particulares

- Caracterizar la estructura comunitaria de los quitones en términos de riqueza, abundancia y dominancia en cada una de las épocas muestreadas.
- Comparar en términos de composición, diversidad y abundancia la estructura comunitaria de los quitones en las dos épocas del año.
- Examinar el crecimiento relativo de los individuos de las especies dominantes en la zona de estudio.

ANTECEDENTES

En las costas de México, los estudios enfocados al conocimiento de la clase Polyplacophora se han llevado a cabo principalmente en las regiones del Océano Pacífico y Mar Caribe, incluidas determinadas islas. Algunas investigaciones tienen un enfoque local (Ferreira 1983, 1984; Clark 2000; García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2007; Reyes-Gómez *et al.*, 2010; Flores-Garza *et al.*, 2012), en tanto que otras, dan a conocer listados faunísticos de todas las costas de México (Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002; Reyes-Gómez, 2004 y Alarcón-Chavira, 2014).

En aguas del golfo de México, Kaas (1993) describió una nueva especie de quitón (*Ischnochiton mexicanus*) endémica de la zona. Posteriormente, Lyons y Moretzsohn (2009) realizaron una revisión de la fauna de quitones en el golfo y dieron a conocer la existencia de 41 especies de moluscos polioplacóforos procedentes de las zonas costeras y arrecifales en Estados Unidos, México y Cuba. Asimismo, Tunnell *et al.* (2010) mencionaron la presencia de siete especies en el estado costero de Texas, Estados Unidos. Con muestras de los cayos de Florida, García-Ríos (2015) describió una nueva especie de quitón: *Lepidochitona pseudoliozonis*.

Para el estado de Veracruz, Rodríguez-Vázquez *et al.* (2014) registraron tres especies en el arrecife Tuxpan, las cuales obtuvieron mediante un muestreo indirecto en dos tipos de sustrato (algas calcáreas y coral perturbado), Hernández-Pérez (2015) utilizó la misma técnica, y observó seis especies de quitones habitantes del arrecife coralino “La Perla del Golfo” ubicado al sur del estado.

En la actualidad, la mayor parte de los trabajos de quitones que se realizan alrededor del mundo tratan principalmente temas como listas de especies y pocos abordan aspectos ecológicos de esta clase. Algunos ejemplos de estos últimos los constituyen los estudios de Baxter (1982) y Baxter y Jones (1986) quienes analizaron el crecimiento relativo de las especies *Lepidochitona cinereus* y *Tonicella marmorea* respectivamente. Así mismo, Watters (1991) interpretó las diferencias en tamaños y formas generales del cuerpo de los quitones como adaptaciones para sobrevivir en diferentes ambientes.

En México, las investigaciones concernientes al estudio del crecimiento relativo de los quitones son pocos. Flores-Campaña *et al.* (2012) analizaron las relaciones biométricas entre la longitud total y el peso total de la especie *Chiton albolineatus* en tres islas de la bahía de

Mazatlán. Por su parte Ávila-Poveda (2013) realizó un estudio acerca del cambio estacional en la morfometría de adultos de *Chiton articulatus* en las costas de Oaxaca.

ÁREA DE ESTUDIO

La localidad de Montepío se ubica en el municipio de San Andrés Tuxtla, aproximadamente a 500 m al noreste de la desembocadura de los ríos Col y Máquinas. El sitio de recolección se ubica en las coordenadas geográficas 18° 38' 45" N y 95° 5' 40" W (Figura 1). La zona estudiada tiene un clima cálido-húmedo (Am) con una temperatura media anual de 24 a 26 °C con abundantes precipitaciones (González-Soriano *et al.*, 1997). La velocidad promedio del viento es de 4.4 m/s en el mes de abril, mientras que en el mes de octubre es de 5.9 m/s (Anónimo, 1999). La localidad es afectada por dos tipos de perturbaciones atmosféricas, los ciclones tropicales y los “nortes” (Soto y Gamma, 1997). Los primeros son responsables de aportes considerables de humedad, reflejándose en el aumento de precipitación durante los meses de septiembre y octubre, mientras que los llamados “nortes” son masas de aire frío provenientes de Estados Unidos y del sur de Canadá, que producen un descenso en la temperatura, así como un aumento en las precipitaciones (García, 1970). El promedio de días con “nortes” en la zona –para los meses de abril y octubre– es de 6.5 y 12.3 días, respectivamente (Anónimo, 1999).

En relación al régimen de vientos y lluvias, la región se caracteriza por tres épocas diferentes: de “secas” de febrero a mayo, de “lluvias de verano” de junio a octubre, y de “nortes” de octubre a febrero (Day *et al.*, 2004).

El relieve de la localidad de Montepío está condicionado fundamentalmente por siete centros de erupción, en los que se destacan los volcanes San Martín Tuxtla, Santa Marta y San Martín Pajapan (Andrle, 1964). Debido a la actividad volcánica, la localidad presenta un relieve rocoso. La morfología costera se define por la acción del oleaje sobre las lavas basálticas que producen acantilados verticales y entrantes abruptos, así como por el depósito de sedimentos en las desembocaduras de ríos que tienden a formar barras y playas (Martín-del Pozzo, 1997), por lo que la localidad se considera según la clasificación de Shepard (1973) como una costa secundaria de erosión y deposición marina. El régimen de marea es del tipo mixto diurno (Salas-de León y Monreal-Gómez, 1997).

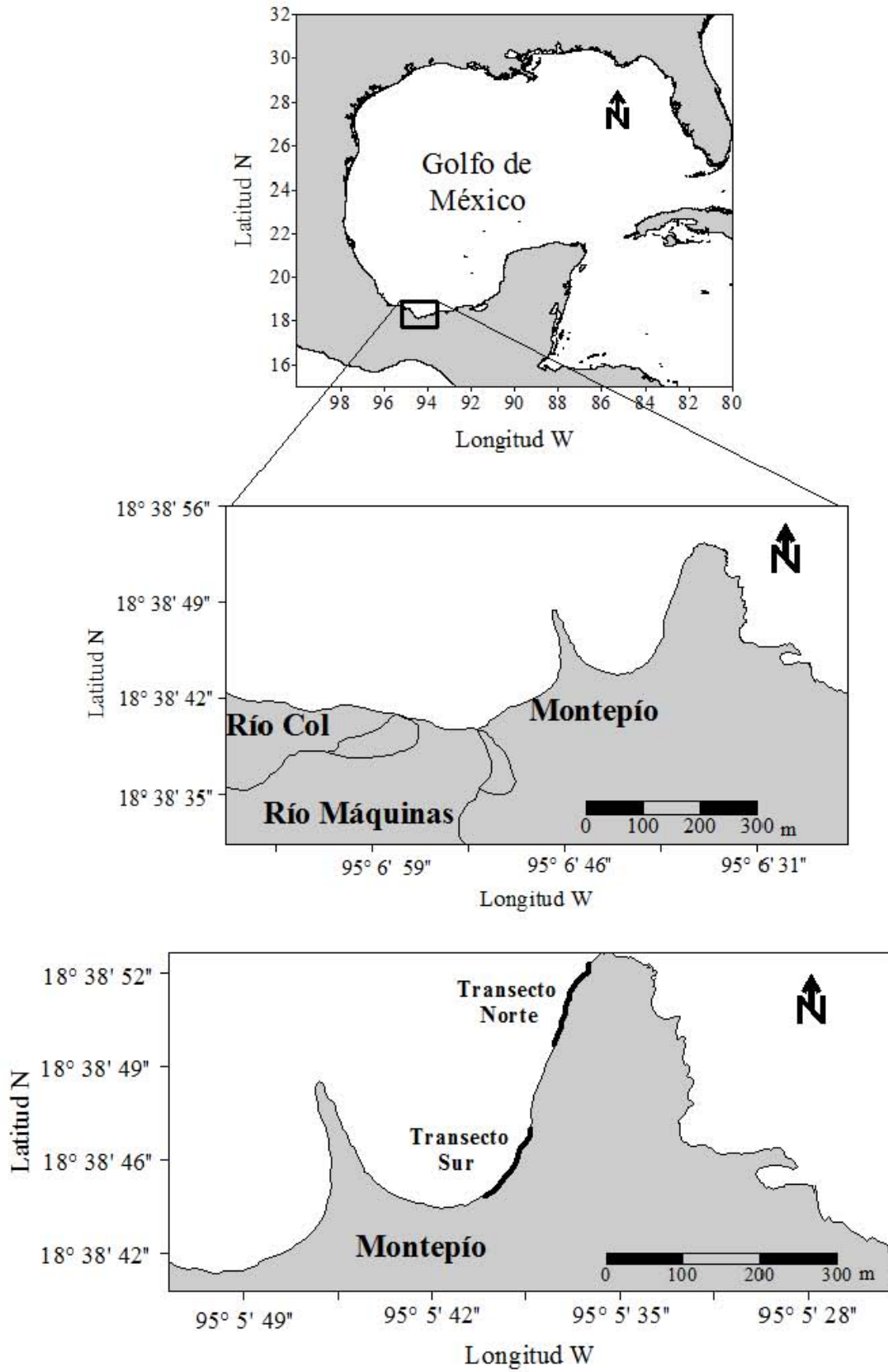


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio y transectos explorados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fase de campo

El muestreo del material biológico se llevó a cabo durante dos expediciones al campo: la primera del 25 al 26 de abril de 2014 (época de secas) y la segunda del 28 al 30 de octubre de 2014 (época de nortes), en la zona del litoral rocoso de Montepío, al sur del estado de Veracruz.

Se muestrearon dos transectos de aproximadamente 100 m de longitud sobre la línea de costa, denominados “Norte” y “Sur” (Figura 1; Tabla 1). En abril, solo se muestreó el transecto “Sur” en tanto que, en octubre, ambos transectos fueron explorados.

El muestreo de los organismos se efectuó durante la marea baja mediante técnicas de buceo libre y con una espátula (Figura 2). El esfuerzo de muestreo fue variable: en abril, dos personas examinaron la superficie de las rocas durante ocho horas cada una en el transecto “Sur”. En octubre una sola persona muestreó ambos transectos durante cuatro horas cada uno.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de inicio y término de los transectos de cada uno de los meses de muestreo.

Transecto	Punto inicial				Punto final			
	Latitud N		Longitud W		Latitud N		Longitud W	
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	Grados	Minutos	Grados	Minutos
Sur	18	38.48	95	5.37	18	38.44	95	5.39
Norte	18	38.51	95	5.36	18	38.5	95	5.37



Figura 2. Muestreo de quitones en Montepío, Veracruz.

Los quitones recolectados fueron depositados en frascos de cristal transparente, con agua de mar y debidamente etiquetados. Para evitar la contracción de los organismos en el proceso de fijación, estos se sumergieron en una solución de aceite de clavo diluida con agua de mar durante 24 horas. Al término de este proceso, los ejemplares se fijaron con etanol al 70% para preservar los derivados epidérmicos del perinoto y los tejidos blandos.

La temperatura superficial del agua y la salinidad se midieron en ambos sitios de recolecta con ayuda de un termómetro y un salinómetro.

Con el fin de dar una estimación cuantitativa del movimiento del agua, en el mes de octubre, se utilizaron “plaster balls” o “esferas de escayola” (modificado de Muus, 1968; Gambi *et al.*, 1989), las cuales se elaboraron a partir de una mezcla de 100 gramos de yeso piedra por 24 cm³ de agua, depositada en moldes semi-esféricos y secadas en un horno a 60 °C durante 24 h (Figura 3). Las esferas obtenidas se etiquetaron y se pesaron considerando este dato como el peso inicial.



Figura 3. “Plaster ball” o “esfera de escayola”.

Una vez en campo, se colocaron 30 esferas en cada transecto, pero únicamente durante octubre. En el transecto “Norte” el tiempo de exposición fue de 24 horas, en tanto que en el “Sur”, solo cuatro horas. Posteriormente a este tiempo, se recuperó la mayor cantidad de esferas posibles. Las esferas recuperadas se colocaron de nuevo dentro del horno a 60 °C, por 24 horas, para secarlas completamente. Se pesaron considerando este valor como peso final.

Trabajo de laboratorio

Los quitones recolectados se identificaron al nivel taxonómico de especie. Las características estructurales que ayudan a su identificación son: la escultura del tegumento de las valvas cefálicas, medias y anales, los derivados epidérmicos dorsales y ventrales del cinturón, la forma de las valvas, la forma de las apófisis, la fórmula ranural y el número y distribución de branquias. En algunos casos se utilizó el microscopio electrónico de barrido del Instituto de Biología, UNAM, para observar estructuras más finas. Se utilizaron claves de identificación y literatura especializada (Kaas y Van Belle, 1985b, 1987, 1990; Ferreira, 1987; Lyons, 1988; Sliker, 2000; García-Ríos, 2003, 2010, 2011, 2015; García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2011; García-Ríos *et al.*, 2011). El ordenamiento taxonómico se hizo siguiendo el sistema de clasificación de Kaas y Van Belle (1998), y en aquellos casos en que resultaron nuevos registros o se tuvieron problemas con la delimitación específica se presentó una diagnosis.

Crecimiento Relativo

Se analizó el crecimiento relativo de los miembros de las especies con mayor abundancia ($n \geq 12$). Para cada espécimen se midió la longitud total, ancho total y altura, con ayuda de un micrómetro incorporado a un microscopio estereoscópico, con el fin de establecer las relaciones morfométricas entre pares de medidas.

La longitud total (L) se tomó desde el inicio de la parte anterior del cinturón en la valva cefálica hasta la parte final del mismo en la valva anal. El ancho total (A) se midió en forma transversal, de lado a lado del cinturón, entre la cuarta y quinta valva; por último, la altura (h) se registró en la parte media de los organismos, desde la base del pie hasta la región dorsal de la cuarta y quinta valva (Figura 4).

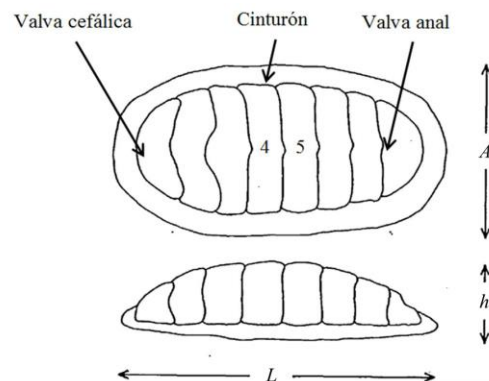


Figura 4. Ilustración del largo total (L), ancho total (A) y altura (h) de un quitón. Modificado de Baxter (1982).

Trabajo de gabinete

La abundancia relativa de las especies identificadas se estandarizó a unidades de tiempo. Así, la abundancia de cada taxón se expresó como individuos capturados en una hora de muestreo (ind/h).

Para conocer y comparar la diversidad entre épocas (secas y nortes), se estimó la riqueza de especies (S) y la diversidad de Shannon (H').

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

donde:

H' = índice de diversidad expresado en bits/individuo

n_i = número de individuos de la especie i

N = número total de individuos en la muestra

S = número total de especies

Hidrología: movimiento de agua

Para inferir el grado de energía en los sitios de muestreo de las “plaster balls” o “esferas de escayola” se calculó el desgaste debido al movimiento del agua de cada esfera en una hora, a partir de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{(P_i - P_f)}{h}$$

donde:

D = desgaste (g/h)

P_i = peso inicial

P_f = peso final

h = horas que estuvo expuesta cada esfera

Se obtuvo un promedio de desgaste en cada transecto, y el resultado obtenido se consideró como el desgaste neto causado por el movimiento del agua.

Con el fin de analizar si existían diferencias significativas de desgaste entre los transectos, se aplicó una prueba de t . Esto se llevó a cabo mediante el uso del programa SPSS versión 19.

Crecimiento relativo

Para analizar el crecimiento relativo de las especies se tomó la longitud total como la variable independiente (L), y al ancho total (A) y la altura (h) como las variables dependientes. Cada par de variables se ajustaron a una ecuación de tipo potencial para analizar el grado de alometría en el crecimiento del organismo (Gould, 1966).

$$y = bx^k$$

donde:

y = variable dependiente (A o h)

x = variable independiente (L)

k = parámetro de crecimiento o pendiente en la regresión lineal de la ecuación potencial linealizada (transformada a logaritmos)

El valor del parámetro de crecimiento k indica si el crecimiento en los organismos es de tipo isométrico ($k = 1$), alométrico positivo ($k > 1$) o alométrico negativo ($k < 1$). Un crecimiento isométrico indica que ambas variables crecen en la misma proporción, en tanto que un crecimiento de tipo alométrico indica que una de ellas crece más rápidamente. Para verificar el tipo de crecimiento, se usó una prueba de t para detectar si el valor de k difiere o no significativamente de 1:

$$t = \frac{|k - 1|}{Sb}$$

donde:

Sb = error estándar de la pendiente

Ecuación para calcular el error estándar de la pendiente (Zar, 2010):

$$Sb = \sqrt{\frac{S_{y \cdot x}^2}{\sum x^2}}$$

de la cual:

$$S_{y \cdot x}^2 = \frac{\left(\sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{\sum x^2}\right)}{n - 2}$$

$$\sum x^2 = \sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}$$

$$\sum y^2 = \sum Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n}$$

$$\sum xy = \left(\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}\right)^2$$

donde:

X_i = valores de la variable independiente

Y_i = valores de la variable dependiente

n = número de individuos de la muestra

RESULTADOS

Hidrología

Parámetros ambientales

En el mes de abril la temperatura superficial del agua tuvo un promedio de 27 °C, mientras que en el mes de octubre se registró un valor promedio de 25.25 °C. En cuanto a la salinidad, el valor promedio en el mes de abril fue de 29.9 ups y en el mes de octubre de 29.45 ups.

Movimiento de agua: octubre

De un total de 60 esferas (30 en cada transecto), se lograron recuperar 27. De estas, 20 esferas fueron recuperadas en el transecto “Norte”, mientras que en el transecto “Sur” solo se lograron recuperar siete esferas debido a las malas condiciones del tiempo.

Los desgastes de las esferas de escayola indicaron que en el transecto “Sur” se presentó un mayor desgaste (0.90 g/h) respecto al transecto “Norte” (0.65 g/h). Se observaron diferencias significativas (prueba de t , $p < 0.05$) entre ambos transectos (Figura 5).

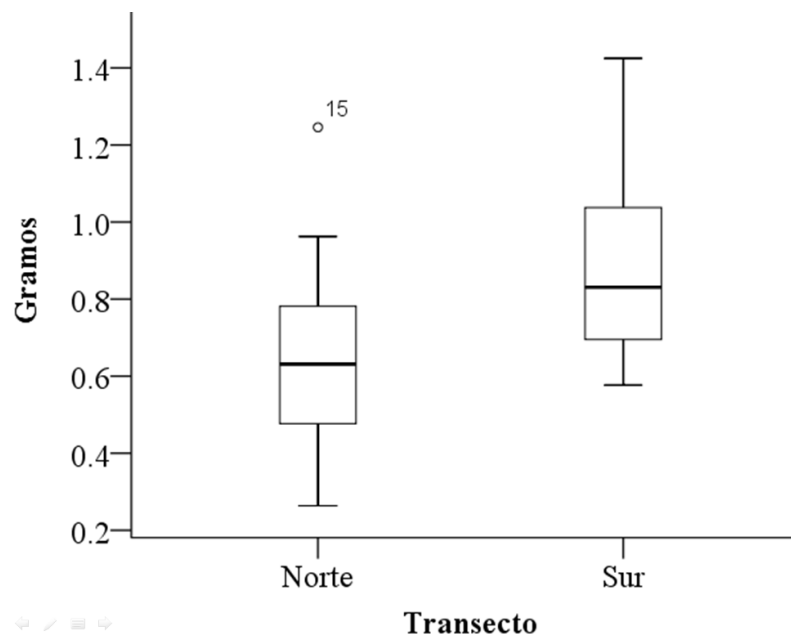


Figura 5. Diagrama de caja y bigote que representa el desgaste (g/h) de las esferas de escayola en los transectos “Norte” y “Sur” de Montepío, Veracruz (octubre de 2014).

Composición específica

Se extrajeron un total 83 individuos pertenecientes a la clase Polyplacophora, correspondientes a la época de secas (abril) y a la época de nortes (octubre) de 2014. En la época de secas se recolectaron 50 individuos en el transecto “Sur”, mientras que en época de nortes se muestrearon los dos transectos (“Norte” y “Sur”) y únicamente se recolectaron 33 ejemplares en el transecto “Sur”.

Se identificó el orden Neoloricata, con dos subórdenes, dos familias, cuatro subfamilias, cuatro géneros y seis especies (Tabla 2).

A nivel de familia, Ischnochitonidae fue la más abundante y diversa, con 98.79 % de los individuos recolectados, mientras que Acanthochitonidae solo obtuvo 1.21 %.

A nivel de género, el más abundante fue *Lepidochitona* con 56.63 % de la abundancia total, siguiéndole *Chaetopleura* (27.71 %), *Ischnochiton* (14.46 %) y por último *Acanthochitona* (1.2 %).

Las especies con mayor abundancia –sumando ambos muestreos– fueron *Lepidochitona rosea* (40.96%), *Chaetopleura apiculata* (27.71%) e *Ischnochiton kaasi* (14.46%). Las tres especies restantes (*L. liozonis*, *L. pseudoliozonis* y *Acanthochitona andersoni*) tuvieron individualmente un porcentaje menor que 12.05% (Tabla 3).

La abundancia relativa de los organismos, considerando ambas épocas, se estimó en 4.15 ind/h en la localidad de Montepío. Comparativamente, octubre (8.25 ind/h) presentó una mayor abundancia relativa que abril (3.13 ind/h).

En temporada de secas (abril) se registraron cuatro especies: *L. liozonis*, *L. pseudoliozonis*, *L. rosea* y *C. apiculata* (Tabla 3). De estas, *L. rosea* fue la especie más abundante con 34 individuos capturados, seguida de *L. pseudoliozonis* con nueve individuos.

En temporada de nortes (octubre) se recolectaron: *L. pseudoliozonis*, *C. apiculata*, *Ischnochiton kaasi* y *Acanthochitona andersoni*. La especie *C. apiculata* destacó por su alta abundancia en esta época (Tabla 3).

Tabla 2. Ubicación taxonómica de las especies de poliplacóforos extraídos del litoral rocoso de Montepío, Veracruz, en el golfo de México, durante abril y octubre de 2014. Clasificación tomada de Kaas y Van Belle (1998).

Phylum Mollusca

Clase Polyplacophora Gray, 1821

Orden Neoloricata Berghayn, 1955

Suborden Ischnochitonina Berghayn, 1930

Familia Ischnochitonidae Dall, 1889

Subfamilia Lepidochitoninae Iredale, 1914

Género *Lepidochitona* Gray, 1821

Lepidochitona liozonis (Dall y Simpson, 1901)

Lepidochitona pseudoliozonis García-Ríos, 2015

Lepidochitona rosea Kaas, 1972

Subfamilia Chaetopleurinae Plate, 1899

Género *Chaetopleura* Shuttleworth, 1853

Chaetopleura apiculata (Say, 1834)

Subfamilia Ischnochitoninae

Género *Ischnochiton* Gray, 1847

Ischnochiton kaasi Ferreira, 1987

Suborden Acanthochitonina Berghayn, 1930

Familia Acanthochitonidae Pilsbry, 1893

Subfamilia Acanthochitoninae

Género *Acanthochitona* Gray, 1821

Acanthochitona andersoni Watters, 1981

Tabla 3. Número de individuos por especie (*n*), porcentaje en la muestra (%) y abundancia relativa (ind/h) de los moluscos poliplacóforos recolectados en Montepío en dos épocas del año.

Especie	Total (<i>n</i> = 83)			Abril (<i>n</i> = 50)			Octubre (<i>n</i> = 33)		
	<i>n</i>	%	ind/h	<i>n</i>	%	ind/h	<i>n</i>	%	ind/h
<i>Acanthochitona andersoni</i>	1	1.20	0.04	—	—	—	1	3.03	0.13
<i>Chaetopleura apiculata</i>	23	27.71	0.96	4	8	0.25	19	57.58	2.38
<i>Ischnochiton kaasi</i>	12	14.46	0.50	—	—	—	12	36.36	1.50
<i>Lepidochitona liozonis</i>	3	3.61	0.13	3	6	0.19	—	—	—
<i>Lepidochitona pseudoliozonis</i>	10	12.05	0.42	9	18	0.56	1	3.03	0.13
<i>Lepidochitona rosea</i>	34	40.96	1.42	34	68	2.13	—	—	—

Distribución y abundancia de las especies

Lepidochitona liozonis estuvo representada por tres ejemplares en el mes de abril, sobre colonias de algas incrustantes de tonos marrón-rojizas.

Lepidochitona pseudoliozonis tuvo una mayor abundancia en abril con un total de nueve ejemplares, recolectados sobre tapetes algales. Únicamente un individuo fue capturado en el mes de octubre debajo de una roca suelta. Debido a las dificultades en la identificación de estos individuos, fue necesario recurrir a microscopía electrónica de barrido del Instituto de Biología, UNAM (Figura 6). El hallazgo de esta especie es un nuevo registro para México.

Dado que es el primer registro de la especie en aguas mexicanas, se proporciona aquí una diagnosis de la especie: Animales pequeños, de 11 mm de largo. Las valvas intermedias son rectangulares con el ápice bien definido, este último más prominente en las valvas II y III. En la valva II las zonas laterales elevadas, las cuales se reducen en valvas posteriores. La superficie del tegumento de apariencia lisa; bajo el microscopio electrónico se observan líneas de crecimiento concéntricas, seccionadas por los estetos alineados en arreglo radial. El mucro es prominente, en posición central. El cinturón cuenta con bandas claras alternadas con bandas coloreadas de anaranjado o marrón. La superficie dorsal del cinturón está cubierta por corpúsculos calcáreos, alrededor se distribuyen mechones de espículas hialinas, la mayoría alineadas con las suturas de las valvas. El margen exterior del cinturón está rodeado de una fila de espículas hialinas estriadas longitudinalmente que miden alrededor de 100 μm de longitud y alrededor de 20 μm de diámetro. El diente lateral mayor es tricúspide, mide 50 μm de ancho y la cúspide central es un poco más larga (García-Ríos, 2015).

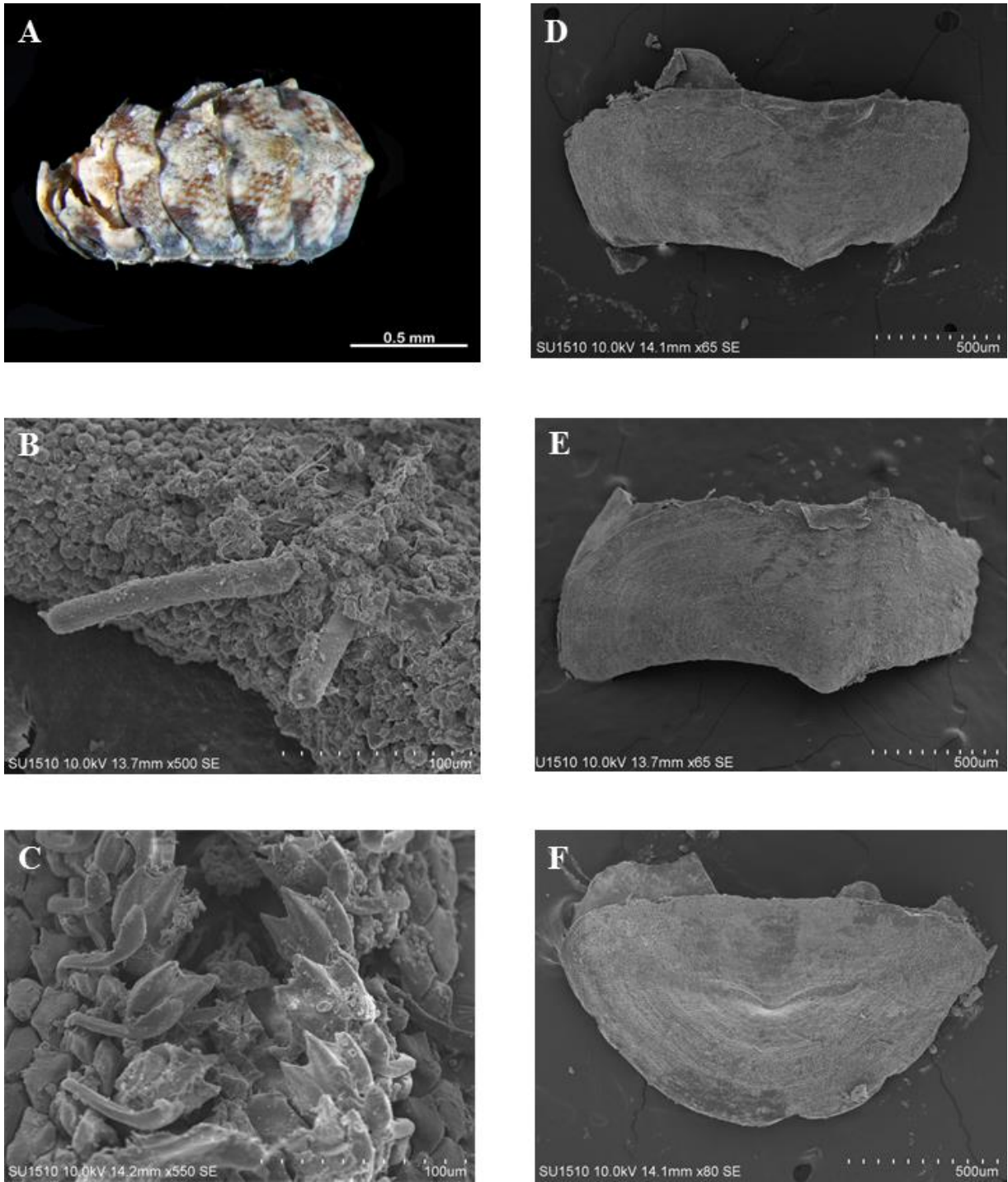


Figura 6. Microscopía estereoscópica y electrónica de *Lepidochitona pseudoliozonis* **A.** Vista dorsal. **B.** Derivados epidérmicos del cinturón. **C.** Vista frontal de la rádula. **D.** Tercera valva. **E.** Séptima valva. **F.** Valva anal. Fotografías tomadas por la M. en F. Ana Isabel Bieler Antolín, Laboratorio de Microcine, Facultad de Ciencias (UNAM) y la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias, Laboratorio de Microscopia Electrónica, Instituto de Biología (UNAM).

Lepidochitona rosea fue hallada únicamente en el mes de abril con un total de 34 individuos, sobre los lados de las rocas expuestos a la luz formando en ocasiones conglomerados de hasta siete individuos.

Chaetopleura apiculata Durante la época de nortes se observó una mayor abundancia de esta especie, los individuos se encontraron debajo de rocas sueltas y a 1.5 m de profundidad. En temporada de secas se hallaron cuatro individuos a una profundidad de 30 cm dentro de las oquedades de las rocas.

Ischnochiton kaasi se presentó debajo de rocas sueltas en el mes de octubre, frecuentemente asociada a *Chaetopleura apiculata*. De igual forma que *L. pseudoliozonis*, fue necesario recurrir a microscopía electrónica de barrido del Instituto de Biología, UNAM, para su correcta identificación (Figura 7). Su presencia en la zona de estudio constituye un nuevo registro para México.

Dado que es el primer registro de la especie en aguas mexicanas, se proporciona aquí una diagnosis de la especie: Animales pequeños, menores a 13 mm de largo, elongados; con escultura del tegumento poco prominente. La valva cefálica y anal presentan costillas concéntricas en con un patrón en forma de “V” invertida, en la zona central de las valvas medias (II-VII) se observan arreglos de cuatro orificios, que se modifican en las áreas laterales a formas de “V” invertida. El mucro es central y las placas de inserción son cortas. El cinturón presenta escamas imbrincadas, de aproximadamente 100 μm de ancho, con 17 a 20 costillas cada una; la rádula abarca una tercera parte de la longitud total del organismo, y el diente lateral mayor es tricúspide (Ferreira, 1987).

Acanthochitona andersoni fue la única especie representada por un solo individuo, registrado en el mes de octubre, dentro de una oquedad en una roca grande.

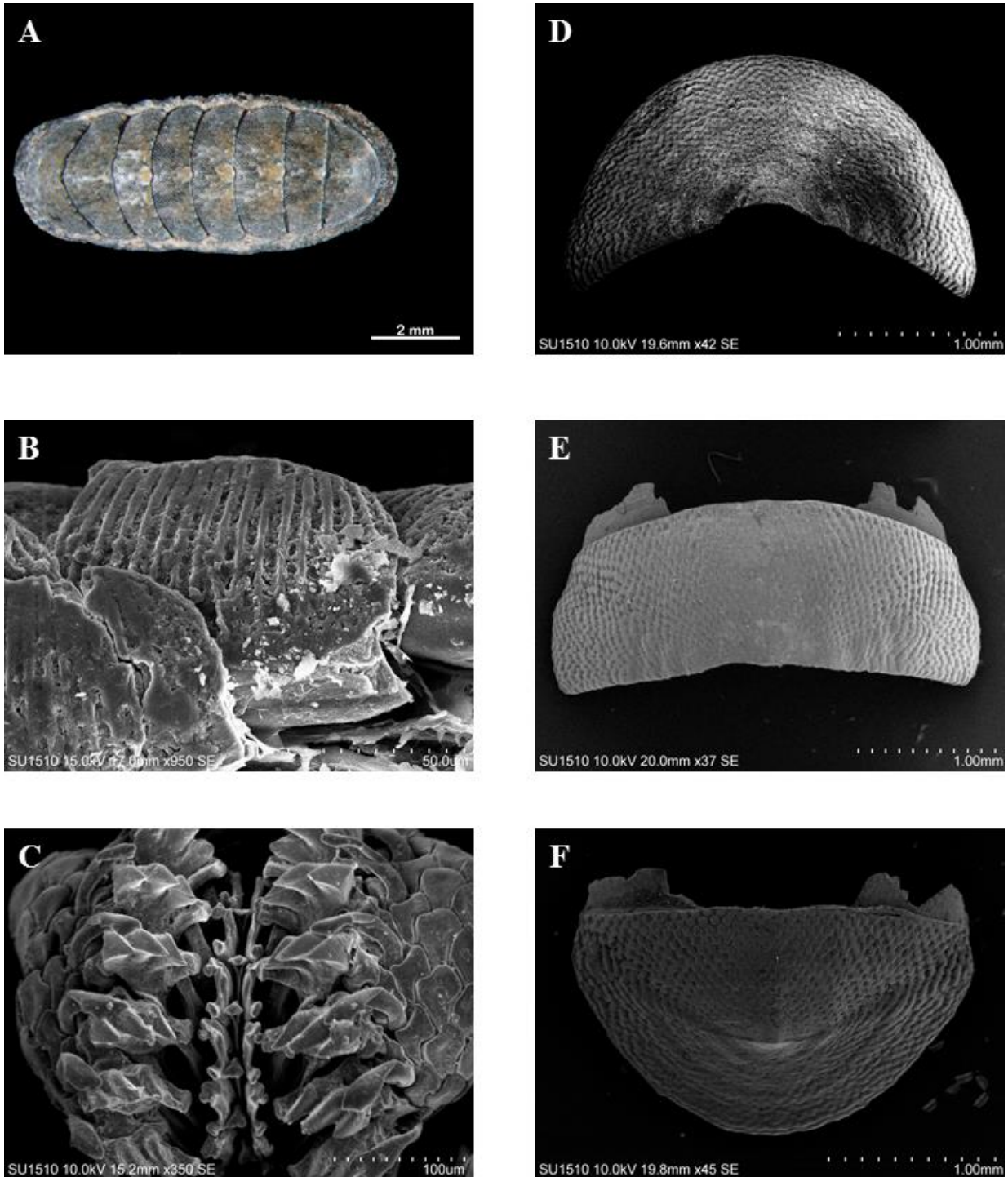


Figura 7. Microscopía estereoscópica y electrónica de *Ischnochiton kaasi*. **A.** Vista dorsal. **B.** Derivados epidérmicos del cinturón. **C.** Vista frontal de la rádula. **D.** Valva cefálica. **E.** Quinta valva. **F.** Valva anal. Fotografías tomadas por la M. en F. Ana Isabel Bieler Antolín, Laboratorio de Microcine, Facultad de Ciencias (UNAM) y la M. en C. María Berenit Mendoza Garfias, Laboratorio de Microscopia Electrónica, Instituto de Biología (UNAM).

Comparación entre épocas

La abundancia relativa de quitones fue mayor en octubre (8.25 ind/h) que en abril (3.12 ind/h). En cuanto a la riqueza de especies (S) ambas épocas contaron con el mismo número ($n = 4$). La diversidad de Shannon mostró valores semejantes entre ambas épocas (abril = 1.36 bits/ind; octubre = 1.29 bits/ind) (Tabla 4).

Aun cuando los valores de diversidad y riqueza de especies fueron similares, existieron notables diferencias en la composición de especies entre las épocas muestreadas (Tabla 3). De hecho, solo *Chaetopleura apiculata* y *Lepidochitona pseudoliozonis* se encontraron en ambas épocas. La especie dominante en abril fue *L. rosea* mientras que en octubre fue *C. apiculata*.

Los valores de salinidad en ambas épocas fueron bajos y muy similares entre ellos, no obstante, los valores de temperatura superficial del agua variaron ligeramente de una época a otra (Tabla 4).

En cuanto a la energía del oleaje, se observó que durante la época de secas (abril) la energía era menor y las especies fueron halladas arriba del sustrato sobre formaciones masivas de roca, en contraste la energía observada en época de nortes (octubre) fue mayor y las especies se encontraron únicamente debajo de las rocas (Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia relativa, riqueza de especies (S), diversidad de Shannon (H'), y parámetros ambientales estimados en las dos épocas del año.

	Secas (abril)	Nortes (octubre)
Abundancia relativa (ind/h)	3.13	8.25
S	4	4
H' (bits/ind)	1.36	1.29
Salinidad	29.9	29.45
Temperatura (°C)	27	25.25
Velocidad del viento (m/s)	4.4	5.9
Energía del oleaje	Menor	Mayor
Posición de especies en rocas	Arriba	Debajo

Recapitulando, se registraron seis especies en la zona rocosa de Montepío, Veracruz, cuya abundancia relativa y microhábitat fueron muy variables (Tabla 5).

Tabla 5. Resumen de parámetros poblacionales y hábitat de las seis especies de quitones recolectadas en Montepío, Veracruz en 2014. Número de individuos por especie (*n*), porcentaje en la muestra (%) y abundancia relativa (ind/h).

Especie	<i>n</i>	(%)	ind/h	°C	ups	Mes	Hábitat
<i>Acanthochitona andersoni</i>	1	1.2	0.04	25.2	29.4	Octubre	Dentro de las oquedades de las rocas
<i>Chaetopleura apiculata</i>	23	27.7	0.96	25.2	29.4	Ambos	Debajo de rocas sueltas y dentro de oquedades
<i>Ischnochiton kaasi</i>	12	14.5	0.50	25.2	29.4	Octubre	Debajo de rocas sueltas, asociada a <i>C. apiculata</i>
<i>Lepidochitona liozonis</i>	3	3.6	0.13	27	29.9	Abril	Sobre colonias de algas incrustantes
<i>Lepidochitona pseudoliozonis</i>	10	12	0.42	25.2	29.4	Ambos	Recolectados sobre tapates algales verdes
<i>Lepidochitona rosea</i>	34	41	1.42	27	29.9	Abril	Sobre los lados de las rocas expuestos a la luz

Crecimiento relativo

Para el crecimiento relativo de los individuos de las especies más abundantes, se midió la longitud total y ancho total, así como la altura a 69 individuos: 34 pertenecientes a la especie *Lepidochitona rosea*, 23 a *Chaetopleura apiculata* y 12 a *Ischnochiton kaasi*.

Lepidochitona rosea

Los miembros de esta especie presentaron un crecimiento isométrico ($k = 1.0864$) en cuanto a la relación largo total-ancho total (Figura 8; Tabla 6), mientras que en la relación largo total-altura fue de tipo alométrico negativo ($k = 0.6161$) (Figura 9; Tabla 6).

Tabla 6. Ajuste a una ecuación potencial y tipo de crecimiento, estadístico t y t teórica de tres especies de moluscos polioplacóforos recolectados en Montepío, Veracruz.

Relaciones morfométricas					
Especie	n	Ec. Potencial	Estadístico t	t teórica	Crecimiento
Relación largo total-ancho total					
<i>Chaetopleura apiculata</i>	23	$y = 0.5672x^{0.9877}$	0.37	2.08	Isométrico
<i>Ischnochiton kaasi</i>	12	$y = 0.884x^{0.7118}$	4.79	2.23	Alométrico negativo
<i>Lepidochitona rosea</i>	34	$y = 0.4846x^{1.0864}$	1.28	2.04	Isométrico
Relación largo total-altura					
<i>Chaetopleura apiculata</i>	23	$y = 0.3313x^{0.8169}$	4.30	2.08	Alométrico negativo
<i>Ischnochiton kaasi</i>	12	$y = 0.2729x^{0.9092}$	0.96	2.23	Isométrico
<i>Lepidochitona rosea</i>	34	$y = 0.4723x^{0.6161}$	5.98	2.04	Alométrico negativo

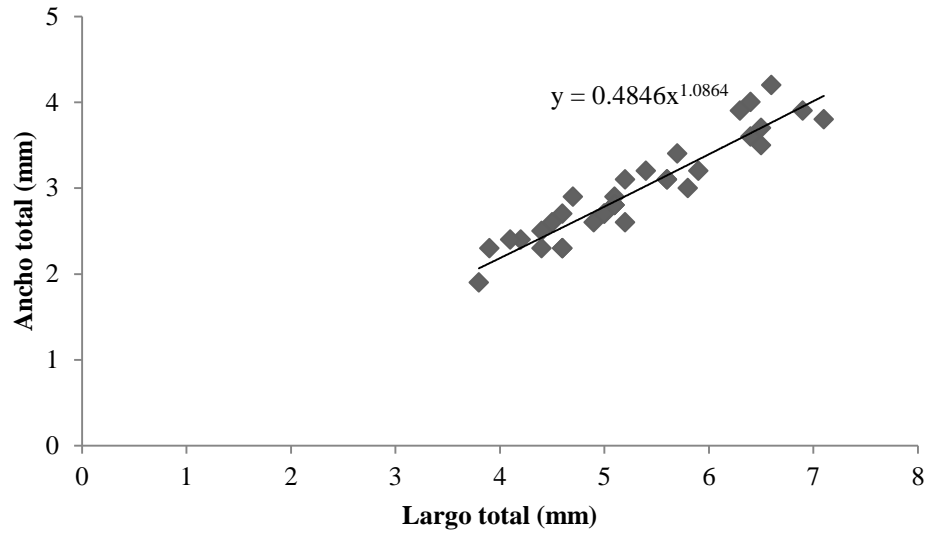


Figura 8. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. ancho total de la especie *Lepidochitona rosea*.

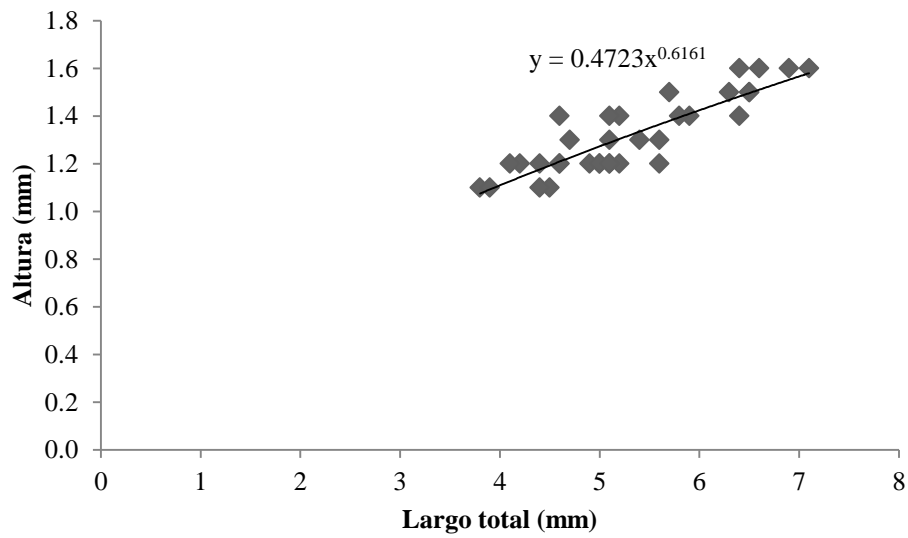


Figura 9. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. altura de la especie *Lepidochitona rosea*.

Chaetopleura apiculata

Los individuos de esta especie presentaron un crecimiento isométrico ($k = 0.9877$) en cuanto a la relación largo total-ancho total (Figura 10; Tabla 6), mientras que la relación largo total-altura fue de tipo alométrico negativo ($k = 0.8169$) (Figura 11; Tabla 6).

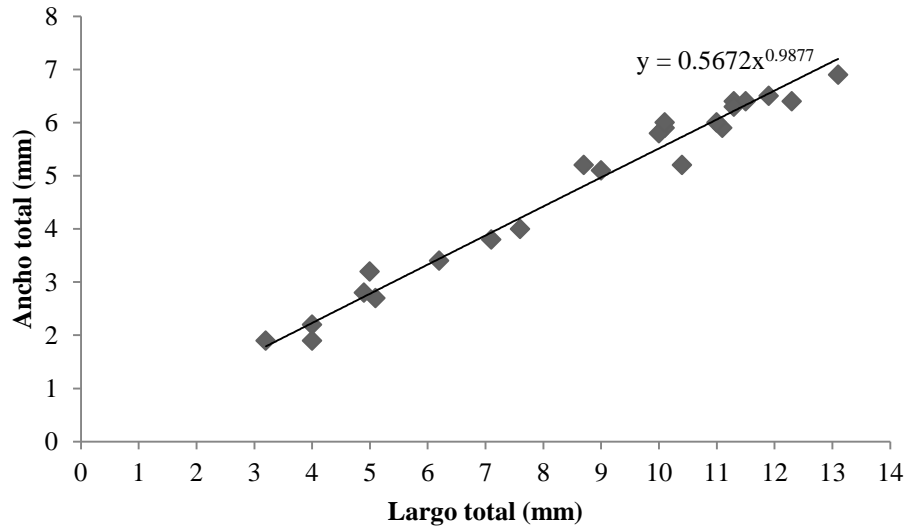


Figura 10. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. ancho total de la especie *Chaetopleura apiculata*.

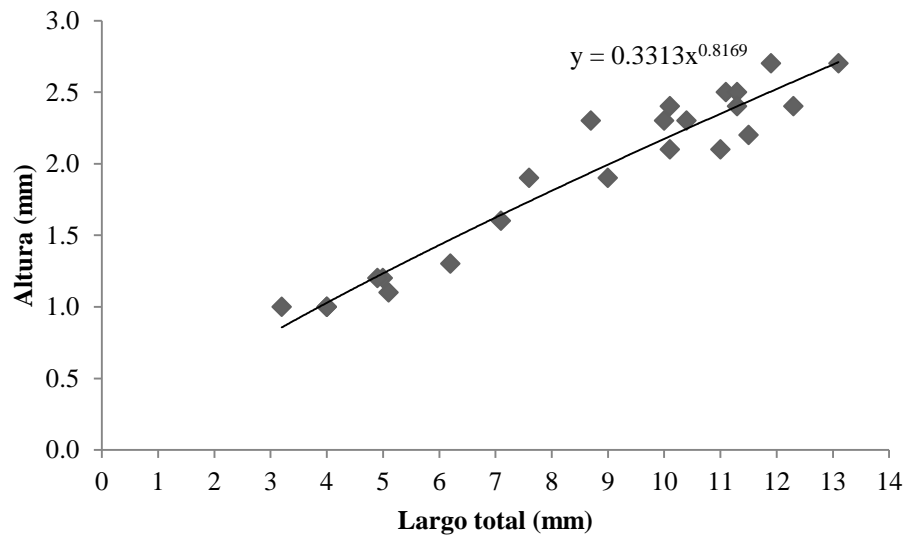


Figura 11. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. altura de la especie *Chaetopleura apiculata*.

Ischnochiton kaasi

Los miembros de esta especie presentaron un crecimiento alométrico negativo ($k = 0.7118$) en cuanto a la relación largo total-ancho total (Figura 12; Tabla 6), mientras que en la relación largo total-altura fue de tipo isométrico ($k = 0.9092$) (Figura 13; Tabla 6).

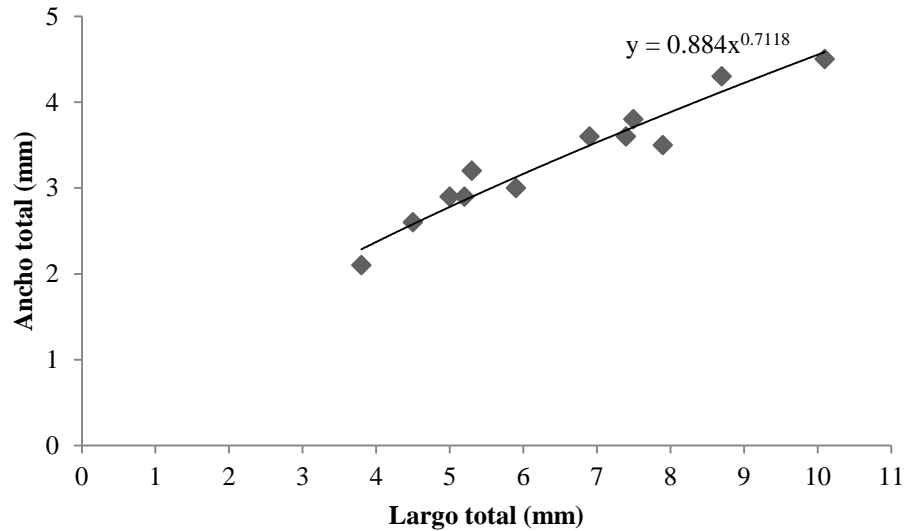


Figura 12. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. ancho total de la especie *Ischnochiton kaasi*.

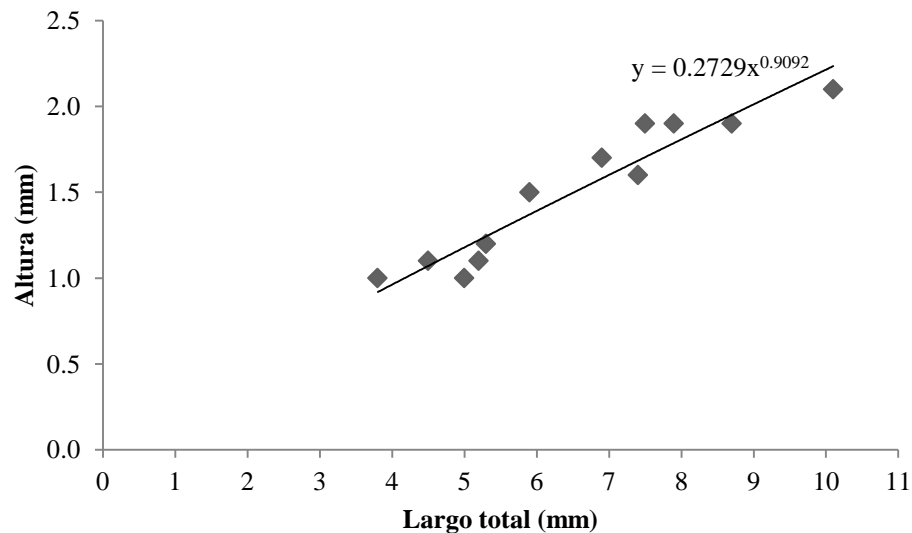


Figura 13. Ajuste a una ecuación potencial del largo total vs. altura de la especie *Ischnochiton kaasi*

DISCUSIÓN

Influencia de los parámetros ambientales en la comunidad de quitones

La temperatura superficial del agua en abril fue de 27 °C y la de octubre fue de 25.25 °C. Vassallo *et al.* (2014) realizaron un inventario de invertebrados marinos en Montepío a través de la compilación de una serie de muestreos obtenidos a lo largo de 10 años, y aportaron información acerca de la temperatura superficial promedio en dos estaciones del año, verano (28 a 28.5 °C) e invierno (24 a 25 °C). Los datos de Vassallo *et al.* (2014) y los obtenidos en este trabajo podrían complementar la información acerca de las fluctuaciones de temperatura.

Los valores de salinidad registrados en ambas épocas del año fueron bajos (~ 30 ups). Esto se debe a que el área de estudio es una zona costera influida por la desembocadura de los ríos Col y Máquinas (Vassallo *et al.*, 2014). De manera general, se ha considerado que los quitones son animales estenohalinos (soportan salinidades entre 34 y 38 ups) y que no habitan en zonas cercanas a las desembocaduras de los ríos (Kaas y Van Belle, 1985a; García-Ríos, 2003). En contraste, en este estudio se recolectaron quitones en bajas salinidades (~ 30 ups) y en una zona influida por la desembocadura de ríos, lo que amplía el conocimiento sobre las tolerancias halinas de los quitones.

Las esferas de escayola, colocadas solo en octubre revelaron que, de ambos transectos, en el “Sur” se tuvo un desgaste significativamente mayor (prueba de t , $p < 0.05$) que en el transecto “Norte”. Esta diferencia en desgaste probablemente se deba a que el transecto “Sur” se encuentra más expuesto al embate de las olas, por lo tanto, la cantidad de energía es mayor en dicho transecto (Figura 1).

De los transectos explorados, solo se encontraron quitones en el transecto “Sur”. Esto puede deberse a que el transecto “Norte” ha estado recientemente perturbado por el efecto antropogénico, las observaciones *in situ* indicaron que solo había escasos manchones de algas y pocos organismos sésiles.

Composición, distribución y abundancia de las especies

A pesar de su gran importancia como controladores de algas e importantes bioerosionadores en el litoral rocoso, los miembros de la clase Polyplacophora han recibido poca atención en estudios ecológicos. Existen listas de invertebrados marinos en aguas del estado de Veracruz (Vassallo *et al.*, 2014) y, en algunos casos, solo se llega registrar su presencia a nivel de grupo (Wiley *et al.*, 1982).

En este estudio, la familia más abundante y diversa fue Ischnochitonidae (con 98.8 % de abundancia total). Sliker (2000) refiere a esta familia como la más diversa entre los quitones, abarcando cerca de una tercera parte de las casi 900 especies registradas. La mayoría de las especies de esta familia habitan la zona infralitoral, aunque algunas pueden hallarse en aguas profundas y cuentan con una variedad de tallas que van en promedio de los cinco milímetros hasta los cinco centímetros aproximadamente (Sliker, 2000). Según Watters (1991), las especies pequeñas son más generalistas que las especies grandes, y por tanto pueden habitar una variedad más amplia de ambientes; sin embargo, esta propuesta debe verificarse con más estudios. En el golfo de México, incluyendo los cayos de Florida y Cuba, Lyons y Moretzsohn (2009), registraron un total de 13 especies pertenecientes a esta familia, todas menores a cinco centímetros.

Se determinó un total de seis especies de moluscos poliplacóforos en el litoral rocoso de Montepío, Veracruz (Tabla 2). Del total, cuatro especies (*Lepidochitona liozonis*, *L. rosea*, *Chaetopleura apiculata* y *Acanthochitona andersoni*) han sido previamente registradas por otros autores (Watters, 1981; Reyes-Gómez y Salcedo Vargas, 2002; Reyes-Gómez, 2004; Alarcón-Chavira, 2014; Hernández-Pérez, 2015) en aguas del golfo de México y el Caribe mexicano (Tabla 7). Las otras dos especies, *L. pseudoliozonis* e *Ischnochiton kaasi*, representan primeros registros en aguas mexicanas del golfo de México.

Tabla 7. Especies de quitones encontradas en este estudio en Montepío, Veracruz y sus registros previos en el golfo de México y Caribe mexicano. • previamente registrado.

Espece	Florida y Mar Caribe (1), (2), (7)	Massachusetts-Texas (3)	Golfo de México (4)	Veracruz (5), (6)	Mar Caribe (7)
<i>Acanthochitona andersoni</i>	•				•
<i>Chaetopleura apiculata</i>		•	•	•	
<i>Ischnochiton kaasi</i>					•
<i>Lepidochitona liozonis</i>	•			•	
<i>Lepidochitona pseudoliozonis</i>	•				
<i>Lepidochitona rosea</i>				•	•

(1) Kaas y Van Belle (1985b)

(2) Lyons (1988)

(3) Kaas y Van Belle (1987)

(4) Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas (2002)

(5) Alarcón-Chavira (2014)

(6) Hernández-Pérez (2015)

(7) García-Ríos (2003, 2010, 2011, 2015)

Las tres especies dominantes fueron *L. rosea*, *C. apiculata* e *I. kaasi* con un 83.13% de la abundancia total.

Lepidochitona rosea fue la especie más abundante (40.96 % de la abundancia total). Esta especie fue encontrada sobre tapetes de algas en el infralitoral poco profundo, misma situación que García-Ríos (2003) menciona para los ejemplares recolectados en Puerto Rico. Su distribución se describe en general desde el Mar Caribe hasta Brasil (Kaas y Van Belle, 1985b; Slieker, 2000; García-Ríos, 2003). En el Caribe mexicano existen trabajos que mencionan la presencia de esta especie (Reyes-Gómez, 2004; Alarcón-Chavira, 2014) y en el arrecife coralino “La Perla del Golfo”, Veracruz, fue designada como una especie común (Hernández-Pérez, 2015).

Chaetopleura apiculata fue la segunda especie con mayor abundancia (27.71 %). Estos organismos fueron recolectados sobre rocas en abril y debajo de las rocas en octubre. La literatura menciona que esta especie se asocia a diversos ambientes: sobre rocas, debajo de las rocas y sobre conchas de otros moluscos (Lyons y Moretzsohn, 2009; Tunnell, 2010). Se ha observado a esta especie desde Massachusetts hasta Texas (Lyons y Moretzsohn, 2009; Tunnell, 2010). Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas (2002) mencionan la presencia de la especie en aguas mexicanas del golfo de México. Hernández-Pérez (2015) la registra como dominante en el arrecife “La Perla del Golfo”, Veracruz.

Ischnochiton kaasi representó 14.46 % de la abundancia total. Esta especie no cuenta con registros previos en México. Fue descrita por Ferreira (1987) con especímenes de tres localidades de Panamá. Posteriormente fue registrada en Limón, Costa Rica (García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2011) y en Santa Marta, Colombia (García-Ríos *et al.*, 2011). Esta especie es muy común debajo de rocas y fragmentos de coral sobre arena (García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2011; García-Ríos *et al.*, 2011), lo cual coincide con el hábitat observado en este trabajo. A pesar de contar con una descripción detallada emanada del uso de la microscopía electrónica de barrido y una distribución claramente caribeña, *I. kaasi* tiene el problema de que puede ser fácilmente confundida con *I. erythronotus* e *I. striolatus*. De acuerdo con Ferreira (1987), las tres especies son muy similares en color, forma y hábitat, aunque difieren en la microescultura del tegumento y las escamas del cinturón. En la costa de Veracruz, Hernández-Pérez (2015) registró la presencia de *I. erythronotus* e *I. striolatus*, pero fueron identificadas mediante el uso de un microscopio estereoscópico. Sin embargo, esta técnica es ineficiente para observar

las estructuras finas del tegumento y las escamas del cinturón, por lo que existe la posibilidad de que Hernández-Pérez (2015) tenga errores en la identidad de sus especies. En este trabajo, se recurrió a la técnica de microscopía electrónica de barrido con el fin de realizar la identificación correcta de los especímenes (Figura 7). Con ayuda de esta técnica, fue posible observar las características distintivas de esta especie.

Las siguientes tres especies sumaron el 16.86 % de la muestra: *L. pseudoliozonis* (12.05 %), *L. liozonis* (3.61 %) y *A. andersoni* (1.20 %).

Lepidochitona pseudoliozonis. El único registro de esta especie corresponde a Pigeon Key, Florida (García-Ríos, 2015), por lo que constituye un nuevo registro para México. Descrita recientemente por García-Ríos (2015), *L. pseudoliozonis* fue inicialmente identificada como una especie críptica de *L. liozonis*, ya que son tan similares en morfología que es fácil confundirla. Las principales características que diferencian a estas dos especies es que *L. pseudoliozonis* presenta espículas marginales del cinturón mayores a 100 µm, así como la presencia de mechones en el cinturón (García-Ríos, 2015). De igual forma que *I. kaasi*, con la ayuda de la técnica de microscopía electrónica de barrido, fue posible observar las características distintivas de esta especie.

Lepidochitona liozonis contó únicamente con tres individuos (3.61 % de la abundancia total) sobre algas incrustantes marrón-rojizas. La baja abundancia de esta especie concuerda con las observaciones de García-Ríos (2003), quien indica que es raro encontrar más de un individuo por localidad. Littler y Littler (2000) y García-Ríos, (2006) mencionan que esta especie presenta un alto grado de mimetismo con las algas; según García-Ríos (2015) estos cambios de coloración pueden ocurrir en cuestión de minutos. Redfern (2013) refiere a *L. liozonis* como el quitón camaleónico, haciendo alusión a su capacidad de variar su coloración, desde un rojo muy intenso hasta anaranjado claro. Su distribución se registra desde Florida y Bermudas hasta la costa caribeña de Colombia (Kaas y Van Belle, 1985b; García-Ríos, 2003; Redfern, 2013).

Acanthochitona andersoni fue la especie menos abundante, aportando 1.20 % de la abundancia total. Esta especie habita de 0 a 55 m (Watters, 1981). Su distribución se describe desde Florida hasta Panamá (Watters, 1981; Lyons, 1988; García-Ríos, 2003) y ha sido previamente registrada por distintos autores en aguas del Caribe mexicano (Watters, 1981; Lyons, 1988; Reyes-Gómez y Salcedo-Vargas, 2002, Reyes-Gómez, 2004, Alarcón-Chavira,

2014). En el golfo de México, Lyons y Moretzsohn (2009), mencionan su presencia en la costa de Yucatán.

Comparación entre épocas

La estructura de la comunidad de invertebrados de Montepío está sujeta a los cambios estacionales (Vassallo *et al.*, 2014). Tanto en época de secas como en época de nortes, la riqueza de especies fue la misma ($S = 4$), y la diversidad de Shannon muy similar entre ambas (abril: 1.36 bits/ind; octubre: 1.29 bits/ind). No obstante, existió un notable recambio de especies (50 %) de una época a otra

En época de nortes (octubre), cuando la intensidad del oleaje fue mayor, las cuatro especies que se recolectaron fueron: *Lepidochitona pseudoliozonis*, *Chaetopleura apiculata*, *Ischnochiton kaasi* y *Acanthochitona andersoni*. Según Vassallo *et al.* (2014) una mayor energía del oleaje propicia un cambio en el microhábitat de las especies, las cuales tienden a buscar refugio en las oquedades de las rocas o inmersas en las algas. Estas mismas observaciones se aplican al presente estudio, ya que estas especies se localizaron debajo de las rocas para protegerse y conseguir alimento.

En contraste, en época de secas (abril), cuando la energía del oleaje fue menor, se registraron: *L. liozonis*, *L. pseudoliozonis*, *L. rosea* y *C. apiculata*. Estas especies tienden a vivir sobre tapetes de algas incrustantes o filamentosas (García-Ríos, 2003, 2011, 2015; Redfern, 2013). De acuerdo con García-Ríos y Álvarez-Ruiz (2007), la zona litoral rocosa es más susceptible de tener sedimento fino acumulado durante los periodos de baja energía del oleaje. Hyman (1967) menciona que los quitones durante su proceso de alimentación ingieren el sedimento fino, pero también lo excretan en forma de pellets. Sin embargo, si el sedimento es mucho, puede obstruir las branquias (García-Ríos y Álvarez-Ruiz, 2007).

No existen trabajos previos acerca de la estructura comunitaria de quitones en el área de estudio, pero sí de otros invertebrados (Hernández y Álvarez, 2007; Hernández *et al.*, 2010; Vassallo *et al.*, 2014). Hernández y Álvarez (2007) realizaron un estudio sobre la estructura de la comunidad de crustáceos en Montepío, Veracruz. Dichos autores muestrearon mensualmente durante un año y observaron que el mayor recambio de especies (73 %) ocurrió de febrero a marzo. En latitudes templadas, tal parece que la dinámica estacional es diferente. Así, Gore *et al.* (1978) y Dye (1992) observaron que las comunidades de invertebrados en el

litoral rocoso presentan menos cambios en términos de composición, al menos en periodos cortos de tiempo, sin que los autores especifiquen el término “corto”. Las discrepancias observadas entre latitudes templadas y tropicales es un tema aún por abordar.

Crecimiento relativo

Se analizó el crecimiento relativo de los individuos de las especies *Lepidochitona rosea*, *Chaetopleura apiculata* e *Ischnochiton kaasi*, las tres especies más abundantes.

El crecimiento de *L. rosea* y *C. apiculata* fue –en cuanto a la relación largo total-ancho total– de tipo isométrico (Tabla 6) (prueba de t , $p > 0.05$); estas especies pertenecen a la familia Ischnochitonidae. Watters (1991) analizó el crecimiento relativo de varias especies de quitones y menciona que, de manera general, la familia Ischnochitonidae presenta un crecimiento isométrico en cuanto a la relación largo total-ancho total, lo cual concuerda con lo aquí observado. Sin embargo, el mismo autor también menciona que existen géneros dentro de la misma familia que se desvían del crecimiento isométrico. Un ejemplo de esto lo constituye *I. kassi* la cual presentó un crecimiento de tipo alométrico negativo.

Para las especies *L. rosea* y *C. apiculata*, la relación largo total-altura fue de tipo alométrico negativo (Tabla 6) (prueba de t , $p < 0.05$). Estudios realizados por Baxter y Jones (1978) y Baxter (1982), en los que analizaron la morfometría de una especie del género *Lepidochitona*, observaron un crecimiento diferente para dicha relación: isométrico.

Los estudios alométricos ayudan a enriquecer los criterios taxonómicos que definen a las especies (Baxter y Jones, 1978, 1986; Baxter, 1982) y han sido utilizados también en pesquerías. En México, los estudios sobre crecimiento relativo refieren esencialmente especies de importancia comercial (*Chiton articulatus* y *C. albolineatus*) de las costas de Sinaloa, Guerrero y Oaxaca, estudios que contribuyen al conocimiento biológico-pesquero de las especies (Rojas-Herrera, 1988; Holguín-Quiñones y Michel-Morfín, 2002; Flores-Campaña *et al.*, 2007, 2012; Galeana-Rebolledo *et al.*, 2007; Ávila-Poveda, 2013; Bernabé *et al.*, 2015). Algunos autores (Baxter, 1982; Watters, 1991; Flores-Campaña *et al.*, 2012) mencionan que el tipo de crecimiento en los quitones es el resultado de una combinación de factores de tipo ontogénico y ecológico.

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye al conocimiento de la composición, distribución y abundancia de los moluscos de la clase Polyplacophora en el litoral rocoso de Montepío, Veracruz, México durante dos épocas del año: secas (abril) y nortes (octubre).

Se recolectaron 83 individuos pertenecientes al orden Neoloricata, en dos familias, cuatro géneros y seis especies. La familia Ischnochitonidae fue la más abundante, ya que los miembros de esta familia pueden habitar diversos ambientes marinos desde la zona infralitoral hasta aguas profundas.

A nivel específico se reconocieron seis especies: *Lepidochitona liozonis*, *L. pseudoliozonis*, *L. rosea*, *Chaetopleura apiculata*, *Ischnochiton kaasi* y *Acanthochitona andersoni*. Las especies dominantes fueron *L. rosea* (40.96 % de la abundancia total), *C. apiculata* (27.71 %) e *I. kaasi* (14.46 %); estas especies son comunes en litorales poco profundos y se encuentran en una amplia variedad de sustratos. *Lepidochitona pseudoliozonis* e *I. kaasi* constituyen nuevos registros para México: la primera de ellas recientemente descubierta en 2015 en los cayos de Florida, y la segunda, registrada en Colombia, Panamá y Costa Rica.

Estacionalmente, se observaron cambios notables en cuanto a la composición y abundancia de las especies; sin embargo, la diversidad –referida como riqueza de especies e índice de Shannon– fue baja y muy similar. El cambio estacional más notable en los parámetros ambientales fue la energía del oleaje, mayor en la época de nortes (octubre). La energía del oleaje influye sobre dos aspectos importantes de la comunidad: abundancia y microhábitat. Así, un ambiente de baja energía propicia que haya una mayor cantidad de sedimento fino acumulado en el sustrato, que eventualmente podría obstruir las branquias de los quitones; en estos ambientes es común observar a los animales sobre las rocas. En contraste, en un ambiente de alta energía, la posibilidad de que las branquias se obstruyan por sedimentos finos disminuye y, para evitar el fuerte embate de las olas, los quitones se encuentran bajo las rocas.

Si bien la diversidad fue baja en ambas épocas, se observó un fuerte recambio estacional de especies (50 %). No se tienen antecedentes acerca de la época de reproducción de las especies, de sus tasas de crecimiento, ni de su longevidad. Sin embargo, estos resultados

indican que la comunidad del litoral rocoso de Veracruz es muy dinámica, como se ha observado en otros invertebrados como los crustáceos. Los pocos registros que se tienen para latitudes templadas indican que la tasa de recambio de especies es menos evidente, a pesar de que los cambios ambientales estacionales son más fuertes. Estos contrastes sugieren que es necesario realizar estudios comparativos más profundos acerca de la dinámica estacional de la comunidad de quitones.

Es ampliamente conocido que los quitones son animales exclusivamente marinos; más aún, los antecedentes indican que son estenohalinos, soportando salinidades de 34 a 38. Sin embargo, en este estudio se encontraron seis especies muy cerca de la desembocadura de dos ríos, en salinidades de ~30. Este hallazgo amplía los conocimientos acerca de las tolerancias halinas de los quitones.

El análisis del crecimiento relativo de los miembros de tres especies de la familia Ischnochitonidae mostró un patrón dentro de la generalidad para la familia. Las especies aquí analizadas no tienen antecedentes específicos, por lo que los parámetros de crecimiento presentados podrían ayudar a enriquecer los criterios taxonómicos que definen a las especies, diferenciar poblaciones distantes desde un punto de vista morfológico, o bien, detectar poblaciones aisladas.

LITERATURA CITADA

- Alarcón-Chavira, E., 2014. *Sistemática y distribución de los quitones (Mollusca: Polyplacophora) de México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 124 p.
- Andrle, R.F., 1964. *A biogeographical investigation of the sierra de Tuxtla in Veracruz, Mexico*. Tesis de Doctorado, Louisiana State University, 248 p.
- Anónimo, 1999. Datos climáticos en Veracruz, México 1917-1998. *Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Veracruz, Centro de Previsión del Golfo de México*, 29 p.
- Ávila-Poveda, O.H., 2013. Annual change in morphometry and in somatic and reproductive indices of *Chiton articulatus* adults (Polyplacophora: Chitonidae) from Oaxaca, Mexican Pacific. *American Malacological Bulletin* 31(1): 65-74.
- Baxter, J.M., 1982. Allometric and morphological variations of whole animal and valve dimensions in the chiton *Lepidochitona cinereus* (L.) (Mollusca: Polyplacophora). *Journal of Molluscan Studies* 48(3): 275-282.
- Baxter, J.M. y A.M. Jones, 1978. Growth and population structure of *Lepidochitona cinereus* (Mollusca: Polyplacophora) infected with *Minchinia chitonis* (Protozoa: Sporozoa) at Easthaven, Scotland. *Marine Biology* 46(4): 305-313.
- Baxter, J.M. y A.M. Jones, 1986. Allometric and morphological characteristics of *Tonicella marmorea* (Fabricius, 1780) populations (Mollusca: Polyplacophora: Ischnochitonidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 88(2): 167-177.
- Bernabé E., S. García, J.T. Nieto, R. Flores-Garza, P. Flores, J. Violante y F.G. Olea, 2015. Parámetros poblacionales y estimación de tallas de *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en Acapulco, Guerrero, México. Pp. 175-190. In: R. Sosa y M.G. Verduzco (Eds), *Estudios acuícolas y marinos en el Pacífico mexicano*. Prensa de la Universidad de Colima, Colima, 293 p.
- Brusca, R.C. y G.J. Brusca, 2003. Phylum Mollusca. Pp. 757-832. In: R.C. Brusca y G.J. Brusca (Eds), *Invertebrates*. Sinauer Associates, Massachusetts, 936 p.
- Clark, R.N., 2000. The chiton fauna of the Gulf of California rhodolith beds (with description of four new species). *Numoria* 43: 1-8.

- Day, J.W., A. Díaz, G. González, P. Moreno y A. Yáñez, 2004. Diagnóstico ambiental del Golfo de México (Resumen ejecutivo). Pp. 15-43 *In*: M. Caso, I. Pistanty y E. Excurra, (Eds), *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. México, 627 p.
- Dye, A.H., 1992. Experimental studies of succession and stability in rocky intertidal communities subject to artisanal shellfishing gathering. *Netherlands Journal of Sea Research* 30: 209-217.
- Ernisse, D.J. y P.D. Reynolds, 1994. Polyplacophora. Pp. 55-110. *In*: F.W. Harrison y A.J. Kohn, (Eds), *Microscopic anatomy of invertebrates. Vol. 5, Mollusca I*. Wiley-Liss Inc., Nueva York, 357 p.
- Ferreira, J.A., 1983. The chiton fauna of the Revillagigedo Archipelago, Mexico. *The Veliger* 25(4): 307-322.
- Ferreira, J.A., 1984. A new species of *Ischnochiton* in the Gulf of California. *The Veliger* 22(3): 179-182.
- Ferreira, J.A., 1987. Two new species of *Ischnochiton* (Mollusca: Polyplacophora) in the western central Atlantic. *Bulletin of Marine Science* 40(1): 145-151.
- Flores-Campaña, L.M., M.A. González-Montoya, M.A. Ortiz-Arellano y J.F. Arzola-González 2007. Estructura poblacional de *Chiton articulatus* en las islas Pájaros y Venados de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 23-31.
- Flores-Campaña, L.M., J.F. Arzola-González y R. de León-Herrera, 2012. Body size structure, biometric relationships and density of *Chiton albolineatus* (Mollusca: Polyplacophora) on the intertidal rocky zone of three islands of Mazatlan Bay, SE of the Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47(2): 203-211.
- Flores-Garza, R., L. Galeana-Rebolledo y C. Torreblanca-Ramírez, 2012. Polyplacophora species richness, composition and distribution of its community associated with the intertidal rocky substrate in the marine priority region No. 32 in Guerrero, Mexico. *Open Journal of Ecology* 2(4): 192-201.
- Galeana-Rebolledo, L., M.A. Suástegui-Herrera, G. Torales-Gutiérrez, M.A. Millán-Román, S. García-Ibáñez, R. Flores-Garza, P. Flores-Rodríguez y D.G. Arana-Salvador, 2007. Estudio de la población del *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) en Playa Ventura, Copala, Guerrero, como un recurso de importancia comercial. Pp. 185-187. *In*: E. Ríos-Jara, M.C. Esqueda-González y C.M. Galván-Villa (Eds), *Estudios sobre la*

- Malacología y Conquiliología en México*. Prensa de la Universidad de Guadalajara, Jalisco.
- Gambi, M.C., M.C. Buia, E. Casola y M. Scardi, 1989. Estimates of water movement in *Posidonia oceanica* beds: a first approach. Pp. 101-112. In: C.F. Bouderesque, A. Melnesz, E. Fresi y V. Gravez (Eds), *International Workshop on Posidonia Beds*. GIS Posidonie Publications, Francia.
- García, E., 1970. Los climas del estado de Veracruz. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México* 41: 3-42.
- García-Ríos, C.I., 2003. *Los quitones de Puerto Rico*. Isla Negra Editores, Puerto Rico, 208 p.
- García-Ríos, C.I., 2006. A new species of *Lepidochitona* (Mollusca: Polyplacophora) from El Salvador. *The Veliger* 48(3): 206-214.
- García-Ríos, C.I., 2010. Nueva especie del quitón *Lepidochitona* (Polyplacophora: Ischnochitonidae) de Puerto Rico. *Revista de Biología Tropical* 58(2): 635-644.
- García-Ríos, C.I., 2011. *Lepidochitona bullocki*, una nueva especie de quitón (Polyplacophora: Ischnochitonidae) del Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical* 59(3): 1105-1114.
- García-Ríos, C.I., 2015. *Lepidochitona pseudoliozonis*, una nueva especie de quitón (Polyplacophora: Ischnochitonidae) del norte del Caribe. *Revista de Biología Tropical* 63(2): 369-384.
- García-Ríos, C.I. y M. Álvarez-Ruiz, 2007. Comunidades de quitones (Mollusca: Polyplacophora) de la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical* 55(1): 177-182.
- García-Ríos, C.I. y M. Álvarez-Ruiz, 2011. Diversidad y microestructura de quitones (Mollusca: Polyplacophora) del Caribe de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 59(1): 129-136.
- García-Ríos, C.I., M. Álvarez-Ruiz, P.C. Tigreros, L.S. Triana y S.A. Rodríguez, 2011. Primeros registros de *Callistochiton portobelensis* Ferreira e *Ischnochiton kaasi* Ferreira (Mollusca: Polyplacophora) para el Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 40(2): 425-430.
- González-Soriano, E., R. Dirzo y R.C. Vogt (Eds), 1997. *Historia natural de Los Tuxtlas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 647 p.

- Gore, R.H., L.E. Scotto y L.J. Becker, 1978. Community composition, stability and trophic partitioning in decapod crustaceans inhabiting some subtropical sabellariid worm reefs. *Bulletine of Marine Science* 28(2): 221-248.
- Gould, S.J., 1966. Allometry and size in ontogeny and phylogeny. *Biological Reviews* 41(4): 587-638.
- Hernández-Pérez, J.R., 2015. *Estudio faunístico de los moluscos del arrecife "La Perla del Golfo", Veracruz, México*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 76 p.
- Hernández, C. y F. Álvarez, 2007. Changes in the crustacean community of a tropical rocky intertidal shore: is there a pattern?. *Hidrobiológica* 17(1): 25-34.
- Hernández, C., F. Álvarez y J.L. Villalobos, 2010. Crustáceos asociados a sustrato duro en la zona intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 141-151.
- Holguín-Quiñones, O.E. y J.E. Michel-Morfín, 2002. Distribution, density and length-weight relationship of *Chiton articulatus* (Sowerby, 1832) (Mollusca: Polyplacophora) on Isla Socorro, Revillagigedo, Archipelago, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 21: 239-241.
- Hyman, L.H., 1967. *The Invertebrates: Mollusca I (Vol. VI)*. McGraw-Hill, Nueva York, 792 p.
- Kaas, P., 1993. *Ischnochiton mexicanus*, a new abyssal chiton from the Gulf of Mexico (Polyplacophora, Ischnochitonidae). *Basteria* 57(4-6): 107-109.
- Kaas, P. y R. Van Belle, 1985a. *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 1. Order Neoloricata: Lepidopleurina*. Brill-Backhuys, Leiden, 240 p.
- Kaas, P. y R. Van Belle, 1985b. *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 2. Suborder Ischnochitonina. Ischnochitonidae. Schizoplacinae, Callochitoninae and Lepidochitoninae*. Brill-Backhuys, Leiden, 198 p.
- Kaas, P. y R. Van Belle, 1987. *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 3. Suborder Ischnochitonidae. Chaetopleurinae and Ischnochitoninae. Addition to vols. 1 and 2*. Brill-Backhuys, Leiden, 302 p.

- Kaas, P. y R. Van Belle, 1990. *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora)*. Vol. 4. *Suborder Ischnochitonina: Ischnochitonidae: Ischnochitoninae. (cont.)*. Addition to vols. 1, 2 and 3. Brill-Backhuys, Leiden, 315 p.
- Kaas, P. y R. Van Belle, 1998. *Catalogue of living chitons (Mollusca: Polyplacophora)*. Backhuys Publishers, Leiden, 204 p.
- Kim, K.S., J. Webb y D.J. Macey, 1986. Properties and role of ferritin in the hemolymph of the chiton *Clavari zona hirtosa*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 884: 387-394.
- Littler, D. y M. Littler, 2000. *Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Off Shore Graphics, Washington, D.C., 542 p.
- Lyons, W.G., 1988. A review of Caribbean Acanthochitonidae (Mollusca: Polyplacophora) with description of six new species of *Acanthochitona* Gray, 1821. *American Malacological Bulletin* 6(1): 79-114.
- Lyons, W.G. y F. Moretzsohn, 2009. Polyplacophora (Mollusca) of the Gulf of Mexico. Pp. 569-578. In: D.L. Felder y D.K. Camp (Eds), *Gulf of Mexico: origins, waters, and biota. Vol. 1: Biodiversity*. Texas A&M University Press, Texas, 1312 p.
- Martín-del Pozzo, A.L., 1997. Geología. Pp. 25-31. In: E. González-Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (Eds), *Historia natural de los Tuxtlas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 647 p.
- Muus, B.J., 1968. A field method for measuring "exposure" by means of plaster balls: a preliminary account. *Sarsia* 34(1): 61-68.
- Redfern, C., 2013. *Bahamian seashells: 1161 species from Abaco, Bahamas*. Bahamian Seashells Inc., Florida, 501p.
- Reyes-Gómez, A., 2004. Chitons in Mexican waters. *Bollettino Malacologico* 5: 69-82.
- Reyes-Gómez, A. y M.A. Salcedo-Vargas, 2002. The recent Mexican chiton (Mollusca: Polyplacophora) species. *The Festivus* 34(2): 17-27.
- Reyes-Gómez, A., N. Barrientos-Luján, J. Medina-Bautista y S. Ramírez-Luna, 2010. Chitons from the coralline area of Oaxaca, Mexico (Polyplacophora). *Bollettino Malacologico* 46(2): 111-125.

- Rodríguez-Vázquez, R.A., A. Gaytán-Caballero y M. Hermoso, 2014. The polyplacophorans from Tuxpan reef, Veracruz, México: preliminary results with an ecological approach. Cartel. *Mollusca 2014: El encuentro de las Américas*, Ciudad de México, México.
- Rojas-Herrera, A., 1988. Análisis biológico-pesquero de la cucaracha de mar (*Chiton articulatus*, Sowerby, 1832) de Acapulco, Guerrero, México. En: *Memorias del IX Congreso Nacional de Zoología* (pp. 151-156). Villahermosa, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y Sociedad Mexicana de Zoología.
- Salas-de León, D.A. y M.A. Monreal-Gómez, 1997. Mareas y circulación residual en el Golfo de México. Pp. 201-223 In: M.F. Lavín (Ed.), *Contribuciones a la oceanografía física en México*. Unión Geofísica Mexicana. México, 272 p.
- Shepard, F.P., 1973. *Submarine Geology*. Harper and Row, Nueva York, 517 p.
- Slieker, F.J., 2000. *Chitons of the world: an illustrated synopsis of recent Polyplacophora*. L'Informatore, Piceno, 154 p.
- Soto, M. y L. Gamma, 1997. Climas. Pp. 7-18. In: E. González-Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (Eds), *Historia natural de los Tuxtlas*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 647 p.
- Tunnell, J.W., J. Andrews, C.N. Barrera y F. Moretzsohn, 2010. *Encyclopedia of Texas seashells: identification, ecology, distribution, and history*. Texas A&M University Press, Texas, 512 p.
- Vassallo, A., Y. Dávila, N. Luviano, S. Deneb-Amozurrutia, X.G. Vital, C.A. Conejeros, L. Vázquez y F. Álvarez, 2014. Inventario de invertebrados de la zona rocosa intermareal de Montepío, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 349-362.
- Watters, T., 1981. Two new species of Acanthochitona from the New World (Polyplacophora: Cryptoplacidae). *The Nautilus* 95: 171-177.
- Watters, T., 1991. Utilization of a simple morphospace by polyplacophorans and its evolutionary implications. *Malacologia* 33(1-2): 221-240.
- Wiley, G.N., R.C. Circé y J.W. Tunnell Jr., 1982. Mollusca of the rocky shores of east central Veracruz state, Mexico. *The Nautilus* 96(2): 55-61.
- Zar, J.H., 2010. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Nueva Jersey, 663 p.