



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTRUCTURA COMUNITARIA DE BIVALVOS
ASOCIADOS A MACROALGAS EN EL LITORAL
ROCO SO DE MUELLE MUNICIPAL
ZIHUATANEJO, GUERRERO, MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

PRESENTA:

ASTRID ROCÍO GUZMÁN RUIZ

DIRECTOR DE TESIS

M. EN C. LUIS GABRIEL AGUILAR ESTRADA



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2022



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.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con el apoyo económico del proyecto DGAPA-PAPIIT IN220714.

Al M. en C. Luis Gabriel Aguilar Estrada, director de tesis, por ser mi guía en este largo proceso; además, por todos los consejos y apoyo que me ha proporcionado a través de los años para terminar la carrera y la tesis. Agradezco su tiempo, sus enseñanzas y su amistad.

Al Laboratorio de Ficología (Biodiversidad Marina), por ser el lugar en donde pude realizar el servicio social y el proyecto de tesis. Además, a todas aquellas personas que trabajan en el laboratorio, especialmente a la Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas y a la M. en C. Ivette Ruiz Boijseauneau por haberme abierto las puertas del recinto, por la confianza que me brindaron y por todas las ocasiones que me orientaron para aclarar dudas, mil gracias.

A la Dra. Norma Angélica López Gómez y al M. en C. Carlos Federico Candelaria Silva por el préstamo de las instalaciones, de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Zihuatanejo.

A la M. en F. P. Ana Isabel Bieler Antolín, por ayudarme en la toma de las fotografías del presente trabajo y por mostrarme otra perspectiva de los ejemplares.

A los miembros del jurado, la Dra. María del Carmen Hernández Álvarez, la Dra. María Martha Reguero Reza, la Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas y a la M. en C. Ivette Ruiz Boijseauneau, por aceptar mi invitación a formar parte de mi jurado, dedicarme su tiempo en la revisión de este manuscrito, sus comentarios y el apoyo en este proceso.

A mi papá, por todo el tiempo que me dedicó para realizar esta tesis, además de las largas pláticas y los consejos que me ayudaron a enriquecer el trabajo.

A mi mamá, por todo el apoyo que me proporcionó a lo largo de mi vida, impulsándome siempre a ser mejor persona y terminar mi carrera.

A todas y cada una de las personas que se tomaron el tiempo para alentarme a seguir o que me ayudaron en alguna parte de este proceso.

DEDICATORIA

El tiempo nos recuerda, que el curso de la vida sigue independiente, que el presente es el instante en donde elegimos hacer, el pasado es el fundamento del hoy y el futuro es incierto, pero está lleno de posibilidades. Por lo que los sueños deben ser el impulso; los deseos, la acción y las metas, el resultado del esfuerzo. Recuerda que a pesar de la dificultad uno debe seguir firme, constante, aprendiendo siempre de los errores, valorando lo que se tiene... para que al final del camino uno esté satisfecho con la vida y el ser que eligió forjar.

Para ti... alma mía.

Dedico todo mi empeño con especial cariño a mis padres, Rocío Ruiz y Rubén Guzmán, gracias por darme la vida, su tiempo, su ahínco, su amor, sus consejos, por enseñarme lo esencial e importante de la vida, por hacer de mí una buena persona. Simplemente les agradezco infinitamente por estar ahí... conmigo, siempre.

A mi esposo David López, por caminar a mi lado a pesar de las dificultades, de los desvelos, de mis inseguridades, por intentar sacarme una sonrisa siempre que los días son malos, por mostrarme su amor cada día... que esté, me llena el alma.

A mis hermanos Uriel Juárez y Rubí Guzmán, por crecer a mi lado y vivir conmigo miles de momentos y emociones, colmado de risas, enojos, reconciliaciones, tristeza, felicidad, entre otros. Espero que siempre tengan presente que los quiero muchísimo y que todo es posible con dedicación y perseverancia.

A Martín Juárez, por todo el apoyo y el afecto, brindado a través de los años.

A mi tía Ceci y a mi tío Jesús, por ser como mis padres, estar al pendiente de mi, cuidarme y expresarme su cariño con sus consejos, abrazos y deseos de que me valla bien siempre.

A cada uno, de los integrantes de mi familia, que a través de mi vida, han estado conmigo, queriéndome a su manera, compartiendo con sus palabras y anécdotas, consejos de vida. Aprecio el tiempo que me han obsequiado, los momentos que he convivido con ustedes y agradezco el hecho de haberlos tenido en mi vida e impulsarme a seguir adelante, gracias a todos.

A Yavesito, por escucharme, aconsejarme, quererme... y simplemente estar para mí, gracias. Aunque ya no estás aquí conmigo para ver este logro, sé que te alegras por mí.

A mis amigos de la infancia, de juventud y de la carrera por su apoyo, por las risas, por estar junto a mí en diferentes etapas de mi vida, por ser mis cómplices en miles de aventuras. Gracias por su cariño y amistad.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Zona litoral.....	2
Phylum Mollusca.....	4
Clase Bivalvia.....	5
ANTECEDENTES	6
Bivalvos del estado de Guerrero	6
Bivalvos de la Costa Chica	8
Bivalvos de Centro (Acapulco).....	9
Bivalvos de la Costa Grande	10
OBJETIVOS.....	12
General.....	12
Particulares	12
ÁREA DE ESTUDIO	13
Localización.....	13
Origen y Geología.....	13
Clima.....	13
Mareas y corrientes	14
Actividades económicas	14
Muelle Municipal	14
MATERIAL Y MÉTODO.....	16
Trabajo de campo	16
Trabajo de laboratorio para macroalgas.....	16

Trabajo de laboratorio para bivalvos	18
Trabajo de gabinete para bivalvos	20
Trabajo de gabinete para bivalvos y macroalgas	21
RESULTADOS.....	22
Composición y riqueza de bivalvos.....	22
Variación espacial y temporal de la riqueza específica de bivalvos.....	24
Abundancia de bivalvos.....	24
Densidad de bivalvos	25
Distribución espacial y temporal de bivalvos.....	27
Índices comunitarios	31
Gremios alimentarios y tipos de vida de bivalvos	31
Estructura de tallas.....	32
Análisis estadísticos para bivalvos	33
Composición y riqueza de macroalgas.....	36
Cobertura de macroalgas.....	38
Grupos morfofuncionales de macroalgas	39
Cobertura de macroalgas y densidad de bivalvos	43
Análisis estadísticos de la asociación de macroalgas y bivalvos	43
DISCUSIÓN.....	46
Composición y riqueza de bivalvos.....	46
Variación espacial y temporal de la riqueza específica de bivalvos.....	49
Abundancia de bivalvos.....	51
Densidad de bivalvos	53
Distribución espacial y temporal de bivalvos.....	55
Índices comunitarios	57

Gremios alimentarios y tipos de vida de bivalvos	58
Estructura de tallas de bivalvos	61
Análisis estadísticos para bivalvos	63
Composición y riqueza de macroalgas.....	63
Cobertura de macroalgas.....	65
Grupos morfofuncionales de macroalgas	66
Cobertura de macroalgas y densidad de bivalvos	68
Análisis multivariados de la asociación de macroalgas y bivalvos.....	70
CONCLUSIONES.....	72
LITERATURA CITADA	75
ANEXOS.....	92
Anexo I. Lista sistemática de las especies de bivalvos de Muelle Municipal. Clasificación de Bouchet et al., 2010.....	92
Anexo II. Lista sistemática de las especies de macroalgas de Muelle Municipal. Clasificación de Guiry y Guiry, 2022.	94
Anexo III. Catálogo fotográfico de las especies de bivalvos de Muelle Municipal.....	96

RESUMEN

El litoral conjunta ambientes terrestres y marinos, en el litoral se encuentra la zona intermareal, donde el nivel del mar oscila constantemente, que junto con la variabilidad de la roca forman microambientes, que contienen una amplia variedad de organismos que soportan condiciones cambiantes. Este trabajo tuvo como objetivo determinar la estructura de la comunidad de bivalvos asociados a ensamblajes macroalgales en el intermareal rocoso de Muelle Municipal de Zihuatanejo, Guerrero. El muestreo se realizó durante enero, mayo, julio y noviembre de 2014, en tres puntos de muestreo y tres niveles del intermareal (bajo, medio y alto); se recolectó con espátula la cama algal con la fauna asociada en un área de 20x20 cm (400 cm²). Se registró, riqueza y composición de especies, cobertura de macroalgas y densidad de bivalvos, tipo de alimentación y tallas; se obtuvieron los índices comunitarios y con análisis estadísticos se estableció la asociación con grupos morfofuncionales de macroalgas. La comunidad de bivalvos se conformó de 13 familias y 24 especies, siendo la familia Mytilidae (7 spp.) la más diversa, seguida de Myidae (4 spp.). *Leiosolenus aristatus* fue la especie con mayor abundancia y densidad; que junto con *Brachidontes playasensis*, *Carditamera affinis* e *Isognomon janus* constituyeron las especies representativas del intermareal rocoso de Muelle Municipal. Se obtuvieron ocho nuevos registros de bivalvos para el Pacífico tropical mexicano, uno para Guerrero y cinco para Zihuatanejo. La estructura de tallas mostró que todos los bivalvos asociados a macroalgas fueron juveniles. La comunidad macroalgal se conformó por 14 familias y 25 especies, siendo la familia Cladophoraceae (6 spp.) la más diversa. Se encontraron cinco grupos morfofuncionales dentro de los cuales el 55.33% fueron algas filamentosas, y a este grupo se asociaron todos los bivalvos. El valor del índice anual de diversidad de Shannon para bivalvos fue de 3.46 bits/ind, se concluyó que el intermareal rocoso del Muelle Municipal es una zona de alta diversidad propia de una comunidad bien establecida, con condiciones ambientales estables en una zona tropical. Además, se estableció que las macroalgas son un sitio de anidación, crianza y protección para los estadios juveniles de bivalvos, por lo que es fundamental continuar con estudios como el presente para poder tener pleno conocimiento de la biodiversidad que se tiene en los litorales mexicanos.

INTRODUCCIÓN

Zona litoral

El litoral es el espacio que conjunta lugares terrestres y marinos, comienza en las llanuras costeras y termina en el talud continental (Suárez de Vivero, 1999). En este sitio existe un intercambio constante de energía y materia (Lara-Lara *et al.*, 2008), por lo que presenta una fuerte dinámica entre ambos lugares. Las aguas continentales y marinas se mezclan por las mareas, mientras que las corrientes y olas determinan la presencia de sedimentos, nutrientes, sales minerales y materia orgánica en el litoral (Zamorano *et al.*, 2008).

Stephenson y Stephenson (1949) dividieron el litoral en tres zonas: supramareal, intermareal y submareal. La zona supramareal se sitúa entre la línea de costa hasta donde llega la salpicadura de las olas (el nivel más alto de la pleamar); la zona submareal comprende desde el nivel inferior de la bajamar hasta los 100 metros de profundidad; mientras que la zona intermareal comprende el área media entre las dos zonas anteriores, que está marcada por la marea baja y la marea alta (Luque-Escalona, 2002).

La zona intermareal es donde el nivel del mar oscila constantemente, por lo que hay periodos de emersión, desecación, variaciones en radiación solar, temperatura, salinidad y pH, esto genera una zona con constantes fluctuaciones ambientales (Seoane-Camba, 1969). El sustrato que forma el litoral puede ser distinto, por lo que se puede clasificar en zona intermareal arenosa (playas) y zona intermareal rocosa (CONABIO, 2020).

La zona intermareal rocosa es un sitio estable, que puede presentar condiciones locales cambiantes, dadas por su variabilidad estructural, que forman una serie de microambientes (Contreras *et al.*, 1991; Flores-Rodríguez *et al.*, 2003), en estos lugares donde radica la importancia de la zona intermareal rocosa, debido a que contienen una amplia variedad de organismos bentónicos que soportan condiciones extremas de temperatura, salinidad y/o desecación (Sánchez *et al.*, 2007; Zamorano *et al.*, 2008; Gama-Kwick *et al.*, 2021). También constituye una zona de asentamiento larval, refugio y crecimiento para organismos juveniles, zonas de crianza y reproducción para peces e invertebrados como los moluscos (Zamorano *et al.*, 2008).

Los organismos presentes en la zona intermareal rocosa han desarrollado diferentes tipos de relaciones ecológicas. Por ejemplo, en la depredación, la abundancia y riqueza de las presas, está determinada por los distintos depredadores según el nivel de marea, debido a la movilidad restringida o nula de las presas en el intermareal (López y Buschmann, 1988). Además, se han encontrado asociaciones entre especies de moluscos, estas agregaciones están dadas por afinidad del hábitat, tipo de nutrición, disponibilidad de alimento, entre otras (Landa-Jaime *et al.*, 2013). A la vez con otras relaciones dentro del intermareal, componen una compleja red trófica en esta zona (Hernández, 2001).

En la zona intermareal rocosa habitan algas cianoprocaritas, algas pardas, verdes y rojas (Sánchez *et al.*, 2007; Lee, 2008). Estas son la base de los ecosistemas al ser productores primarios; además de producir oxígeno y funcionar como reservorios de carbono, sirven como fuente de alimento y hábitat de muchas especies de invertebrados (Lara-Lara *et al.*, 2008). Algunos de los organismos que se encuentran dentro de las macroalgas son los crustáceos, poliquetos, equinodermos y moluscos que por su abundancia son los más importantes (Colman, 1940; Sánchez *et al.*, 2007; Aguilera, 2011).

Las macroalgas son los principales formadores de la comunidad, estos forman ensambles macroalgales heterogéneos, que dependiendo de su forma y textura modulan la composición, abundancia y distribución de los moluscos. Además de proporcionar refugio, alimento y espacio para los moluscos como los bivalvos (Quirós-Rodríguez y Hernando-Campos, 2013; Gama-Kwick *et al.*, 2021).

El estudio de la comunidad intermareal permite conocer la relación de la riqueza de especies asociadas a los diferentes sustratos; de esta forma se pueden identificar las distintas relaciones entre la composición de las especies en determinado lugar, su abundancia y distribución (Lara-Lara *et al.*, 2008).

El conocimiento de los factores que determinan la presencia, abundancia y fluctuaciones de las especies que conforman dichas comunidades, es determinante para la identificación de recursos naturales potencialmente aprovechables, ya que en su mayoría se encuentran amenazados por las actividades humanas, lo que lleva a la pérdida de dichos recursos y la disminución de la biodiversidad, por lo que procesos como la restauración ecológica y conservación de las comunidades marinas ayudarán a dirigir esfuerzos hacia el uso ecológico responsable y mesurado de los recursos.

Phylum Mollusca

El phylum Mollusca es el segundo grupo de animales más diverso después de los artrópodos (Castillo-Rodríguez, 2014; Brusca *et al.*, 2016) posee la mayor diversidad entre los grupos marinos (Ríos-Jara, 2015). Presentan ocho clases (Ponder y Lindberg, 2008; Castillo-Rodríguez, 2014), la clase Gastropoda como la más diversa del grupo y la clase Bivalvia que es la segunda con mayor diversidad (Gosling, 2015; Ríos-Jara, 2015).

Los bivalvos se han utilizado para delimitar las zonas del litorales por sus hábitos de vida (Stephenson y Stephenson, 1949), debido a que están sujetos a diferentes tipos de presiones abióticas como: oleaje, desecación, inmersiones y emersiones, variaciones de temperatura y diferentes relaciones ecológicas (Contreras *et al.*, 1991; Flores-Rodríguez *et al.*, 2003), además presentan adaptaciones a diferentes ambientes, como la zona intermareal rocosa (Flores-Rodríguez *et al.*, 2012).

Clase Bivalvia

Los bivalvos son animales comprimidos lateralmente, con dos valvas articuladas y unidas por un ligamento dorsal y una charnela, son exclusivamente acuáticos, de hábitos bentónicos, sedentarios y en su mayoría se alimentan por filtración (Brusca *et al.*, 2016). Por dichos hábitos acumulan en sus tejidos o en la cavidad palial, toxinas y contaminantes como bacterias o metales pesados del agua circundante, por lo que se pueden considerar como bioindicadores al mantener dichas sustancias por largos periodos (García-Cubas y Reguero, 2007; Lozada, 2015).

Dada la importancia de las asociaciones ecológicas al interior de los litorales marinos y la poca información que existe al respecto, este estudio se orientó a determinar la estructura de la comunidad de bivalvos asociados a ensamblajes macroalgales en el intermareal rocoso de Muelle Municipal, en Zihuatanejo, Guerrero.

ANTECEDENTES

México posee una extensa cantidad de costas, que alberga una gran biodiversidad marina, sin embargo, son pocos los estudios que se enfocan a los invertebrados marinos, en especial los trabajos sobre bivalvos en los litorales mexicanos. Castillo-Rodríguez (2014), con base en la revisión bibliográfica de fuentes nacionales e internacionales, analizó la biodiversidad de moluscos marinos en México y estimó que existen 670 especies de bivalvos para el Pacífico mexicano.

Se pueden mencionar, los trabajos realizados con base en el análisis de colecciones científicas nacionales, como el de Lozada (2010) sobre de la Colección Malacológica “Dr. Antonio García-Cubas” del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), quien determinó que, para el estado de Guerrero, existen alrededor de 120 especies de bivalvos, de las cuales 100 están en Acapulco, así como el trabajo de Sánchez (2014) dentro de la Colección Biológica de la Secretaría de Marina, que encontró 97 especies de bivalvos para el Pacífico mexicano.

Bivalvos del estado de Guerrero

La literatura malacológica para el estado de Guerrero es extensa y se compone de diferentes enfoques. Dichos trabajos comprenden: artículos científicos, libros y tesis. Estos estudios comenzaron con el trabajo de Stuardo y Villarreal (1976) sobre moluscos de lagunas costeras del estado de Guerrero y han continuado hasta fechas recientes con el estudio de Cerros-Cornelio *et al.* (2021) sobre los moluscos de importancia comercial de la pesca ribereña en la Costa Grande de Guerrero.

La mayoría de los trabajos se han enfocado en aspectos como sistemática, taxonomía, ecología y especies de importancia comercial en diferentes localidades a lo largo de la zona costera del estado de Guerrero.

En el litoral del estado de Guerrero, se puede mencionar el trabajo de Stuardo y Villarroel (1976), quienes describieron que los factores que determinaron la distribución de los moluscos bivalvos en los sistemas lagunares, fueron: salinidad, oxígeno, sustrato y materia orgánica. Lesser (1984) realizó una investigación sobre sistemática y ecología con los moluscos bentónicos de la plataforma continental del estado de Guerrero, en tres estratos (somero, medio y profundo), identificó 76 especies de moluscos, de los cuales 22 fueron bivalvos.

Hernández (2001) analizó nueve estaciones en las tres regiones de la costa de Guerrero, encontró ocho especies de bivalvos, de las cuales *Brachidontes semilaevis* (Menke, 1848), *Chama echinata* Broderip, 1835, e *Isognomon janus* Carpenter, 1857 fueron representativas en la zona rocosa del estado en septiembre y diciembre. Flores (2004) identificó 63 especies de moluscos en diferentes playas de Guerrero; del total de especies, nueve de ellas fueron bivalvos, cabe mencionar que *B. semilaevis* e *I. janus* fueron las especies más abundantes.

López-Rojas *et al.* (2017) reconoció 40 especies de bivalvos en sitios rocosos de las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) 30 Mexiquillo-Delta del Balsas, 31 Tlacoyunque, 32 Coyuca-Tres Palos y 33 Copala-Maldonado de la CONABIO. La RMP 32 presentó la mayor riqueza, con 32 especies. La familia Mytilidae obtuvo la mayor riqueza y abundancia. En este sentido *I. janus* tuvo una amplia distribución en el estado de Guerrero y fue una especie representativa de la zona intermareal rocosa.

Con respecto a las especies de importancia comercial, Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla (2012) señalaron que, del total de la pesca en el estado, el 4% está destinado a la captura de moluscos. Los bivalvos que son comercialmente importantes son las almejas y los ostiones de las especies: *Chama coralloides* Reeve, 1846, *Modiolus capax* (Conrad, 1837), *Pinctada mazatlanica* (Hanley, 1856) y *Striostrea prismatica* (Gray, 1825) (Castro-Mondragón *et al.*, 2015; Castro-Mondragón *et al.*, 2016).

Cabe destacar que el ostión *Crassostrea* Sacco, 1897, debido a su volumen de captura, amplia distribución y valor mercantil es uno de los recursos de mayor importancia comercial (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012).

La industria pesquera de Guerrero en 2017 registró la captura de 256 toneladas de almejas y 1171 t. de ostiones para consumo humano. Estos animales en general se consumen crudos o semicrudos y debido a su naturaleza filtradora pueden tener toxinas que afectan la salud y la economía (CONAPESCA, 2017).

La relación entre los hábitos alimenticios y la pesca de bivalvos tiene repercusiones en la salud humana. El gobierno del estado de Guerrero se ha interesado en conocer cuál es la dinámica entre estos hábitos y el riesgo a la salud que implica comerlos en zonas turísticas (COFEPRIS, 2004). Figueroa-Romero y Hernández-Silva (2016) y Gárate-Lizárraga *et al.* (2016) realizaron investigaciones para la identificación de microalgas inocuas, nocivas no tóxicas y tóxicas, además de la presencia de toxinas en los tejidos de bivalvos en las costas del estado de Guerrero.

El estado de Guerrero presenta siete regiones, tres de ellas se encuentran en el litoral del estado: Costa Chica, que incluye a los municipios de Copala y San Marcos, entre otros; Centro, donde se ubica el municipio de Acapulco y la Costa Grande, donde está el municipio de Zihuatanejo de Azueta, en el cual se localiza Muelle Municipal (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012).

Bivalvos de la Costa Chica

Entre las investigaciones realizadas en Costa Chica, se citan los trabajos de Flores-Garza *et al.* (2007), en playa Ventura, donde se encontraron siete especies de bivalvos asociados a *Plicopurpura columellaris* (Lamarck, 1816), de las cuales *Brachidontes semilaevis*, *Isognomon janus* y *Chama echinata* se consideraron como mayormente asociadas al caracol. Cabe destacar que *B. semilaevis* fue la especie dominante.

Galeana-Rebolledo *et al.* (2018) identificó 16 especies de bivalvos de la pesca ribereña en siete cooperativas pesqueras, en tres municipios de Guerrero, además se identificó como especie objetivo de los pescadores a *Striostrea prismatica*, debido a que presenta poblaciones abundantes y, por lo tanto, un mayor volumen de captura.

Bivalvos de Centro (Acapulco)

En Acapulco, están agrupadas la mayoría de las investigaciones malacológicas, estas han analizado varios aspectos ecológicos. Villalpando (1986) trabajó en isla Roqueta, determinó que los moluscos al poseer una distribución diferencial y amplio intervalo longitudinal, son representativos para la zonación de las facies rocosas, por ejemplo: *B. semilaevis* se encontró distribuido en la zona intermareal, mientras que *I. janus* se observó en la zona submareal.

Torreblanca (2010) trabajó en tres playas de Acapulco, con relación a la estructura de la comunidad de moluscos, donde encontró que la clase Bivalvia fue la que tuvo menor importancia en el estudio. Del total de especies recolectadas se identificaron 13 especies de bivalvos. La familia con mayor riqueza de especies fue Chamidae; sin embargo, la familia con mayor densidad y dominancia fue Ostreidae.

El único trabajo enfocado específicamente en bivalvos marinos fue el realizado por Garcés (2011), en el que se identificaron 117 especies, en 11 estaciones a lo largo de la bahía de Acapulco, en dos tipos de sustratos (arena y roca). Del total de especies, 31 de ellas se encontraron en los dos sustratos. La especie que presentó la mayor densidad en ambos sustratos fue *Crassinella ecuadoriana* Olsson, 1961.

El estudio más reciente de la región de Acapulco es de Kuk-Dzul *et al.* (2019), quienes estudiaron muestras de ocho estaciones submareales a lo largo de la bahía de Acapulco. Identificaron 89 especies de moluscos, de las cuales nueve fueron bivalvos. Destacaron que muchas de las especies encontradas habitan también en la zona intermareal rocosa.

Bivalvos de la Costa Grande

En la región de Costa Grande existen estudios sobre la estructura de la comunidad de moluscos, como el de Flores-Rodríguez *et al.* (2007), donde mencionaron que las especies con mayor densidad fueron *Brachidontes semilaevis* e *Isognomon janus*. Resaltaron que *B. semilaevis* presentó una correlación negativa en su densidad al aumentar la precipitación pluvial o al aumentar la riqueza de especies. Flores-Garza *et al.* (2014) realizaron un estudio sobre bivalvos, en el que identificaron 32 especies en la Región Marina Prioritaria (RMP) 32 Coyuca-Tres Palos y determinaron que la familia Mytilidae fue la segunda familia más abundante con la mayor riqueza, con ocho especies.

En Ixtapa-Zihuatanejo se han llevado a cabo trabajos como el de Baqueiro (1979), quien estableció, que la distribución de las almejas *Megapitaria aurantiaca* (G. B. Sowerby I, 1831), *Megapitaria squalida* (G. B. Sowerby I, 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) en el fondo marino, depende de la variación granulométrica del sustrato.

Salcedo-Martínez *et al.* (1988) realizaron el primer trabajo donde se relaciona a las macroalgas y los invertebrados presentes en áreas rocosas de Zihuatanejo; en esta investigación encontraron 66 especies de algas y determinaron que el grupo animal con mayor riqueza fue el de los moluscos, donde se reconocieron 37 especies de bivalvos.

En Zihuatanejo, también se han realizado estudios específicos con la comunidad de gasterópodos asociados a macroalgas intermareales, como los de Cisneros (2016), Gama (2019); Gama-Kwick *et al.* (2021); mientras Aguilar (2017) llevó a cabo un trabajo similar, que incluye a especies de gasterópodos pateliformes y los poliplacóforos en Ixtapa-Zihuatanejo.

Finalmente, el estudio de Arriola (2021) sobre la estructura de la comunidad de bivalvos asociados a ensamblajes macroalgales en la zona intermareal rocosa, en Ixtapa-Zihuatanejo, reportó 17 especies de bivalvos y 59 especies de macroalgas. Registró a playa El palmar como la localidad con la mayor riqueza de bivalvos y macroalgas. Además, encontró que conforme aumenta la cobertura algal, también aumenta la densidad de los bivalvos, y disminuyen los sedimentos en los ensamblajes macroalgales.

OBJETIVOS

General

- ❖ Determinar la variación espacial y temporal de la comunidad de bivalvos asociados a ensambles de macroalgas en el litoral rocoso de Muelle Municipal, Zihuatanejo, Guerrero.

Particulares

- ❖ Determinar la composición de especies de macroalgas y de los bivalvos asociados, a lo largo de un ciclo anual.
- ❖ Analizar la riqueza específica, cobertura, distribución espacial y temporal de los ensambles macroalgales en un ciclo anual.
- ❖ Determinar la riqueza específica, densidad, distribución espacial y temporal de los bivalvos asociados a ensambles macroalgales en un ciclo anual.
- ❖ Establecer la relación de la estructura de la comunidad de los bivalvos con los ensambles macroalgales, considerando la composición específica y los grupos morfofuncionales macroalgales.

ÁREA DE ESTUDIO

Localización

El estado de Guerrero se ubica en el suroeste de México, pertenece a la región del Pacífico Sur (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012), entre los paralelos 18° 53' y 16° 19' latitud Norte; 98° 09' y 102° 11' longitud Oeste, su superficie es de 63 794 km², con 525 kilómetros de litoral (INEGI, 2017).

La bahía de Zihuatanejo se encuentra dentro de la unidad geomorfológica de la Planicie Costera Sudoccidental en la región de Costa Grande, en los 17° 37' latitud Norte y 101° 33' longitud Oeste. Esta franja costera es constantemente interrumpida por el acercamiento de la Sierra Madre del Sur, que en ocasiones llega hasta el mar, lo que forma una costa rocosa con acantilados, y otras formaciones como bahías y caletas. (CONACyT-SECTUR, 2014). Presenta una planicie sumamente angosta, con un promedio de 25 a 35 km de ancho, con playas de poca pendiente, de suelos arenosos, areno-limosos y lodos con gravas (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012).

Origen y Geología

El área de Zihuatanejo presenta una sucesión estratigráfica constituida por rocas precretácicas parcialmente metamorfoseadas del complejo Las Ollas y la formación Lagunillas, cubiertas por el conjunto playa Hermosa del Cretácico inferior, además de tener rocas mesozoicas intrusionadas con edades de 48 a 40 millones de años. Posee areniscas, intercaladas con conglomerados de guijarros, flujos de lava andesítica, brecha volcánica, y tobas (Martini *et al.*, 2010).

Clima

Zihuatanejo tiene un clima cálido subhúmedo, Aw o wi, con lluvias en verano (García, 1973). La precipitación anual es de 1,200 mm, con una temperatura máxima de 34 °C (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012) y una mínima de 18 °C (Contreras *et al.*, 1991).

El periodo de lluvias corresponde de mayo a octubre, con vientos predominantes del sureste, mientras el periodo de secas, de noviembre a abril, con vientos dominantes del noroeste (Gutiérrez-Zavala y Cabrera-Mancilla, 2012). El principal aporte de agua dulce lo constituye el río Balsas, situado a 14 km al norte de isla Ixtapa (Baqueiro, 1979).

Mareas y corrientes

Las mareas son de tipo mixto, con dos pleamares y dos bajamares en un periodo de 24 horas. Existen dos clases principales de olas que afectan a la costa: las olas de invierno, producidas por disturbios ciclónicos en el Pacífico Norte, de abril a septiembre; y las olas de verano, formadas por ciclones del Pacífico Sur, de octubre a marzo (García, 1973; López-Rojas *et al.*, 2017). La bahía de Zihuatanejo presenta una corriente local de forma circular, la cual entra por playa Las Gatas, recorre el interior de la bahía y sale en dirección sureste en la punta Godornia (López, 2001; Aguilar, 2017).

Actividades económicas

El municipio de Zihuatanejo de Azueta es un lugar portuario predominantemente turístico, que cuenta con una amplia infraestructura hotelera, restaurantes, servicios recreativos como la pesca deportiva y velerismo, así como la prestación de otros servicios relacionados con el transporte del turismo nacional e internacional. En el rubro de las actividades económicas están: la pesquería, la agricultura, la ganadería y la minería, con la extracción de sal en las inmediaciones del puerto (DIGAOHM, s.f.; SEMAR-SECTUR, s.f.).

Muelle Municipal

Ubicado al interior de la bahía de Zihuatanejo en su parte norte, en los 17° 38'13.88" latitud Norte; 101° 33' y 31.87" longitud Oeste (Fig. 1). Está conformado de una zona rocosa y una playa arenosa que comienza en la desembocadura del canal de La Boquita, la playa tiene una amplitud promedio de 30 m, con pendiente del 5.2% y una altura promedio de 1.2 m (CONACyT-SECTUR, 2014; Cisneros, 2016; Gama, 2019).



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio, en la bahía de Zihuatanejo, Guerrero. Las líneas azules representan las isobatas. (Modificado de SEMAR-SECTUR, s.f.)

MATERIAL Y MÉTODO

Trabajo de campo

Se realizaron cuatro expediciones al campo a la localidad de Muelle Municipal, en la zona de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, durante enero, mayo, julio y noviembre de 2014. En cada mes, se tomó en cuenta la extensión de la zona litoral y se eligieron tres puntos de muestreo de la zona intermareal, la cual se dividió en tres niveles de marea: bajo, medio y alto. Se obtuvieron nueve muestras por mes, con un total de 36 muestras en el ciclo anual. Dichas muestras fueron tomadas en un horario de las 9:00 a las 16:00 horas.

Se utilizó un área cuadrada de 20 x 20 cm como unidad de muestreo (400 cm²), en la que se recolectó de forma manual la cama algal completa, junto con la fauna asociada, con la ayuda de una espátula. El material biológico fue depositado en bolsas de plástico con agua de mar, junto con una etiqueta y los datos de recolección (fecha, hora, localidad, muestra y nivel de marea), las muestras fueron colocadas en bolsas térmicas con hielo para su transporte a la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, Zihuatanejo (UMDI-Z) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Trabajo de laboratorio para macroalgas

En la UMDI-Z, se procesaron las muestras de macroalgas obtenidas, las cuales fueron preservadas dentro de frascos con una etiqueta, el agua de mar fue reemplazada por una mezcla de formaldehído al 4% y agua de mar neutralizada con borato de sodio y glicerina.

Se realizó la identificación taxonómica de las especies de macroalgas, la cual se llevó a cabo por la Dra. Dení Claudia Rodríguez Vargas. En la identificación de las especies, se utilizó literatura ficológica especializada para el Océano Pacífico, como: Taylor (1945), Dawson (1952, 1953, 1961, 1963), Taylor (1972), Abbott y Hollenberg (1976), Abbott (1999), Ávila-Ortiz y Pedroche (2005) y Rodríguez *et al.* (2008), con la cual se llegó al nivel taxonómico inferior posible: género o especie.

Se calculó la cobertura de cada especie de macroalgas como el número de centímetros cuadrados que ocuparon al ser extendidas sobre una pieza de papel milimétrico, donde se delimitó un área cuadrada de 20 x 20 cm (400 cm²), en total por nivel de marea se abarcaron 3600 cm² (9 muestras x 400 cm² = 3,600 cm²). Las macroalgas costrosas, las algas epífitas y aquellas que presentaron una cobertura menor a 1 cm² no se tomaron en cuenta para este estudio, debido a su baja abundancia dentro de las muestras.

Se determinó el grupo morfofuncional (GMF), de cada especie de macroalgas recolectadas, con base en trabajo de Steneck y Dethier (1994) sobre la forma-función de las macroalgas (Tabla 1). Se determinó cada grupo morfofuncional de las muestras y para el análisis solo se tomó en cuenta el GMF más abundante de cada ensamble.

Tabla 1. Grupos morfofuncionales de macroalgas (GMF) propuestos por Steneck y Dethier (1994).

GMF	Nombre	Taxón
1	Microalgas	Cianobacterias, diatomeas
2	Algas filamentosas	<i>Bangia, Cladophora</i>
3	Algas foliosas	<i>Porphyra, Ulva</i>
3.5	Algas foliosas corticadas	<i>Dictyota, Padina</i>
4	Algas filamentosas corticadas	<i>Chondrus, Gigartina</i>
5	Algas coriáceas	<i>Fucus, Sargassum</i>
6	Algas calcáreas articuladas	<i>Corallina, Halimeda</i>
7	Algas costrosas	<i>Lithothamnion, Peyssonnelia</i>

Se realizó la actualización sistemática y nomenclatural de las especies de macroalgas encontradas en los ensambles, conforme la clasificación de Guiry y Guiry (2022), y con estos datos fue con los que se elaboró la lista de especies (Anexo II).

Trabajo de laboratorio para bivalvos

Se realizó la separación manual de los grupos de invertebrados que se encontraron dentro de los ensambles macroalgales con pinzas de disección, bajo un microscopio estereoscópico (Nikon, SMZ445/460), se extrajeron los moluscos, colocándolos en frascos independientes con el número de muestra, para trabajarse por separado, esto fue llevado a cabo por personal del Laboratorio de Ficología (Biodiversidad Marina) de la Facultad de Ciencias de la UNAM. En el presente estudio solo se tomaron en cuenta los ejemplares de la clase Bivalvia.

Los bivalvos fueron identificados a partir de las características morfológicas de la concha bajo microscopio estereoscópico (Nikon, SMZ445/460) y literatura especializada para moluscos del Océano Pacífico, como: Keen (1971), Keen y Coan (1974) y Coan *et al.* (2000), con lo cual se llegó al nivel taxonómico más bajo posible: familia, género o especie.

Los ejemplares se preservaron dentro de frascos, con su etiqueta, con alcohol etílico al 70%. Se llevó a cabo la actualización sistemática y nomenclatural de las especies de bivalvos, de acuerdo con la clasificación de Bouchet *et al.* (2010) para las categorías suprafamiliares y la base de datos del World Register of Marine Species (Horton *et al.*, 2022) para las categorías de género y especie.

Las especies de bivalvos identificadas en este estudio fueron fotografiadas por la M. en F. P. Ana Isabel Bieler Antolín, mediante una cámara digital (Canon EOS Rebel T6i) en el Laboratorio de Microcine de la Facultad de Ciencias, UNAM, para la elaboración de un catálogo de bivalvos (Anexo III).

Los ejemplares de bivalvos recolectados fueron depositados en la colección "Invertebrados asociados a macroalgas" del Laboratorio de Ficología (Biodiversidad Marina) de la Facultad de Ciencias, UNAM; misma que se encuentra en proceso de registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Los bivalvos recolectados se separaron en dos grupos: 1.- Los individuos que presentaron concha y parte blanda se consideraron “vivos” o completos, mismos que se utilizaron únicamente para describir la estructura comunitaria y realizar los análisis estadísticos y que fueron identificados a nivel específico. 2.- Los organismos que no presentaron parte blanda se consideraron “muertos”, dichos ejemplares fueron descartados para el análisis comunitario y estadístico.

La riqueza de los bivalvos se determinó como el número de especies presentes (s) en la localidad de estudio, a lo largo de un ciclo anual. La abundancia de los bivalvos (n) se determinó como el número total de individuos encontrados en cada unidad de muestreo.

La densidad se estandarizó a un área de 400 cm², esto se calculó multiplicando la abundancia de cada especie de bivalvos por dicha área y se dividió entre la cobertura de algas presentes en cada unidad de muestreo. La distribución espacial se definió con base en los niveles de marea: bajo, medio y alto; mientras que la distribución temporal se definió a partir de los meses de muestreo: enero, mayo, julio y noviembre.

La estructura de tallas para cada especie se determinó, a partir del ejemplar de menor tamaño (talla mínima) y el de mayor tamaño (talla máxima). Se midió el largo y el ancho de las conchas de los bivalvos (Fig. 2), con una reglilla micrométrica acoplada a un microscopio estereoscópico (Nikon, SMZ445/460) o un vernier (Truper, CALDI-6MP), según fuera el caso. Se determinó si los organismos de cada una de las especies pertenecían a estadios juveniles o adultos al comparar las tallas con base en Keen (1971) y Coan *et al.* (2000).

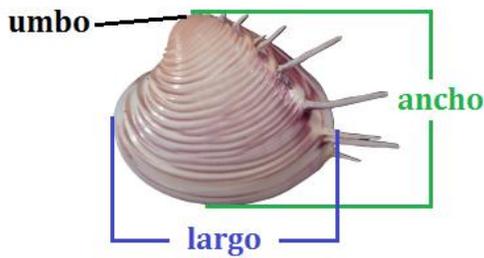


Figura 2. Medidas que se tomaron de la concha de los bivalvos en milímetros. (Modificado de Coan *et al.*, 2000)

Trabajo de gabinete para bivalvos

Se elaboraron bases de datos con el software Microsoft Excel (2007), en donde se acomodaron las especies identificadas de bivalvos, así como las especies de macroalgas, en filas y columnas, para realizar los análisis correspondientes. Con los valores de riqueza de especies (s), abundancia (n), densidad, distribución espacial y temporal de los bivalvos, se calcularon las siguientes expresiones matemáticas (Aguirre-Mendoza, 2013), con la finalidad de conocer los parámetros comunitarios de Muelle Municipal y de esta forma poder hacer comparaciones con otros estudios similares al presente trabajo.

° Índice de Dominancia (λ) de Simpson.

$$\lambda = \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la i ésima especie.

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde n_i = número de individuos de la i ésima especie y N = número total de individuos para todas (s) las especies. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos elegidos al azar pertenezcan a la misma especie dentro de una comunidad (Moreno, 2001).

° Índice de Diversidad (H') de Shannon

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \log_2 p_i$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la i ésima especie y $\log_2 p_i$ = logaritmo en base dos de p_i . Este índice cuantifica la biodiversidad y refleja la heterogeneidad de una comunidad basado en el número de especies y su abundancia relativa (Pla, 2006).

° Índice de Equidad (J') de Pielou.

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde H' = índice de Shannon y H'_{\max} es la diversidad máxima, $(\log_2 S)$ = logaritmo en base dos de S , S = número total de especies. Este índice mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad esperada, cuando su valor es 1 todas las especies son equitativas y si es 0, no existe uniformidad (Moreno, 2001).

Trabajo de gabinete para bivalvos y macroalgas

Se evaluó el grado de similitud de la comunidad y las posibles asociaciones entre macroalgas y bivalvos por medio de análisis multivariados, como el análisis de agrupamiento (CLUSTER) y el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), esto a partir de los datos transformados con raíz cuadrada, previo a la aplicación del índice de similitud de Bray-Curtis. A fin de conocer la contribución de las especies en la comunidad en el ciclo anual se utilizó el análisis de similitud de porcentajes (SIMPER). Se calculó una curva de acumulación de especies con el estimador Jackknife y Bootstrap con el propósito de ponderar el esfuerzo de muestreo con la cantidad de especies encontradas y así saber si el muestreo fue suficiente. Los análisis descritos anteriormente se realizaron mediante el programa Primer V6+PERMANOVA (PRIMER-E Ltd., Plymouth, UK) (Anderson *et al.*, 2008).

RESULTADOS

Composición y riqueza de bivalvos

En total se recolectaron 662 individuos en Muelle Municipal (Tabla 2). Se encontraron: 587 con concha y parte blanda —“vivos” o completos— y 75 con una (56) o dos valvas articuladas (19) — “muertos” —. Se identificaron a nivel específico 375 individuos, 284 a nivel de género y tres a nivel familia. Lo anterior se debió a que algunos ejemplares de bivalvos no tenían todas las características morfológicas (conquiliológicas) de la concha para llevar a cabo la identificación taxonómica a nivel específico. Se llevaron a cabo los análisis estadísticos y de la estructura comunitaria de bivalvos, con los ejemplares completos que se identificaron a nivel específico (310 ind.)

Tabla 2. Número y condición de recolección de bivalvos identificados en Muelle Municipal, Zihuatanejo.

Nivel taxonómico	"Vivos"	"Muertos"		Total
	Dos valvas	Dos valvas	Una valva	
Especie	310	13	52	375
Género	274	6	4	284
Familia	3	0	0	3
Total	587	19	56	662

Con la finalidad de presentar la totalidad de las especies que se encontraron en la localidad de Muelle Municipal, se destaca, que se encontraron e identificaron 12 especies "muertas" de bivalvos (Tabla 3), dichas especies son referencias potencialmente útiles (Smith, 2008) en estudios sobre la comunidad de bivalvos, en otras partes del litoral de Zihuatanejo.

Tabla 3. Especies “muertas” de bivalvos en Muelle Municipal, Zihuatanejo

Especie	Autoridad	Especie	Autoridad
<i>Arca truncata</i>	(G. B. Sowerby I, 1833)	<i>Neolepton salmoneum</i>	(Carpenter, 1864)
<i>Axinopsida serricata</i>	(Carpenter, 1864)	<i>Nutricula ovalis</i>	(Dall, 1902)
<i>Bernardina margarita</i>	(Carpenter, 1857)	<i>Panamicorbula ventricosa</i>	(A. Adams y Reeve, 1850)
<i>Cavilinga prolongata</i>	(Carpenter, 1857)	<i>Parvilucina approximata</i>	(Dall, 1901)
<i>Crenella decussata</i>	(Montagu, 1808)	<i>Petricola carditoides</i>	(Conrad, 1837)
<i>Geukensia demissa</i>	(Dillwyn, 1817)	<i>Thracia curta</i>	Conrad, 1837

El resto de las especies que fueron recolectadas “vivas” o completas en Muelle Municipal (Anexo I) quedaron agrupadas en dos subclases, ocho órdenes, 13 familias, 18 géneros y 24 especies (Tabla 4).

Tabla 4. Especies de bivalvos en Muelle Municipal, Zihuatanejo, por subclase, orden, familia y género.

Subclase	Orden	Familia	Género	Epíteto	Autoridad			
Pteriomorphia	Mytilida	Mytilidae	<i>Brachidontes</i>	<i>adamsianus</i>	(Dunker, 1857)			
				<i>playasensis</i>	(Pilsbry & Olsson, 1935)			
				<i>puntarenensis</i>	(Pilsbry & HN Lowe, 1932)			
				<i>semilaevis</i>	(Menke, 1848)			
			Pterida	Isognomonidae	<i>Isognomon</i>	<i>Dacrydium</i>	<i>rostriferum</i>	FR Bernard, 1978
						<i>Leiosolenus</i>	<i>aristatus</i>	(Dillwyn, 1817)
						<i>Musculus</i>	<i>niger</i>	(JE Gray, 1824)
						<i>recognitus</i>	(Mabille, 1895)	
						<i>janus</i>	Carpenter, 1857	
						<i>prismatica</i>	(Gray, 1825)	
Heterodonta	Ostreida	Ostreidae	<i>Striostrea</i>	<i>prismatica</i>	(Gray, 1825)			
	Lucinida	Thyasiridae	-	-	-			
	Carditida	Carditidae	<i>aff. Cyclocardia</i>	-	-			
			<i>Carditamera</i>	<i>affinis</i>	(GB Sowerby I, 1833)			
	Venerida	Chamidae	<i>Chama</i>	<i>arcana</i>	FR Bernard, 1976			
				<i>echinata</i>	Broderip, 1835			
				<i>frondosa</i>	Broderip, 1835			
				<i>peninsularis</i>	(EK Jordan, 1936)			
			Basterotiidae	<i>Basterotia</i>	<i>peninsularis</i>	(EK Jordan, 1936)		
			Semelidae	<i>Semele</i>	<i>venusta</i>	(Reeve, 1853)		
			Veneridae	<i>Petricola</i>	<i>hertzana</i>	Coan, 1997		
			Neoleptonidae	<i>Neolepton</i>	<i>subtrigonum</i>	(Carpenter, 1857)		
			Myida	Myidae	<i>Mya</i>	<i>truncata</i>	Linnaeus, 1758	
					<i>Cryptomya</i>	<i>californica</i>	(Conrad, 1837)	
<i>Sphenia</i>	<i>fragilis</i>	(H. Adams y A. Adams, 1854)						
<i>luticola</i>	(Valenciennes, 1846)							
Corbulidae	<i>Panamicorbula</i>	-			-			
Pholadomyida	Lyonsiidae	<i>Entodesma</i>			<i>navicula</i>	(A. Adams & Reeve, 1850)		
			<i>pictum</i>	(GB Sowerby I, 1834)				
Total		13	18	24				

La familia que presentó la mayor riqueza de especies fue Mytilidae con siete, seguida de Myidae con cuatro y Chamidae con tres especies, el resto de las familias tuvieron dos o una especie.

Variación espacial y temporal de la riqueza específica de bivalvos

A lo largo del ciclo anual se observaron fluctuaciones de la riqueza de especies, en enero se encontraron diez especies y la tendencia fue decreciente al llegar a mayo con cinco especies, en julio la riqueza fue de 15 especies y en noviembre se obtuvo su valor más elevado con 16 especies (Fig. 3A). Con respecto a la riqueza de especies por nivel de marea, se observaron valores intermedios en el nivel alto, un valor mínimo en el intermareal medio, y en el nivel bajo se presentó el valor más elevado (Fig. 3B).

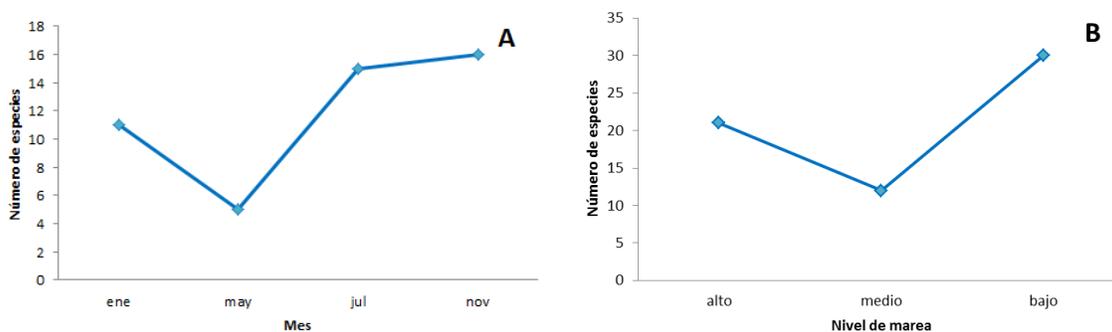


Figura 3. Riqueza de especies de bivalvos en Muelle Municipal a lo largo de un ciclo anual, 2014. A = Por mes de muestreo. B = Por nivel de marea.

Abundancia de bivalvos

Las especies con mayor abundancia fueron: *Leiosolenus aristatus* (82 ind.), *Carditamera affinis* (42 ind.) y *Brachidontes playasensis* (35 ind.). Por otra parte, las especies con menor abundancia fueron: *B. semilaevis*, *Chama echinata*, *Isognomon recognitus*, *Musculus niger* y *Semele venusta* únicamente con un individuo (Tabla 7).

Tabla 7. Abundancia de las especies de bivalvos a lo largo de un ciclo anual en Muelle Municipal, 2014. N= número de individuos

Especie	N	Especie	N
<i>Leiosolenus aristatus</i>	82	<i>Entodesma pictum</i>	3
<i>Carditamera affinis</i>	42	<i>Mya truncata</i>	3
<i>Brachidontes playasensis</i>	35	<i>Petricola hertzana</i>	3
<i>Isognomon janus</i>	32	<i>Brachidontes puntarenensis</i>	2
<i>Sphenia luticola</i>	26	<i>Chama arcana</i>	2
<i>Entodesma navicula</i>	20	<i>Chama frondosa</i>	2
<i>Striostrea prismatica</i>	20	<i>Brachidontes semilaevis</i>	1
<i>Dacrydium rostriferum</i>	9	<i>Chama echinata</i>	1
<i>Neolepton subtrigonum</i>	7	<i>Isognomon recognitus</i>	1
<i>Sphenia fragilis</i>	7	<i>Musculus niger</i>	1
<i>Brachidontes adamsianus</i>	4	<i>Semele venusta</i>	1
<i>Cryptomya californica</i>	3	Total	310

Densidad de bivalvos

Se registró una densidad anual de 1036 ind/3600 cm², la especie que presentó la mayor densidad anual fue *Leiosolenus aristatus*, con 284 ind/3600 cm², seguida por *Brachidontes playasensis*, con 195 ind/3600 cm², *Carditamera affinis*, con 104 ind/3600 cm² e *Isognomon janus*, con 101 ind/3600 cm², el resto de las especies registraron una densidad de menor de 72 ind/3600 cm².

Durante los meses de muestreo la densidad de bivalvos cambió, *Leiosolenus aristatus* fue la especie que tuvo la mayor densidad en enero con 247 ind/3600 cm²; en mayo fue *Brachidontes playasensis*, con 9 ind/3600 cm²; en julio fue *Sphenia luticola*, con 22 ind/3600 cm², y en noviembre *B. playasensis*, con 176 ind/3600 cm². Con respecto al nivel de marea, los valores de densidad también variaron, *B. playasensis* tuvo la mayor densidad en el nivel alto, con 185 ind/3600 cm²; en el medio fue *Carditamera affinis*, con 35 ind/3600 cm², y en el bajo fue *L. aristatus*, con 177 ind/3600 cm² (Tabla 8).

Tabla 8. Densidad de especies de bivalvos en Muelle Municipal a lo largo de un ciclo anual, 2014 (ind/3600 cm²). En negritas se registran los valores mayores.

Especies	Mes				Nivel de marea			Total
	ene	may	jul	nov	bajo	medio	alto	
<i>Basterotia peninsularis</i>	0	0	7	0	7	0	0	7
<i>Brachidontes adamsianus</i>	31	0	3	0	5	3	26	34
<i>Brachidontes playasensis</i>	0	9	10	176	0	10	185	195
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	6	0	0	0	0	6	0	6
<i>Brachidontes semilaevis</i>	0	0	0	5	5	0	0	5
<i>Carditamera affinis</i>	58	0	20	26	64	35	5	104
<i>Chama arcana</i>	5	0	0	3	5	0	3	8
<i>Chama echinata</i>	0	2	0	0	2	0	0	2
<i>Chama frondosa</i>	13	0	0	3	0	0	16	16
<i>Cryptomya californica</i>	0	0	6	0	2	0	4	6
<i>Dacrydium rostriferum</i>	0	0	13	7	17	0	3	20
<i>Entodesma navicula</i>	0	0	15	28	40	0	3	43
<i>Entodesma pictum</i>	4	0	2	2	4	4	0	8
<i>Isognomon janus</i>	23	0	3	75	72	7	22	101
<i>Isognomon recognitus</i>	0	0	0	2	2	0	0	2
<i>Leiosolenus aristatus</i>	247	8	2	27	177	21	86	284
<i>Musculus niger</i>	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Mya truncata</i>	0	3	0	7	0	3	7	10
<i>Neolepton subtrigonum</i>	0	0	15	0	15	0	0	15
<i>Petricola hertzana</i>	0	0	6	0	0	0	6	6
<i>Semele venusta</i>	0	0	0	2	2	0	0	2
<i>Sphenia fragilis</i>	0	1	4	13	10	0	8	18
<i>Sphenia luticola</i>	0	0	22	50	53	8	11	72
<i>Striostrea prismatica</i>	38	0	0	33	25	0	46	71
Total	425	23	129	459	508	97	431	1036

Distribución espacial y temporal de bivalvos

La distribución espacial de las especies de bivalvos varió con respecto al nivel de marea, se encontraron cinco especies en los tres niveles del intermareal: *Brachidontes adamsianus*, *Carditamera affinis*, *Isognomon janus*, *Leiosolenus aristatus* y *Sphenia luticola*; nueve especies se comparten entre dos niveles de marea, bajo y alto: *B. playasensis*, *Chama arcana*, *Cryptomya californica*, *Dacrydium rostriferum*, *Entodesma navicula*, *Entodesma pictum*, *Mya truncata*, *Sphenia fragilis* y *Striostrea prismatica*.

En el nivel bajo se encontraron 19 especies, de las cuales siete se hallaron únicamente en este nivel; seguido del nivel alto, con 15 especies, y dos especies exclusivas; mientras el nivel medio presentó el valor mínimo, con nueve especies y solo una especie exclusiva (Tabla 9).

Tabla 9. Presencia de las especies de bivalvos encontradas en los niveles de marea, en Muelle Municipal. X= presencia de la especie.

Especies	Nivel de marea		
	bajo	medio	alto
<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	X	X
<i>Carditamera affinis</i>	X	X	X
<i>Isognomon janus</i>	X	X	X
<i>Leiosolenus aristatus</i>	X	X	X
<i>Sphenia luticola</i>	X	X	X
<i>Entodesma pictum</i>	X	X	-
<i>Chama arcana</i>	X	-	X
<i>Cryptomya californica</i>	X	-	X
<i>Dacrydium rostriferum</i>	X	-	X
<i>Entodesma navicula</i>	X	-	X
<i>Sphenia fragilis</i>	X	-	X
<i>Striostrea prismatica</i>	X	-	X
<i>Brachidontes playasensis</i>	-	X	X
<i>Mya truncata</i>	-	X	X
<i>Basterotia peninsularis</i>	X	-	-
<i>Brachidontes semilaevis</i>	X	-	-
<i>Chama echinata</i>	X	-	-
<i>Isognomon recognitus</i>	X	-	-
<i>Musculus niger</i>	X	-	-
<i>Neolepton subtrigonum</i>	X	-	-
<i>Semele venusta</i>	X	-	-
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	-	X	-
<i>Chama frondosa</i>	-	-	X
<i>Petricola hertzana</i>	-	-	X
Riqueza	19	9	15

La distribución temporal de los bivalvos fluctuó en los meses de muestreo (Tabla 10). *Leiosolenus aristatus* fue la única especie presente a lo largo del año, mientras las especies que estuvieron en tres meses de muestreo fueron: *Brachidontes playasensis*, *Carditamera affinis*, *Entodesma pictum*, *Isognomon janus* y *Sphenia fragilis*, nueve especies se encontraron en dos meses de muestreo: *Brachidontes adamsianus*, *Chama arcana*, *Chama frondosa*, *Dacrydium rostriferum*, *Entodesma navicula*, *Isognomon recognitus*, *Mya truncata*, *Sphenia luticola* y *Striostrea prismatica*.

En cada mes se hallaron las siguientes especies exclusivas: en enero a *Brachidontes puntarenensis*, en mayo a *Chama echinata*, en julio a *Basterotia peninsularis*, *Cryptomya californica*, *Musculus niger*, *Neolepton subtrigonum* y *Petricola hertzana*, finalmente en noviembre a *Brachidontes semilaevis* y *Semele venusta*.

Tabla 10. Presencia de las especies de bivalvos encontradas durante el ciclo anual 2014, en Muelle Municipal. X= presencia de la especie.

Especies	Mes			
	ene	may	jul	nov
<i>Leiosolenus aristatus</i>	X	X	X	X
<i>Carditamera affinis</i>	X	-	X	X
<i>Entodesma pictum</i>	X	-	X	X
<i>Isognomon janus</i>	X	-	X	X
<i>Brachidontes playasensis</i>	-	X	X	X
<i>Sphenia fragilis</i>	-	X	X	X
<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	-	X	-
<i>Chama arcana</i>	X	-	-	X
<i>Chama frondosa</i>	X	-	-	X
<i>Isognomon recognitus</i>	X	-	-	X
<i>Striostrea prismatica</i>	X	-	-	X
<i>Mya truncata</i>	-	X	-	X
<i>Dacrydium rostriferum</i>	-	-	X	X
<i>Entodesma navicula</i>	-	-	X	X
<i>Sphenia luticola</i>	-	-	X	X
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	X	-	-	-
<i>Chama echinata</i>	-	X	-	-
<i>Basterotia peninsularis</i>	-	-	X	-
<i>Cryptomya californica</i>	-	-	X	-
<i>Musculus niger</i>	-	-	X	-
<i>Neolepton subtrigonum</i>	-	-	X	-
<i>Petricola hertzana</i>	-	-	X	-
<i>Brachidontes semilaevis</i>	-	-	-	X
<i>Semele venusta</i>	-	-	-	X
Riqueza	10	5	15	16

Índices comunitarios

En Muelle Municipal se encontró un índice de diversidad de Shannon para el ciclo anual de 3.46 bits/ind, este índice fluctuó a lo largo del año, en enero y mayo se registraron índices inferiores a 1.97 bits/ind, mientras que en julio y noviembre fueron superiores a 3.30 bits/ ind. El índice de Pielou tuvo un valor de 0.59 en enero, y en los meses restantes, el índice se encontró, entre el 0.81 y el 0.88. El índice de dominancia de Simpson presentó durante enero y mayo un valor superior a 0.33, durante julio y noviembre, se obtuvo una dominancia de 0.12 en ambos meses (Tabla 11).

Tabla 11. Índices comunitarios para las especies de bivalvos en Muelle Municipal. Acotaciones: N= abundancia, S= riqueza, λ = índice de dominancia de Simpson, H'= índice de diversidad de Shannon y J'= índice de equidad de Pielou.

Mes	N	S	λ	H'	J'
Enero	108	10	0.39	1.97	0.59
Mayo	13	5	0.33	1.89	0.81
Julio	69	15	0.12	3.42	0.88
Noviembre	120	16	0.12	3.30	0.83
Anual	310	24	0.13	3.46	0.76

Gremios alimentarios y tipos de vida de bivalvos

Los gremios alimentarios de los bivalvos registrados se repartieron de la siguiente manera: el 84% fueron suspensívoros, 5% recolectores de depósitos orgánicos, y 11%, presentan los dos tipos de alimentación anteriormente citados. Con respecto a los tipos de vida, encontramos que, los organismos infaunales tuvieron la mitad de los géneros (50%), seguidos de los epifaunales (28%), criptofauna (17%) y semi-infaunales (5%) (Tabla 12).

Tabla 12. Hábitos alimentarios y tipos de vida de las familias y los géneros de bivalvos en Muelle Municipal.

Tipo de vida	Hábito alimentario	
	Suspensívoro	Recolectores de depósitos
Epifaunal	<i>Basterotia, Brachidontes, Chama, Dacrydium, Isognomon, Striostrea</i>	
Criptofauna	<i>Leiosolenus, Petricola, Sphenia</i>	
Infaunal	<i>Carditamera, Cryptomya, Cyclocardia, Entodesma</i>	<i>Panamicorbula, Semele</i>
Semi-infaunal	<i>Musculus, Mya, Panamicorbula, Semele</i>	<i>Thyasiridae</i>

Estructura de tallas

Todos los ejemplares de cada una de las especies encontradas corresponden a estadios juveniles (Tabla 13), debido a que presentaron dimensiones menores a las especificadas por Keen (1971) y Coan *et al.* (2000). El ejemplar que obtuvo la talla mínima fue *Neolepton subtrigonum* (largo=0.73 mm y ancho=0.78), mientras que el ejemplar con la talla máxima fue *Striostrea prismatica* (largo=40.73 mm y ancho=39.20).

Tabla 13. Talla en milímetros del ejemplar mayor y menor, de las especies de bivalvos recolectadas en Muelle Municipal.

Especies	Talla mínima		Talla máxima		Literatura		Estadio
	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	
<i>Basterotia peninsularis</i>	1.10	0.85	1.35	1.00	13.00	10.50	Juvenil
<i>Brachidontes adamsianus</i>	1.30	1.70	3.60	5.00	11.50	-	Juvenil
<i>Brachidontes playasensis</i>	0.85	1.35	2.20	4.00	21.00	9.00	Juvenil
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	2.00	3.25	4.13	5.67	17.00	-	Juvenil
<i>Brachidontes semilaevis</i>	-	-	6.60	10.40	12.00	-	Juvenil
<i>Carditamera affinis</i>	1.03	0.80	13.00	7.00	50.00	-	Juvenil
<i>Chama arcana</i>	2.40	2.75	7.50	8.50	60.00	-	Juvenil
<i>Chama echinata</i>	-	-	10.00	6.50	35.00	45.00	Juvenil
<i>Chama frondosa</i>	8.30	8.30	15.74	23.32	75.00	90.00	Juvenil
<i>Cryptomya californica</i>	2.35	2.00	2.60	2.10	25.00	18.00	Juvenil
<i>Dacrydium rostriferum</i>	2.00	1.20	3.25	2.00	5.60	-	Juvenil
<i>Entodesma navicula</i>	3.75	2.30	16.17	10.66	80.00	-	Juvenil
<i>Entodesma pictum</i>	3.50	2.75	6.50	8.00	21.00	13.00	Juvenil
<i>Isognomon janus</i>	5.50	7.50	7.63	13.49	30.00	80.00	Juvenil
<i>Isognomon recognitus</i>	-	-	4.50	6.00	25.00	46.00	Juvenil
<i>Leiosolenus aristatus</i>	1.40	2.90	3.73	11.04	25.00	-	Juvenil
<i>Musculus niger</i>	-	-	2.40	4.10	28.00	-	Juvenil
<i>Mya truncata</i>	2.40	1.80	2.60	2.00	43.00	-	Juvenil
<i>Neolepton subtrigonum</i>	0.78	0.73	1.90	1.48	4.00	3.3	Juvenil
<i>Petricola hertzana</i>	1.85	1.75	2.75	2.60	5.50	-	Juvenil
<i>Semele venusta</i>	-	-	2.05	1.75	20.5	-	Juvenil
<i>Sphenia fragilis</i>	2.65	1.85	5.00	3.00	8.00	4.5	Juvenil
<i>Sphenia luticola</i>	1.70	1.05	6.96	3.40	15.00	-	Juvenil
<i>Striostrea prismatica</i>	6.50	6.00	39.20	40.73	125.00	-	Juvenil

Análisis estadísticos para bivalvos

Con los datos, obtenidos se obtuvo una curva de acumulación de especies de bivalvos recolectadas en Muelle Municipal, las pruebas con el estimador de Jackknife 1 y Bootstrap, se logró observar el inicio de una asíntota, las pruebas indicaron valores cercanos a los encontrados en la zona (Tabla 5). Con Bootstrap la diferencia fue de 4 especies, siendo este estimador con el que hay menor variación.

Tabla 5. Valores del índice de Jackknife1 y Bootstrap para las especies de bivalvos recolectadas en Muelle Municipal.

Muelle Municipal Especies por recolectar		
Bivalvos recolectados	24	-
Jackknife 1	32	8
Bootstrap	28	4

El análisis de agrupamiento (CLUSTER) mostró un dendrograma, donde se observó que las densidades de las especies de bivalvos recolectadas no estuvieron relacionadas con el mes de muestreo; con una similitud observada de 30% (Fig. 4).

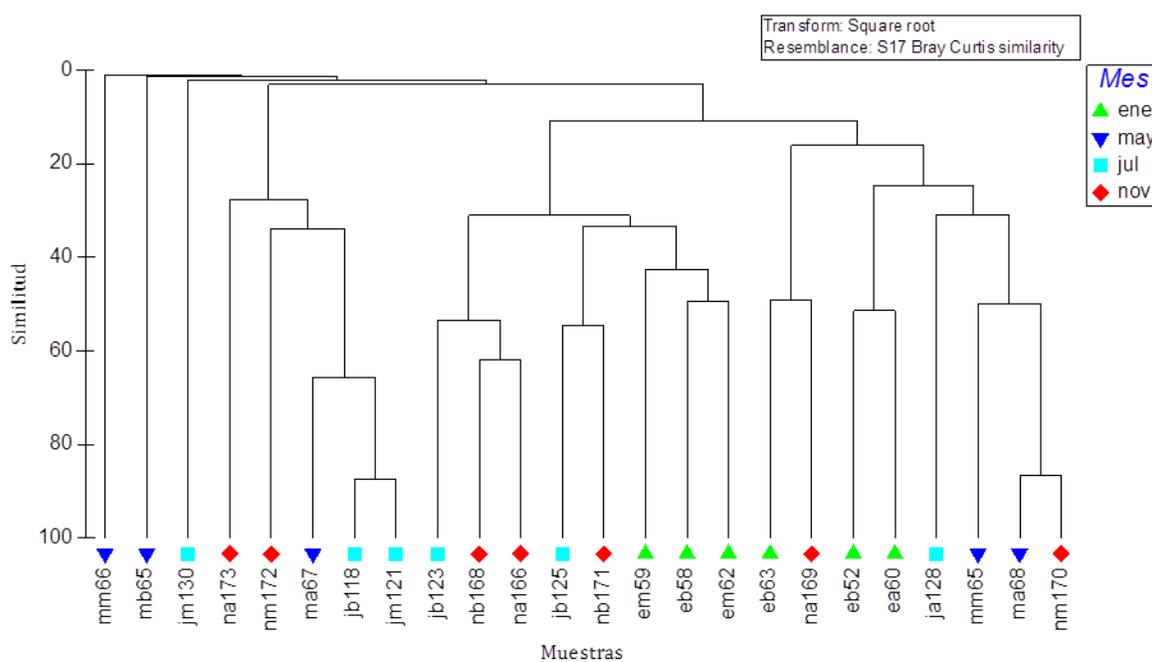


Figura 4. Análisis de agrupamiento (CLUSTER) para las especies de bivalvos de Muelle Municipal para cada mes de muestreo. Acotaciones: ene=enero, may=mayo, jul=julio y nov=noviembre. Clave de cada muestra: Mes (e=enero, m=mayo, j=julio y n=noviembre); Nivel de marea (a=alto, b=bajo y m=medio) y #=número consecutivo para reconocer cada muestra.

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) indicó que las densidades de las especies encontradas en las muestras, en relación con los niveles del intermareal, no presentaron un agrupamiento claro, con respecto al nivel de marea (Fig. 5).

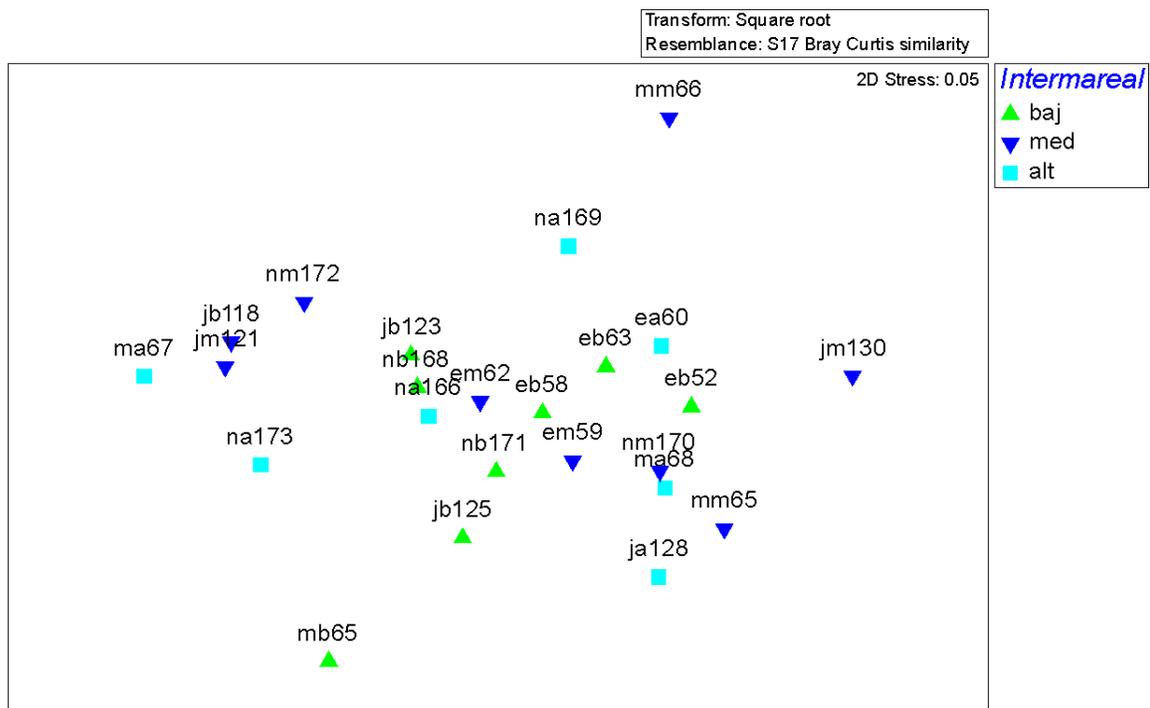


Figura 5. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para las especies de bivalvos de Muelle Municipal para cada nivel de marea. Acotaciones: baj=bajo, med=medio y alt=alto. Clave de cada muestra: Mes (e=enero, m=mayo, j=julio y n=noviembre); Nivel de marea (a=alto, b=bajo y m=medio) y #=número consecutivo para reconocer cada muestra.

El análisis de similitud de porcentajes (SIMPER) mostró que, en cada grupo, por mes de muestreo, las especies con los mayores porcentajes de contribución fueron: *Leiosolenus aristatus* y *Carditamera affinis* en enero, que representaron el 83.26 %; en mayo *L. aristatus* representó el 100%; en julio *Sphenia luticola* y *Brachidontes playasensis* contribuyeron con el 83.07% y en noviembre *S. luticola*, *Isognomon janus*, *C. affinis* y *Entodesma navicula* representaron el 85.25% (Tabla 6).

Tabla 6. Contribución de las especies de bivalvos de Muelle Municipal, en cada mes de muestreo.

Mes	Especie	Promedio de Abundancia	Contribución (%)	Contribución acumulada (%)
ene	<i>Leiosolenus aristatus</i>	5.06	54.68	54.68
	<i>Carditamera affinis</i>	2.39	28.57	83.26
	<i>Striostrea prismatica</i>	1.43	5.41	88.66
	<i>Isognomon janus</i>	1.14	4.25	92.91
may	<i>Leiosolenus aristatus</i>	0.73	100	100
jul	<i>Sphenia luticola</i>	1.20	52.30	52.30
	<i>Brachidontes playasensis</i>	0.73	30.77	83.07
	<i>Carditamera affinis</i>	1.04	10.53	93.60
nov	<i>Sphenia luticola</i>	1.78	31.87	31.87
	<i>Isognomon janus</i>	2.29	31.78	63.65
	<i>Carditamera affinis</i>	1.23	11.75	75.39
	<i>Entodesma navicula</i>	1.21	9.86	85.25
	<i>Leiosolenus aristatus</i>	1.05	8.08	93.33

Composición y riqueza de macroalgas

Las especies de macroalgas se agruparon en dos reinos, tres filos, tres clases, 10 órdenes, 14 familias, 18 géneros y 24 especies (Tabla 14). Las algas rojas presentaron 12 especies, seguidas de las algas verdes, con 11 especies y, por último, las algas pardas con una especie. La familia que presentó la mayor riqueza fue Cladophoraceae, con seis especies, seguida de las familias Lithophyllaceae y Ulvaceae, con tres especies cada una.

Tabla 14. Número de especies de macroalgas en Muelle Municipal, Zihuatanejo, por género, familia, orden, clase, división y reino.

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Epíteto	Autoridad	
Plantae	Chlorophyta	Ulvophyceae	Bryopsidales	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis</i>	<i>pennulata</i>	J. Agardh 1847	
				Derbesiaceae	<i>Debersia</i>	<i>marina</i>	(Lyngbye) Solier 1846	
				Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha</i>	<i>antennina</i>	(Bory) Kützing 1847
						<i>Cladophora</i>	<i>columbiana</i>	Collins 1903
							<i>graminea</i>	Collins 1909
					<i>microcladioides</i>	Collins 1909		
					<i>Lychaete</i>	<i>sakaii</i>	(IA Abbott) MJ Wynne 2017	
						<i>sericea</i>	(Hudson) Kützing 1843	
			Ulvales	Ulvaceae	<i>Ulva</i>	<i>californica</i>	Wille 1899	
						<i>intestinalis</i>	Linnaeus 1753	
				<i>lactuca</i>	Linnaeus 1753			
	Rhodophyta	Florideophyceae	Corallinales	Lithophyllaceae	<i>Amphiroa</i>	<i>beauvoisii</i>	JV Lamouroux 1816	
						<i>misakiensis</i>	Yendo 1902	
			Ceramiales	Callithamniaceae	<i>Aglaothamnion</i>	<i>boergesenii</i>	(Aponete y DL Ballantine) L'Hardy- Halos & Rueness 1997	
						Ceramaceae	<i>Ceramium</i>	<i>camouii</i>
						<i>equisetoides</i>	EY Dawson 1944	
				Rhodomelaceae	<i>Herposiphonia</i>	<i>hollenbergii</i>	EY Dawson 1963	
<i>Tayloriella</i>			<i>dictyurus</i>		(J. Agardh) Kylin 1956			
				<i>Polysiphonia</i>	<i>nathanielii</i>	Hollenberg 1958		
Gelidiales			Gelidiaceae	<i>Gelidium</i>	<i>pusillum</i>	(Stackhouse) Le Jolis 1863		
Gigartinales			Cystocloniaceae	<i>Hypnea</i>	<i>spinella</i>	(C. Agardh) Kützing 1847		
	Phylloporaceae	<i>Gymnogongrus</i>	<i>johnstonii</i>	(Setchell y NLGardner) EY Dawson 1961				
Chromista	Ochrophyta	Phaeophyceae	Halymeniales	Halymeniaceae	<i>Grateloupia</i>	<i>versicolor</i>	(J. Agardh) J. Agardh 1847	
			Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	-	-	
			Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina</i>	<i>crispata</i>	Thivy 1945	
Total	3	3	10	14	18	24		

Cobertura de macroalgas

La cobertura anual de las macroalgas fue de 6342.8 cm², la especie que registró la mayor cobertura en el ciclo anual fue *Tayloriella dictyurus* (1240.4 cm²), seguida por *Cladophora sericea* (1071.4 cm²), *Lychaete sakaii* (898.8 cm²) e *Hypnea spinella* (886.8 cm²), el resto de las especies de macroalgas presentaron una cobertura menor a 266.4 cm².

Durante los meses de recolección las especies con mayor cobertura fueron: *Hypnea spinella* (385 cm²) en enero; *C. sericea* (443.8 cm²) en mayo; *L. sakaii* (682.2 cm²) en julio y nuevamente *H. spinella* (287.5 cm²) en noviembre. Mientras que, por nivel de marea, durante el ciclo anual, fueron: *C. sericea* (485 cm²) en el nivel alto; *T. dictyurus* (817.9 cm²) en el nivel medio y nuevamente *C. sericea* (392.9 cm²) en el nivel bajo (Tabla 15).

Tabla 15. Cobertura de especies de macroalgas en Muelle Municipal a lo largo del ciclo anual, 2014 (cm²). En negritas se registran los valores mayores.

Especies	Mes				Nivel de marea			Total
	ene	may	jul	Nov	bajo	medio	alto	
<i>Aglaothamnion boergesenii</i>	0	0	0	15	15	0	0	15
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	38.7	0	0	0	29.7	9	0	38.7
<i>Amphiroa misakiensis</i>	48.2	0	0	15	27	30	6.25	63.2
<i>Bryopsis pennulata</i>	84	0	40	30	154	0	0	154
<i>Ceramium sp.</i>	0	0	0	90	0	90	0	90
<i>Ceramium camouii</i>	0	0	72.5	30	70	0	32.5	102.5
<i>Ceramium equisetoides</i>	0	0	40	40	80	0	0	80
<i>Chaetomorpha antennina</i>	0	90	0	66.60	0	16.	140	156.6
<i>Cladophora sp.</i>	0	0	0	30	30	0	0	30
<i>Cladophora columbiana</i>	9	53.3	100	0	53.3	9	100	162.3
<i>Cladophora graminea</i>	0	0	43.3	0	0	43.3	0	43.3
<i>Cladophora microcladioides</i>	0	0	100	0	0	0	100	100
<i>Lychaete sakaii</i>	0	0	682.2	216.6	193.9	432.4	272.5	898.8
<i>Cladophora sericea</i>	38.7	443.8	513.9	75	392.9	193.5	485	1071.4
<i>Derbesia marina</i>	0	0	40	0	40	0	0	40
<i>Gelidium pusillum</i>	0	53.3	0	0	53.30	0	0	53.3
<i>Gracilaria sp.</i>	0	100	0	0	0	0	100	100
<i>Grateloupia versicolor</i>	41.2	53.3	0	7.50	84.5	7.5	10	102
<i>Gymnogongrus johnstonii</i>	0	179.3	0	0	73.3	6	100	179.3
<i>Herposiphonia hollenbergii</i>	0	100	0	0	0	0	100	100
<i>Hypnea spinella</i>	385	209.3	5	287.5	388.8	378	120	886.8
<i>Padina crispata</i>	0	110	0	0	2	108	0	110
<i>Polysiphonia nathanielii</i>	0	88.6	93.3	0	93.30	0	88.6	181.9
<i>Tayloriella dictyurus</i>	260.7	384.1	363.9	231.6	176.3	817.9	246.1	1240.4
<i>Ulva sp.</i>	0	25	0	0	25	0	0	25
<i>Ulva californica</i>	0	0	1	0	0	1	0	1
<i>Ulva intestinalis</i>	0	50.50	0	0	25.50	25	0	50.50
<i>Ulva lactuca</i>	0	266.46	0	0	0	177.80	88.66	266.46
Total	905.75	2207.08	2095.19	1134.80	2008	2345.09	1989.73	6342.82

Grupos morfofuncionales de macroalgas

Se encontraron cinco grupos morfofuncionales de macroalgas (GMF) para las 24 especies identificadas en Muelle Municipal (Tabla 16), distribuidos de la siguiente manera: 14 especies de algas filamentosas (55.33%), cuatro especies de algas filamentosas corticadas (16.67%), tres especies de algas foliosas (12.5%), dos especies de algas calcáreas articuladas (8.33%) y de algas foliosas corticadas, solo una especie (4.17%).

Tabla 16. Grupos morfofuncionales (GMF) de las especies de macroalgas encontrados en Muelle Municipal.

GMF	Especies de macroalgas
Filamentosas	<i>Aglaothamnion boergesenii, Bryopsis pennulata, Ceramium camouii, Ceramium equisetoides, Chaetomorpha anteninna, Cladophora columbiana, Cladophora graminea, Cladophora microcladioides, Cladophora sericea, Derbesia marina, Herposiphonia hollenbergii, Lychaete sakaii, Polysiphonia nathanielii, Tayloriella dictyurus</i>
Foliosas	<i>Ulva californica, Ulva intestinalis, Ulva lactuca</i>
Filamentosas corticadas	<i>Gelidium pusillum, Grateloupia versicolor, Gymnogongrus johnstonii, Hypnea spinella</i>
Foliosas corticadas	<i>Padina crispata</i>
Calcáreas articuladas	<i>Amphiroa beauvoisii, Amphiroa misakiensis</i>

Todas las especies de bivalvos, encontradas en Muelle Municipal estuvieron asociadas al GMF de algas filamentosas, además 13 especies de bivalvos se asociaron a algas calcáreas articuladas, ocho a filamentosas corticadas, cinco a foliosas y solamente *Chama echinata*, se asoció al GMF de algas foliosas corticadas (Tabla 17).

Ninguna especie de bivalvo se asoció a los cinco GMF, sin embargo, *Leiosolenus aristatus* y *Chama echinata* se asociaron a cuatro grupos, mientras *Brachidontes adamsianus, Carditamera affinis, Chama frondosa, Striostrea prismatica* y *Sphenia fragilis* se asociaron a tres GMF: algas filamentosas, filamentosas corticadas y calcáreas articuladas, el resto de especies se encontraron asociados a dos GMF o solamente a las algas filamentosas.

Tabla 17. Especies de bivalvos asociadas a los grupos morfofuncionales de macroalgas en Muelle Municipal. Fi- algas filamentosas, Fo- algas foliosas, FiC- algas filamentosas corticadas, FoC- algas foliosas corticadas y CaA- algas calcáreas articuladas. X= presencia de la especie.

Especies de bivalvos	Fi	FiC	Fo	FoC	CaA	Especies de macroalgas
<i>Leiosolenus aristatus</i>	X	X	X	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa beauvoisii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Bryopsis pennulata</i> , <i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Cladophora columbiana</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i> , <i>Ulva intestinalis</i> , <i>Ulva lactuca</i>
<i>Chama echinata</i>	X	X	X	X	-	<i>Cladophora sericea</i> , <i>Gymnogongrus johnstonii</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Padina crispata</i> , <i>Ulva intestinalis</i>
<i>Brachidontes adamsianus</i>	X	X	-	-	X	<i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Cladophora graminea</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Carditamera affinis</i>	X	X	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa beauvoisii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Bryopsis pennulata</i> , <i>Ceramium equisetoides</i> , <i>Cladophora columbiana</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Polysiphonia nathanielii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Chama frondosa</i>	X	X	-	-	X	<i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Striostrea prismatica</i>	X	X	-	-	X	<i>Amphiroa beauvoisii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Sphenia fragilis</i>	X	X	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Cladophora columbiana</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Gelidium pusillum</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Gymnogongrus johnstonii</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Chama arcana</i>	X	X	-	-	-	<i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Grateloupia versicolor</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Brachidontes playasensis</i>	X	-	X	-	-	<i>Lychaete sakaii</i> , <i>Polysiphonia nathanielii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i> , <i>Ulva intestinalis</i> , <i>Ulva lactuca</i>
<i>Mya truncata</i>	X	-	X	-	-	<i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i> , <i>Ulva lactuca</i>
<i>Sphenia luticola</i>	X	-	X	-	-	<i>Ceramium equisetoides</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Polysiphonia nathanielii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i> , <i>Ulva californica</i>
<i>Brachidontes puntarenensis</i>	X	-	-	-	X	<i>Amphiroa beauvoisii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Cladophora columbiana</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>

Tabla 17 (continuación).

Especies de bivalvos	Fi	FiC	Fo	FoC	CaA	Especies de macroalgas
<i>Dacrydium rostriferum</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Entodesma navicula</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Ceramium equisetoides</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Entodesma pictum</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa beauvoisii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Cladophora columbiana</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Isognomon Janus</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Bryopsis pennulata</i> , <i>Ceramium equisetoides</i> , <i>Chaetomorpha anteninna</i> , <i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Polysiphonia nathanielii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Isognomon recognitus</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Hypnea spinella</i>
<i>Semele venusta</i>	X	-	-	-	X	<i>Aglaothamnion boergesenii</i> , <i>Amphiroa misakiensis</i> , <i>Hypnea spinella</i>
<i>Basterotia peninsularis</i>	X	-	-	-	-	<i>Cladophora sericea</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Brachidontes semilaevis</i>	X	-	-	-	-	<i>Ceramium equisetoides</i> , <i>Lychaete sakaii</i>
<i>Cryptomya californica</i>	X	-	-	-	-	<i>Cladophora sericea</i> , <i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Musculus niger</i>	X	-	-	-	-	<i>Cladophora sericea</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Polysiphonia nathanielii</i>
<i>Neolepton subtrigonum</i>	X	-	-	-	-	<i>Cladophora sericea</i> , <i>Lychaete sakaii</i> , <i>Tayloriella dictyurus</i>
<i>Petricola hertzana</i>	X	-	-	-	-	<i>Hypnea spinella</i> , <i>Lychaete sakaii</i>

Cobertura de macroalgas y densidad de bivalvos

Al comparar la cobertura de las macroalgas y la densidad de bivalvos se encontró una relación inversa, tanto a lo largo de los meses de muestreo como del nivel de marea. Al aumentar los valores de cobertura de macroalgas se observó una disminución de la densidad de los bivalvos, mientras que al aumentar la densidad de bivalvos disminuyó la cobertura de las macroalgas (Fig. 6).

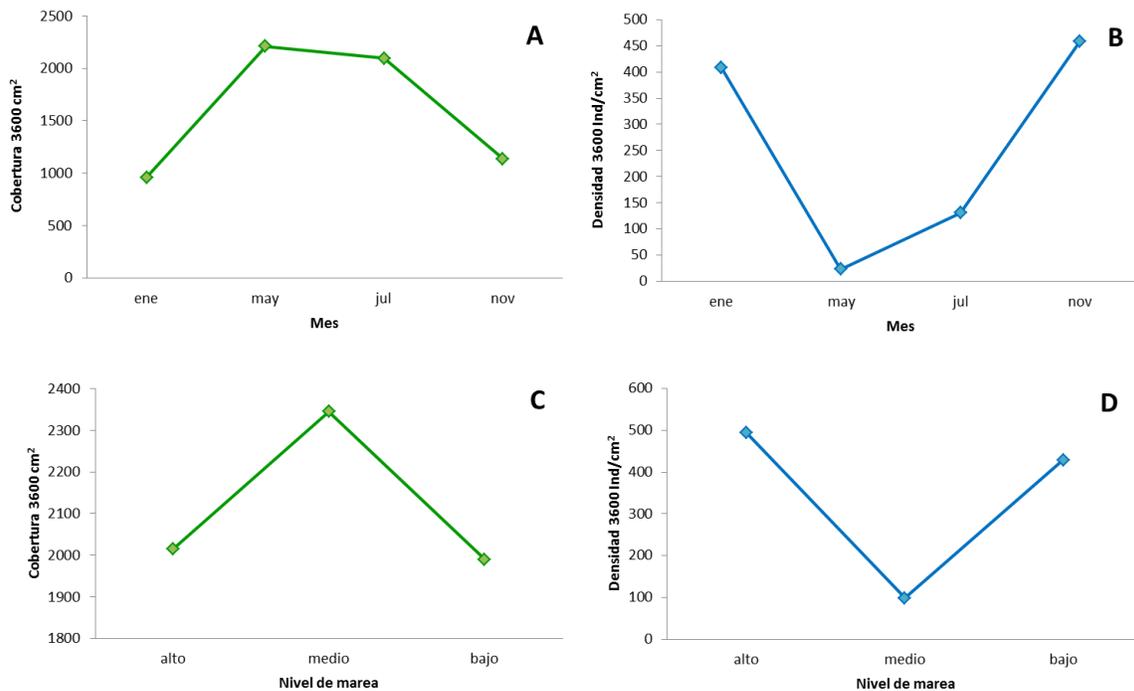


Figura 6. Comparación entre la cobertura de las macroalgas y la densidad de bivalvos en Muelle Municipal, 2014. A y B = En el ciclo anual. C y D = Por nivel de marea. Verde= macroalgas y azul= bivalvos.

Análisis estadísticos de la asociación de macroalgas y bivalvos

El análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), indicó que la mayoría de las muestras de bivalvos estuvieron asociadas al GMF de las algas filamentosas. Las muestras restantes, se asociaron con algas filamentosas corticadas o se relacionaron a los dos grupos anteriores (Fig. 7).

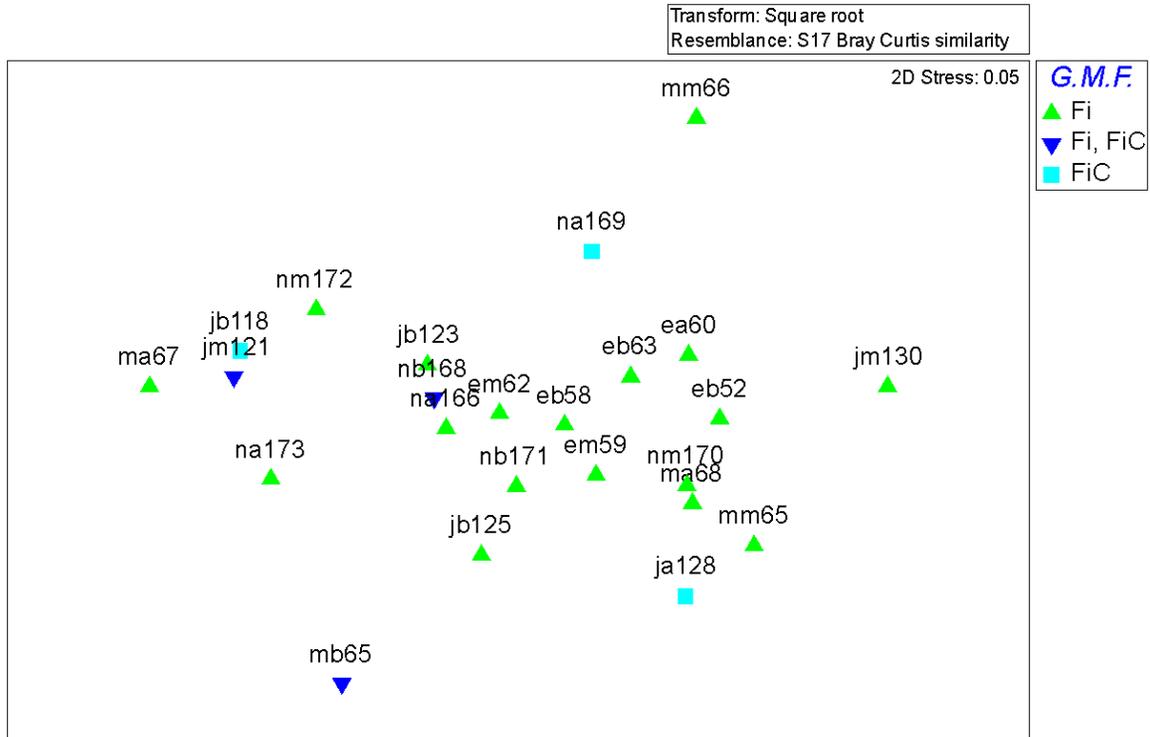


Fig. 7 Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) para las especies de bivalvos y grupos morfofuncionales (GMF) de macroalgas. Acotaciones: Fi=algas filamentosas, FiC=algas filamentosas corticadas. Clave de cada muestra: Mes (e=enero, m=mayo, j=julio y n=noviembre); Nivel de marea (a=alto, b=bajo y m=medio) y #=número consecutivo para reconocer cada muestra.

Los resultados del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS), indicaron que las muestras de bivalvos no estuvieron claramente relacionadas con los valores de cobertura de macroalgas, así mismo, se pueden destacar pequeños grupos con las coberturas de B= de 50 a 99 cm², C= de 100 a 149 cm² y D= de 150 a 199 cm² (Fig. 8).

DISCUSIÓN

Composición y riqueza de bivalvos

Con base en la literatura malacológica especializada, se encontraron ocho nuevos registros para el Pacífico tropical mexicano: *Chama arcana* registrada para California, EE. UU. (Patton *et al.*, 1991) y Baja California Sur (Scott y Blake, 1998); *Cryptomya californica*, con registro en el noroeste del golfo de California (Sánchez, 2014), *Dacrydium rostriferum*, *Entodesma navicula*, *Entodesma pictum*, *Musculus niger*, *Mya truncata* y *Petricola hertzana*, cuyo registro era en Baja California Sur y Sonora (Coan, 1997). Para el estado de Guerrero, *Basterotia peninsularis* es un nuevo registro, ya que anteriormente se registró para Baja California Sur, golfo de California y Sonora (Coan, 1999), así como en el estado de Oaxaca (Bastida-Zavala *et al.*, 2013).

En Zihuatanejo se encontraron seis nuevos registros: el género *Cyclocardia*, *Isognomon recognitus*, *Neolepton subtrigonum*, *Semele venusta*, *Sphenia fragilis* y *Sphenia luticola*. El género *Cyclocardia*, se registró entre los paralelos 16°15'24" y 16°14'48" latitud Norte; 98°40'00" y 98°40'30" longitud Oeste (Lesser, 1984) y en Acapulco (Garcés, 2011), mientras que *Neolepton subtrigonum*, *Semele venusta*, *Sphenia fragilis* y *Sphenia luticola*, (Garcés, 2011); e *Isognomon recognitus* (Villalpando, 1986; Garcés, 2011) en Acapulco.

Se registraron 24 especies en Muelle Municipal, a partir de la curva de acumulación de especies (Tabla 5), el estimador Bootstrap indicó un valor 27.70, esto nos dice que este es el número máximo de especies que se pueden encontrar en dicha zona. Este resultado es consistente con las especies identificadas, que corresponden al intervalo de la asíntota para la curva, por lo que se infiere que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para la zona.

Muelle Municipal es considerada una playa protegida de poca energía con una costa rocosa (CONACyT-SECTUR, 2014) en comparación con las playas de alta energía de Ixtapa, dicho sustrato proporciona estabilidad estructural y heterogeneidad a nivel local, estas diferencias crean micro hábitats en los que se establecen especies epibiontes y criptofauna que contribuyen a la diversidad total como los bivalvos, (Sibaja-Cordero y García-Méndez, 2014). Por lo anterior, es posible explicar que la curva de acumulación de especies sea asintótica.

La riqueza de moluscos es menor en áreas con alta energía, donde el oleaje es intenso y el efecto de las corrientes marinas es directo (Kuk-Dzul *et al.*, 2019). En tanto que las áreas protegidas, poseen aguas más tranquilas, oleaje de poca intensidad, lo cual facilita el asentamiento y la colonización del sustrato, estos factores podrían permitir el desarrollo de una comunidad heterogénea y por consiguiente una mayor riqueza en Muelle Municipal (Barba-Marino *et al.*, 2010; Flores-Rodríguez *et al.*, 2012; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012; Flores-Garza *et al.*, 2014).

El número de especies encontradas en este estudio fue alto, 24 especies (Tabla 4). Trabajos sobre bivalvos a lo largo de la costa de Guerrero como el de Flores-Garza *et al.* (2014) y López-Rojas *et al.* (2017), registraron 32 y 40 especies respectivamente, estas riquezas no son muy diferentes en comparación con la riqueza obtenida en Muelle Municipal, a pesar de que estos autores muestrearon un área mayor y múltiples localidades; esta diferencia en la riqueza puede deberse a un muestreo generalizado, de la heterogeneidad ambiental (Ríos-Jara *et al.*, 2020).

Otro factor por considerar es el proceso de identificación de bivalvos, el cual es complejo, ya que algunos caracteres diagnósticos no son visibles fácilmente. Por lo tanto, es importante destacar que la dificultad en la identificación aumenta cuando se manejan ejemplares pequeños, como los estadios juveniles del presente trabajo. En algunos casos, la fragilidad de las conchas puede obstaculizar el trabajo taxonómico.

Las 24 especies encontradas en este estudio para Muelle Municipal pueden compararse con el trabajo en áreas rocosas de Salcedo-Martínez *et al.* (1988) de Zihuatanejo, donde se identificaron 37 especies de bivalvos. Siete especies se comparten con dicho trabajo, de las cuales: *Carditamera affinis*, *Chama echinata*, *Chama frondosa*, *Leiosolenus aristatus* y *Striostrea prismatica* se encontraron en la localidad Contramar, ubicada dentro de la bahía de Zihuatanejo, al igual que Muelle Municipal, por lo que las condiciones ambientales pueden llegar a ser similares. La diferencia entre ambas localidades pudo estar dada por las distintas técnicas de muestreo (transecto, recolección manual e inmersión) utilizadas en el estudio de Salcedo-Martínez *et al.* (1988), las cuales no se utilizaron en el presente estudio, quienes además estudiaron varias localidades y áreas mayores, por lo que encontraron un mayor número de especies de bivalvos.

Arriola (2021) identificó 17 especies de bivalvos en Ixtapa-Zihuatanejo, de las cuales seis especies se comparten con este trabajo (*Brachidontes adamsianus*, *Brachidontes semilaevis*, *Carditamera affinis*, *Isognomon janus*, *Leiosolenus aristatus* y *Sphenia fragilis*), la diferencia en la riqueza de especies pudo estar dada por las características particulares de las playas, ya que su estudio se llevó a cabo en una playa expuesta, de alta energía y una playa semiprotegida, de baja energía, mientras que Muelle Municipal es una playa protegida (Kuk-Dul *et al.*, 2019).

Las familias representativas de la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal fueron Mytilidae, Myidae y Chamidae. Lo anterior concuerda con lo encontrado en la zona intermareal rocosa de Guerrero por Torreblanca-Ramírez *et al.* (2012), quienes mencionaron a la familia Mytilidae como representante de la zona intermareal rocosa; Flores-Garza *et al.* (2014); López-Rojas *et al.* (2017) y Arriola (2021), señalaron a Mytilidae, como la familia que presentó la mayor riqueza en la Región Marina Prioritaria (RMP) 32 Coyuca-Tres Palos, en las RMP del estado de Guerrero y en Ixtapa-Zihuatanejo, respectivamente.

Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) registraron a la familia Chamidae y Mytilidae como las familias de mayor riqueza de especies, por su parte López-Rojas *et al.* (2017) contabilizaron un mayor número de especies de la familia Mytilidae (14), comparado con las siete especies del presente trabajo, sin embargo, con respecto a la familia Chamidae el número de especies (4), encontrado por López-Rojas *et al.*, (2017) es similar a lo encontrado en el presente trabajo (3).

La familia Mytilidae presenta una alta capacidad reproductiva, una exitosa dispersión larvaria y gran tolerancia a múltiples condiciones ambientales, estas cualidades les han permitido desarrollar papeles de colonizador; además poseen varias estrategias para interactuar con su entorno (como fauna de apoyo o erosionadores del sustrato) y tener diferentes estilos de vida, lo que facilita establecerse en diversos ambientes distribuidos desde aguas someras a profundas (Seed, 1969; Audino *et al.*, 2020). Por lo que esta familia posee ventajas con respecto a las demás familias de bivalvos, así mismo la estabilidad en las condiciones ambientales dentro de la bahía de Zihuatanejo, puede ayudar a que se encuentren con un mayor número de especies respecto a otros bivalvos.

Variación espacial y temporal de la riqueza específica de bivalvos

En Muelle Municipal se registraron variaciones en la riqueza de especies (Fig. 3B), esta disparidad, puede deberse a las condiciones particulares de cada nivel de marea. En el intermareal alto, al bajar la marea las partes altas, son expuestas a condiciones físicas extremas, debido a esto las especies presentes soportan condiciones de estrés: altas temperaturas, radiación solar y desecación, por lo que algunas especies forman agregaciones en grietas y oquedades para conservar la humedad (Tarazona *et al.*, 1985; Esqueda-González *et al.*, 2000; Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora, 2006; Sibaja-Cordero y García-Méndez, 2014; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2017).

La zona intermareal baja se encuentra prácticamente sumergida, aquí las condiciones ambientales son más favorables (Stephenson y Stephenson, 1972), lo que permite el asentamiento y desarrollo de diversas especies como los bivalvos. La mayor riqueza encontrada en el presente trabajo se ubicó en el intermareal bajo, lo que concuerda con Hendrickx *et al.* (2007) quienes establecieron que la mayor riqueza de bivalvos se encuentra en la franja costera entre 0 a 20 metros, y la riqueza disminuye conforme la profundidad aumenta. Esto es semejante a lo encontrado por Salcedo-Martínez *et al.* (1988) en Zihuatanejo, quienes situaron a la mayoría de los bivalvos en el submareal, con un intervalo de distribución desde la bajamar hacia mayor profundidad. Se destaca que algunas especies de bivalvos se comparten en la zona intermareal y en la zona submareal; por lo tanto, se infiere que su distribución espacial es amplia. Igualmente, Arriola (2021) indicó que la mayor diversidad en Ixtapa-Zihuatanejo se encontró en el nivel intermareal bajo.

Otros factores para determinar la distribución espacial de la riqueza en la zona intermareal rocosa son la exposición al oleaje, microtopografía del sustrato, desecación, régimen de marea, entre otros. Todas esas condiciones locales se deben a la dinámica de la zona, es decir, al constante cambio en las condiciones que suelen ser desde casi terrestres a subacuáticas a lo largo del día (Seed, 1969; Salcedo-Martínez *et al.*, 1988; Valdés-González *et al.*, 2004; Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora, 2006), por lo que las especies de bivalvos pueden estar influidas por todas estas variables.

La fluctuación de la riqueza a lo largo del ciclo de muestreo (Fig. 3A), sugiere que las variaciones meteorológicas: temperatura y precipitación, posiblemente determinaron los cambios en la riqueza de especies a lo largo del año en Muelle Municipal. Sibaja-Cordero y García-Méndez (2014) mencionaron que, además, depende de la competencia entre especies, herbivoría o efecto de depredación, variaciones en las corrientes, condiciones locales (Vásquez *et al.*, 1998), por la disponibilidad de larvas y establecimiento de reclutas; aunque se ha afirmado que, en aguas tropicales, el asentamiento tiende a ser continuo a lo largo del año o con patrones de reproducción invariables (Tarazona *et al.*, 1985; Arriola, 2021).

Abundancia de bivalvos

Leiosolenus aristatus fue la especie que presentó la mayor abundancia a lo largo del ciclo anual en la zona intermareal, sin embargo, Salcedo-Martínez *et al.* (1988) la registraron en Zihuatanejo, sin proporcionar los datos de la abundancia, por lo que no es posible compararlo con lo obtenido en el presente trabajo. Flores-Garza *et al.* (2014); López-Rojas *et al.* (2017) la registraron como una especie frecuente en cinco localidades en la Región Marina Prioritaria (RMP) 32 Coyuca-Tres Palos y en las RMP 30 Mexiquillo Delta del Balsas, 31 Tlacoyunque y 33 Copala-Maldonado respectivamente; los resultados de dichos estudios no concuerdan con lo encontrado en el presente trabajo, ya que estos estudios fueron realizados en múltiples localidades, por lo que la abundancia total está repartida entre todas ellas, lo cual indica que fue una especie constante en los muestreos, pero con pocos individuos.

No obstante, los estudios de Zamorano (2004); López-Uriarte y Velarde-Nuño (2007), registraron a *Leiosolenus aristatus* como la especie más abundante dentro del coral *Pocillopora sp.* en playa La Entrega, Oaxaca y en playa La Mora, Jalisco respectivamente. Los autores mencionaron que la dominancia de esta especie se debió a que es bioerosionadora y modificadora de la estructura del sustrato en el que se encuentra, lo que sugiere que su gran abundancia en la zona intermareal rocosa en Muelle Municipal está dada por su acción perforadora del sustrato, lo anterior lo convierte en un hábitat ideal para los organismos de esta especie (López-Rojas *et al.* 2017). Arriola (2021) registró a *Leiosolenus aristatus* como una de las especies más abundantes en Ixtapa-Zihuatanejo, lo cual es consistente con el presente trabajo.

Carditamera affinis fue la segunda especie en abundancia, Salcedo-Martínez *et al.* (1988) la registraron en Zihuatanejo, sin proporcionar datos de su abundancia, por lo que no es comparable con lo obtenido en el presente trabajo. Arriola (2021) la registró en Ixtapa-Zihuatanejo con una abundancia baja, lo cual no concuerda con lo registrado en el presente trabajo, esto puede estar dado por interacciones como la competencia entre especies o efecto de depredación por parte de otros organismos (Vásquez *et al.*, 1998).

Flores-Rodríguez *et al.* (2007) mencionaron que *Carditamera affinis* presentó una frecuencia del 20% en la zona intermareal rocosa de playa Troncones. Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) la citaron como una especie común en el nivel intermareal rocoso de playa Tlacopanocha, Acapulco. Por su parte, Flores-Garza *et al.* (2014) la obtuvieron con escasa presencia en tres localidades de la RMP 32 Coyuca-Tres Palos. En contraste, López-Rojas *et al.* (2017) la encontraron como la especie de mayor abundancia en la zona intermareal rocosa de playa Las Gatas de la RMP 31 Tlacoyunque. Sobre la base de los estudios anteriormente citados, se infiere que *C. affinis* es una especie frecuentemente registrada en la zona intermareal del estado de Guerrero, lo cual concuerda con los resultados en el presente estudio, por sus valores de abundancia.

Las especies *Brachidontes playasensis* e *Isognomon janus* se encontraron como la tercera y cuarta especies en abundancia, estas especies han sido registradas continuamente como representativas de la zona intermareal rocosa. *Brachidontes* es un género que ha sido citado en varios trabajos del estado de Guerrero: Esqueda-González *et al.* (2000); Flores-Rodríguez *et al.* (2003); Flores-Rodríguez *et al.* (2007); Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) y Arriola (2021), como una especie característica de la zona intermareal con gran abundancia.

Isognomon janus ha sido también registrada a lo largo de la costa de Guerrero por Flores-Rodríguez *et al.* (2007); Flores-Garza *et al.* (2014) como una especie frecuente; Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) mencionaron que dicha especie fue dominante; sin embargo, López-Rojas *et al.* (2017) y Arriola (2021) la refieren como una especie con gran abundancia en la zona intermareal rocosa de Guerrero y especialmente en Ixtapa-Zihuatanejo respectivamente.

Las demás especies que se identificaron en el presente trabajo se encontraron con baja abundancia y otras fueron casos únicos, esto puede deberse a diferentes factores como la interacción con otras especies, competencia por el espacio, mortalidad a causa de la depredación de organismos abundantes como los cangrejos (Seed, 1969; Vásquez *et al.*, 1998; Lage-Ignacio *et al.*, 2012) o a que algunas no son propias de la zona intermareal y habitan en otros lugares, por lo que se encuentran de forma escasa, como fue el caso de algunas especies del género *Basterotia* y la especie *Cryptomya californica*, que se encuentran al interior de las madrigueras de equiuros, con los que viven en simbiosis (Goto *et al.*, 2011) igualmente *Mya truncata* se asocia generalmente en fondos arenosos en la zona submareal (Gagaev *et al.*, 2019).

Densidad de bivalvos

Leiosolenus aristatus fue la especie con mayor densidad a lo largo del ciclo anual (284 ind/3600 cm²), esto concuerda con los resultados de Lage-Ignacio *et al.* (2012), así como el de Soriano y Salgado (2019), quienes la registraron como una especie con gran potencial de colonización en Brasil y España respectivamente, esta especie es capaz de formar altas densidades ligadas a ecosistemas altamente estructurados, como la zona intermareal. Esta especie es horadora, lo cual le permite introducirse en el sustrato hasta conseguir la humedad óptima (Morán *et al.*, 2014), de esta forma crea galerías y refugios (Landa-Jaime *et al.*, 2013). Además, su capacidad de perforar una amplia gama de sustratos (exoesqueletos calcáreos, corales y rocas), le permite sobrevivir en una gran variedad de ambientes y conformar altas densidades, por lo que este parámetro no se ve afectado por la acción de las olas (Lage-Ignacio *et al.*, 2012), por esta razón *L. aristatus* podría encontrarse en alta densidad en Muelle Municipal.

Brachidontes playasensis fue la segunda especie con mayor densidad a lo largo del año en Muelle Municipal, esto coincidió con el trabajo de López-Rojas *et al.* (2017), quienes la mencionan como la especie con mayor densidad en la zona intermareal rocosa en playa Ventura, Guerrero.

La reproducción de los bivalvos es un factor importante para el aumento de la densidad poblacional de estos moluscos en sus diferentes hábitats. Baqueiro y Stuardo (1977); Tarazona *et al.* (1985) y Licet *et al.* (2011) mencionaron que la reproducción de los bivalvos en las zonas tropicales tiende a ser continua, con desoves parciales y recuperaciones rápidas, que dependen de diferentes factores ambientales. Niebla (2004) señaló que el agente para comenzar la gametogénesis y el desove es el cambio de la temperatura, aunque también depende de la disponibilidad de alimento, que afectan los niveles bioquímicos del organismo y repercuten finalmente en la madurez sexual. En el caso de muchas especies de bivalvos tropicales poseen una reproducción oportunista, sustentada por la disponibilidad de alimento, que aprovecha para una reproducción continua, gracias a esto existe un reclutamiento constante a lo largo del año (Licet *et al.*, 2011). Dicho argumento podría explicar las fluctuaciones en las densidades encontradas en Muelle Municipal.

Baqueiro y Stuardo (1977), señalaron que el periodo máximo de desove ocurrió en octubre, lo que generó el aumento en la densidad de juveniles en las almejas de Zihuatanejo, esto al ser comparado con lo obtenido en el presente trabajo, concuerda con la máxima densidad de bivalvos para Muelle Municipal, que fue en noviembre.

Las variaciones de la densidad en la zona intermareal (Tabla 8) también, pueden atribuirse a la complejidad del sustrato, a la intensidad del oleaje del sitio, la precipitación pluvial, y la competencia por el espacio (Flores-Rodríguez *et al.*, 2007; Flores-Rodríguez *et al.*, 2012; Torreblanca-Ramírez *et al.*, 2012), por lo que dichas variaciones están dadas por múltiples factores y pueden afectar a las especies de bivalvos de diferentes formas.

Distribución espacial y temporal de bivalvos

Stuardo y Villarroel (1976) mencionaron que la distribución de los organismos bentónicos sésiles puede estar determinada por el sustrato (dureza o composición química), presencia de materia orgánica, y adaptaciones morfológicas de las especies; mientras que Lage-Ignacio *et al.* (2012) consideraron que el factor limitante es el espacio.

En Muelle Municipal se observó una variación en la distribución de las especies dentro de la zona intermareal (Tabla 9). En los tres niveles de marea se encontraron a *Brachidontes adamsianus*, *Carditamera affinis*, *Isognomon janus* y *Leiosolenus aristatus*; estas especies presentaron una amplia distribución batimétrica que abarcó el litoral y el sublitoral, esto también fue observado por Sandoval (1988), en Huatulco, Oaxaca; Esqueda-González *et al.* (2014), en Mazatlán, Sinaloa; Salcedo-Martínez *et al.* (1988) y Arriola (2021) en Zihuatanejo. Con esta misma distribución se encontró a *Sphenia luticola*.

Brachidontes adamsianus suele estar adherida por medio del biso a las rocas, que le otorga resistencia al oleaje y forma agregaciones, confiriéndole gran tolerancia a la desecación (Landa-Jaime *et al.*, 2013). Estas características pueden favorecer su asentamiento a lo largo de la zona intermareal y posiblemente expliquen por qué *B. adamsianus* se encontró en los tres niveles de marea en el presente trabajo.

Isognomon janus se deduce que es una especie generalista, debido a que Ríos-Jara *et al.* (2009) la encontraron en ambientes como manglar y playa arenosa. También se localizan, por encima o debajo de rocas sólidas y fragmentadas sumergidas o no en el agua, (Salcedo-Martínez *et al.*, 1988; Landa-Jaime *et al.*, 2013), estas características le podrían ayudar a estar presente en diferentes sitios a lo largo de la zona intermareal rocosa, como en este estudio.

En el caso de *Striostrea prismatica*, Ríos-Jara *et al.* (2009) la encontraron en ambientes como manglar, playas, litoral rocoso y plataforma continental. Esqueda-González *et al.* (2014) la registraron en la zona intermareal y submareal, por lo que posiblemente es una especie que puede estar en distintos hábitats en el litoral. Esta especie, generalmente suele estar adherida a sustratos duros, mediante una sustancia cementante, por lo que necesita un área libre sobre el sustrato para poder asociarse a él (Mazón-Suástegui, 2018). En el presente estudio se encontró a *S. prismatica* solamente en el nivel medio, esto puede estar dado por la falta de espacio, en donde establecerse, ya que el nivel medio estaba ocupado mayormente por las macroalgas o debido a la competencia con otros invertebrados.

Esta falta de espacio podría afectar la distribución de las especies del género *Chama* en la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal, ya que se encontraron en los niveles del intermareal alto y bajo, pero no en el intermareal medio. Lo que concuerda con Landa-Jaime *et al.* (2013), quienes observaron a *Chama buddiana* C. B. Adams, 1852, fuertemente adherida a rocas sueltas en el intermareal inferior o en el arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco.

Hay especies representativas del nivel intermareal bajo, como *Isognomon recognitus*, esta especie se encuentra de forma solitaria, adherida a las grietas y fragmentos de las rocas, con lo que resiste el choque del oleaje (Landa-Jaime *et al.*, 2013). Esqueda-González *et al.*, (2000); Ríos-Jara *et al.*, (2002) y Ríos-Jara *et al.*, (2008), la registraron en la zona intermareal baja o poco profunda. Por lo anterior, se puede suponer que su establecimiento podría estar relacionado con las condiciones ambientales en zonas cercanas al intermareal bajo de Muelle Municipal.

El registro de *Leiosolenus aristatus* en durante todo el ciclo anual mostró (Tabla 10), que es una especie generalista con amplia tolerancia a factores ambientales, esta cualidad le otorga la oportunidad de establecerse en diferentes hábitats, en consecuencia, mayor probabilidad de estar presente a lo largo del año (Flores-Rodríguez *et al.*, 2012; Arriola, 2021).

Arriola (2021), encontró a *Brachidontes adamsianus* y *Leiosolenus aristatus* en todos los meses de muestreo en dos localidades de Ixtapa-Zihuatanejo; y Flores-Rodríguez *et al.* (2012) señalaron a *B. adamsianus*, *Chama echinata*, *Choromytilus palliopunctatus* (Carpenter, 1857), *Isognomon janus*, *Ostrea megodon* Hanley, 1846, *Saccostrea palmula* (Carpenter, 1857) y *Striostrea prismatica* en todas las temporadas del año, en las costas de Guerrero. Estas diferencias pueden estar dadas por los factores ambientales locales, además es difícil de certificar la presencia o ausencia de una especie en una región o localidad, por lo que se le puede atribuir a una observación poco detallada (Stephenson y Stephenson 1972).

Índices comunitarios

El valor del índice de diversidad de Shannon para el ciclo anual fue de 3.46 bits/ind, en Muelle Municipal (Tabla 11), dicho valor fue elevado. En este aspecto, Garcés (2011) en la bahía de Acapulco, obtuvo un índice promedio de diversidad de Shannon de 1.60 bits/ind para los bivalvos vivos encontrados en rocas. En comparación con dicho trabajo, la diversidad de bivalvos de Acapulco fue baja.

Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) en el intermareal rocoso en playa Tlacopanocha, Acapulco, obtuvieron un índice de diversidad de Shannon de 3.64 bits/ind para la clase Bivalvia, señalan que la playa tiene una alta diversidad. Al comparar nuestros valores del índice de diversidad de Shannon con Torreblanca-Ramírez *et al.* (2012) se encontró que sus valores fueron bajos con respecto a los de Muelle Municipal. Al igual que Muelle Municipal, playa Tlacopanocha y Parque La Reina presentan un sustrato rocoso complejo, con pocas variaciones de temperatura, por lo que estas similitudes pueden soportar una alta diversidad de bivalvos.

Por su parte Flores-Garza *et al.* (2014) obtuvieron valores elevados del índice de diversidad de Shannon (3.65 bits/ind) para las especies de bivalvos en la zona intermareal rocosa de la Región Marina Prioritaria (RMP) 32 Coyuca-Tres Palos. Señalaron que la RMP 32 fue una zona de alta diversidad, conforme a lo esperado para una zona tropical con condiciones ambientales muy estables y un ecosistema bentónico bien establecido; dichas características hacen que Muelle Municipal, al igual que la RMP 32, puedan tener valores altos del índice de diversidad de Shannon.

Arriola (2021), en Ixtapa-Zihuatanejo, registró un valor máximo para el índice de diversidad Shannon de 2.15 bits/ind en mayo, en playa El Palmar y para playa Las Gatas un máximo de 2.09 bits/ind en noviembre. Al comparar dichos valores encontrados con el presente trabajo para dichos meses, se obtuvieron valores distintos, en mayo fue más elevado (1.89 bits/ind) y en noviembre fue más bajo (3,30 bits/ind). Lo anterior puede deberse a las características ambientales locales: intensidad del oleaje, magnitud del viento, temperatura, entre otras. En cada uno de los sitios de muestreo, y en los diferentes meses (López-Rojas *et al.*, 2017), hace que el conjunto de estos factores proporcione condiciones particulares en cada localidad y en consecuencia una comunidad e índice de diversidad diferente.

Gremios alimentarios y tipos de vida de bivalvos

En Muelle Municipal se registró que el 84% de las especies identificadas fueron filtradoras (Tabla 12), esto concuerda con lo observado por otros autores en diferentes localidades (Coan, 1988; García-Cubas y Reguero, 1995; García-Cubas y Reguero, 2007; Goto *et al.*, 2011; Rudy *et al.*, 2013 y Capelo *et al.*, 2014; Zanzerl *et al.*, 2019). Especialmente para Ixtapa-Zihuatanejo, en el trabajo de Arriola (2021), detectó que el 80% de los bivalvos asociados a ensamblajes macroalgales también fueron filtradores.

Este alto porcentaje de filtradores podría ser explicado con lo propuesto por Sibaja-Cordero y Vargas-Zamora (2006), quienes observaron que, en las playas dentro del golfo de Nicoya, el viento mezcla los nutrientes de la columna de agua provenientes de las corrientes locales, en el momento que las olas rompen con el sustrato del fondo, en la zona intermareal rocosa, depositan estos nutrientes, que permite el establecimiento de especies filtradoras.

En Muelle Municipal existe una corriente local de forma circular que entra por playa Las Gatas, recorre el interior de la bahía y sale en dirección sureste en punta Godornia (López, 2001; Aguilar, 2017), la cual, junto con el viento, mezcla los nutrientes de las aguas circundantes y los lleva en su recorrido hacia toda la bahía. Además en Muelle Municipal desemboca la laguna de Las Salinas, la cual es utilizada como drenaje de la Ciudad de Zihuatanejo, el muelle de Puerto Mío obstaculiza la salida del agua hacia el mar, que disminuye la intensidad de la corriente y con ello propicia la acumulación de los sedimentos de las macroalgas (López-Rojas *et al.*, 2017) que en conjunto con el flujo del agua de la laguna cargada de sedimentos, permite que la cantidad aumente y sirva como alimento (Gibbons, 1988), lo que favorece el establecimiento de especies filtradoras en la zona, como las encontradas en el presente trabajo.

Por su acción filtradora, los bivalvos se han utilizado como indicadores de contaminantes de las aguas donde se encuentran, ya que incorporan toxinas a su tejido blando, proporcionando una aproximación de la calidad ambiental (Ríos-González *et al.*, 2018), por lo que una mayor presencia de filtradores en Muelle Municipal señala una alta contaminación registrada durante el 2014, que de acuerdo con los datos publicados por SEMARNAT (2021), en abril, junio y noviembre, revelaron que Muelle Municipal se calificó como una playa no apta, al poseer más de 300 NMP/100 ml de enterococos, lo que significó una alta contaminación proveniente de la Ciudad de Zihuatanejo y por lo tanto, un aumento de nutrientes en la columna de agua.

Con respecto a los tipos de vida de los bivalvos registrados, asociados a macroalgas (Tabla 12), en este trabajo se encontró que el 50% fueron especies infaunales, esto podría deberse a la dominancia de las algas filamentosas en los ensamblajes macroalgales en Muelle Municipal, dichas algas favorecieron la acumulación de sedimentos, posibilitando que habiten, mayormente organismos infaunales (De la Cruz-Francisco *et al.*, 2017).

Salcedo-Martínez *et al.* (1988) registraron cuatro especies de bivalvos sobre macroalgas, el 75% fueron criptofaunales y el 25% epifaunales. La diferencia con el presente trabajo podría deberse al tipo de muestreo realizado, Salcedo-Martínez *et al.* (1988) abarcó toda la zona intermareal rocosa y parte de la zona submareal de Zihuatanejo, mientras que este estudio sólo tomó en cuenta las áreas de la zona intermareal rocosa con presencia de las macroalgas, por lo que se encontraron variaciones entre los tipos de vida de los organismos.

Esqueda-González *et al.* (2014) citaron que el 30.3% de las especies fueron epifaunales, el 29.2% infaunales, el 22.5% criptofaunales y el 18% semi-infaunales en el intermareal rocoso, arenoso y submareal. Este porcentaje solo se acerca un poco al 28% de especies epifaunales y el 17% de especies criptofaunales, encontrado en el presente trabajo, ya que el ambiente en conjunto fue más amplio, por lo que la proporción cambia, en consecuencia, son las condiciones particulares de cada área o sus asociaciones, las que determinan la proporción de cada tipo de vida por localidad (Aguilar, 2017).

La familia Mytilidae es la más diversa, dominante y con una amplia distribución en la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal. Esta familia presentó los siguientes tipos de vida: epifaunal, criptofaunal e infaunal, en la literatura especializada además se han encontrado especies semi-infaunales. La gran plasticidad de la familia se debe a que las especies muestran una gran variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas a estos distintos estilos de vida (Audino *et al.*, 2020), es decir, lo que les otorga una ventaja sobre otras familias de bivalvos.

Las especies del género *Leiosolenus* son horadoras, las cuales secretan sustancias ácidas, que degradan el sustrato y junto a la acción mecánica abrasiva de la concha del animal, les permite perforar una gran variedad de sustratos (exoesqueletos calcáreos, corales y rocas) hasta conseguir condiciones óptimas para sobrevivir (Guallart y Templado, 2012; Lage-Ignacio *et al.*, 2012; Landa-Jaime *et al.*, 2013; Morán *et al.*, 2014).

Estructura de tallas de bivalvos

De acuerdo con lo propuesto por Keen (1971) y Coan *et al.* (2000), todos los bivalvos del presente estudio se encontraron por debajo de las tallas descritas por los autores anteriormente citados, debido a esto se consideró que los bivalvos identificados en Muelle Municipal fueron juveniles (Tabla 13).

Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) registraron las tallas mínimas de las siguientes especies en común: *Brachidontes adamsianus* (largo 4.21 mm y ancho 2.62 mm), *Brachidontes puntarenensis* (largo 4.25 mm y ancho 2.21 mm), *Carditamera affinis* (largo 7.98 mm y ancho 14.81 mm), *Isognomon janus* (largo 6.02 mm y ancho 4.30 mm) y *Striostrea prismática* (largo 38.41 mm y ancho 31.10 mm). Mientras Flores-Garza *et al.* (2014) obtuvieron las tallas promedio de *B. adamsianus* (largo 3.5 mm y ancho 3.6 mm), *B. puntarenensis* (largo 3.5 mm y ancho 2.1 mm), *C. affinis* (largo 18.0 mm y ancho 6.7 mm), *I. janus* (largo 8.6 mm y ancho 4.8 mm), *Leiosolenus aristatus* (largo 3.7 mm y ancho 1.5 mm) y *S. prismática* (largo 36.7 mm y ancho 8.3 mm).

Además se obtuvieron las tallas máximas de *Brachidontes adamsianus* (largo 5 mm y ancho 3.6 mm), *Brachidontes puntarenensis* (largo 4 mm y ancho 2.2 mm), *C. affinis* (largo 7 mm y ancho 13 mm) y *Striostrea prismática* (largo 40.73 mm y ancho 39.29 mm) y las tallas mínimas de *Isognomon janus* (largo 7.5 mm y ancho 5.5 mm), *Leiosolenus aristatus* (largo 2.9 mm y ancho 1.40 mm) y *S. prismática* (largo 6 mm y ancho 6.5 mm). Las cuales, al ser comparadas con las tallas de Galeana-Rebolledo *et al.* (2012) y Flores-Garza *et al.* (2014) estuvieron dentro del intervalo de tamaños, esta similitud podría deberse a que los ejemplares medidos de los estudios previos y el presente trabajo se encuentran dentro del mismo tipo de hábitat, que es la zona intermareal rocosa, por lo que presentan condiciones ambientales muy similares a lo largo de la costa del estado de Guerrero.

Esqueda-González *et al.* (2014) registraron las tallas de las siguientes especies en común, considerándose como tallas pequeñas (5-10 mm): *Sphenia fragilis* y *Neolepton subtrigonum*. En el presente trabajo ambas especies obtuvieron intervalos menores del ancho, de 2.65-5 mm para *S. fragilis* y de 0.78-1.9 mm para *N. subtrigonum*. Esta diferencia de tamaños podría estar relacionada con el hecho de que los ejemplares del presente trabajo estuvieron dentro de ensamblajes macroalgales, los cuales proporcionan un hábitat para el asentamiento larvario de algunos invertebrados como los moluscos, y el desarrollo de organismos juveniles, por lo que podemos encontrar comúnmente estos estadios (Lara-Lara *et al.*, 2008). Este mismo comportamiento también se ha observado en otros lugares de México, como Jalisco y Colima, donde se ha visto que los gasterópodos juveniles habitan dentro de ensamblajes macroalgales (Ríos-Jara *et al.*, 2002) y posteriormente, al alcanzar cierta talla migran a otros sitios fuera de los ensamblajes macroalgales (Aguilar-Estrada *et al.*, 2017; Arriola, 2021).

Análisis estadísticos para bivalvos

La zona intermareal rocosa de Muelle Municipal está compuesta por rocas irregulares, que forman un patrón heterogéneo, por lo que los organismos están distribuidos en forma de parches dentro de la zona intermareal (Candelaria-Silva *et al.*, 2006), lo que sugiere que no hay un patrón claramente definido. Aunado a esto el análisis de escalamiento multidimensional no métrico (Fig. 5), mostró un traslape de las muestras, en relación con los niveles de marea, sin presentar un patrón definido y separado entre sí, que coincide también con los trabajos de Aguilar (2017) y Arriola (2021), que tampoco encontraron grupos definidos en sus respectivos análisis, para gasterópodos y poliplacóforos, ni para los bivalvos estudiados en Ixtapa-Zihuatanejo.

Los resultados del análisis de similitud de porcentajes (SIMPER), para las especies de bivalvos (Tabla 6) mostró porcentajes de contribución elevados para las especies de los géneros *Brachidontes*, *Carditamera*, *Isognomon*, *Leiosolenus* y *Sphenia*, estas son las más conspicuas y, por lo tanto, representativas en la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal. Estas especies de bivalvos pueden ser consideradas como características de la comunidad de moluscos en Zihuatanejo (Aguilar, 2017).

Composición y riqueza de macroalgas

En Muelle Municipal se registró una variación de la riqueza específica (Tabla 14), las rodofitas presentaron el valor más alto con 12 especies, esto pudo deberse a que presentan una alta diversidad y cobertura en zonas templadas y tropicales, además poseen distintos tipos de vida: epizoíco, epilítico y epifítico, lo que les proporciona un potencial de colonización alto en diferentes sustratos (Mateo-Cid y Mendoza-González, 2012), mientras las algas verdes y pardas tuvieron la menor riqueza. Esto concuerda con lo descrito por Vega *et al.* (2008); Mateo-Cid y Mendoza-González (2012) y Castro-Solís *et al.*, (2017) quienes registraron una mayor riqueza de rodofitas, seguida de las algas verdes en la zona intermareal de Mazatlán, Sinaloa, en la costa noroccidental de Guerrero y en Acapulco respectivamente. Vega *et al.* (2008) y Castro-Solís *et al.*, (2017) citaron que las algas pardas tuvieron la menor riqueza.

La familia que presentó la mayor riqueza de especies fue Cladophoraceae, Mateo-Cid y Mendoza-González (2012), registraron a esta familia en la costa noroccidental de Guerrero con una alta riqueza (7 spp.) con especies oportunistas, las especies del género *Cladophora*, que colonizan rápidamente el sustrato rocoso y crecen en ambientes con cierto grado de eutrofización (Cambra y Domínguez-Pañella, 1990; Avila-Alonso *et al.*, 2013), por lo que en Muelle Municipal, se pueden encontrar aguas contaminadas, lo cual pudo propiciar el alza de la riqueza de especies de este tipo de macroalgas.

En el Muelle Municipal se registraron 24 especies de macroalgas, mientras Salcedo-Martínez *et al.* (1988) obtuvieron 55 especies de macroalgas para Zihuatanejo, de las cuales solo, *Chaetomorpha antennina* y *Ulva lactuca* se encontraron en la localidad de Contramar, dentro de la bahía de Zihuatanejo, por lo que es probable que dicha localidad tenga características similares a las de Muelle Municipal con lo que se explicaría algunas de las especies compartidas.

Al comparar la riqueza de especies de macroalgas de Muelle Municipal, con los registros de CONABIO (2005) y Bastida-Zavala *et al.* (2013) para la costa de Michoacán y la costa de Oaxaca respectivamente, se encontraron las siguientes especies en común: *Amphiroa beauvoisii*, *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora sericea*, *Gelidium pusillum*, *Grateloupia versicolor*, *Hypnea spinella*, *Tayloriella dictyurus*, *Padina crispata*, *Ulva intestinalis* y *U. lactuca*. Además de las especies mencionadas, *Cladophora graminea* y *Derbesia marina* se comparten con las costas de Michoacán, mientras que *Amphiroa misakiensis*, *Ceramium camouii*, *Cladophora microcladioides*, *Gymnogongrus johnstonii* y *Herposiphonia hollenbergii* se comparten con las costas de Oaxaca. Estos registros en común para Michoacán, Oaxaca y Guerrero son de esperarse ya que forman parte de la ecorregión marina número 17 del Pacífico Transicional Mexicano (Sánchez-Telumbre *et al.*, 2021), por lo que algunas macroalgas se encuentran distribuidas a lo largo de dicha ecorregión.

Cobertura de macroalgas

Ventura-Flores y Suárez (2013) explicaron que el establecimiento de las macroalgas en sustratos rocosos está influenciado por el espacio, ya que en los sitios con menor competencia con otros organismos bentónicos hay una mayor cobertura de macroalgas. En Muelle Municipal, las rodofitas presentaron la mayor cobertura a lo largo del año, esto concuerda con Mendoza-González *et al.* (2011), quienes registraron especies de algas rojas como las de mayor cobertura en la zona intermareal rocosa de Jalisco.

Igualmente, Mateo-Cid y Mendoza-González (2012) observaron que la costa noroccidental de Guerrero estuvo dominada por las algas rojas, dichas algas tuvieron una gran diversidad y cobertura en zonas tropicales. Además, Stephenson y Stephenson (1972) señalaron que en la zona intermareal baja se encuentra un denso cúmulo de algas pequeñas, compuesto principalmente de rodofitas, lo que corresponde a la alta densidad de estas algas en la zona intermareal bajo de Muelle Municipal.

Las clorofitas presentaron la segunda mayor cobertura, la cual se encontró mayormente en la zona intermareal alta. De la Cruz-Francisco *et al.* (2017) establecieron que en esta zona se pueden encontrar macroalgas adaptadas a la desecación, como las especies de algas verdes, particularmente los géneros *Cladophora*, *Chaetomorpha* y *Ulva*, lo cual podría explicar la mayor presencia de clorofitas en la zona intermareal alta en Muelle Municipal.

Los valores de cobertura de macroalgas registrados en Muelle Municipal (Tabla 15), durante mayo (2207.08 cm²), fueron elevados en el ciclo anual, esta abundancia de macroalgas correspondió a la época de secas, lo que implica que existe cierta estabilidad en el sustrato en el que se encuentran, mientras que en la temporada de lluvias aumenta el nivel del mar por esta razón las corrientes tienden a ser más fuertes, la velocidad del viento también aumenta, estas condiciones adversas pueden hacer que las macroalgas se desprendan de la zona donde están establecidas, y en consecuencia disminuir su cobertura; caso contrario en la temporada de secas, donde las condiciones son más estables y óptimas, permitiéndoles expandir su cobertura (Mateo-Cid y Mendoza-González, 2012).

CONABIO (2005) registró a *Chaetomorpha antennina*, *Hypnea spinella* y *Tayloriella dictyurus* como especies tolerantes a la contaminación por hidrocarburos, mientras que *Cladophora sericea*, *Gelidium pusillum*, *Hypnea spinella* y *Ulva intestinalis* han sido señaladas como indicadoras de aguas eutrofizadas, con alto contenido de detergentes, blanqueadores y materia orgánica proveniente de desechos humanos, y *Ulva lactuca* como indicadora de metales pesados, ya que tiende a concentrar el estroncio. Este conjunto de macroalgas conformó el 58.7% de la cobertura total anual en Muelle Municipal que, junto con los datos de SEMARNAT (2021) sobre la calidad de agua de mar, indica que la zona de Muelle Municipal en 2014 estaba altamente contaminada, lo cual podría explicar la presencia de ciertos grupos de macroalgas asociados a zonas perturbadas.

Grupos morfofuncionales de macroalgas

La complejidad morfológica de las macroalgas proporciona diversos hábitats, esto permite la coexistencia entre especies (Rodríguez *et al.*, 2008) y a su vez, da lugar para el establecimiento de un gran número de invertebrados (Gama, 2019). En la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal se encontraron cinco grupos morfofuncionales (Tabla 16), donde destacaron dos grupos: las algas filamentosas y foliosas; de estos, las algas filamentosas fueron dominantes en la zona de estudio.

Esto concuerda con Alfonso y Martínez-Daranas, (2009) y Avila-Alonso *et al.* (2013), quienes registraron a estos dos grupos de macroalgas como preponderantes en zonas poco profundas de Cuba. Además, Ventura-Flores y Suárez (2013) indicaron que la dominancia de estos dos grupos macroalgales sobre sustrato rocoso puede deberse al aumento de nutrientes orgánicos en la columna de agua por fuentes de contaminación cercanas. Como se ha mencionado con anterioridad, Muelle Municipal, durante el año 2014, presentó altos niveles de nutrientes provenientes del puerto, al ser una zona contaminada. Adicionalmente, la estabilidad ambiental de la zona y el hecho de estar ese grupo de algas filamentosas asociado a sustratos rocosos, le confirió elementos para estar mayormente presente en la zona (SEMARNAT, 2021).

La dominancia de las algas filamentosas en Muelle Municipal se relaciona con el poder colonizador de sus filamentos, especializados en fijación, fotosíntesis y reproducción, lo cual representa ventajas sobre otras algas, ya que alcanzan gran biomasa en periodos cortos. Asimismo, pueden crecer colectivamente en forma de césped, que le proporciona una estrategia contra la acción del oleaje, retención de sedimentos, que a su vez evita la desecación. Gracias a esto, se desarrollan favorablemente en ambientes altamente eutrofizados o con gran aporte de nutrientes, con altos valores de salinidad y oxígeno disuelto, y presentan especies oportunistas, resistentes a la desecación, como el género *Cladophora* (Cambra y Domínguez-Pañella, 1990; Avila-Alonso *et al.*, 2013; De la Cruz-Francisco *et al.*, 2017; Arriola, 2021).

Arriola (2021) describió que las rodofitas filamentosas, juegan un papel importante en la metamorfosis larvaria de la familia Mytilidae, ya que los ensamblajes dominados por este tipo de algas, favorecen que se establezcan mayormente esta familia de bivalvos, lo anterior concuerda con lo encontrado en Muelle Municipal, debido a que la mayoría los ensamblajes macroalgales están conformados principalmente por algas rojas y encontramos asociados a ellas una gran abundancia de individuos de la familia Mytilidae.

Leiosolenus aristatus y *Chama echinata* (Tabla 17), se encontraron asociadas a cuatro grupos morfofuncionales. En el caso de *L. aristatus*, puede deberse a que es una especie generalista, capaz de bioerosionar el sustrato y sobrevivir en una gran variedad de ambientes (Lage-Ignacio *et al.*, 2012). Salcedo-Martínez *et al.* (1988) la encontraron, con interacción comensalista con algas rodofitas, gasterópodos y otros bivalvos, por lo que se infiere que esta especie le otorga ventajas a diferentes tipos de organismos en donde se encuentra, ya que genera condiciones de anclaje para que se establezcan en el sustrato rocoso del intermareal.

Cobertura de macroalgas y densidad de bivalvos

En Muelle Municipal se encontró que la cobertura de las macroalgas presentó una relación inversa con la densidad de los bivalvos, tanto para el nivel de marea como a lo largo del año (Fig. 6C y 6D). Capote *et al.* (2014) explicaron que en el caso de los bivalvos hay una relación negativa con la cobertura de las macroalgas, que puede estar basado en la competencia por el sustrato, también algunas algas epizoicas facilitan la depredación y la baja supervivencia de los bivalvos. Dicho argumento podría explicar el comportamiento inverso entre las macroalgas y la densidad de los bivalvos en el Muelle Municipal.

Esto se observó con *Striostrea prismatica* y las especies del género *Chama*, que al ser bivalvos cementantes en el sustrato rocoso (Cardoso *et al.*, 2016; Mazón-Suástegui, 2018), no estuvieron presentes en el nivel intermareal medio, ya que esta zona fue dominada por las macroalgas (Stephenson y Stephenson, 1972) de esto se deduce, que la competencia por el espacio ejerce control sobre la densidad de estos bivalvos (Campos y Fournier, 1990).

En Muelle Municipal se encontró la mayor cobertura de macroalgas, en el nivel intermareal medio. Rodríguez *et al.* (2008) propusieron que, en esta zona intermedia, la acción del oleaje es menor, pero con ciertos niveles de estrés ambiental, lo que genera las condiciones idóneas para la coexistencia de diversas algas y regulación de estas. Mientras que los bivalvos se encontraron mayormente en el nivel intermareal bajo, que como se mencionó anteriormente, se encuentra sumergido, esto permite el asentamiento y desarrollo de diversas especies de bivalvos; también se hallaron en menor medida en el intermareal alto, en dicho nivel se establecieron especies generalistas con resistencia al oleaje y la desecación (Landa-Jaime *et al.*, 2013).

La mayor cobertura de macroalgas en Muelle Municipal, durante el ciclo anual (Fig. 6A), se registró en mayo, y una cobertura similar se presentó en julio, esto concuerda con Steneck y Dethier (1994), quienes han señalado que el pico máximo de las algas filamentosas (con mayor cobertura) ocurre en mayo y agosto; esta cobertura disminuyó en Muelle Municipal para noviembre y enero. Por su parte los bivalvos, durante el ciclo anual (Fig. 6B), presentaron una alta densidad en enero, que disminuyó a su punto más bajo en mayo debido a las condiciones ambientales extremas, como las altas temperaturas (Tarazona, 1985), en julio la densidad incrementó poco, mientras en noviembre la densidad alcanzó el valor más alto. Estos cambios en la densidad pueden estar influenciados por las variaciones climatológicas, oceanográficas y modificaciones en el hábitat producidas por fenómenos hidrometeorológicos, con base en el inicio de lluvias en julio y la temporada de huracanes en noviembre (Tarazona, 1985; Flores-Rodríguez *et al.* 2007; Reliefweb, 2014).

Dentro de la comunidad intermareal en conjunto, las variaciones de factores como el movimiento del agua, profundidad, acumulación de detritus y contaminación afectan a las comunidades macroalgales y por lo tanto también repercute a la fauna asociada a ellas (Capote *et al.*, 2014), por lo que las relaciones ecológicas que se establecen entre los bivalvos y las macroalgas que conforman la comunidad, están basadas en un conjunto amplio de factores bióticos y abióticos.

Análisis multivariados de la asociación de macroalgas y bivalvos

Los resultados del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (Fig. 7), mostró que la mayoría de las muestras de bivalvos estuvieron asociadas a los ensambles macroalgales dominados por algas filamentosas. Esta forma de crecimiento permite atrapar los sedimentos (Gama, 2019; Arriola, 2021), otorgándoles este recurso a los bivalvos para ser utilizado, ya que en su mayoría son organismos de hábitos filtradores, además las condiciones del conjunto de estas macroalgas juegan un papel importante en el asentamiento de las larvas de bivalvos, con ello evitan la competencia intraespecífica, y posibilitan el establecimiento y desarrollo de las especies juveniles de bivalvos (Candelaria-Silva *et al.*, 2006 ; Arriola, 2021).

En la zona intermareal hay procesos importantes, uno de ellos es llevado a cabo por las macroalgas, las cuales son los principales productores primarios, así que la productividad está basada en ellas; también presentan funciones ecológicas, como sustrato de microflora y gran variedad de invertebrados, también constituyen trampas de sedimento, refugio para varios grupos animales y sus estadios larvarios, además son lugares de alimentación para la fauna bentónica, esto complementa las redes tróficas, ya que permite el mantenimiento del sistema (Villalpando, 1986; Sánchez, 1996; Rodríguez *et al.*, 2008; Aguilar-Estrada *et al.*, 2017; Arriola 2021).

Morán *et al.* (2014) explicaron que la complejidad de la estructura comunitaria comienza con especies ingenieras (Clive *et al.*, 1994), bioerosionadoras, que proporcionan un hábitat estructural para otros organismos al aumentar la heterogeneidad espacial por medio de surcos, que son colonizados por otras especies. Los filtradores realizan el reciclaje de los nutrientes, aprovechan los sedimentos de la columna de agua, lo que promueve la proliferación de grupos tolerantes; los desechos favorecen la alimentación de adultos y de larvas (Stuardo y Villarroel, 1976), lo cual propicia el asentamiento de sedimentívoros y de otros grupos tróficos, complementando la comunidad.

Por lo anterior se puede decir que, en Muelle Municipal, la dinámica que ocurre dentro de los ensamblajes macroalgales, está dada por la conjunción de funciones de las especies dentro de la comunidad intermareal. Las macroalgas capturan los sedimentos, dan refugio y protección a los juveniles de bivalvos, los cuales en su mayoría son suspensívoros, especies como *Leiosolenus aristatus* puede facilitar el asentamiento de otras especies al modificar el sustrato, lo que propicia que la estructura de la comunidad sea compleja.

Las macroalgas también podrían ayudar a mitigar la desecación, para los bivalvos generalistas como *Leiosolenus aristatus*, *Carditamera affinis*, *Isognomon janus* y especies del género *Brachidontes*, al proporcionar un aumento en la humedad relativa en el ambiente y protegerlos de la radiación solar, lo que permitió su presencia todo el año o la mayor parte y en todos los niveles del intermareal (Capote *et al.* 2014).

CONCLUSIONES

Las especies de bivalvos asociados a macroalgas de Muelle Municipal quedaron agrupadas en dos subclases, ocho órdenes, 13 familias, 18 géneros y 24 especies.

Se reconocieron ocho nuevos registros de bivalvos en el Pacífico tropical mexicano: *Chama arcana*, *Cryptomya californica*, *Dacrydium rostriferum*, *Entodesma navicula*, *Entodesma pictum*, *Musculus niger*, *Mya truncata* y *Petricola hertzana*; uno más para el estado de Guerrero: *Basterotia peninsularis*; y cinco más para Zihuatanejo: *Isognomon recognitus*, *Neolepton subtrigonum*, *Semele venusta*, *Sphenia fragilis* y *Sphenia luticola*, al igual que el género *Cyclocardia*.

La familia Mytilidae obtuvo la mayor riqueza de especies, mientras varios integrantes de esta familia: *Leiosolenus aristatus* y las especies de género *Brachidontes* registraron la mayor abundancia y densidad, igualmente estuvieron presentes en toda la zona intermareal y a lo largo de todo el ciclo anual.

Las especies conspicuas de la zona intermareal rocosa fueron: *Brachidontes playasensis*, *Carditamera affinis*, *Isognomon janus* y *Leiosolenus aristatus*, por lo que se consideran las especies representativas de Muelle Municipal.

Los bivalvos se encuentran distribuidos mayormente en la parte baja y en menor medida en la parte alta de la zona intermareal rocosa, mientras las macroalgas, estuvieron mayormente en la zona intermareal media.

El análisis de la estructura de tallas mostró que todas las especies de bivalvos presentes en los ensambles macroalgales fueron juveniles, por lo que las macroalgas son utilizadas como zonas para el establecimiento y refugio de estadios tempranos de bivalvos.

Las macroalgas se agruparon en dos reinos, tres filos, tres clases, 10 órdenes, 14 familias, 17 géneros y 25 especies. La familia que presentó la mayor riqueza de especies fue Cladophoraceae, con seis especies, seguida de las familias Lithophyllaceae, Rhodomelaceae y Ulvaceae, con tres especies cada una. Además, se lograron identificar cinco grupos morfofuncionales de macroalgas: algas filamentosas, filamentosas corticadas, foliosas, foliosas corticadas y calcáreas articuladas.

La presencia de *Chaetomorpha antennina*, *Cladophora sericea*, *Gelidium pusillum*, *Hypnea spinella*, *Tayloriella dictyurus*, *Ulva intestinalis* y *U. lactuca* como especies indicadoras de aguas eutrofizadas y el hecho de que abarcaran el 58.7% de la cobertura total anual, confirmaron que la zona de Muelle Municipal estaba altamente contaminada durante el año 2014.

Leiosolenus aristatus es una especie generalista con amplia tolerancia a factores ambientales, aguas contaminadas, con gran poder de colonización que, por su acción perforadora, crea variaciones en el sustrato que se encuentra y hace posible el establecimiento de otras especies, lo que le confiere ventajas sobre otros bivalvos, por lo que se encuentra asociada con un mayor número de especies de macroalgas.

Durante el ciclo anual y a lo largo de la zona intermareal, se encontró una relación negativa entre la densidad de bivalvos y la cobertura de las macroalgas de Muelle Municipal. Se estableció que el 95.83% de las especies de bivalvos se encuentran asociadas a ensamblajes macroalgales compuestos por algas filamentosas, mientras que *Basterotia peninsularis* estuvo asociada a ensamblajes con algas filamentosas corticadas.

Dado que el valor anual del índice de diversidad de Shannon para bivalvos fue de 3.6 bits/ind, por lo que se corrobora que la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal es una zona de alta diversidad, propia de una comunidad bien establecida, con condiciones ambientales estables en una zona tropical.

Se logró establecer una perspectiva integral de la relación de los bivalvos con las macroalgas en la zona intermareal rocosa de Muelle Municipal de Zihuatanejo. Se definió que las rocas ígneas presentan una ventaja en el anclaje de las macroalgas y favorece que los propágulos de la algas queden en zonas aledañas, a su vez proporcionan protección y refugio para los estadios juveniles de los bivalvos, por su parte algunos bivalvos permiten el asentamiento de otras especies de moluscos y hacen que la comunidad sea más compleja, igualmente las particularidades del sustrato, las corrientes locales, el oleaje tranquilo, la temperatura estable y demás factores ambientales propios de Muelle Municipal brindan la conjunción para una estructura compleja, bien establecida.

LITERATURA CITADA

- ❖ Abbott, I. A. (1999). Marine red algae of the Hawaiian Islands. Bishop Museum Press. Honolulu. 477 p.
- ❖ Abbott, I. A. y Hollenberg, George J. (1976). Marine algae of California. Stanford University Press. California. 432 p.
- ❖ Aguilar, L. G. (2017). Estructura comunitaria de los moluscos (Gasterópodos pateliformes y poliplacóforos) asociados a los ensamblajes macroalgales en el intermareal rocoso de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México. [Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Aguilar-Estrada, L. G., Ruiz-Boijseauneau, I., y Rodríguez, D. (2017). Estadios juveniles de las especies de gasterópodos pateliformes y de poliplacóforos (Mollusca) asociados a macroalgas intermareales de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 88(2), 280-299 p.
- ❖ Aguilera, M. A. (2011). The functional roles of herbivores in the rocky intertidal systems in Chile: A review of food preferences and consumptive effects. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 84(2), 241-461 p.
- ❖ Aguirre-Mendoza, Z. (2013) Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. *Loja-Ecuador*. Vol. 37(6), 82 p.
- ❖ Alfonso, Y., y Martínez-Daranas, B. (2009). Variaciones espacio-temporales en la cobertura del macrofitobentos en un área costera al norte de la Ciudad de La Habana, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. Vol. 30(3).
- ❖ Arriola, F. (2021). Estructura comunitaria de bivalvos asociados a ensamblajes macroalgales en el intermareal rocoso de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México. [Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Anderson, M., Gorley, R. and K. Clarke. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods, PRIMER-E, Plymouth, 2008.
- ❖ Audino, J. A., Serb, J. M., y Marian, J. E. A. (2020). Phylogeny and anatomy of marine mussels (Bivalvia: Mytilidae) reveal convergent evolution of siphon

traits. *Zoological Journal of the Linnean Society*. Vol. 190(2), 592-612 p.

- ❖ Ávila-Alonso, D., Guimaraes-Bermejo, M., y Cárdenas-Ortiz, R. (2013). Variación espacio-temporal de grupos morfo-funcionales de macroalgas en pastos marinos al norte de Ciego de Ávila, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. Vol. 33(1).
- ❖ Ávila-Ortiz, A., y Pedroche, F. F. (2005). El género *Padina* (Dictyotaceae, Phaeophyceae) en la región tropical del Pacífico mexicano. *Monografías ficológicas Universidad Autónoma Metropolitana*. Vol. 2, 139-171 p.
- ❖ Baqueiro, E. (1979). Sobre la distribución de *Megapitaria aurantiaca* (Sowerby), *M. squalida* (Sowerby) y *Dosinia ponderosa* (Gray) en relación a la granulometría del sedimento (Bivalvia: Veneridae): Nota científica. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. Vol. 6, 25-32 p.
- ❖ Baqueiro, E. y Stuardo, J. (1977). Observaciones sobre la biología, ecología y explotación de *Megapitaria aurantiaca* (Sow., 1831), *M. squalida* (Sow., 1835) y *Dosinia ponderosa* (Gray, 1838) (Bivalvia: Veneridae) de la bahía de Zihuatanejo e Isla Ixtapa, Guerrero, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. Vol. 4, 161-208 p.
- ❖ Barba-Marino, F., Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., y Arana-Salvador, D. G. (2010). Biodiversidad y zonificación de la comunidad de moluscos, que habita el sustrato rocoso en dos sitios con distinta acción del oleaje, en la Isla "La Roqueta", Acapulco, Guerrero, México. *Perspectiva en malacología mexicana*. 44-56 p.
- ❖ Bastida-Zavala, J. R., del Socorro García-Madriral, M., Rosas-Alquicira, F., López-Pérez, R. A., Benítez-Villalobos, F., Meraz-Hernando, J. F., y Barrientos-Luján, N. A. (2013). Marine and coastal biodiversity of Oaxaca, Mexico [with erratum]. *Check List*. Vol. 9(2), 329-390 p.
- ❖ Bouchet, P., Rocroi, J. P., Bieler, R., Carter, J. G., y Coan, E. V. (2010). Nomenclator of bivalve families with a classification of bivalve families. *Malacología*. Vol. 52(2), 1-184 p.
- ❖ Brusca, R. C., Woore, W. y Shuster, S. M. (2016). Mollusca, En: Brusca, R. C., Woore, W. y Shuster, S. M. (2016), *Invertebrados*. Sinauer Associates Inc.

Publishers Sunderland Massachusetts, USA.

- ❖ Capelo, J. C., Rada, M., Sole, M., Buitrago, J., Grune Loffler, S., y Narvaez, J. (2014). Los moluscos marinos litorales del norte de la península de Macanao, isla de Margarita, Venezuela.
- ❖ Cambra, J. y Domínguez-Pañella, A. (1990). Datos para el estudio de las algas filamentosas en arrozales de l'Alt Empordà (Girona, NE de España). *Scientia gerundensis*. 43-43 p.
- ❖ Campos, J. A., y Fournier, M. L. (1990). El banco de *Ostrea iridescens* (Pterioidea: Ostreidae) de Bahía Curú, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 38(2A), 331-333 p.
- ❖ Candelaria-Silva, C. F., Rodríguez-Vargas, D., López-Gómez, N. A., y González-González, J. (2006). Patrón de distribución de macroalgas en un canal de corrientes. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. Vol. 9(2), 65-72 p.
- ❖ Capote, A. J., García, Y. L. D., y Tamayo, D. T. (2014) Composición de los moluscos de la zona fital del mesolitoral rocoso en Santiago de Cuba. *Amici Molluscarum*. Vol. 22(1), 15-27 p.
- ❖ Cardoso, F., Paredes, C., Mogollón, V. y Palacios, E. (2016). La familia Chamidae (Bivalvia: Venerida) en Perú, con la adición de cinco nuevos registros. *Revista Peruana de Biología*. Vol. 23(1), 13-26 p.
- ❖ Castillo-Rodríguez, Z. G. (2014). Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 85, 419-430 p.
- ❖ Castro, H. (2015). Composición de las poblaciones y de la pesquería ribereña de los moluscos marinos con importancia comercial para el consumo humano en Acapulco, Guerrero. [Tesis doctoral. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero.]
- ❖ Castro-Mondragón, H., Flores-Garza, R., Rosas-Acevedo, J. L., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., y Valdés-González, A. (2015). Escenario biológico pesquero y socio-económico de la pesca ribereña de moluscos en Acapulco. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. Vol. 2(7), 7-24 p.
- ❖ Castro-Mondragón, H., Flores-Garza, R., Valdés-González, A., Flores-Rodríguez,

- P., García-Ibáñez, S., Rosas-Acevedo, J. L. (2016). Diversidad, especies de mayor importancia y composición de tallas de los moluscos en la pesca ribereña en Acapulco, Guerrero, México. *Acta universitaria*. Vol. 26(6), 24-34 p.
- ❖ Castro-Solís, E., Mundo, S. A., Treviño, M., y Barriga, D. (2017). Contribución al conocimiento de las algas marinas bentónicas de Acapulco Guerrero, México. Comité Editorial de Revisores por Área de la Ciencia, 42.
 - ❖ Cerros-Cornelio, J., Flores-Garza, R., Landa-Jaime, V., García-Ibáñez, S., Rosas-Guerrero, V., Flores-Rodríguez, P., y Valdés-González, A. (2021). Composición de especies e ingreso económico por la pesca ribereña de Moluscos en la Costa Grande de Guerrero México. *Revista Bio Ciencias*. Vol. 8, 18p.
 - ❖ Cisneros, F. (2016). Estructura comunitaria de gasterópodos asociados a macroalgas en el intermareal rocoso de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México. [Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
 - ❖ Clive, J., Lawton, H. y Shachak, M. (1994) Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* Vol. 69 373-386 p.
 - ❖ Coan, E. V. (1988). Recent eastern Pacific species of the bivalve genus *Semele*. *The Veliger*. Vol. 31(1/2), 1-42 p.
 - ❖ Coan, E. V. (1997). Recent species of the genus *Petricola* in the eastern Pacific (Bivalvia: Veneroidea). *The Veliger*. Vol. 40(4), 298-340 p.
 - ❖ Coan, E.V. (1999). The Eastern Pacific Sportellidae (Bivalvia). *The Veliger*. Vol. 42(2), 132-151 p.
 - ❖ Coan, E. V., Scott, P. V. y Bernard, F. R. (2000). Bivalve seashells of western North America: marine bivalve mollusks from Arctic Alaska to Baja California. *Santa Barbara Museum of Natural History Monographs*. Vol. 2, 764 p.
 - ❖ COFEPRIS [Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios]. (2004). Plan de comunicación de riesgos. Proliferación de algas nocivas (FAN) (Marea Roja). Recuperado el 30 de abril de 2020, de CONABIO Sitio web: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/178784/PLANCOMUNICACIONRIESGO.pdf>
 - ❖ Colman, J. (1940). On the faunas inhabiting intertidal seaweeds. *Journal of the*

Marine Biological Association of the United Kingdom. Vol. 24(1), 129-183 p.

- ❖ CONACyT-SECTUR [Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología-Secretaría de Turismo]. (2014). Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad climática y el cambio climático en diez destinos turísticos estratégicos, así como propuesta de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometeorológicos extremos. Sección X. Vulnerabilidad del destino turístico Ixtapa Zihuatanejo. Proyecto clave: 165452. Gobierno Federal, 35 p., México.
- ❖ CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. (2005). Anexos: La biodiversidad de Michoacán. Estudio de Estado. SUMA CONABIO UMSNH. Sitio web: <http://www.cbd.int/doc/world/mx/mx-nr-ctr-p2-es.pdf>
- ❖ CONABIO [Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad]. (2020). Biodiversidad Mexicana. Playas de arena y rocosas. Recuperado el 30 de abril de 2020, de CONABIO Sitio web: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/playas>.
- ❖ CONAGUA [Comisión Nacional del Agua] y SMN [Servicio Meteorológico Nacional]. (2018). Proyecto de bases de datos climatológicos para Zihuatanejo. Recuperado el 30 de abril de 2020, del SMN. Sitio web: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Mensuales/gro/00012127.TXT>
- ❖ CONAPESCA [Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca] (2017). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca 2017.
- ❖ Contreras, R. R., Abrego, F. M. C., y Aguirre, A. L. I. (1991). Observaciones ecológicas de los moluscos de la zona intermareal rocosa de la bahía de Chamela, Jalisco, México. *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*. Vol. 62 (1), 17-31 p.
- ❖ Dawson, E. Y. (1952). Resumen de investigaciones recientes sobre algas marinas de la costa pacífica de México, con una sinopsis de la literatura, sinonimia y distribución de las especies descritas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Vol. 13, 97-197 p.
- ❖ Dawson, E. Y. (1953). Marine red algae of Pacific Mexico, Part I: Bangiales to

Corallinaceae subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. Vol. 17, 1-240 p.

- ❖ Dawson, E. Y. (1961). The marine red algae of Pacific Mexico, part 4. Gigartinales. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. Vol. 2, 191-343 p.
- ❖ Dawson, E. Y. (1963). Marine red algae of Pacific Mexico, part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia*. Vol. 6, 401-481 p.
- ❖ De la Cruz-Francisco, V., Orduña-Medrano, R. E., Paredes-Flores, J. E., Vázquez-Estrada, R. I., González-González, M., y Flores-Galicia, L. (2017). Una aproximación a la florística y faunística de la costa rocosa El Pulpo, Cazones, Veracruz, México. *CICIMAR Océánides*. Vol. 32(1), 39-58 p.
- ❖ DIGAOHM. [Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología] (s.f.). DIGAOHM. Recuperado el 20 de abril de 2020, de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioZihuatanejo.pdf>
- ❖ Esqueda-González, M. C., Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C. M., y Rodríguez-Zaragoza, F. A. (2014). Species composition, richness, and distribution of marine bivalve molluscs in Bahía de Mazatlán, México. *ZooKeys*. Vol. 399, 43–69 p.
- ❖ Esqueda-González, M. C., Ríos-Jara, E., Michel-Morfín, J. E., y Landa-Jaime, V. (2000). The vertical distribution and abundance of gastropods and bivalves from rocky beaches of Cuastecomate Bay, Jalisco. México. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 48(4), 765-775 p.
- ❖ Figueroa-Romero y Hernández-Silva. (2016). Monitoreo de marea roja en el litoral del estado de Guerrero. Mediante el programa permanente para agua de mar y moluscos bivalvos. *Revista estatal de salud*. Vol. 4 (5), 45-47 p.
- ❖ Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., y Valdés-González, A. (2007). Demografía del caracol *Plicopurpura pansa* (Neotaenioglossa: Muricidae) y constitución de la comunidad malacológica asociada en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 55(3-4), 867-878 p.
- ❖ Flores-Garza, R., López-Rojas, V., Flores-Rodríguez, P., y Ramírez, C. T. (2014). Diversity, distribution and composition of the Bivalvia class on the rocky intertidal zone of Marine Priority Region 32, Mexico. *Open Journal of Ecology*. Vol. 4(15), 961 p.

- ❖ Flores, P. (2004). Estructura de la comunidad de moluscos del mesolitoral superior en playas de facie rocosa del estado de Guerrero, México [Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Biológicas. División de Estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León.]
- ❖ Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., y Valdés-González, A. (2003). Riqueza y diversidad de la malacofauna del mesolitoral rocoso de la Isla la Roqueta, Acapulco, Guerrero, México. *Ciencia, Revista de Investigación Científica*. Vol. 11, 5-14 p.
- ❖ Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., y Valdés-González, A. (2007). Variación en la diversidad malacológica del mesolitoral rocoso en Playa Troncones, La Unión, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 78 (Supl. oct), 33-40 p.
- ❖ Flores-Rodríguez, P., Santiago-Cortes, E., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Torreblanca-Ramírez, C., Galeana-Rebolledo, L., y Rojas Herrera, A. (2012). Malacofauna de la zona intermareal rocosa de San Pedro Mixtepec y de Santa María Tonameca, Oaxaca, México. *Tlamati*. Vol. IV (1), 28-34 p.
- ❖ Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S., Valdés-González, A., Violante-González, J., Santiago, C. E. y Torreblanca-Ramírez, C. (2012). Mollusk species richness on the rocky shores of the state of Guerrero, Mexico, as affected by rains and their geographical distribution. *Natural Resources*. Vol. 3(04), 248-260 p.
- ❖ Gagaev, S. Y., Grebelny, S. D., Sirenko, B. I., Potin, V. V., y Savinkin, O. V. (2019). Benthic habitats in the Tikhaya Bight (the Hooker Island, Franz Josef Land). *Труды Зоологического института РАН*. Vol. 323(1), 3-15 p.
- ❖ Galeana-Rebolledo, L., Flores-Garza, R., Torreblanca-Ramírez, C., García-Ibáñez, S., Flores-Rodríguez, P., y López-Rojas, V. I. (2012). Biocenosis de Bivalvia y Polyplacophora del intermareal rocoso en playa Tlacopanocha, Acapulco, Guerrero, México. *Latin american journal of aquatic research*. Vol. 40(4), 943-954 p.
- ❖ Galeana-Rebolledo, L., Flores-Garza, R., Violante-González, J., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., Landa-Jaime, V., y Valdés-González, A. (2018).

Socioeconomic Aspects for Coastal Mollusk Commercial Fishing in Costa Chica, Guerrero, México.

- ❖ Gama, N. (2019). Aspectos ecológicos de la comunidad de gasterópodos (Mollusca: Gastropoda) asociados a ensamblajes macroalgales en el intermareal rocoso de Ixtapa-Zihuatanejo, Guerrero, México. [Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Gama-Kwick, N., Aguilar-Estrada, L. G., Quiroz-González, N., y Ruiz-Boijseuneau, I. (2021). Nuevos registros de gasterópodos (Mollusca) asociados a macroalgas intermareales de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 92, 923441 p.
- ❖ Gárate-Lizárraga, I., Pérez-Cruz, B., Díaz-Ortiz, J. A., Okolodkov, Y. D. y López-Silva, S. (2016). Florecimientos algales nocivos en las aguas costeras del estado de Guerrero, México. Florecimientos algales nocivos en México. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 228-241 p.
- ❖ Garcés, J. L. (2011) Micromoluscos Bivalvos de la Bahía de Acapulco, Guerrero, México: Composición específica y diversidad. [Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ García-Cubas, A., y Reguero, M. (1995). Moluscos de la laguna de Sontecomapan, Veracruz, México: sistemática y ecología. *Hidrobiológica*. Vol. 5(1-2), 1-24 pp.
- ❖ García-Cubas, A., y Reguero, M. (2007). Catálogo ilustrado de moluscos del Golfo de México y Mar Caribe. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 94 p.
- ❖ García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)
- ❖ Gibbons, M. J. (1988). The impact of sediment accumulation, relative habitat complexity and elevation on rocky shore meiofauna. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology*. Vol. 122(3), 225-241 p.
- ❖ Gosling, E. (2015). Marine bivalves molluscs. John Wiley and Sons.
- ❖ Goto, R., Hamamura, Y., y Kato, M. (2011). Morphological and ecological adaptation of *Basterotia* bivalves (Galeommatoidea: Sportellidae) to symbiotic

association with burrowing echiuran worms. *Zoological science*. Vol. 28 (3), 225-235 p.

- ❖ Guallart, J., y Templado, J. (2012). *Lithophaga lithophaga*. Guallart, J. y Templado, J. 2012. *Lithophaga lithophaga*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de las especies de interés comunitario en España: Invertebrados. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 68 pp.
- ❖ Guiry, M.D. y Guiry, G.M. (2022). AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway.
- ❖ Gutiérrez-Zavala, R. M., y Cabrera-Mancilla. (2012). La pesca ribereña de Guerrero. Informe de Investigación (Documento interno). Instituto Nacional de la Pesca. México.
- ❖ Hendrickx, M. E., Brusca, R. C., Cordero, M. y Ramirez, G. (2007) Marine and brackish-water molluscan biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina*. Vol. 71, 637-647 p.
- ❖ Hernández, A. (2001). Estudio sistemático y análisis de la fauna malacológica de la facie rocosa mesolitoral del estado de Guerrero, México. De septiembre a diciembre del 2000. [Tesis de licenciatura. Escuela Superior de Ecología Marina. Universidad Autónoma de Guerrero.]
- ❖ Horton, T., Kroh, A., Ahyong, S., Bailly, N., Boyko, C.B. y Brandão, S.N. (2021). WORMS [World Register of Marine Species]. Recuperado el 30 de abril de 2021. Sitio web: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxlist>
- ❖ INEGI [Instituto Nacional de Estadística y Geografía] (2017). Anuario estadístico y geográfico de Guerrero 2017. INEGI. 658 p.
- ❖ Keen, A. M. (1971). Sea shells of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Perú. 2nd ed. Stanford University Press. 1062 p.
- ❖ Keen, A. M. y Coan, E. V. (1974). Marine molluscan genera of Western North America. An illustrated key. Stanford University Press. 208 p.
- ❖ Kuk-Dzul, J.G., Padilla-Serrato, J. G., Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P. y Muñiz-Sánchez, X. I. (2019). Structure of molluscan communities in shallow subtidal rocky bottoms of Acapulco, Mexico. *Turkish*

- Journal of Zoology*. Vol. 43(5). 465-479 p.
- ❖ Lage-Ignacio, B., López, M.S y Salles Vianna da Silva, J. (2012). Colonization plasticity of the boring bivalve *Lithophaga aristata* (Dillwyn, 1817) on the Southeastern Brazilian coast: considerations on its invasiveness potential. *Aquatic Invasions*. Vol. 7(4), 475-482 p.
 - ❖ Landa-Jaime, V., Michel-Morfín, E., Arciniega-Flores, J., Castillo-Vargasmachuca, S., y Saucedo-Lozano, M. (2013). Moluscos asociados al arrecife coralino de Tenacatita, Jalisco, en el Pacífico central mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 84(4), 1121-1136 p.
 - ❖ Lara-Lara, J. R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García-Abad, M. D. L. C., y Valdés-Holguín, J. E. (2008). Los ecosistemas marinos, en Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. 109-159 p.
 - ❖ Lara-Lara, J.R., Arenas-Fuentes, V., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García-Abad, M. D. L. C., y Valdés-Holguín, J. E. (2008). Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México. 109-134 p.
 - ❖ Lee, R. E. (2018). *Phycology*. Cambridge University Press.
 - ❖ Lesser, H. (1984). Prospección sistemática y ecológica de los moluscos bentónicos de la plataforma continental del Estado de Guerrero, México. [Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
 - ❖ Licet, B., Arrieche, D., Freitas, L., Lodeiros, C., y Acosta, V. (2011). Influencia del ciclo reproductivo y de los parámetros ambientales sobre los sustratos energéticos en las gónadas del mejillón marrón *Perna perna* L. (1758), en el Mar Caribe (Nororiente de Venezuela). *Zootecnia Tropical*. Vol. 29(3), 323-336 p.
 - ❖ López, D. A. y Buschmann, A. H. (1988). Sobre las interacciones depredador-presa en ecosistemas intermareales y terrestres. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 61, 19-21 p.

- ❖ López, N. A. (2001). Variabilidad fenotípica e implicaciones taxonómicas en especies de algas submareales de Playa La Ropa, Zihuatanejo, Gro. [Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ López-Rojas, V. I., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., Torreblanca-Ramírez, C., y García-Ibáñez, S. (2017). La clase Bivalvia en sitios rocosos de las Regiones Marinas Prioritarias en Guerrero, México: riqueza de especies, abundancia y distribución. *Hidrobiológica*. Vol. 27(1), 69-86 p.
- ❖ López-Uriarte, E., y Velarde-Nuño, C. V. (2007). Moluscos asociados al coral ramoso del género Pocillopora Lamarck 1818, en playa Mora, Jalisco, México. *Estudios sobre Malacología y Conquiliología en México*. 54 p.
- ❖ Lozada, O. (2010). Actualización sistemática de los bivalvos de la Colección Malacológica Dr. Antonio García-Cubas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. [Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Lozada, O. (2015). Presencia de metales pesados en *Isognomon alatus* (Gmelin, 1791) de la laguna de Tampamachoco, Veracruz. [Tesis de Maestría. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Universidad Veracruzana.]
- ❖ Luque-Escalona, A. (2002). El medioambiente litoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Digital 2004. 72-107 p.
- ❖ Martini, M., Pedraglio, L. F., Martínez, M. L., y Valencia, V. A. (2010). Stratigraphic redefinition of the Zihuatanejo area, southwestern Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. Vol. 27 (3), 412-430 p.
- ❖ Mateo-Cid, L. E., y Mendoza-González, A. C. (2012). Algas marinas bentónicas de la costa noroccidental de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol. 83(4), 905-928 p.
- ❖ Mazón-Suástegui, J. M. (2018). Bioecología y manejo acuicolapesquero de moluscos del género *Crassostrea*: caso ostión americano *C. virginica* (Gmelin, 1791). La ostricultura: una alternativa de desarrollo pesquero para comunidades costeras en Cuba, 25-41 p.
- ❖ Mendoza-González, A. C., Mateo-Cid, L. E. y Galicia-García, C. (2011). Integración florística de las algas marinas de la costa sur de Jalisco, México.

Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol. 82(1), 19-49 p.

- ❖ Morán, L., Severeyn, H. y Barrios-Garrido, H. (2014). Moluscos bivalvos perforadores de rocas coralinas submareales de la alta Guajira, Golfo de Venezuela. *Interciencia*. Vol. 39(2), 136-139 p.
- ❖ Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Vol 1. Manuales y tesis SEA. 83 P.
- ❖ Niebla, R. S. J. (2004). Análisis de la reproducción de la almeja chocolata *Megapitaria squalida* (Sowerby, 1935) en bahía Altata, Sinaloa: bases para su cultivo. [Tesis de maestría. Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora]
- ❖ Patton, M. L., Brown, S. T., Harman, R. F., y Grove, R. S. (1991). Effect of the anemone *Corynactis californica* on subtidal predation by sea stars in the southern California bight. *Bulletin of marine science*. Vol. 48(3), 623-634 p.
- ❖ Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*. Vol. 31(8), 583-590 p.
- ❖ Ponder, W. y Lindberg, D. R. (2008). *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University of California Press.
- ❖ Quirós-Rodríguez, J. y Hernando-Campos, N. (2013). Moluscos asociados a ensamblajes macroalgales en el litoral rocoso de Córdoba, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. Vol. 42(1), 101-120 p.
- ❖ Reliefweb. (2014). Temporada de huracanes con baja actividad para 2014. Recuperado 24 de noviembre de 2021, de <https://reliefweb.int/report/world/temporada-de-huracanes-con-baja-actividadpara-2014>
- ❖ Ríos-González, K. G., López-Uriarte, E., Chong-Carrillo, O., Vega-Villasante, F., y Chávez-Villalba, J. (2018). Rock oyster *Striostrea prismatica* (Gray, 1825): biology, exploitation and conservation. *Latin american journal of aquatic research*. Vol. 46(4), 626-644 p.
- ❖ Ríos-Jara, E. (2015). Diversidad de moluscos marinos en el Pacífico mexicano. CONABIO. *Biodiversita*. Vol. 118, 12-16 p.

- ❖ Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C. M., del Carmen Esqueda-González, M., Ayón-Parente, M., Zaragoza, F. A. R., Bastida-Izaguirre, D., y Reyes-Gómez, A. (2020). Species richness and biogeographical affinities of the marine molluscs from Bahía de Chamela, Mexico. *Biodiversity Data Journal*, 8.
- ❖ Ríos-Jara, E., López-Uriarte, E., y Galván-Villa, C. M. (2008). Bivalve molluscs from the continental shelf of Jalisco and Colima, Mexican Central Pacific. *American Malacological Bulletin*. Vol. 26(1/2), 119-131 p.
- ❖ Ríos-Jara, E., Navarro-Caravantes, C. M., Galván-Villa, C. M., y López-Uriarte, E. (2009). Bivalves and gastropods of the Gulf of Tehuantepec, Mexico: a checklist of species with notes on their habitat and local distribution. *Journal of Marine Biology*, 2009.
- ❖ Ríos-Jara, E., Pérez-Peña, M., Juárez-Carrillo, E., López-Uriarte, E., Enciso-Padilla, L. y Robles-Jarero, E. G. (2002). Moluscos macrobénticos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Informe final SNIB-CONABIO Proyecto S110.
- ❖ Rodríguez, D., López, N., y González-González, J. (2008). Gelidiales (Rhodophyta) en las costas del Pacífico mexicano con énfasis en las especies tropicales. *Monografías ficológicas*. Vol. 3, 27-74 p.
- ❖ Rudy Jr, P., Rudy, L. H., Shanks, A., y Butler, B. (2013). Oregon Estuarine Invertebrates, Second Edition.
- ❖ Salcedo-Martínez, S., Green, G., Gamboa-Contreras, A., y Gómez, P. (1988). Inventario de macroalgas y macroinvertebrados bénticos, presentes en áreas rocosas de la región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. Vol. 15(1), 73-95 p.
- ❖ Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, L. y Zambrano, L. (Ed). (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. México: Fish and Wildlife Service; Instituto Nacional de Ecología; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 293 p.
- ❖ Sánchez, V. M. (2014) Base de datos de los moluscos presentes en la Colección biológica de la Secretaria de Marina - Armada de México. [Tesis de licenciatura.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.]

- ❖ Sánchez, J. E. (1996). Variación espacio-temporal en la composición de las comunidades animales asociadas a macroalgas como respuestas a cambios en el medio: implicaciones en la caracterización ambiental de las áreas costeras [Tesis doctoral, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla]
- ❖ Sánchez-Telumbre, N. A., Torreblanca-Ramírez, C., Padilla Serrato, J. G., Flores Rodríguez, P., Flores-Garza, R., Kuk-Dzul, J. G. (2021). Mollusks associated to the rock oyster *Striostrea prismatica* Gray, 1825 in Corrales Beach, Jalisco, Mexico. *Revista Bio Ciencias*. Vol. 8, e1072.
- ❖ Sandoval, G. (1988) Estudio de las comunidades bénticas de la zona rocosa litoral y sublitoral de localidades en Bahías de Huatulco, Oaxaca. [Tesis de Licenciatura Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Scott, P. V., y Blake, J. A. (1998). Taxonomic Atlas of the Benthic Fauna of the Santa Maria Basin and the Western Santa Barbara Channel. Volume 8. The Mollusca Part 1. The Aplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Bivalvia, and Cephalopoda.
- ❖ Seed, R. (1969). The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores: II. Growth and mortality. *Oecologia*. Vol. 3(3-4), 317-350 p.
- ❖ SEMARNAT [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales]. (2021). Playas Limpias. Resultados para la calidad de agua de mar en Zihuatanejo, Guerrero. Recuperado el 30 de abril de 2020, del SMN. Sitio web: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/gobmx/playas/destinos/zihuatanejo.html>
- ❖ SEMAR-SECTUR. [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Secretaría de Turismo] (s.f.). DIGAOHM. Recuperado el 20 de abril de 2020, de <https://digaohm.semar.gob.mx/hidrografia/imagenes/hidrografia/Pacifico/9Guerrero.pdf>
- ❖ Seoane-Camba, J. (1969). Sobre la zonación del sistema litoral y su nomenclatura. *Investigación Pesquera*. Vol. 33 (1), 261-267 p.

- ❖ Sibaja-Cordero, J. A., y García-Méndez, K. (2014). Variación espacial y temporal de los organismos de un intermareal rocoso: Bahía Panamá, Pacífico Norte, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 85-97 p.
- ❖ Sibaja-Cordero, J. A., y Vargas-Zamora, J.A. (2006). The vertical zonation of epifauna and algae species in rocky substrates of the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. Vol. 54 (Suplemento 1), 49-67 p.
- ❖ Smith, S. D. (2008). Interpreting molluscan death assemblages on rocky shores: are they representative of the regional fauna. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 366(1-2), 151-159 p.
- ❖ Soriano, J. L. y Salgado, S. Q. (2019). Primera cita de *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817) (Bivalvia: Mytilidae) para las costas catalanas. *Spira*. Vol. 7, 93-95 p.
- ❖ Steneck, R. S., y Dethier, M. N. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*. 476-498 p.
- ❖ Stephenson, T. A., y Stephenson, A. (1949). The universal features of zonation between tide-marks on rocky coasts. *The Journal of Ecology*. 289-305 p.
- ❖ Stephenson, T.A. y Stephenson A. (1972). Life between tidemarks on rocky shores. W.H. Freeman & Co., San Francisco, 425 p.
- ❖ Stuardo, J., y Villarroel, M. (1976). Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM*. Vol. 3 (1), 65-91 p.
- ❖ Suárez de Vivero, J. L. (1999). Delimitación y definición del espacio litoral. Jornadas sobre el litoral de Almería: caracterización, ordenación y gestión de un espacio geográfico celebradas en Almería. 20 a 24 de mayo de 1997. 13-23 p.
- ❖ Tarazona, J., C. Paredes, L. Romero, V Blaskovich, S. Guzmán y S. Sánchez. (1985). Características de la vida planctónica y colonización de los organismos bentónicos epilíticos durante el Fenómeno "El Niño". En: Arntz, W, A. Landa y J. Tarazona (eds.). "El Niño": Su impacto en la fauna marina. *Boletín Instituto del Mar del Perú-Callao*. Vol. Extraordinario, 41-49 p.
- ❖ Taylor, W. Randolph. (1945). Pacific marine algae of the Allan Hancock

Expeditions to the Galapagos Islands. *Allan Hancock Pacific Expeditions*. Vol. 12, 1-528 p.

- ❖ Taylor, W. Randolph. (1972). Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. Ann Harbor The University of Michigan Press. 382 p.
- ❖ Torreblanca, C. (2010). Análisis de la diversidad y estructura de la comunidad de moluscos del mesolitoral rocoso de Acapulco, Guerrero. [Tesis de licenciatura, Unidad Académica de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero.]
- ❖ Torreblanca-Ramírez, C., Flores-Garza, R., Flores-Rodríguez, P., García-Ibáñez, S., y Galeana-Rebolledo, L. (2012). Riqueza, composición y diversidad de la comunidad de moluscos asociada al sustrato rocoso intermareal de playa Parque de la Reina, Acapulco, México. *Revista de biología marina y oceanografía*. Vol. 47(2). 283-294 p.
- ❖ Valdés-González, A., Flores-Rodríguez, P., Flores-Garza, R., García-Ibáñez, S. (2004). Molluscan communities of the rocky intertidal zone at two sites with different wave action on Isla La Roqueta, Acapulco, Guerrero, Mexico. *Journal of Shellfish Research*. Vol. 23(3), 875-880 p.
- ❖ Vásquez, J., Camus, P. y Ojeda, P. (1998). Diversidad, estructura y funcionamiento de ecosistemas costeros rocosos del norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 71, 479-499 p.
- ❖ Vega, C., Olabarria, C., y Carballo, J. L. (2008). Variación espacio-temporal de moluscos y macroalgas en sustratos rocosos intermareales en la bahía de Mazatlán. *Ciencia y Mar*. Vol. 34, 3-16 p.
- ❖ Ventura-Flores, A y Suárez, A. M. (2013). Variación espacio temporal de las macroalgas en un arrecife costero de La Habana, Cuba. *Revista ECOVIDA*. Vol. 4(1), 55-60 p.
- ❖ Villalpando, C. E. (1986). Diversidad y zonación de moluscos de superficie rocosa, Isla Roqueta, Acapulco, Guerrero. [Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.]
- ❖ Zamorano, P. (2004). Evaluación de la comunidad actual de moluscos y

equinodermos asociados al coral *Pocillopora Damicornis* y comparación con la comunidad de 1994, en el arrecife de La Entrega, Huatulco. [Tesis de licenciatura. Universidad del Mar.]

- ❖ Zamorano, P., Barrientos-Luján, N. A., & Ramírez-Luna, S. (2008). Malacofauna del infralitoral rocoso de Agua Blanca, Santa Elena Cozoaltepec, Oaxaca. *Ciencia y Mar*. Vol. 12 (36), 19-33 p.
- ❖ Zannerl, H., Salvo, F., Jones, S. W., y Dufour, S. C. (2019). Feeding strategies in symbiotic and asymbiotic thyasirid bivalves. *Journal of Sea Research*. Vol. 145, 16-23 p.

ANEXOS

Anexo I. Lista sistemática de las especies de bivalvos de Muelle Municipal. Clasificación de Bouchet et al., 2010.

Nota: Las especies consideradas “muertas” son señaladas con §.

Reino Animalia Linnaeus, 1758

Phylum Mollusca Linnaeus, 1758

Clase Bivalvia Linnaeus, 1758

Subclase Autobranchia Grobben, 1894

Orden Mytilida Férussac, 1822

Familia Mytilidae Rafinesque, 1815

Género *Brachidontes* Swainson, 1840

Especie *Brachidontes adamsianus* (Dunker, 1887)

Especie *Brachidontes playasensis* (Pilsbry y Olsson, 1935)

Especie *Brachidontes puntarensis* (Pilsbry y H. N. Lowe, 1932)

Especie *Brachidontes semilaevis* (Menke, 1848)

Género *Dacrydium* Torell, 1859

Especie *Dacrydium rostriferum* F. R. Bernard, 1978

Género *Leiosolenus* Carpenter, 1857

Especie *Leiosolenus aristatus* (Dillwyn, 1817)

Género *Musculus* Röding, 1798

Especie *Musculus niger* (J. E. Gray, 1824)

Género *Crenella* T. Brown, 1827§

Especie *Crenella decusata* (Montagu, 1808) §

Género *Geukensia* Van de Poel, 1959 §

Especie *Geukensia demissa* (Dillwyn, 1817) §

Orden Arcida Gray, 1854§

Familia Arcidae Lamarck, 1809§

Género *Arca* Linnaeus, 1758§

Especie *Arca truncata* (G. B. Sowerby I., 1833) §

Orden Pteriida Newell, 1877

Familia Isognomonidae Woodring, 1925 (1828)

Género *Isognomon* Lightfoot, 1786

Especie *Isognomon janus* Carpenter, 1857

Especie *Isognomon recognitus* (Mabille, 1985)

Orden Ostreida Férussac, 1822

Familia Ostreidae Rafinesque, 1815

Género *Striostrea* Vialov, 1936

Especie *Striostrea prismática* (Gray, 1825)

Orden Lucinida Gray, 1854

Familia Lucinidae J. Flemyng, 1828 §

Género *Cavilinga* Chavan, 1937 §

Especie *Cavilinga prolongata* (Carpenter, 1857) §

Género *Liralucina* Gloverly J. D. Taylor, 2007 §

Especie *Liralucina approximata* (Dall, 1901) §

Familia Thyasiridae Dall, 1900 (1895)

Género *Axinopsida* Keeny Chava in Chava, 1951 §

Especie *Axinopsida serricata* (Carpenter, 1864) §

Orden Carditida Dall, 1889

Familia Carditidae Férussac, 1822

- Género** *Cyclocardia* Conrad, 1867
Género *Carditamera* Conrad, 1838
Especie *Carditamera affinis* (G. B. Sowerby I., 1833)
- Orden** Venerida Gray, 1854
Familia Chamidae Lamarck, 1809
Género *Chama* Linnaeus, 1758
Especie *Chama arcana* F. R. Bernard, 1976
Especie *Chama echinata* Broderip, 1835
Especie *Chama frondosa* Broderip, 1835
Familia Basterotiidae Cossmann, 1909
Género *Basterotia* M. Hörnes, 1859
Especie *Basterotia peninsularis* (Jordan, 1936)
Familia Semelidae Stoliczka, 1870 (1825)
Género *Semele* Schumacher, 1817
Especie *Semele venusta* (Reeve, 1853)
Familia Veneridae Rafinesque, 1815
Género *Petricola* Lamarck, 1801
Especie *Petricola carditoides* (Conrad, 1837) §
Especie *Petricola hertzana* Coan, 1997
Género *Nutricola* F. R. Bernard, 1982 §
Especie *Nutricola ovalis* (Dall, 1902) §
Familia Neoleptonidae Thiele, 1934
Género *Neolepton* Monterosato, 1875
Especie *Neolepton subtrigonum* (Carpenter, 1857)
Especie *Neolepton salmoneum* (Carpenter, 1864) §
Género *Bernardina* Dall, 1910 §
Especie *Bernardina margarita* (Carpenter, 1857) §
- Orden** Myida Stoliczka, 1870
Familia Myidae Lamarck, 1809
Género *Mya* Linnaeus, 1758
Especie *Mya truncata* Linnaeus, 1758
Género *Cryptomya* Conrad, 1849
Especie *Cryptomya californica* (Conrad, 1837)
Género *Sphenia* W. Turton, 1822
Especie *Sphenia fragilis* (H. Adams y A. Adams, 1854)
Especie *Sphenia luticola* (Valenciennes, 1846)
Familia Corbulidae Lamarck, 1818
Género *Panamicorbula* Pilsbry, 1932
Especie *Panamicorbula ventricosa* (A. Adams y Reeve, 1850) §
- Orden** Pholadomyida Newell, 1965
Familia Lyonsiidae P. Fischer, 1887
Género *Entodesma* Philippi, 1845
Especie *Entodesmanavicula* (A. Adams y Reeve, 1850)
Especie *Entodesmapictum* (G. B. Sowerby I., 1834)
Familia Thraciidae Stoliczka, 1870 (1839) §
Género *Thracia* Blainville, 1824 §
Especie *Thracia curta* Conrad, 1837 §

Anexo II. Lista sistemática de las especies de macroalgas de Muelle Municipal.

Clasificación de Guiry y Guiry, 2022.

Reino Chromista Cavalier-Smith, 1981

Phylum Ochrophyta Cavalier-Smith, 1996

Clase Phaeophyceae Kjellman, 1891

Orden Dictyotales Bory, 1828

Familia Dictyotaceae J.V. Lamouroux ex Dumortier, 1822

Género *Padina* Adanson, 1763

Especie *Padina crispata* Thivy, 1945

Reino Plantae Haeckel, 1866

Phylum Rhodophyta Wettstein, 1901

Clase Florideophyceae Cronquist, 1960

Orden Corallinales P.C. Silva & H.W. Johansen, 1986

Familia Lithophyllaceae Athanasiadis, 2016

Género *Amphiroa* J.V. Lamouroux, 1812

Especie *Amphiroa beauvoisii* J.V. Lamouroux, 1816

Especie *Amphiroa mexicana* W.R. Taylor, 1945

Especie *Amphiroa misakiensis* Yendo, 1902

Orden Ceramiales Nägeli, 1947

Familia Callithamniaceae Kützing, 1843

Género *Aglaothamnion* Feldmann-Mazoyer, 1941

Especie *Aglaothamnion boergesenii* (Aponte & D.L.

Ballantine) L'Hardy-Halos & Rueness, 1997

Familia Ceramiaceae Dumortier, 1822

Género *Ceramium* Roth, 1797

Especie *Ceramium camouii* E.Y. Dawson, 1944

Especie *Ceramium equisetoides* E.Y. Dawson, 1944

Familia Rhodomelaceae Horaninow, 1847

Género *Herposiphonia* Nägeli, 1846

Especie *Herposiphonia hollenbergii* E.Y. Dawson, 1963

Género *Polysiphonia* Greville, 1823

Especie *Polysiphonia nathanielii* Hollenberg 1958

Género *Tayloriella* Kylin, 1938

Especie *Tayloriella dictyurus* (J. Agardh) Kylin 1956

Orden Gelidiales Kylin, 1923

Familia Gelidiaceae Kützing, 1843

Género *Gelidium* J.V. Lamouroux, 1813

Especie *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis 1863

Orden Gigartinales F.Schmitz, 1892

Familia Cystocloniaceae Kützing, 1843

Género *Hypnea* J.V. Lamouroux, 1813

Especie *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing, 1847

Familia Phylloporaceae Willkomm, 1854

Género *Gymnogongrus* C. Martius, 1833

Especie *Gymnogongrus johnstonii* (Setchell &

N.L.Gardner) E.Y.Dawson 1961

Orden Gracilariales Fredericq & Hommersand, 1989

Familia Gracilariaceae Nägeli, 1847

Género *Gracilaria* Greville, 1830
Orden Halymeniales G.W. Saunders & Kraft, 1996
Familia Halymeniaceae Bory, 1828
Género *Grateloupia* C.Agardh, 1822
Especie *Grateloupia versicolor* (J. Agardh) J. Agardh, 1847
Phylum Chlorophyta Reichenbach, 1834
Clase Ulvophyceae K.R.Mattox & K.D.Stewart, 1984
Orden Bryopsidales J.H.Schaffner, 1922
Familia Bryopsidaceae Bory, 1829
Género *Bryopsis* J.V. Lamouroux, 1809
Especie *Bryopsis pennatula* J. Agardh, 1847
Familia Derbesiaceae Hauck, 1884
Género *Derbesia* Solier, 1846
Especie *Derbesia marina* (Lyngbye) Solier, 1846
Orden Cladophorales Haeckel, 1894
Familia Cladophoraceae Wille, 1884
Género *Chaetomorpha* Kützing, 1845
Especie *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing, 1847
Género *Cladophora* Kützing, 1843
Especie *Cladophora columbiana* Collins, 1903
Especie *Cladophora graminea* Collins, 1909
Especie *Cladophora microcladioides* Collins, 1909
Especie *Cladophora sakaii* I.A.Abbott, 1972
Especie *Cladophora sericea* (Hudson) Kützing, 1843
Orden Ulvales Blackman & Tansley, 1902
Familia Ulvaceae J.V.Lamouroux ex Dumortier, 1822
Género *Ulva* Linnaeus, 1753
Especie *Ulva californica* Wille, 1899
Especie *Ulva intestinalis* Linnaeus, 1753
Especie *Ulva lactuca* Linnaeus, 1753

Anexo III. Catálogo fotográfico de las especies de bivalvos de Muelle Municipal.
Fotos tomadas por la M. en F. P. Ana Isabel Bieler Antolín.



