



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A
POZAS INTERMAREALES DE LA COSTA CHICA DEL
ESTADO DE GUERRERO**

TESIS PROFESIONAL POR ETAPAS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

PRESENTA:

VANELY LIZETTE ESPINOZA SILVA

DIRECTOR DE TESIS:

BIOL. JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE

CUERNAVACA, MORELOS

MAYO, 2022

DEDICATORIA

*Llena de regocijo, amor y esperanza dedico el final de
esta etapa a mi familia Fortino, Fabiola, Aline y
Daniela, quienes han sido los pilares de este proceso en
mi vida.*

Yo te llevo dentro, hasta la raíz
Y por más que crezca, vas a estar aquí
Aunque yo me oculte tras la montaña
Y encuentre un campo lleno de caña
No habrá manera, ni rayo de luna
Que tú te vayas...

AGRADECIMIENTOS

Dra. Patricia Trujillo Jiménez. Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por su evaluación en los seminarios de investigación y revisión del manuscrito de tesis.

M. en C. Migdalia Díaz Vargas. Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas (CIB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por su evaluación en los seminarios de investigación y revisión del manuscrito de tesis.

Biól. Juan Alberto Hernández Arias. Profesor de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por su apoyo en por su evaluación en los seminarios de investigación y revisión del manuscrito de tesis.

Biól. Samuel Arechaga Ocampo. Profesor de la Facultad de Ciencias Biológicas (FCB) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por la revisión del manuscrito de tesis.

Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique. Profesor de Tiempo Completo de la Escuela de Turismo de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), por la dirección de este proyecto de investigación.

A mi equipo de trabajo y aventuras en campo: Monserrat e Ivonne por el apoyo y aprendizaje, a Charly, director y amigo, con su ayuda incondicional para hacer posible este proyecto en costa.

A los amigos que estuvieron a mi lado para escucharme, aconsejarme y en muchas ocasiones guiarme.

Hay instantes que se viven solo una vez, pero que se sienten cada vez que cierras los ojos.

El amor, risas, aventuras, paisajes, canciones y recuerdos se van transformando de poco a poco,
en la eternidad misma.

RESUMEN

La *zona de mareas* es el lugar en donde convergen el medio acuático con el terrestre y el aéreo, por lo cual la distribución que presentan los organismos refleja una estratificación en respuesta a la duración de los periodos de inmersión y exposición a la que están sometidos por las mareas. Los límites de la *zona intermareal* están definidos e influenciados por la acción de las mareas bajas y altas, creando patrones de zonificación conocidos como *zonas de biodiversidad*, que se establecen de acuerdo con los grupos dominantes, a las adaptaciones de las especies y a un gradiente de profundidad. Entre los principales grupos que componen los *macroinvertebrados* marinos que habitan en pozas de intermarea, destacan los Phylum Annelida –gusanos anillados–, Mollusca –caracoles y bivalvos–, Cnidaria –anémonas–, Echinodermata –erizos, pepinos y estrellas de mar–, y Crustacea –cangrejos y percebes–. El objetivo general de este proyecto de investigación fue realizar un inventario de las especies de macroinvertebrados de tres Zonas Intermareales Rocosas (ZIR) en la región de Costa Chica, así como analizar su diversidad en función de algunas variables ambientales y factores antrópicos. La región de Costa Chica se ubica en la parte sureste de la entidad, entre los 16° 15' y los 17° 15' LN y los 98° 00' y 99° 30' LO. Está integrada por 15 municipios, de los cuales, cinco limitan con el océano Pacífico, destacando Copala y Marquelia, en donde se realizan actividades relacionadas con el campo, además de la pesca marina y lagunar. Para analizar la distribución espacial y establecer la zonificación de los macroinvertebrados de la ZIR y pozas de intermarea, se elaboró una tabla de frecuencias en donde se registró la presencia, hábitos de vida, clases de abundancia y distribución de las especies con respecto a las características del microhábitat. Los parámetros que se analizaron de la estructura y composición de los ensamblajes de *macroinvertebrados* fueron la riqueza específica, abundancia y diversidad, que se analizó mediante el índice de Shannon-Wiener. Con el resultado de la exploración de estos tres frentes rocosos y complementando con los registros históricos, el listado faunístico quedó conformado de ocho Phylum; 14 Clases; 22 Ordenes, 33 familias; 45 especies y 17 morfoespecies. Se aportaron nuevos registros de taxones para las ZIR de “Playa Ventura” y “El Faro”, y se proporciona por primera vez un listado de *macroinvertebrados* para el de “Las Peñitas”. En estos frentes rocosos predominan las especies de cnidarios y moluscos, estableciéndose en varios tipos de microhábitats que les ofrece el sustrato duro de la zona del mesolitoral medio y superior y así mismo las especies de *macroinvertebrados* que habitan los frentes rocosos, presentan una distribución heterogénea y su dinámica poblacional de alimentación y reproducción está principalmente influida por la temperatura del agua, el oleaje, las mareas, y la incidencia solar. Los frentes rocosos albergan una gran riqueza de especies de *macroinvertebrados* con variaciones espaciales entre ellos y presentan recambios temporales en las especies en las pozas de intermarea, que coincidió con lo registrado históricamente en los frentes rocosos de “Playa Ventura” y “El Faro”. El grupo de los cnidarios fue uno de los más ricos en especies, sin embargo, en este trabajo se reportaron a nivel de morfoespecies. Esta falta de conocimiento puede ser un área de oportunidad para realizar proyectos sobre taxonomía, sistemática y ecología, que permitan lograr el reconocimiento pleno de las especies y de su importancia en este hábitat. Finalmente, para un análisis más profundo de la estructura de la comunidad de los *macroinvertebrados* en estos ecosistemas, se deberá incluir un diseño y análisis estadístico que de soporte a lo que aquí se discernió y discutió con los resultados de su riqueza, abundancia, diversidad, variables ambientales y efectos antrópicos.

ÍNDICE TEMÁTICO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 El Pacífico Mexicano	3
2.2 La zona litoral en México	4
2.3 Estatus del conocimiento de los <i>macroinvertebrados</i> marinos en México	5
2.4 Los efectos antrópicos	5
2.5 Los <i>macroinvertebrados</i> marinos como indicadores ambientales	7
3. ANTECEDENTES	9
3.1. En el Pacífico Centro-Oriental	9
3.2 En el litoral mexicano	9
3.3 En el litoral de Guerrero y Costa Chica	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo general	12
5.2 Objetivos particulares	12
6. AREA DE ESTUDIO	12
6.1 Localización geográfica del estado de Guerrero	12
6.2 Costa Chica	13
6.3 El marco físico	13
6.4 Tipos de vegetación	14
6.5 Aspectos socioeconómicos	14
7. MATERIALES Y MÉTODOS	15
7.1 Fase de campo	15
7.1.1 Selección de los sitios de muestreo	15
7.1.2 Obtención de datos biológicos	16
7.1.3 Obtención de datos físicos y químicos del agua y del hábitat	17
7.2 Fase de gabinete	17
7.2.1 Reconocimiento de las especies	17
7.2.2 Listado faunístico	18
7.2.3 Estructura de los ensamblajes	18
7.2.4 Clases de abundancia	19
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
8.1. Establecimiento de los sitios de muestreo	19
8.2 Las especies de <i>macroinvertebrados</i> de las ZIR y pozas de intermarea	20
8.3 Composición y zonificación de las comunidades de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR	25
8.4 La diversidad de los <i>macroinvertebrados</i> en las pozas de intermarea	27
8.4.1 Riqueza específica	27
8.4.2 Abundancia	28
8.4.3 Diversidad	28

	Página
8.4.4 Clases de abundancia	32
8.4.5 Variables ambientales	35
8.4.5.1 Variables físicas	36
8.4.5.2 Variables químicas	38
8.5 Guía para el reconocimiento de las especies de <i>macroinvertebrados</i> .	41
9. CONCLUSIONES	41
10. PERSPECTIVAS	42
11. REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Las corrientes oceánicas de superficie en el Pacífico Este Central en el mes de abril, tomado de Fischer <i>et al.</i> , (1995).	4
Figura 2. Límites zoogeográficos del Pacífico Este Central, tomado de Fischer <i>et al.</i> , (1995).	5
Figura 3. Distribución de las Regiones Prioritarias Marinas de México en color gris y la zona número 33 del Pacífico Transicional Copala-Punta Maldonado en color rojo, tomado de Arriaga <i>et al.</i> , (2009).	11
Figura 4. Transecto muestreado en las localidades con ZIR de la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México.	17
Figura 5. Vista satelital y ubicación geográfica de la Zona Intermareal Rocosa (ZIR) y frentes rocosos en la región de Costa Chica, estado de Guerrero, México.	20
Figura 6. a) Vista panorámica de la ZIR “ <i>Playa Ventura</i> ” en el municipio de Copala, en la Costa Chica, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 1 y c) Poza de intermarea 2.	21
Figura 7. a) Vista panorámica de la ZIR “ <i>El Faro</i> ” en el municipio de Copala, en la Costa Chica, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 3.	22
Figura 8. a) Vista panorámica de la ZIR “ <i>Las Peñitas</i> ” en el municipio de Marquelia, en la Costa Chica, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 4 y c) Poza de intermarea 5.	23
Figura 9. Porcentajes de la composición de los grupos de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	25
Figura 10. Zonificación de los ensamblajes de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	26

	Página
Figura 11. Riqueza específica de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	27
Figura 12. Abundancia de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	29
Figura 13. Diversidad de <i>macroinvertebrados</i> en las ZIR en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	29
Figura 14. Variación espacial y temporal de la profundidad del agua en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	36
Figura 15. Variación espacial y temporal de la temperatura del agua en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	37
Figura 16. Variación espacial y temporal de la conductividad en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	37
Figura 17. Variación espacial y temporal de los sólidos disueltos totales en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	39
Figura 18. Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	39
Figura 19. Variación espacial y temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	40
Figura 20. Variación espacial y temporal del pH en las pozas de intermarea en la Costa Chica, estado de Guerrero, México.	40
Lámina I	43
Lámina II	44
Lámina III	45
Lámina IV	46
Lámina V	47
Lámina VI	48

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Número de especies de algunos grupos de invertebrados marinos en México y en el mundo.	6
Cuadro 2. Calendario de muestreo y actividades en las ZIR con <i>pozas de intermarea</i> en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México.	15
Cuadro 3. Muestreo de las ZIR en la localidad de Copala, Guerrero realizado por Hernández (2015) y Figueroa (2015).	16

	Página
Cuadro 4. Relación de la literatura especializada por taxones para el reconocimiento de las especies de <i>macroinvertebrados</i> marinos.	18
Cuadro 5. Especies de <i>macroinvertebrados</i> marinos de las ZIR en las tres localidades muestreadas en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México. Referencias ¹ Hernández (2015), ² Figuroa (2015) y ³ este trabajo.	23
Cuadro 6. Variaciones históricas de la riqueza específica y la abundancia de <i>macroinvertebrados</i> , así como el área de las pozas de intermarea de las tres ZIR en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris los valores obtenidos en este proyecto de investigación.	30
Cuadro 7. Variaciones históricas de la diversidad de <i>macroinvertebrados</i> en las pozas de intermarea de las tres ZIR en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris los valores obtenidos en este proyecto de investigación.	30
Cuadro 8. Clases de abundancias de los <i>macroinvertebrados</i> en las pozas de intermarea en las tres ZIR en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris las especies que tuvieron variación en sus clases de abundancia.	33
Cuadro 9. Especies de <i>macroinvertebrados</i> que variaron sus clases de abundancia en dos periodos de muestreo en las pozas de intermarea en las tres ZIR en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris las dos especies que presentaron una variación mayor. s.r. = sin registro.	35
Cuadro 10. Atributos físicos de las tres ZIR y de las cinco pozas de intermarea en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México.	35
Cuadro 11. Registros históricos de temperatura ambiente, temperatura del agua y oxígeno disuelto más altos en los tres frentes rocosos y pozas de intermarea en la <i>Costa Chica</i> , estado de Guerrero, México.	38

1. INTRODUCCIÓN

Los océanos poseen una amplia diversidad biológica que representan para el ser humano, una vasta fuente de recursos para su explotación e investigación, sin embargo, es la zona de transición entre el mar y la tierra conocida como *zona de mareas*, la que el hombre ha conocido y aprovechado mayormente desde tiempos remotos (Suárez, 2007 y Zhao y Costello, 2019).

La *zona de mareas* es el lugar en donde convergen el medio acuático con el terrestre y el aéreo, por lo cual la distribución que presentan los organismos refleja una estratificación en respuesta a la duración de los periodos de inmersión y exposición a la que están sometidos por las mareas (Sevilla y Guadarrama, 2005). También es conocida como *zona intermareal* y sus límites están definidos e influenciados por la acción de las mareas bajas y altas, creando patrones de zonificación conocidos como *zonas de biodiversidad*, que se establecen de acuerdo con los grupos dominantes, a las adaptaciones de las especies y a un gradiente de profundidad (Stephenson y Stephenson, 1949).

Particularmente, en las *Zonas Intermareales Rocosas (ZIR)* en donde se combinan el sustrato sólido para la fijación; se forman cuevas, grietas y pozas que sirven de refugio; la acción frecuente de las olas y el agua con altos niveles de oxígeno, crean un hábitat muy favorable para las especies de invertebrados marinos (Thurman y Webber, 1984 y Raffaelli y Hawkins, 1999).

Las comunidades de invertebrados marinos se pueden clasificar de acuerdo con su talla de la siguiente manera: *i)* microfauna con organismos menores a 63 micras; *ii)* meiofauna con organismos entre menos de 500 micras y mayores de 63 micras, y *iii)* macrofauna, organismos mayores de 500 micras a 1 mm (Defeo y McLachlan, 2013). Entre los principales grupos que componen la macrofauna de invertebrados marinos o *macroinvertebrados marinos* que habitan en *pozas de intermarea*, destacan el Phylum Annelida –gusanos anillados–, Mollusca –caracoles y bivalvos–, Cnidaria –anémonas–, Echinodermata –erizos, pepinos y estrellas de mar–, y Crustacea –cangrejos y percebes–, que colonizan diversos sustratos desde sedimentos rocosos a blandos, como arena fina, gruesa y lodo (Bertness *et al.*, 2001; González-Medina, 2004; González-Medina *et al.*, 2006 y Ríos-Jara y Ramírez-Delgadillo, 2007).

Estos *macroinvertebrados marinos* asociados a *pozas de intermarea* cuentan con adaptaciones fisiológicas y morfológicas que les permiten sobrevivir a procesos regulados por factores físicos naturales como a las pronunciadas variaciones en la temperatura ambiente y del agua; a la exposición por radiación solar, a la erosión; a los prolongados periodos de desecación; al alto impacto de oleaje y a la continua interacción de las mareas; así mismo, a factores químicos como a los cambios en las concentraciones de salinidad y oxígeno disuelto entre otros, presentando éxito biológico en este hábitat extremo según estén sumergidos bajo el agua o expuestos a la intemperie (Little y Kitching, 1996; Díaz-Pulido, 1997 y Heip *et al.*, 2009).

Las especies que componen a los *macroinvertebrados marinos* de *pozas intermareales* utilizan diferentes estrategias para protegerse de la desecación y depredación durante los periodos de bajamar, tales como migración siguiendo la marea, enterramiento en el sustrato, protección con exoesqueletos, mecanismos de orientación y plasticidad comportamental. Estas estrategias varían según las capacidades de las especies, las cuales no siempre son las mismas debido a la variación ambiental, lo que da como resultado, especies que no se encuentran en otros ambientes y una estructura comunitaria única para cada frente rocoso con *pozas intermareales* (McLachlan y Brown, 2006 y Costello, 2009).

La gran diversidad de *macroinvertebrados marinos* en este hábitat está asociada a su importancia ecológica contribuyendo con: *i*) facilitación del transporte y mezcla de partículas, gases, nutrientes y otras sustancias en los sedimentos (Mackie y Graham 1996; Swan *et al.*, 2007); *ii*) procesos de mineralización y reciclaje de la materia orgánica (Heilskov y Holmer, 2001; Lastra *et al.*, 2008); *iii*) eliminación de sustancias tóxicas en los fondos marinos (Méndez-Ubach *et al.*, 2001), y *iv*) formando parte del flujo energético en las redes tróficas al ser alimento para peces y aves principalmente (Peterson *et al.*, 2006; Costello *et al.*, 2019a).

En las zonas costeras del Atlántico y del Pacífico Mexicano, las ZIR son el hábitat de diversos *macroinvertebrados* y peces marinos, que llevan a cabo acciones de alimentación y crianza (Schlacher *et al.*, 2014a), pero paralelamente, al ubicarse en las zonas de playa, también son lugares claves para la recreación y el turismo, que son altamente valoradas y utilizadas por la sociedad a escala global (Davenport y Davenport, 2006); sin embargo, sus valores naturales

intrínsecos y funciones ecológicas no son percibidos, no son conocidos y son poco estudiados (Schlacher *et al.*, 2006 y Schlacher *et al.*, 2007).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 El Pacífico Mexicano. El Pacífico Mexicano se agrupa en tres grandes regiones de acuerdo con la distribución de los seres vivos, *i)* el Pacífico Noroeste, como la zona más extensa, localizada en la región noroccidental del país, que incluye la costa occidental de la península de California; *ii)* el Golfo de California, como la parte interna de la península hasta cabo San Lucas y sobre la franja litoral continental de las costas de los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco, así como la porción oceánica frontal y las islas Revillagigedo, y *iii)* el Pacífico Tropical que abarca desde Cabo Corrientes del estado de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, hasta la frontera con Guatemala (Espinosa, 2004).

La costa del Pacífico Mexicano se caracteriza por presentar grandes extensiones rocosas debido a la presencia de placas tectónicas. Los estudios de las poblaciones que habitan este sustrato son escasos, la mayoría se ha realizado en la península de Baja California y Golfo de California, reduciéndose su número al disminuir la latitud, hasta llegar a una notable escasez de conocimientos de la biota existente del Pacífico Tropical (Salcedo *et al.*, 1988).

El Pacífico Tropical Mexicano tiene influencia de diferentes corrientes oceanográficas: *i)* la Corriente de California, proveniente de Alaska transporta aguas con muy baja temperatura, se traslada del hemisferio Norte hacia el hemisferio Sur sobre la costa del Pacífico Noroeste; *ii)* esta última se une a la Corriente Norecuatorial, que se dirige desde la región norte del Ecuador en dirección perpendicular con la franja litoral del Pacífico Tropical y en dirección desde el hemisferio sur hacia el norte, y *iii)* la Contracorriente Ecuatorial o Corriente del Pacífico que viaja paralela a la franja litoral transportando aguas tropicales o cálidas (Espinosa, 2004).

La zona donde convergen las corrientes del Pacífico y la de California se conoce como zonas de transición y su localización geográfica es variable (Gallegos *et al.*, 1988). El impacto de estas dos corrientes frías y la contracorriente Norecuatorial en el Pacífico mexicano, provoca dos veces por

año -en abril y septiembre- una influencia en el cambio de temperatura del agua (Fischer *et al.*, 1995), (Figura 1).

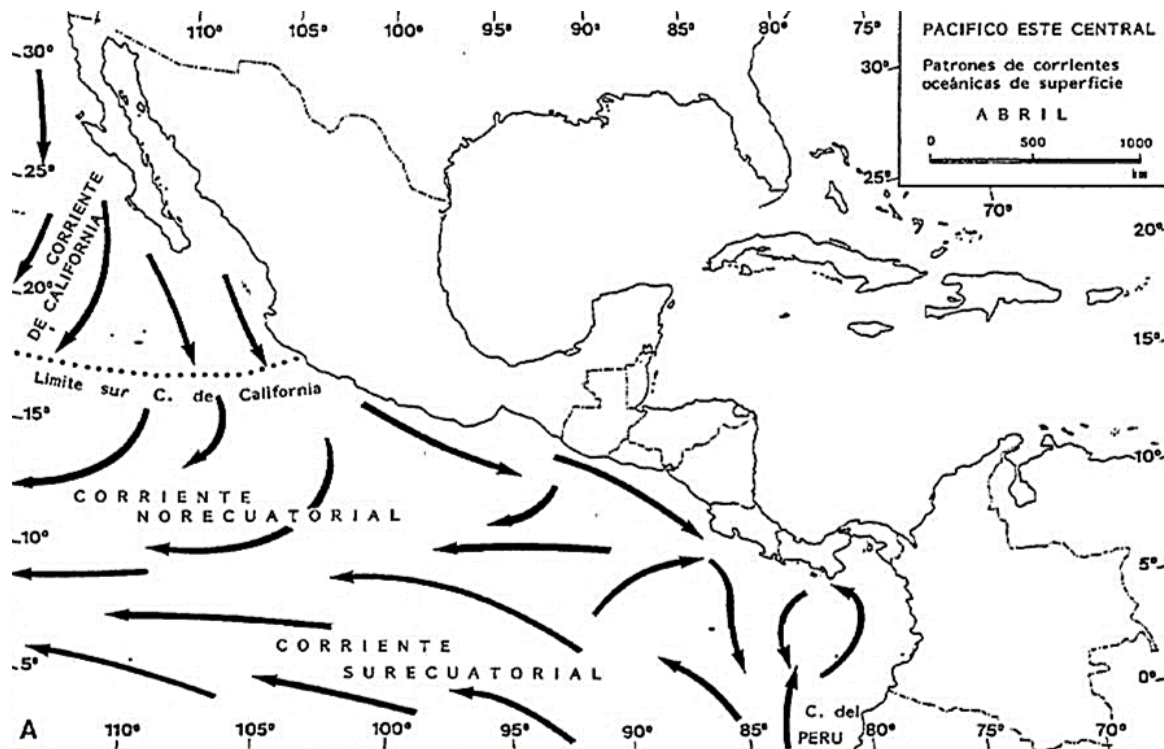


Figura 1. Las corrientes oceánicas de superficie en el Pacífico Este Central en el mes de abril, tomado de Fischer *et al.*, (1995).

Esta última corriente baña la zona del Pacífico Centro-Oriental que cubre una amplia franja de 9,975 km de litorales arenosos y rocosos que se extiende desde la Bahía Magdalena en la costa occidental de la península de Baja California en México hasta Colombia y abarca los siguientes países y su extensión de zona litoral: México con 5,800 km; Guatemala con 320 km; El Salvador con 300 km; Honduras con 95 km; Nicaragua con 365 km; Costa Rica con 1,000 km; Panamá con 900 km y Colombia con 1,300 km (Fischer *et al.*, 1995) (Figura 2).

2.2 La zona litoral en México. México cuenta con una extensión territorial de 1,964,375 km², de los cuales 430,000 km² corresponden a la zona costera, y de estos, 7,828 km pertenecen a los estados de la República Mexicana que tienen acceso al Océano Pacífico. Sus mares y *zonas costeras* son uno de los pilares para el desarrollo nacional, en donde ocurren diversas actividades económicas de relevancia incluso global, como la pesca, la acuicultura, la extracción de

hidrocarburos y minerales, la transportación marítima, y el turismo, principalmente. Cabe señalar que estas actividades se desarrollan en un marco de alta diversidad ambiental y sociocultural y la variedad de actividades económicas que ahí se realizan, ejercen una gran presión sobre estos ambientes vulnerables y de gran diversidad biológica (Lara-Lara *et al.*, 2008).



Figura 2. Límites zoogeográficos del Pacífico Este Central, tomado de Fischer *et al.*, (1995).

2.3 Estatus del conocimiento de los macroinvertebrados marinos en México. En nuestro país aún no se conoce la totalidad de la diversidad de los *macroinvertebrados marinos*, sin embargo, existen los siguientes registros que dan un panorama sobre el estatus que guarda su diversidad (Hendrickx, 1993; Honey-Escandón, *et al.*, 2008; Caballero, 2011; García-Madrigal *et al.*, 2012; Ríos-Jara *et al.*, 2013; Alvarez *et al.*, 2014; Carballo *et al.*, 2014; Castillo-Rodríguez, 2014; Gasca y Loman-Ramos, 2014 y Tovar-Hernández *et al.*, 2014) (Cuadro 1):

2.4 Los efectos antrópicos. En México, el mantenimiento de la biodiversidad de las zonas costeras constituye uno de los mayores retos para la ciencia y la administración pública. El crecimiento poblacional en las áreas costeras conlleva fuertes presiones sobre las *zonas litorales* a escalas y amplitudes sin precedentes (Brown y McLachlan, 2002 y Schlacher *et al.*, 2014b).

Cuadro 1. Número de especies de algunos grupos de invertebrados marinos en México y en el mundo.

Phyllum	Mundial	México	Océano Pacífico	Golfo de México	Mar Caribe	Total mundial
Mollusca	117,358	4,643	2,576	2,067		3.9 %
Crustacea	66,731	4,243	1,664	2,579		6.3 %
Annelida	20,000	2,000	--	854	--	10 %
Cnidaria	3,938	504	176	167	161	12.7 %
Echinodermata	7,000	643	--	--	--	9.1 %
Porifera	9,000	517	138	379		5.7 %

Son varias las actividades antropogénicas que atentan contra su conservación y que limitan su capacidad de respuesta y recuperación, de esta manera, sobresalen las siguientes: *i)* los vertimientos o desechos contaminantes industriales y domésticos; *ii)* las construcciones costeras que interrumpen la circulación natural de las aguas litorales; *iii)* el represamiento de las aguas fluviales que puede provocar hipersalinización de las aguas costeras; *iv)* la deforestación y el dragado que incrementan la sedimentación; *v)* las actividades turísticas no controladas; *vi)* la prospección y explotación de recursos minerales; *vii)* las actividades militares en la zona marino-costera; *viii)* la explotación no sostenible de organismos de valor ornamental; *ix)* la introducción de especies exóticas, y *ix)* la captura y comercialización de especies amenazadas, raras, carismáticas o de poblaciones reducidas (Carranza-Edwards *et al.*, 1975 y Schlacher *et al.*, 2008).

Esta última, cobra énfasis en nuestro país, dado que la pesca se define como una actividad productiva primaria, que hace uso de la riqueza biológica del litoral costero y marino disponible. En México se caracteriza por la diversidad de especies que aprovecha, la variabilidad de las artes de captura y los productos que se obtienen, no solo para consumo humano, sino también como pigmentos, materiales para la construcción, sustancias de uso farmacológico o simplemente productos ornamentales (Paniagua, 2009).

En el Pacífico Mexicano, la zona de pesca cubre desde el extremo norte de la Bahía de Punta Maldonado hasta los límites con Oaxaca. Un ejemplo a lo largo del litoral mexicano, son los moluscos, que contribuyen con 13 % de las capturas comerciales, considerando que su pesquería está en función de las condiciones ambientales, la disponibilidad y la demanda en el mercado.

Dentro de este grupo, los bivalvos representan 44 % con siete familias y 12 especies, mientras que los gasterópodos el 9 % con seis familias y nueve especies, los poliplacóforos con el 1 % con una especie y los cefalópodos con el 46 % y solamente una especie (Gutiérrez y Cabrera, 2008).

La actividad pesquera cambia notablemente las características poblacionales, como por ejemplo, la estructura de edades y la talla de primera madurez, dando como resultado alteraciones en el genoma, así mismo, la sobreexplotación impacta directamente sobre la composición de las especies y sus interacciones con la captura incidental; altera y degrada el hábitat; provoca cambios de flujos de energía; reduce la diversidad de hábitats marinos, y cambia la estructura, función, productividad y resiliencia de los ecosistemas marinos (Challenger *et al.*, 2009 y Cerdanarés-Ladrón de Guevara *et al.*, 2014).

2.5 Los macroinvertebrados marinos como indicadores ambientales. Entre las especies que conforman a este grupo de animales invertebrados, se evidencian variadas formas de reproducción, alimentación, conducta y una amplia respuesta al estrés. Por ello, sus biocenosis son utilizadas como indicadoras de impactos, sean provocados por fenómenos naturales, o bien, por actividades humanas (Carballo *et al.*, 1997 y Carballo, 2014). Un ejemplo de ello lo constituyen las comunidades de poliquetos bentónicos, con una amplia representatividad en cuanto a riqueza de especies y abundancia, así como con notable variabilidad en sus patrones de vida, según los parámetros ambientales prevalecientes (Giangrande *et al.*, 2005).

De esta manera, las variaciones en su abundancia, riqueza específica y diversidad se pueden deber principalmente: *i*) a las condiciones ambientales relacionadas con los patrones climáticos locales, y *ii*) a las corrientes oceánicas y costeras (Fischer *et al.*, 1995), que provocan cambios en la temperatura del agua, promoviendo en los organismos, la madurez sexual y la reproducción, aprovechando el flujo y dirección de las corrientes para viajar y dispersarse, sobre todo, aquellas que viajan en forma de larvas y que posteriormente colonizan nuevos ambientes como otras *zonas intermareales rocosas* o islas (Ruppert y Barnes, 1995).

Por otra parte, el *cambio climático* es un proceso que modifica el patrón normal del comportamiento de los sistemas naturales, que en la mayoría de los casos ya se encuentran

sujetos a muchas otras presiones como la creciente explotación de recursos, la entrada de contaminantes, el manejo irracional y el incremento urbano (Lara, 2008 y Gordó-Vilaseca *et al.*, 2021). Unos de los principales efectos en las zonas costeras debido a estos procesos que podrían observarse a corto tiempo son, la acidificación, el aumento de la salinidad, incremento en la temperatura del agua, entre otros. Los ecosistemas costeros son vulnerables a la subida del nivel del mar y a efectos antropogénicos más directos. Estudios ecológicos de largo plazo sobre las comunidades costeras rocosas revelan ajustes que coinciden aparentemente con las tendencias climáticas (Hawkins *et al.*, 2003; Chatzinikolaou *et al.*, 2019 y Song, *et al.*, 2021).

El aumento del nivel del mar desencadenaría un fuerte impacto y las altas temperaturas en los litorales serán a nivel mundial y nuestro país no será la excepción. En México el litoral costero se extiende en promedio 11,122 km, abarcando una gran variedad de ambientes como zonas costeras, arrecifes, bahías, deltas, estuarios, humedales, lagunas y ríos, los cuales alojan a una gran infinidad de organismos que se encuentran vulnerables ante el *cambio climático*. Un aumento de 2 °C en la temperatura promedio conllevaría a una sequía en un 48 % del territorio nacional (Lauwaert, 2009).

El *cambio climático* repercute directamente en el funcionamiento de los organismos. Los trastornos se advierten en las diversas etapas de los ciclos biológicos y se manifiestan en su fisiología, morfología y comportamiento de las especies. Las repercusiones climáticas también afectarían a las poblaciones que evidencian perturbaciones en los patrones de dispersión y reclutamiento (Neshyba, 1987; Costello y Chaudhary, 2017; Sayre *et al.*, 2017a; Sayre *et al.*, 2017b; Costello *et al.*, 2018 y Costello *et al.*, 2019b).

En los últimos años, el uso de indicadores e índices bióticos con *macroinvertebrados* para evaluar la salud ecosistémica en aguas costeras, estuarinas y de agua dulce, presenta un importante avance (Borja *et al.*, 2009). Su uso continuo pudiera ser una alternativa rápida, económica y eficiente para evaluar los impactos sobre la biota y para la categorización de *zonas litorales* con fines de manejo basado en el ecosistema (Valdor *et al.*, 2019; Valdor *et al.*, 2020 y Yasuhara *et al.*, 2020).

3. ANTECEDENTES

3.1. En el Pacífico Centro-Oriental. Como se mencionó anteriormente, esta zona del Océano Pacífico cubre una amplia franja de litorales arenosos y rocosos, en donde se han realizado varios estudios de diversidad y de ecología con grupos de *macroinvertebrados*, sin embargo, en este trabajo solo se mencionan algunos antecedentes que son de relevancia como los de Jiménez (2014) equinodermos; Ramírez (2017) antozoos; García *et al.*, (2007) y Herrera *et al.*, (2014) moluscos; Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa (2004) gusanos poliquetos y Romero (2014) con comunidades de macroinvertebrados.

3.2 En el litoral mexicano. Son varios los antecedentes de estudio en el país que cubren las zonas costeras de los estados de Baja California, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Oaxaca y Chiapas, que se enfocaron principalmente en descripción de nuevas especies; nuevos registros sobre su distribución; listados faunísticos; aspectos ecológicos y pesquerías, entre los que destacan: García y Kensler (1980); Carvacho (1980); Briones y Lozano (1981) con crustáceos como langostas y cangrejos porcelánidos; Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa (2004) y González (2011) con gusanos poliquetos; Caso (1978 y 1982) y Caso *et al.*, (1993) con equinodermos y Castillo y García-Cubas (1984), Reguero y García-Cubas (1988), Castillo-Rodríguez y Amezcua-Linares (1992), Sánchez (1999), Ríos (1999), Flores-Campaña *et al.*, (2007) y Zamorano *et al.*, (2008) con Moluscos.

3.3 En el litoral de Guerrero y Costa Chica. Son pocos los antecedentes de estudio en el litoral guerrerense, enfatizándose algunos sobre *macroinvertebrados* de lagunas costeras como los Román-Contreras (1978 y 1991) con crustáceos decápodos y los de Stuardo y Villaroel (1974) con moluscos, y por otra parte, estudios sobre la biología de las especies y de manejo pesquero como los de Briones *et al.*, (1980) con langostas; Caso (1976 y 1980) y Zamorano *et al.*, (2009) con estrellas y erizos de mar; Galeana-Rebolledo *et al.*, (2012) con moluscos, y el de Salcedo *et al.*, (1988), quien realizó un inventario de macroalgas y *macroinvertebrados* béticos de un zona rocosa.

Para la zona de *Costa Chica*, también se han realizado pocos estudios, sin embargo, están los antecedentes en la localidad de *Playa Ventura*, municipio de Cópala, de Flores-Garza *et al.*, (2007), quienes analizaron la demografía del caracol *Plicopurpura pansa* y a la comunidad malacológica; y los de Hernández (2015) y Figueroa (2015), quienes registraron la diversidad y la zonificación de las comunidades de *macroinvertebrados marinos* de los frentes rocosos de *Playa Ventura* y *El Faro* respectivamente, finalmente, Sariñana (2015), realizó un trabajo sobre la divulgación de la diversidad y la importancia de las especies de *macroinvertebrados* con estudiantes de nivel básico, medio superior, superior y público en general en esta comunidad.

4. JUSTIFICACIÓN

Se estima que más de la mitad de la población mundial vive dentro de una franja de 100 km de costa y se prevé que para el año 2025, el 75% de la población mundial podría habitar en las zonas costeras (INEGI, 2001). Por otra parte, la evaluación de los recursos naturales marinos en los litorales mexicanos se ha enfocado básicamente hacia las especies económicamente importantes y las investigaciones se han dirigido principalmente al estudio de las comunidades que ocurren en las lagunas costeras, conociendo de antemano, que el estudio de las comunidades que habitan las *zonas rocosas* tienen una relevancia en el contexto de la ecología costera, y que las especies de *macroinvertebrados* que ahí habitan, cobran relevancia como indicadores ambientales.

Sumando las consideraciones anteriores y sabiendo de la gran extensión de zonas litorales que ocurren en México y a la escasez de trabajos de investigación sobre *macroinvertebrados* de *pozas de intermarea*, se vuelve indispensable, proponer y realizar más estudios sobre la diversidad y la ecología de estos grupos de animales para generar conocimiento y desarrollar metodologías que analicen sus variaciones y sus respuestas a los cambios provocados por los efectos naturales y antrópicos. El presente estudio se plantea en la zona de Cópala-Punta Maldonado y número 33 del Pacífico Transicional que fue establecida para su estudio como una Región Prioritaria Marina de México (RPM) de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007 y Arriaga *et al.*, 2009), (Figura 3).

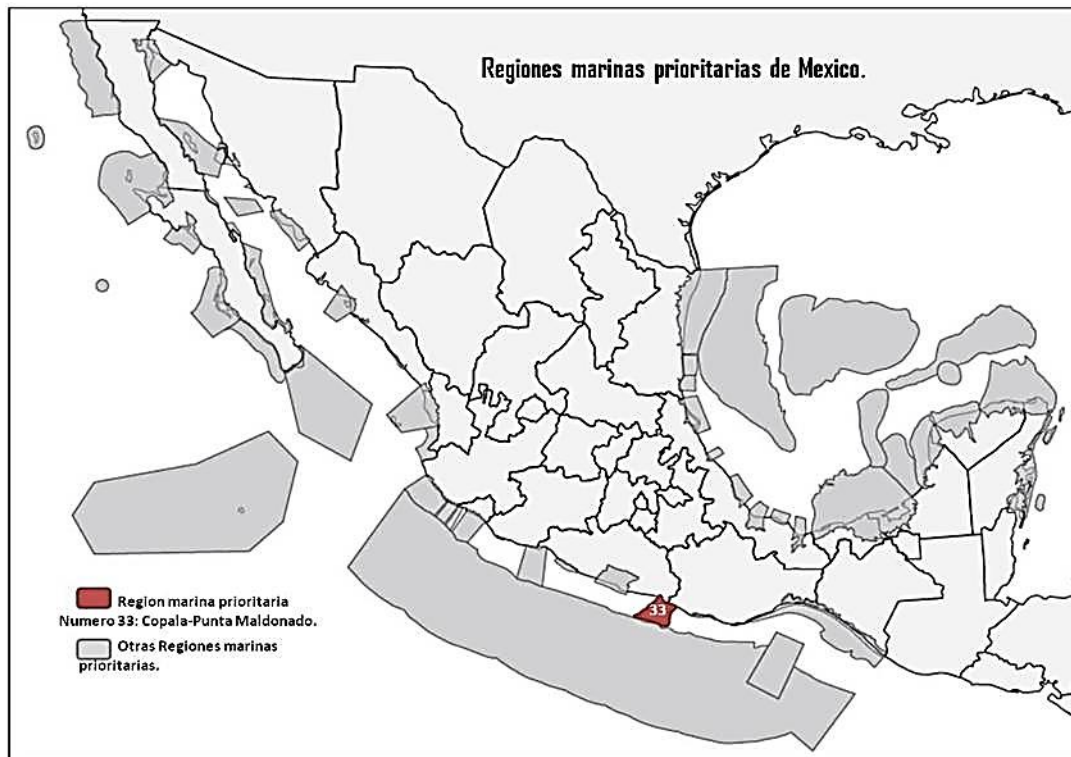


Figura 3. Distribución de las Regiones Prioritarias Marinas de México en color gris y la zona número 33 del Pacífico Transicional Cópala-Punta Maldonado en color rojo, tomado de Arriaga *et al.*, (2009).

Con la realización de este estudio se pretende contribuir con el conocimiento sobre la diversidad y ecología los *macroinvertebrados marinos de pozas de intermarea* y se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

i) ¿Cuáles son las especies de *macroinvertebrados* que se establecen en los frentes rocosos y pozas de intermarea de las ZIR de Costa Chica?, *ii)* ¿Existirán variaciones espaciales y temporales en la composición, estructura de sus comunidades y zonificación?, y *iii)* ¿Se presentarán variaciones en su diversidad? De esta manera, se plantearon los siguientes:

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general.

Realizar un inventario de las especies de *macroinvertebrados* de tres Zonas Intermareales Rocosas (ZIR) en la región de Costa Chica, así como analizar su diversidad en función de algunas variables ambientales y factores antrópicos.

5.2 Objetivos particulares.

5.2.1 Elaborar un inventario faunístico de las especies de *macroinvertebrados* que habitan en las ZIR y pozas de intermarea.

5.2.2 Describir la composición y la zonificación de las comunidades de *macroinvertebrados* en las ZIR.

5.2.3 Analizar la diversidad de los *macroinvertebrados* de las pozas de intermarea.

5.2.4 Describir algunos atributos físicos de los frentes rocosos, así como algunas variables físicas y químicas del agua de las pozas de intermarea.

5.2.5 Elaborar una guía de reconocimiento de las especies de *macroinvertebrados* que habitan los frentes rocosos.

6. AREA DE ESTUDIO

6.1 Localización geográfica del estado de Guerrero. Se ubica al norte 18° 53' y al sur 16° 19' de LN; al este 98° 00' y al oeste 102° 11' de LO. Colinda al norte con Michoacán, México, Morelos y Puebla; al este con Puebla y Oaxaca; al sur con Oaxaca y el Océano Pacífico; y al oeste con el Océano Pacífico y Michoacán. El estado de Guerrero representa el 3.3 por ciento de la superficie del país (www.aregional.com/doc/pdf/guerrero.pdf. 2009).

Las características de la costa de Guerrero corresponden a la de tectónica-costera que se divide en dos tipos: costa rocosa erosionada por acción marina y costa de progradación por sedimentación

originada por depósitos de acarreo. Su plataforma continental es de 5,402 km² con una profundidad máxima de 180 m y una anchura pequeña y variable de 15 km frente al río Papagayo, de 5 km en las regiones de Bahía de Petacalco y al oeste de la Bahía de Acapulco, y de 35 km, frente a la región de Punta Maldonado (Carranza-Edwards *et al.*, 1986). El límite de la plataforma continental es irregular frente a las cercanías de Zihuatanejo y Acapulco con fondos rocosos y relieve vertical variable. Esta superficie se torna más irregular en áreas con planicies costeras, como en Puerto Marqués y Punta Maldonado (Lankford *et al.*, 1975).

6.2 Costa Chica. El estado de Guerrero está conformado por 81 municipios, que por sus características geográficas y económicas se dividen en siete zonas: Costa Chica, Costa Grande, Montaña, Sierra, Centro, Norte y Acapulco (INEGI, 2010).

La región de Costa Chica se ubica en la parte sureste de la entidad, entre los 16° 15' y los 17° 15' LN y los 98° 00' y 99° 30' LO. Está integrada por 15 municipios, de los cuales, cinco limitan con el océano Pacífico: San Marcos, Florencio Villarreal, Copala, Marquelia y Cuajinicuilapa, donde se realizan actividades relacionadas con el campo, además de la pesca marina y lagunar (Villerías-Salinas, 2009).

6.3 El marco físico. El relieve en su mayoría lo conforman sierras en donde predominan las rocas de tipo intrusivo -formadas debajo de la superficie de la Tierra- y metamórfico -que han sufrido cambios por la presión y las altas temperaturas- en una franja que se extiende del noroccidente al suroriente junto a la costa. En la parte central y nororiental, las rocas son de tipo ígneo extrusivo o volcánico y sedimentario, que se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y el barro. La mayor elevación es el cerro Tioteppec, con una altitud de 3,533 metros sobre el nivel del mar. En el suroccidente hay una zona costera con la formación de llanuras costeras, playas y barras, así como las lagunas costeras de Mitla, Tres Palos y Chautengo (Correa y Niño, 2011).

El clima predominante en todos los municipios de esta región es del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura oscila entre los 22 y 28°C, siendo el litoral de la costa, en donde se presentan las temperaturas más cálidas y la precipitación media anual es muy variada.

Se sitúa en la Región Hidrológica Costa Chica Río Verde y la integran cuatro cuencas. La principal y que cubre gran parte de la región es la del río Nexpa, otros recursos hidrológicos de importancia son los ríos Cópala, Marquelia y Quetzala (INEGI, 2010).

6.4 Tipos de vegetación. Para la región de la Costa Chica el Bosque Tropical Caducifolio se extiende de las serranías más cercanas hasta la planicie costera. Este tipo de vegetación se caracteriza por presentar un conjunto de bosques propios de regiones de clima cálido, dominados por especies arborescentes que pierden sus hojas en la época seca del año durante un lapso variable, que por lo general oscila alrededor de seis meses (Rzedowski, 2006).

6.5 Aspectos socioeconómicos. Se practica en una escala menor, el cultivo de la mayoría de las especies vegetales de interés económico como la jamaica, ajonjolí, arroz, cacahuete, frijol, sorgo de grano, plátano, durazno, jitomate, tomate de cáscara, tamarindo, papaya, mamey, guayaba, diversas variedades de ciruelas y hortalizas. Por otra parte, los productos que se obtienen de la explotación pecuaria están referidos a carne de bovinos, porcinos y caprinos; leche en bovinos; carne y huevo en aves; y miel y otros derivados de la apicultura, presentando un mayor uso de suelo hacia a la ganadería (www.aregional.com/doc/pdf/guerrero.pdf. 2009).

Por otra parte el turismo es una actividad económica que va en aumento proporcionando cifras favorables para Punta Maldonado, pero el desarrollo económico en esta zona de Guerrero, se ha basado sustancialmente en el aprovechamiento de sus recursos naturales, lo que ha propiciado procesos de deterioro ambiental que incluyen la fragmentación de ecosistemas, pérdida de hábitats de flora y fauna; un creciente proceso de deforestación que provoca una importante pérdida anual de 42 mil hectáreas de selvas (Vázquez y Propin, 2001).

7. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo de investigación se dividió en las fases de campo y gabinete que a continuación se describen:

7.1 Fase de campo. En esta fase se realizaron actividades de observación y registro de datos cualitativos y cuantitativos, en donde fue necesario realizar, una salida prospectiva hacia las ZIR con *pozas de intermarea* en la región de la *Costa Chica* en el estado de Guerrero, estableciéndose posteriormente, siete muestreos en distintas épocas de año para la obtención de datos y la realización de un inventario de especies, así como para analizar las comparaciones espaciales y temporales entre estos hábitats (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calendario de muestreo y actividades en las ZIR con *pozas de intermarea* en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

	Número de muestreos	Fecha	Actividades
Salida prospectiva		Noviembre 2018	Reconocimiento de las <i>zonas intermareales rocosas</i> como sitios de muestreo y para definir el número de <i>pozas de intermarea</i> a muestrear en cada uno de ellos.
Invierno	1	Diciembre 2019	Obtención de los datos cuantitativos de las especies de <i>macroinvertebrados</i> y de las variables ambientales del agua y del hábitat de las <i>pozas de intermarea</i> .
	2	Enero 2019	
	3	Febrero 2019	
Primavera	4	Marzo 2019	Obtención de los datos cuantitativos de las actividades antrópicas en las <i>zonas intermareales rocosas</i> .
	5	Abril 2019	
	6	Mayo 2019	
Verano	7	Junio 2019	Obtención del registro fotográfico de las especies y de las actividades de origen antrópico.

7.1.1 Selección de los sitios de muestreo. Al ser un estudio de carácter ecológico en donde se describieron y compararon las comunidades de *macroinvertebrados*, los sitios en los que se realizaron los muestreos estuvieron distribuidos a lo largo de un transecto que cubrió tres ZIR con *pozas de intermarea*, y para cada una de ellas se obtuvieron los datos cuantitativos de carácter biológico y ambiental.

Cabe señalar, que para el análisis y discusión de los resultados, se utilizaron las bases de datos de los proyectos de Hernández (2015): “*Diversidad y zonificación de los macroinvertebrados marinos de un frente rocoso y pozas de intermarea de Playa Ventura, Copala, Guerrero*” y Figueroa (2015): “*Comunidades de macroinvertebrados y dinoflagelados asociados a pozas de*

intermarea en un frente rocoso de Playa Ventura, Copala, Guerrero”, quienes realizaron estos proyectos en el municipio de Copala, Guerrero, y sus registros sirvieron de referencia para la comparación de resultados con las otras ZIR que se definieron en el muestreo prospectivo. En el cuadro tres, se señalan el nombre y la ubicación de las ZIR, así como el número de *pozas de intermarea* y las fechas en que fueron muestreados por los autores antes mencionados:

Cuadro 3. Muestreo de las ZIR en la localidad de Copala, Guerrero realizado por Hernández (2015) y Figueroa (2015).

Autores	ZIR	Ubicación	Número de <i>pozas de intermarea</i> muestreadas	Número y fechas de muestreos
Hernández (2015)	“Playa Ventura”	16°30' LN 90°00' LO	5	Nueve muestreos con la siguiente calendarización: Seis muestreos en febrero, marzo, mayo, julio, noviembre y diciembre de 2010 y tres muestreos en enero, febrero y marzo de 2011.
Figueroa (2015)	“El Faro”	16°32' LN 98°54' LO	4	Cinco muestreos con la siguiente calendarización: Cuatro muestreos en febrero, mayo, octubre y diciembre de 2012 y un muestreo en marzo de 2013.

De esta manera, se realizó un muestreo comparativo a lo largo de un transecto que involucró tres ZIR con cinco *pozas de intermarea* para conocer las posibles variaciones espaciales y temporales de las comunidades de *macroinvertebrados* a través de la relación con algunas variables ambientales (Figura 4).

7.1.2 Obtención de datos biológicos. Los muestreos se realizaron durante las horas luz y para la cuantificación de los *macroinvertebrados* se utilizó un cuadrante constituido por un marco de 30 cm², el cual se colocó aleatoriamente en el fondo de la *poza de intermarea* para realizar el conteo de los organismos dentro de este (Martínez y Rojas, 1989; Sevilla y Guadarrama, 2005; Miloslavichy y Carbonini, 2010 y Sessa *et al.*, 2013). También se observó y se registró en que microhábitats se encontraron los organismos para describir su zonificación dentro de las ZIR y se obtuvo un registro fotográfico de las especies con una cámara digital subacuática.

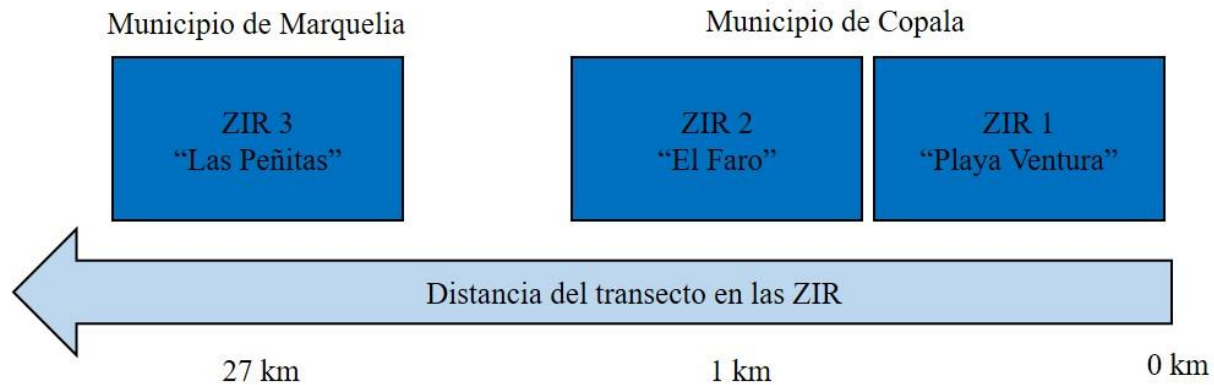


Figura 4. Transecto muestreado en las localidades con ZIR de la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

7.1.3 Obtención de datos físicos y químicos del agua y del hábitat. Se obtuvieron registros de los siguientes parámetros físicos y químicos del agua para cada una de las *pozas de intermarea*: temperatura ambiente, temperatura del agua, temperatura del sustrato, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, conductividad, sólidos disueltos totales y pH, utilizando una sonda multiparamétrica modelo Hanna H198194.

La ubicación de las ZIR se estableció con el registro de las coordenadas geográficas a través de un geoposicionador, y para la obtención de los datos físicos del hábitat se midió la longitud y el ancho total de las ZIR con el uso de una cinta diamétrica, así como la de las *pozas de intermarea*, en las que se incluyó el parámetro de la profundidad máxima con una varilla graduada.

7.2 Fase de gabinete. En esta fase se realizó el reconocimiento de las especies y el análisis de la información obtenida en campo.

7.2.1 Reconocimiento de las especies. Con el material fotográfico se realizó el reconocimiento de las especies hasta el nivel taxonómico más bajo posible y de manera comparativa se usó la literatura y recursos electrónicos especializados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación de la literatura especializada por taxones para el reconocimiento de las especies de *macroinvertebrados* marinos.

Taxones	Autores
Macroinvertebrados marinos	Fischer <i>et al.</i> , (1995); Gaviño <i>et al.</i> , (1999); Darrigan <i>et al.</i> , (2007)
Moluscos	Sabelli (1982); Mille y Pérez (1993); Barrientos (2003)
Moluscos opistobranquios	Hermosillo <i>et al.</i> , (2006)
Celenterados actiniarios	González-Solís <i>et al.</i> , (2017)
Crustáceos	Álvarez y Rodríguez (2008)
Crustáceos anfípodos	Ortiz <i>et al.</i> , (2005)
Anélidos poliquetos	de León <i>et al.</i> , (2009)
Equinodermos ofiuroideos	Laguarda-Figueras <i>et al.</i> , (2009)
Equinodermos holoturoideos	Solís-Marín <i>et al.</i> , (2009)

7.2.2 Listado faunístico. El listado se realizó con el reconocimiento de las especies a través de la literatura de *macroinvertebrados* marinos y por la consulta de especialistas. Los organismos que no pudieron ser reconocidos a nivel específico se establecieron como morfoespecies y se consideraron en la cuantificación de la riqueza específica, abundancia y diversidad. Para lograr un listado más completo se anexaron las especies y morfoespecies reportadas por Hernández (2015) y Figueroa (2015).

7.2.3 Estructura de los ensamblajes. Para analizar la distribución espacial y establecer la zonificación de los *macroinvertebrados* de la ZIR y *pozas de intermarea*, se elaborará una tabla de frecuencias que describa la presencia, hábitos de vida, clases de abundancia y distribución de las especies con respecto a las características del microhábitat (Samo *et al.*, 2008).

Los parámetros que se analizaron de la estructura y composición de los ensamblajes de *macroinvertebrados* fueron la riqueza específica, abundancia y diversidad, que se analizó mediante el índice de Shannon-Wiener que se fundamenta en el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de sus individuos. De acuerdo con Washington (1984 citado en Krebs, 1999), teóricamente se pueden encontrar valores elevados de la diversidad, sin embargo, en la práctica no exceden de cinco. De esta forma, tenemos que:

$$H = -\sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i) \text{ donde:}$$

H = Índice de diversidad y el contenido de información de la muestra (bits/individuo).

S = Número de especies.

P_i = Proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i.

$$\text{Diversidad Máxima} = H_{\max} = \log_2 S$$

$$E = \text{Equidad} = H / H_{\max}$$

7.2.4 Clases de abundancia. Este análisis se realizó de acuerdo con los límites mínimos y máximos totales que se registraron las especies durante el muestreo, dividiendo en tres bloques con valores mínimos, intermedios y máximos, atribuyéndoles los criterios de abundancia mínima, moderada y abundantes para las especies encontradas en las pozas de intermarea.

Se realizó la captura de los datos obtenidos en campo en una hoja de cálculo de Excel para posteriormente, elaborar los gráficos con los valores puntuales para cada una de las variables que a continuación se describen y discuten.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Establecimiento de los sitios de muestreo. Con los resultados de la salida prospectiva y los muestreos programados se definieron las siguientes ZIR: “*Playa Ventura*” (1) y “*El Faro*” (2) en el municipio de Copala y “*Las Peñitas*” (3) en el municipio de Marquelia, Guerrero y cinco pozas de intermarea; dos en “*Playa Ventura*” y en “*Las Peñitas*” respectivamente, y una en “*El Faro*” (Figura 5).

El establecimiento de estos sitios de muestreo fue, porque después de haber realizado el recorrido desde la zona de Puerto Márquez en la región de Acapulco y corroborado con imagen satelital de Google Earth, solamente en la región de *Costa Chica* se presentaron ZIR. Las vistas panorámicas de los sitios de muestreo se observan en las figuras 6 a la 8.

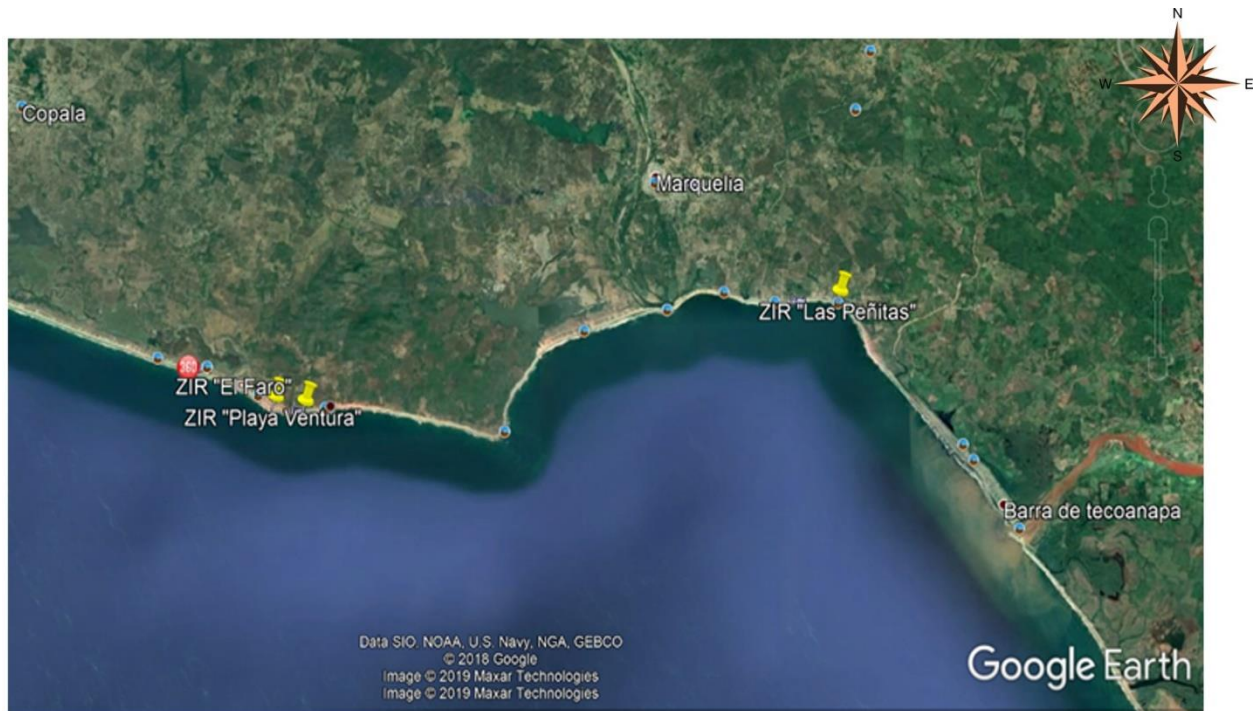


Figura 5. Vista satelital y ubicación geográfica de la Zona Intermareal Rocosa (ZIR) y frentes rocosos en la región de *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

8.2 Las especies de *macroinvertebrados* de las ZIR y pozas de intermarea. Con el resultado de la exploración de estos tres frentes rocosos y complementando con lo registrado por Figueroa (2015) y Hernández (2015), se elaboró el siguiente listado faunístico que constó de ocho Phylum; 14 Clases; 22 Ordenes, 33 familias; 45 especies y 17 morfoespecies. Con este trabajo de investigación se aportaron nuevos registros de taxones para las ZIR de “*Playa Ventura*” y “*El Faro*”, y se proporciona por primera vez un listado de *macroinvertebrados* para el de “*Las Peñitas*” (Cuadro 5).

La elaboración de este listado faunístico presentó limitaciones para el reconocimiento más completo de las especies, principalmente por la falta de investigadores en México especializados en taxonomía y sistemática para estos *macroinvertebrados* marinos, y por ende, la producción y difusión de literatura especializada que permitan profundizar en estos inventarios locales en una zona rica en especies como lo son las costas del Pacífico Mexicano.



Figura 6. a) Vista panorámica de la ZIR “Playa Ventura” en el municipio de Copala, en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 1 y c) Poza de intermarea 2.

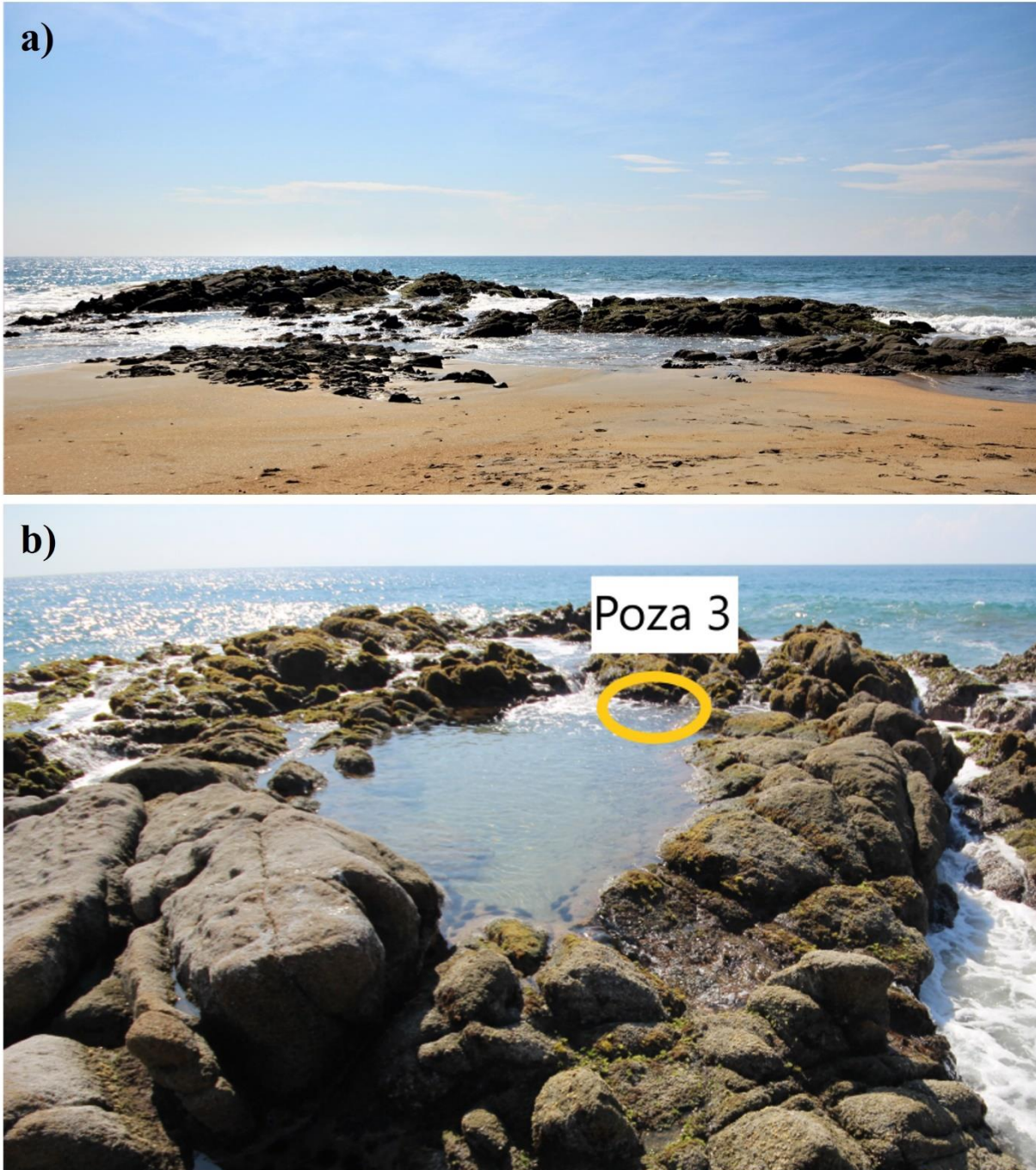


Figura 7. a) Vista panorámica de la ZIR “*El Faro*” en el municipio de Copala, en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 3.



Figura 8. a) Vista panorámica de la ZIR “Las Peñitas” en el municipio de Marquelia, en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. b) Poza de intermarea 4 y c) Poza de intermarea 5.

Cuadro 5. Especies de *macroinvertebrados* marinos de las ZIR en las tres localidades muestreadas en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Referencias ¹Hernández (2015), ²Figuroa (2015) y ³este trabajo.

Phyllum	Clase	Orden	Familia	Especie	Zona Intermareal Rocosa		
					“Playa Ventura” (1)	“El Faro” (2)	“Las Peñitas” (3)
Annelida	Polychaeta	Canalipalpata	Sabellidae	¹ Morfo 1	X		
				^{1,3} Morfo 2	X		X
			Serpulidae	^{1,2,3} <i>Spirobranchus giganteus</i>	X	X	X
			Spirorbidae	^{1,2,3} <i>Spirorbis</i> sp.	X	X	X
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	^{1,3} <i>Alpheus</i> sp.	X		X
			Grapsidae	^{1,2,3} <i>Grapsus grapsus</i>	X	X	X
				^{1,3} <i>Pachygrapsus crassipes</i>	X		X
			Diogenidae	^{1,3} <i>Calcinus californiensis</i>	X		X
				^{1,2,3} <i>Petrochirus californiensis</i>	X	X	X
			Eryphiidae	¹ Morfo 3	X		
			Porcellanidae	¹ <i>Pisidia</i> sp.	X		

Cuadro 5. *Continuación.* Especies de *macroinvertebrados* marinos de las ZIR en las tres localidades muestreadas en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	Zona Intermareal Rocosa				
					“Playa Ventura” (1)	“El Faro” (2)	“Las Peñitas” (3)		
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	³ <i>Petrolishes</i> sp.	X				
				^{1,2} <i>Callinectes sapidus</i>	X	X			
	Maxillopoda	Scalpelliformes	Pollicipedidae	^{1,3} Morfo 4	X		X		
		Balanomorpha	Balanidae	^{1,2,3} <i>Pollicipes elegans</i>	X	X	X		
Brachiopoda	Articulata	Terebratulida	Terebrataliidae	¹ <i>Terebratalia</i> sp.	X		X		
Cnidaria	Anthozoa	Actinaria	Actiniidae	^{1,2} <i>Actinostella bradleyi</i>	X	X			
				³ <i>Anthopleura artemisa</i>			X		
				^{1,2,3} <i>Anthopleura dowii</i>	X	X	X		
				³ <i>Anthopleura mariscali</i>			X		
				² <i>Anthopleura sola</i>		X			
				^{1,2,3} <i>Bunodosoma californica</i>	X	X	X		
				^{1,3} <i>Isoaulactinia hespervolita</i>	X		X		
				^{1,2,3} <i>Phymactis papillosa</i>	X	X	X		
				^{1,2,3} Morfo 5	X	X	X		
				^{1,2,3} Morfo 6	X	X	X		
				^{1,3} Morfo 7	X		X		
				^{1,3} Morfo 8	X		X		
				³ Morfo 9			X		
		³ Morfo 10			X				
		³ Morfo 11			X				
		³ Morfo 12			X				
					³ Morfo 13			X	
	Zoantharia		Sphenopidae	^{1,2} <i>Palythoa mutuki</i>	X	X			
			Zoanthidae	^{1,3} <i>Zoanthus sansibaricus</i>	X	X	X		
Echinodermata	Echinoidea	Echinoida	Echinometridae	^{1,2,3} <i>Echinometra vanbrunti</i>	X	X	X		
	Holothuroidea	Aspidochidotira	Holothuriidae	^{1,2,3} <i>Holothuria lubrica</i>	X	X	X		
				¹ <i>Holothuria</i> sp.	X				
Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	^{1,3} <i>Ophiocoma</i> sp.	X		X			
Mollusca	Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	^{1,2,3} <i>Choromytilus palliopunctatus</i>	X	X	X		
		Pterioidea	Isognomonidae	^{1,2,3} <i>Isognomon janus</i>	X	X	X		
	Cephalopoda	Octopoda	Octopodidae	^{1,3} <i>Octopus bimaculatus</i>	X		X		
				^{1,2,3} <i>Nerita scabricosta</i>	X	X	X		
				^{1,2,3} <i>Lottia mitella</i>	X	X	X		
				^{1,2,3} <i>Fissurella virescens</i>	X	X	X		
				Littorinimorpha	Littorinidae	^{1,2,3} <i>Echinolittorina aspera</i>	X	X	X
						^{1,2,3} <i>Echinolittorina modesta</i>	X	X	X
						^{1,2} <i>Monetaria</i> sp.	X	X	
				Neogastropoda	Muricidae	^{1,2,3} <i>Plicopurpura pansa</i>	X	X	X
						^{1,2,3} <i>Plicopurpura columellaris</i>	X	X	X
						³ Morfo 14			X
						^{1,2} <i>Elysia diomedea</i>	X	X	
				Sacoglossa	Plakobrachidae	^{1,3} <i>Siphonaria gigas</i>	X		X
				Siphonariida	Siphonariidae	^{1,2,3} Morfo 15	X	X	X
	^{1,3} Morfo 16	X				X			
	^{2,3} Morfo 17		X			X			
Polyplacophora	Chitonida	Acanthochitonidae	^{1,2,3} <i>Cryptochiton</i> sp.	X	X	X			
		Chitonidae	^{1,2,3} <i>Chiton articulatus</i>	X	X	X			
Platyhelminthes	Turbellaria	Polycladida	Pseudocerotidae	¹ <i>Pseudoceros maximus</i>	X				
Porifera	Desmopongiae	Poecilosclerida	Acamnidae	^{1,2,3} <i>Acamnus</i> sp. 1	X	X	X		
				^{2,3} <i>Acamnus</i> sp. 2		X	X		
Total de taxones					50	34	48		

8.3 Composición y zonificación de las comunidades de *macroinvertebrados* en las ZIR. La composición de los *macroinvertebrados* en las ZIR fue dominada por las especies de cnidarios y moluscos, que registraron los porcentajes más altos del 38 % y 32 % respectivamente, seguidos de artrópodos con el 14 %, anélidos 6 %, equinodermos y poríferos con braquiópodos y platelmintos con valores más bajos 5 % (Figura 9). Este patrón coincidió con lo reportado por Hernández (2015), quien registró que la ZIR de “Playa Ventura” tuvo similar composición dominada por los grupos de cnidarios, moluscos y anélidos -en este orden de abundancia- durante el muestreo realizado durante el año de 2010.

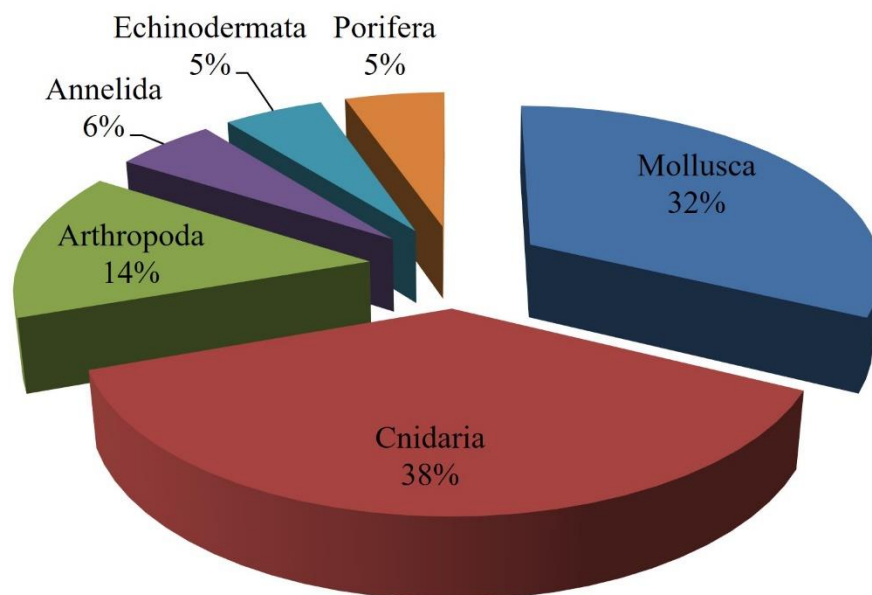


Figura 9. Porcentajes de la composición de los grupos de *macroinvertebrados* en las ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

De acuerdo con lo observado durante los muestreos, la zonificación principal de los *macroinvertebrados* fue entre el mesolitoral medio y mesolitoral superior siendo especies residentes permanentes (Figura 10). Sin embargo, también se encontraron especies que pueden migrar del supralitoral al mesolitoral como algunos moluscos litorínidos y nerítidos, otras más como los crustáceos grápsidos, se desplazan de noche en ambas franjas de intermarea para buscar refugio de los depredadores.

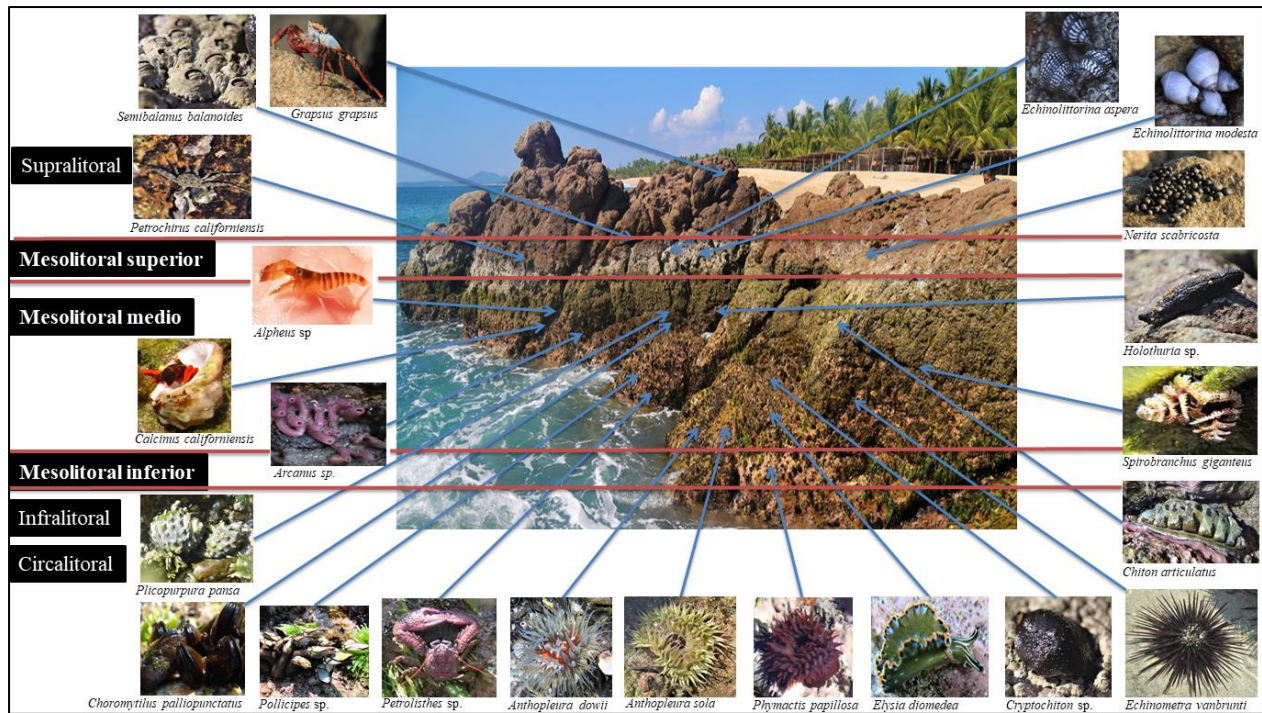


Figura 10. Zonificación de los ensamblajes de *macroinvertebrados* en las ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

Las especies que ahí habitan cubren principalmente cinco microhábitats: *i.* sobre las paredes de las rocas, por donde se desplazan continuamente (moluscos gasterópodos, *e.g.*); *ii.* construyendo refugios duros donde permanecen ocultos (gusanos poliquetos, *e.g.*); *iii.* enterrados en la arena que se acumula en las pozas de intermarea (equinodermos esteleroideos, *e.g.*); *iv.* pegándose entre las grietas de las rocas en donde permanecen ocultos (equinodermos holoturoideos, *e.g.*); y *v.* de vida libre que arriban nadando o transportados por las mareas (moluscos opistobranquios y gusanos platelmintos *e.g.*).

Esta distribución espacial heterogénea de los *macroinvertebrados* en las ZIR coincidió con lo descrito por otros autores, quienes señalan que es de tipo “mosaico”, es decir, que una especie puede ocupar más de un microhábitat, pero otras, pueden estar restringidas y especializadas para ocupar solamente uno (Okolodkov, 2010). De esta manera, el movimiento circadiano y estacional de las especies está determinado fundamentalmente por las variables de la incidencia solar, el oleaje y las mareas, que influyen notablemente en los aspectos de alimentación y reproducción (Herzka *et al.*, 2021).

8.4 La diversidad de los *macroinvertebrados* en las pozas de intermarea. Se analizó la diversidad con los resultados obtenidos en este periodo de muestreo en las cinco pozas de intermarea de las ZIR a través de los parámetros de riqueza específica, abundancia y diversidad, y a continuación se presentan.

8.4.1 Riqueza específica. El mayor número de taxones se registró en el frente rocoso de “*Playa Ventura*” con 50, seguido “*Las Peñitas*” con 48 y “*El Faro*” con 34 (Cuadro 6). Por otra parte, el número de especies varió espacial y temporalmente en las cinco pozas de intermarea, presentándose, los registros más altos en la poza uno (P1) de la ZIR “*Playa Ventura*” con un valor mínimo de 10 y máximo de 16 con un \pm de 6 especies. Por otro lado, los registros más bajos se presentaron en la poza tres (P3) de la ZIR “*El Faro*” con un valor mínimo de siete y máximo de nueve especies con un \pm de 2 especies. Las demás pozas de intermarea variaron con valores mínimos de 8 y máximos de 12 con un \pm de 4 especies (Figura 11).

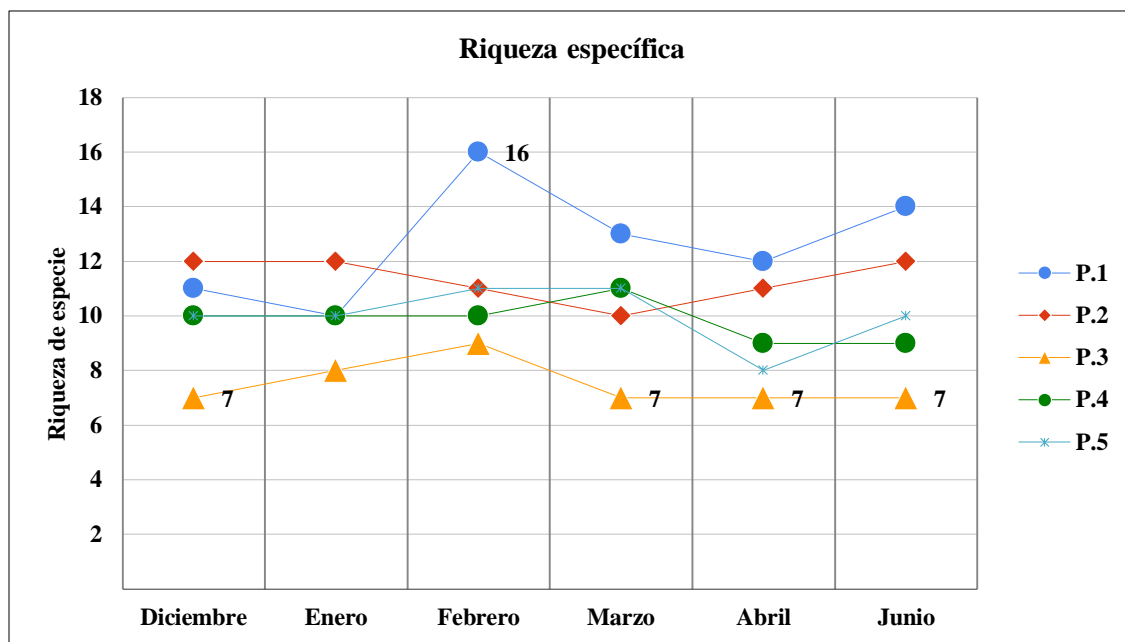


Figura 11. Riqueza específica de *macroinvertebrados* en las ZIR en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

Al comparar los valores de riqueza específica de las pozas de intermarea con los obtenidos por Hernández (2015) en la ZIR “*Playa Ventura*” durante el año 2010 y Figueroa (2015) en la ZIR de

“*El Faro*” en el 2012-2013, se observaron fluctuaciones entre el valor mínimo y máximo que pueden encontrarse en las pozas de intermarea. De esta forma, con los registros históricos, se observó que el mínimo que se puede encontrar es de una especie y como máximo 16, variando también el recambio temporal de una a ocho especies (Cuadro 7).

8.4.2 Abundancia. El número de organismos también varió espacial y temporalmente en las cinco pozas de intermarea, solamente que los registros más altos los presentó la poza cinco (P5) de la ZIR “*Las Peñitas*” con un valor mínimo de 90 y máximo de 134 con un ± 44 organismos, coincidentemente, la P3 de la ZIR “*El Faro*” presentó los valores más bajos de la abundancia con un valor mínimo de 35 y máximo de 65 con un \pm de 30 organismos. Las demás pozas de intermarea variaron con valores mínimos de 45 y máximo de 100 con un ± 55 organismos (Figura 12).

Al comparar los valores de la abundancia de las pozas de intermarea con los obtenidos por Hernández (2015) y Figueroa (2015) en las ZIR “*Playa Ventura*” y “*El Faro*” durante los años 2010 y 2012-2103 respectivamente, se observaron también fluctuaciones entre los valores mínimos y máximos que pueden encontrarse en las pozas de intermarea. Con los registros históricos, se observó que el mínimo es de dos y como máximo 450 organismos (Cuadro 6).

Las fluctuaciones de la riqueza específica y abundancia que se observaron pudieran estar en función del parámetro poblacional de la densidad, es decir, del número de individuos que puedan coexistir para competir intra e interespecíficamente por los recursos de un área dada, como el espacio en donde fijarse, sobre todo organismos sésiles como las cnidarios actínidos *e.g.* (Acuña y Zamponi, 1995). Es probable que exista una relación entre la riqueza específica y el área de una poza de intermarea, en el cuadro siete se presentan las áreas de algunas pozas de intermarea muestreadas en las ZIR que varían de 5.7 m^2 a 24.5 m^2 .

8.4.3 Diversidad. La diversidad, al igual que los parámetros anteriores, también varió en el tiempo y en el espacio en las cinco pozas de intermarea, no presentando un patrón definido, presentándose los registros más altos en la P2 de la ZIR “*Playa Ventura*” con valores puntuales de 2.3 bits/ind en los meses enero y junio de 2019, y los más bajos, nuevamente en la P3 de la

ZIR “El Faro” con un valor puntual de 1.5 bit/ind en el mes de diciembre de 2019. Las demás pozas de intermarea registraron valores por debajo de los 2.0 bit/ind (Figura 13).

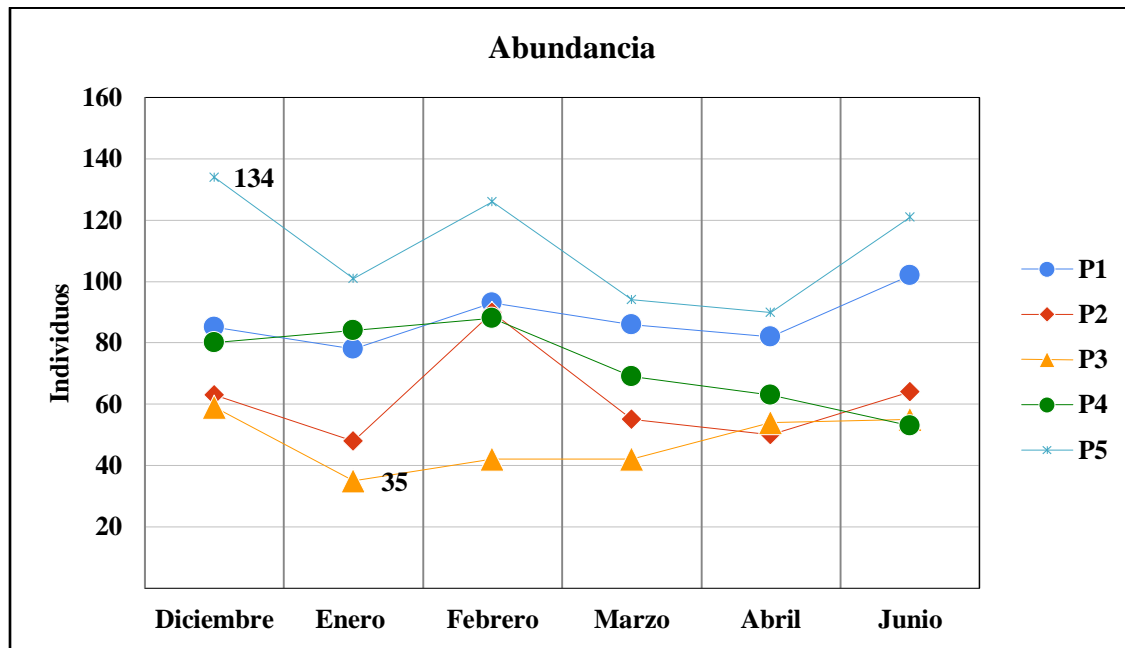


Figura 12. Abundancia de *macroinvertebrados* en las ZIR en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México

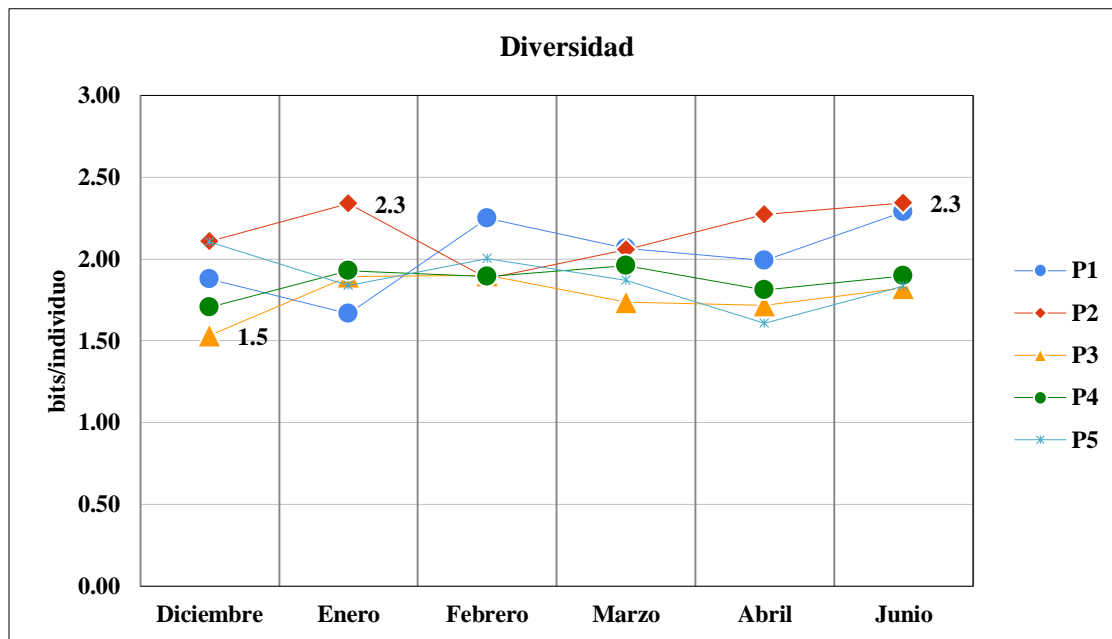


Figura 13. Diversidad de *macroinvertebrados* en las ZIR en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México

Cuadro 6. Variaciones históricas de la riqueza específica y la abundancia de *macroinvertebrados*, así como el área de las pozas de intermarea de las tres ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris los valores obtenidos en este proyecto de investigación.

Periodo de muestreo/Autor	RIQUEZA ESPECÍFICA				
	ZIR “Playa Ventura”				
Periodo de muestreo 2010 Hernández (2015)	P1	P2	P3	P4	P5
	7-13 ± 6	5-10 ± 5	1-7 ± 6	2-7 ± 5	4-12 ± 8
Periodo 2019 Este trabajo	P1				P2
	10-16 ± 6				10-12 ± 2
Área de las pozas de intermarea	24.5 m ²	7.5 m ²	9.7 m ²	11.1 m ²	13.2 m ²
Periodo de muestreo 2012-2013 Figueroa (2015)	ZIR “El Faro”				
	P1	P2			
	4-5 ± 1	2-9 ± 7			
Periodo 2019 Este trabajo	P3			ZIR “Las Peñitas”	
	7-9 ± 2			P4	P5
				9-11 ± 2	8-11 ± 3
Área de las pozas de intermarea	19.8 m ²	19.6 m ²			9.9 m ² 5.7 m ²
	ABUNDANCIA				
	ZIR “Playa Ventura”				
Periodo de muestreo 2010 Hernández (2015)	P1	P2	P3	P4	P5
	20-450 ± 430	5-200 ± 195	5-360 ± 355	3-91 ± 88	2-47 ± 45
Periodo 2019 Este trabajo	P1				P2
	78-102 ± 24				48-90 ± 42
Periodo de muestreo 2012-2013 Figueroa (2015)	ZIR “El Faro”				
	P1	P2			
	8-120 ± 112	5-200 ± 195			
Periodo 2019 Este trabajo	P3			ZIR “Las Peñitas”	
	35-59 ± 24			P4	P5
				53-88 ± 35	90-134 ± 44

Al comparar los valores promedio de la diversidad de las pozas de intermarea con los obtenidos por Hernández (2015) y Figueroa (2015) en las ZIR “Playa Ventura” y “El Faro” durante los años 2010 y 2012-2103 respectivamente, se observó que en este microhábitat tuvo una diversidad baja al registrarse valores por debajo de la media de 2.5 bits/ind (Cuadro 7), y considerando el valor de cinco como la diversidad máxima que puede contener un ecosistema (Krebs, 1999).

Cuadro 7. Variaciones históricas de la diversidad de *macroinvertebrados* en las pozas de intermarea de las tres ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris los valores obtenidos en este proyecto de investigación.

Periodo de muestreo/Autor	DIVERSIDAD bits/ind				
	ZIR “Playa Ventura”				
Año de muestreo 2010 Hernández (2015)	P1	P2	P3	P4	P5
	1.7	1.4	0.5	1.0	1.8
Año de muestreo 2019 Este trabajo	P1				P2
	2.03				2.1
Año de muestreo 2012-2013 Figueroa (2015)	ZIR “El Faro”				
	P1	P2			
	1.05	1.1			
Año de muestreo 2019 Este trabajo	P3			ZIR “Las Peñitas”	
	1.7			P4	P5
				1.8	1.8

Las variaciones en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados -riqueza, abundancia y diversidad- en las ZIR se pueden interpretar por dos aspectos: 1) a las condiciones ambientales relacionadas con los patrones climáticos locales, y 2) a las corrientes oceánicas y costeras. Este último aspecto se vuelve relevante al ubicarse la región de Costa Chica entre dos zonas de mezcla de aguas de origen ecuatorial y templado, y el impacto de estas dos corrientes frías y la contracorriente Norecuatorial del Pacífico Mexicano, provocan dos veces por año, una influencia en el cambio de temperatura en los meses de abril y septiembre (Fischer, *et al.*, 1995).

Los cambios de temperatura del agua, en los *macroinvertebrados*, promueven la madurez sexual y la reproducción, aprovechando las especies, el flujo y la dirección de las corrientes para viajar y dispersarse como formas inmaduras larvales, o bien como formas adultas errantes, que colonizan nuevos ambientes de playas rocosas o islas (García, 2013).

Las variaciones también se podrían atribuir a los efectos intrínsecos de la estructura de la comunidad, como las relaciones tróficas que guardan las especies, principalmente el factor de la depredación (Martin, 2021). En este trabajo y en los de Hernández (2015) y Figueroa (2105) se observaron varios ejemplos de estas relaciones, tales como la de los pulpos sobre los cangrejos grápsidos, de los peces sobre gusanos poliquetos errantes y de las aves sobre los moluscos gasterópodos. Es por esto, que muchas de las especies de *macroinvertebrados* que habitan las pozas de intermarea se desplazan de noche de la zona del circalitoral hasta el mesolitoral y viceversa, para buscar refugio debajo de las rocas y entre las grietas.

El ensamblaje de los *macroinvertebrados* y sus variaciones también están fundamentadas en la propia biología y adaptación de las especies, y así mismo, en la heterogeneidad y dinámica del hábitat. De esta forma, las especies que habitan las ZIR son extremas, y las de naturaleza sésil, encuentran las condiciones propicias para prosperar aprovechando la firmeza del sustrato basáltico y del flujo continuo del agua -por oleaje o mareas- para alimentarse capturando a los organismos que llegan a través de ella (cnidarios actínidos *e.g.*), mientras que en las pozas de intermarea -que tienen forma de cuenca, el nivel del agua varía notablemente y por la entrada y depósito de arena, que favorece a los organismos que se entierran y a los que son capaces de soportar inmersiones y emersiones continuas (moluscos gasterópodos *e.g.*).

Otro factor de presión para las especies que habitan las ZIR es por la actividad de la pesquería. A los pescadores locales se les vio activamente sustraer algunas especies de valor comercial como el caracol purpura *Plicopurpura pansa*, el mejillón *Choromytilus palliopunctatus*, la cucaracha de mar *Chiton articulatus*, el pulpo *Octopus bimaculatus*, la jaiba *Callinectes* sp., el erizo de mar *Echinometra vanbrunti* y el callo de hacha *Litoscaspellum* sp., para aprovecharlas como una fuente de alimento directo, o bien, para comercializar con ellos en el mercado local y/o venta a los turistas que visitan las playas. Otra forma de explotación que realizan los pescadores locales fue la que se observó sobre los moluscos gasterópodos que son utilizados como carnada para peces, una vez que les retiran el caparazón.

Las especies *macroinvertebrados* en las ZIR también están expuestos continuamente a la presión que ejercen los visitantes (turistas) a las playas, ya sea dañándoles por invadir los frentes rocosos y por nadar en las pozas de intermarea, en donde realizan extracción, principalmente de conchas de moluscos gasterópodos. Cabe señalar, que este daño no ha sido cuantificado y evaluado, pero es una conducta que exhiben los turistas y que se observó durante los meses que duró el muestreo.

8.4.4 Clases de abundancia. Las clases de abundancia de los *macroinvertebrados* en este periodo de estudio quedaron establecidas de la siguiente manera: de 1 a 17 organismos fueron abundancias mínimas; de 18 a 34 abundancias moderadas, y de 35 a 50 se determinaron como abundantes. La mayoría de las especies se ubicaron en el criterio de abundancias mínimas, sin embargo, sobresalieron las siguientes cinco especies y tres morfos -un gusano poliqueto y dos anemonas actinias- con variaciones en sus clases de abundancias:

La Morfo 1 (Poliqueto) registró una abundancia de moderada a abundante en la P1; *Echinometra vanbruntii* varió de mínima a moderada y *Nerita scabricosta* de mínima a abundante en la P2, ambas pozas de intermarea en la ZIR “Playa Ventura”; *E. vanbruntii* registró también una abundancia mínima a moderada en la P3 en la ZIR “El Faro”. La Morfo 5 (Actinaria) fue moderada y *Plicopurpura pansa* se estableció de mínima a moderada en la poza cuatro (P4), y finalmente, *Petrochirus californiensis*, *Calcinus* sp. y *P. pansa* presentaron registros de mínima a

moderada y *Phymactis papillosa* se registró de moderada a abundante en la P5, ambas pozas de intermarea en la ZIR “Las Peñitas” (Cuadro 8).

Cuadro 8. Clases de abundancias de los *macroinvertebrados* en las pozas de intermarea en las tres ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris las especies que tuvieron variación en sus clases de abundancia.

Phyllum	Familia	Especies	Número de individuos por muestreo						Clases de Abundancia	
			Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Jun		
Poza 1										
Annelida	Serpulidae	<i>Spirobranchus giganteus</i>	5	5	5	6	6	6	Mínima	
	Sabellidae	Morfo 1	35	35	35	33	33	32	Moderada a Abundante	
Arthropoda	Grapsidae	<i>Petrochirus californiensis</i>			2				Mínima	
Cnidaria	Actiniidae	Morfo 5	12	8	10	12	11	10	Mínima	
		Morfo 6		2	2	1	1	3	Mínima	
		<i>Anthopleura dowii</i>		1	2	2	2	2	Mínima	
		<i>Actinostella bradleyi</i>	1	2	2	3	3	3	Mínima	
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	10	16	5		6	8	Mínima	
	Holothuriidae	<i>Holothuria</i> sp.	6	7	7	8	6	5	Mínima	
Mollusca	Chitonidae	<i>Chiton articulatus</i>	1		3	5			Mínima	
		Morfo 15	4	1	5	3		7	Mínima	
		<i>Lottia mitella</i>		1	5	5	5	6	Mínima	
		<i>Siphonaria gigas</i>	4					3	Mínima	
	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>	1			3	3	3	9	Mínima
	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i>				2				Mínima
Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i>	6			4	4	5	7	Mínima	
Porifera	Acarnidae	<i>Arcanus</i> sp.				1	1	1	1	Mínima
Poza 2										
Annelida	Serpulidae	<i>Spirobranchus giganteus</i>	4	4	4	4	4	4	Mínima	
	Sabellidae	Morfo 1	5	5	5	5	5	4	Mínima	
Arthropoda	Grapsidae	<i>Petrochirus californiensis</i>	3	3		4	5		Mínima	
Cnidaria	Actiniidae	Morfo 5	13	3	12	9	7	7	Mínima	
		<i>Bunodosoma californica</i>	5	5	5	4	4	4	Mínima	
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	19	10	12	8	3	7	Mínima a Moderada	
	Holothuriidae	<i>Holothuria</i> sp.	1	2	3	1	2	1	Mínima	
Mollusca	Chitonidae	<i>Chiton articulatus</i>	5	4				5	Mínima	
		<i>Cryptochiton</i> sp.				15	10	8	Mínima	
		Morfo 15	2	2	3			10	Mínima	
	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>	3	3	2			8	Mínima	
	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i>			38	4	5		Mínima a Abundante	
Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i>	2	6	5		4	5	Mínima		
Porifera	Acarnidae	<i>Arcanus</i> sp.	1	1	1	1	1	1	Mínima	
Poza 3										
Cnidaria	Actiniidae	<i>Phymactis papillosa</i>	15	8	14	13	16	10	Mínima	
		Morfo 5	2	2	2	8	8	5	Mínima	
		<i>Bunodosoma californica</i>	6	8	5	5	6		Mínima	
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	26	6	5	8	15	15	Mínima a Moderada	
		<i>Holothuria</i> sp.			1				Mínima	
Mollusca	Chitonidae	<i>Chiton articulatus</i>	2	2	3	1	4	6	Mínima	
		Morfo 15		3	2	2		8	Mínima	
		<i>Lottia mitella</i>				5	2		Mínima	
	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>	5	5	8		3	9	Mínima	

Cuadro 8. *Continuación.* Clases de abundancias de los *macroinvertebrados* en las pozas de intermarea en las tres ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris las especies que tuvieron variación en sus clases de abundancia.

Phyllum	Familia	Especies	Número de individuos por muestreo						Clases de Abundancia
			Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Jun	
Poza 3									
Mollusca	Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i>	3	1	2			2	Mínima
Poza 4									
Annelida	Serpulidae	<i>Spirobranchus giganteus</i>	8	8	8	8	8	7	Mínima
	Sabellidae	Morfo 1	3	3	3	3	3	3	Mínima
Arthropoda	Diogenidae	<i>Petrochirus californiensis</i>	6	5	12	4	10	5	Mínima
		<i>Calcinus</i> sp.	13	3	3	5			Mínima
Cnidaria	Actiniidae	<i>Phymactis papillosa</i>	30	30	30	28	25	20	Moderada
		Morfo 5	7	7	6	5	5	4	Mínima
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	3	10		3			Mínima
Mollusca	Chitonidae	<i>Chiton articulatus</i>				1			Mínima
		Morfo 15	3	3	5	5	3		Mínima
		<i>Lottia mitella</i>			2		2	5	Mínima
	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>						3	Mínima
	Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i>	6	14	18	6	6	5	Mínima a Moderada
Porifera	Acaridae	<i>Arcanus</i> sp.	1	1	1	1	1	1	Mínima
Poza 5									
Annelida	Serpulidae	<i>Spirobranchus giganteus</i>	20	20	20	20	20	20	Moderada
	Sabellidae	Morfo 1	5	5	5	5	5	4	Mínima
Arthropoda	Diogenidae	<i>Petrochirus californiensis</i>	22	8		4	4	3	Mínima a Moderada
		<i>Calcinus</i> sp.	10	3	18	5			Mínima a Moderada
	Grapsidae	<i>Grapsus grapsus</i>			3				Mínima
	Portunidae	Morfo 4	2						Mínima
Cnidaria	Actiniidae	<i>Phymactis papillosa</i>	28	42	41	38	40	52	Moderada a Abundante
		Morfo 5	7	4	7	5	5	6	Mínima
Echinodermata	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i>	16	6	2	3	5	7	Mínima
Mollusca	Chitonidae	<i>Chiton articulatus</i>				1			Mínima
		<i>Plicopurpura pansa</i>	18	5	15	6	10	10	Mínima a Moderada
	Muricidae	Morfo 14	6	5	8	5	5	8	Mínima
		Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i>		3			1	8
		<i>Siphonaria gigas</i>			5				Mínima
		<i>Lottia mitella</i>						3	Mínima
		Morfo 17			2	2			Mínima

Las clases de abundancia de las especies antes mencionadas se compararon con las obtenidas por Hernández (2015), observándose que hubo diferencias entre los períodos de años de los muestreos. Estos resultados son discutibles en función de los factores de presión en los que se encuentran actualmente las ZIR, y podrían sugerir, que, de manera local, están siendo disminuidas las poblaciones de *N. scabricosta* y de la Morfo 5 (Actinaria) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Especies de *macroinvertebrados* que variaron sus clases de abundancia en dos periodos de muestreo en las pozas de intermarea en las tres ZIR en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México. Se marcan en color gris las dos especies que presentaron una variación mayor. s.r. = sin registro.

ZIR	"Playa Ventura"		"El Faro"	"Las Peñitas"
Autor	Hernández (2015)	Este trabajo		
Muestreo	Año 2010	Año 2019		
<i>P. californiensis</i>	Mínima			Mínima a moderada
<i>Calcinus</i> sp.	Mínima			Mínima a moderada
Morfo 1	Moderada			Moderada a abundante
<i>E. vanbruntii</i>	Moderada	Mínima a moderada	Mínima a moderada	
<i>P. pansa</i>	Moderada			Mínima a moderada
<i>N. scabricosta</i>	Abundante	Mínima a abundante		Mínima a moderada
Morfo 5	Abundante			Moderada
<i>Phymactis papillosa</i>	s.r.			Moderada a abundante

8.4.5 Variables ambientales. Se presentan los resultados de los atributos físicos de las ZIR y de las variables físicas y químicas del agua que se midieron en las pozas de intermarea. En el cuadro diez se presentan los atributos físicos comparativos de las tres ZIR; las de "Playa Ventura" y "El Faro" fueron tomadas de Hernández (2015) y Figueroa (2015) respectivamente.

Las formas de los frentes rocosos son rectangulares y tienen una conformación geológica de origen basáltico, el más grande es el que está ubicado en "Playa Ventura" con un largo aproximado de 79.2 m y un ancho de 35.1 m, seguido del "El Faro" con 39 m de largo y 29 m de ancho, y finalmente, "Las Peñitas" con 35 m de largo y 15 m de ancho. Las pozas de intermarea P1, P2 y P3 presentaron una forma rectangular y las P4 y P5 una forma romboide; variaron en cuanto a largo y ancho, siendo la P3 las más larga con 6.6 m y P1 la más ancha con 4.9 m. La profundidad igualmente varió notablemente en los seis meses de muestreo, resultando la P4 la de mayor profundidad con 1.0 m en junio (verano) y la P1 la de menor con 0.12 m en febrero (invierno) (Figura 14).

Cuadro 10. Atributos físicos de las tres ZIR y de las cinco pozas de intermarea en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

Frente Rocoso	"Playa Ventura"	"El Faro"	"Las Peñitas"
Coordenadas geográficas	16° 30" N 90° 00" W	16° 32' 05.48" N 95° 54' 17.18" W	16° 33' 16.8" N 98° 46' 24.1" W
Ubicación municipal	Cópala, Gro.	Cópala, Gro.	Marquelia, Gro.
Número de pozas muestreadas	2	1	2
Conformación geológica	Basaltos	Basaltos	Basaltos
Formas del frente rocoso	Rectangular	Rectangular	Rectangular
Largo	79.2 m	39 m	35 m
Ancho	35.1 m	29 m	15 m

Cuadro 10. *Continuación.* Atributos físicos de las tres ZIR y de las cinco pozas de intermarea en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

Frete Rocosos	"Playa Ventura"		"El Faro"	"Las Peñitas"	
Pozas de intermarea	P1	P2	P3	P4	P5
Formas de las pozas de intermarea	Rectangular		Rectangular	Romboide	
Largo	5.0 m	2.9 m	6.6 m	3.7 m	4.4 m
Ancho	4.9 m	2.6 m	3.0 m	2.7 m	1.3 m

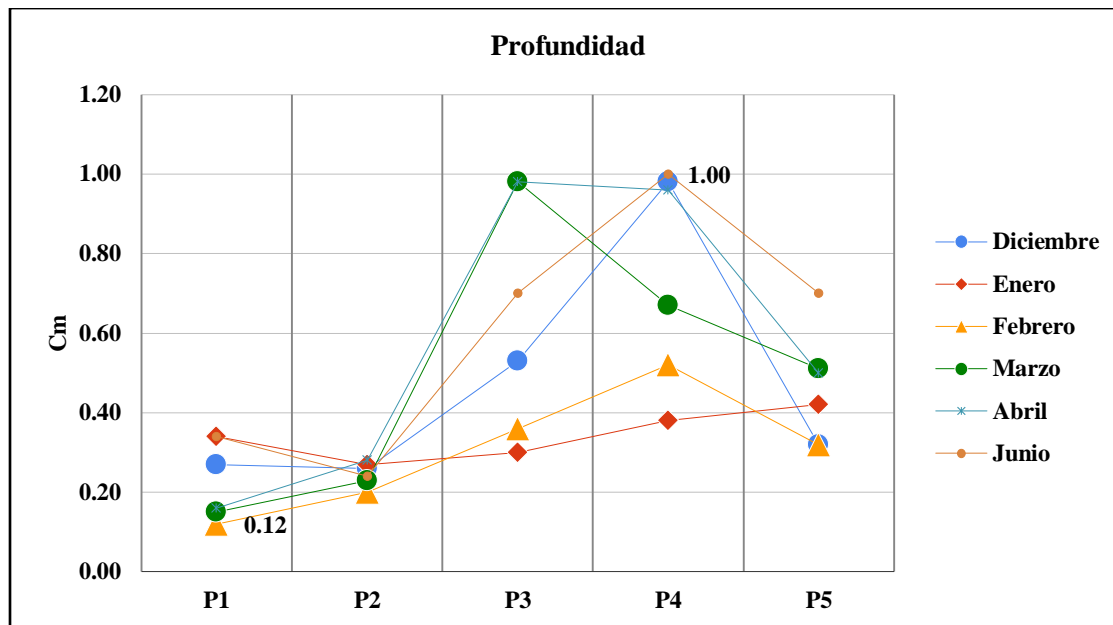


Figura 14. Variación espacial y temporal de la profundidad del agua en las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

8.4.5.1 Variables físicas. Los muestreos cubrieron las épocas de invierno, primavera y verano, muestreándose entre las 09:00 y 14:00 h. La temperatura ambiente registró variaciones marcadas y se registró el valor más alto en diciembre con 33.8 °C y el más bajo en abril con 27.5 °C en la ZIR "La Peñitas". Por otra parte, la temperatura del agua registró variaciones temporales y espaciales con el valor más alto en enero (invierno) con 34.5 °C en la P2 y el más bajo en abril (primavera) con 27.3 °C en las P4 y P5 (Figura 15).

La conductividad presentó el valor más alto y bajo en junio (verano) con 568 µS/cm en la P2 y de 495 µS/cm en la P4. Los sólidos disueltos totales registraron también el valor más alto y bajo en febrero (invierno) con 270 mg/L en la P1 y 252 mg/L en la P4 (Figuras 16 y 17).

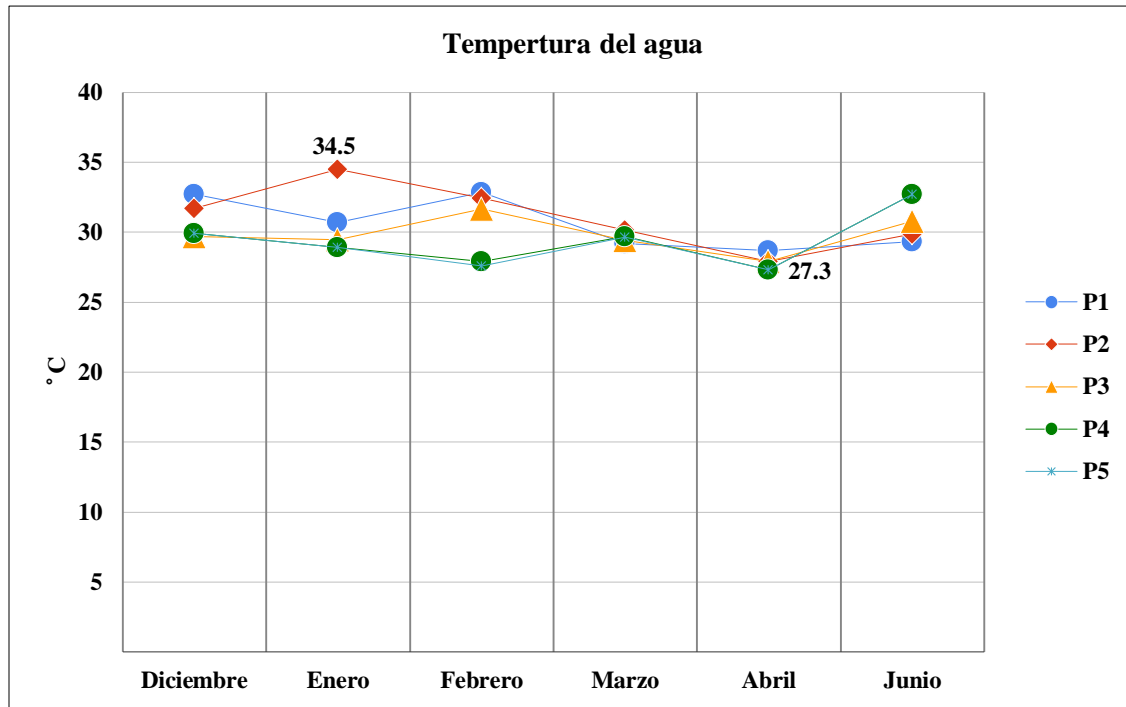


Figura 15. Variación espacial y temporal de la temperatura del agua de las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

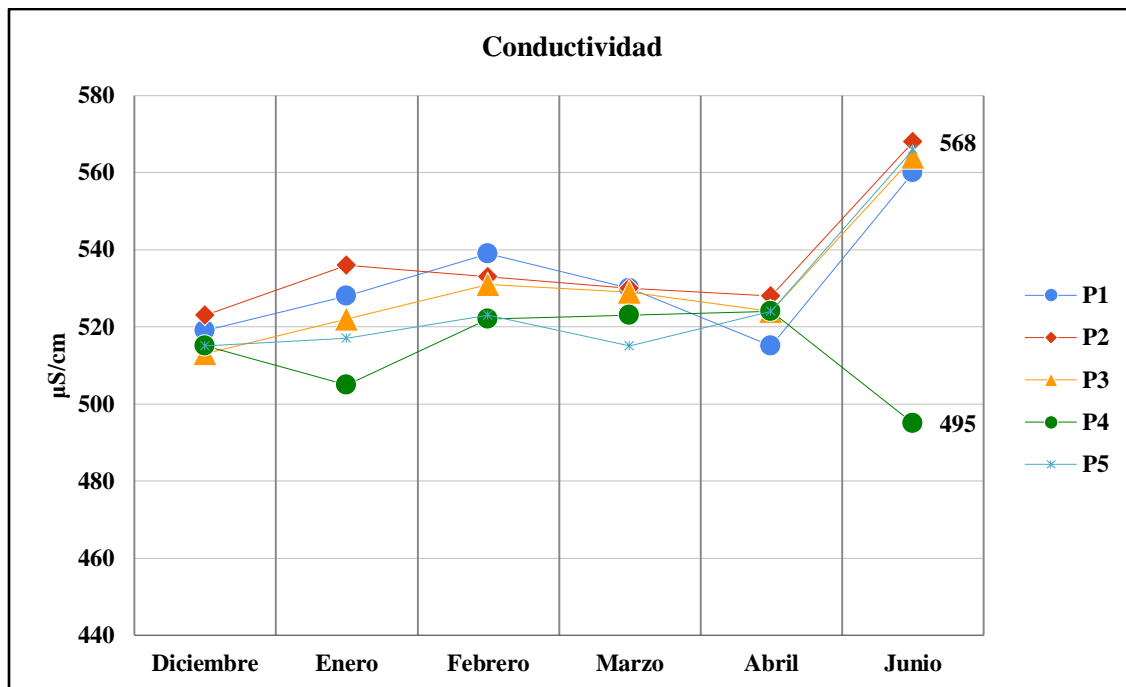


Figura 16. Variación espacial y temporal de la conductividad de las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

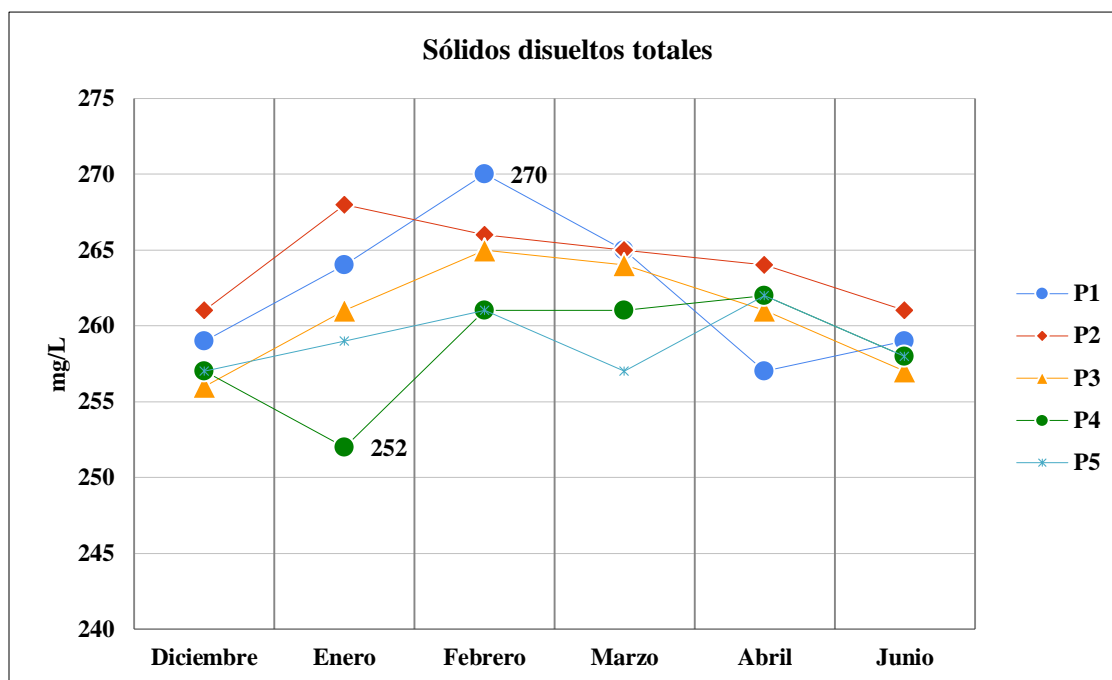


Figura 17. Variación espacial y temporal de los sólidos disueltos totales en las pozas de intermarea en la Costa chica, estado de Guerrero, México.

8.4.5.2 Variables químicas. El oxígeno disuelto (OD) presentó variaciones espaciales y temporales, registrándose el valor más alto en diciembre (invierno) de 7.1 mg/L en la P3 y el más bajo en abril (primavera) de 4.0 mg/L en la P1 (Figura 18). El porcentaje de saturación de oxígeno más alto fue en diciembre (invierno) con 116. % y el más bajo en abril (primavera) con 61.6 %, ambos registros en la P1 (Figura 19). Para el pH, el valor más alto y bajo se presentó en enero (invierno) con 9.5 en las P1 y P2, y de 8.9 en la P4 (Figura 20). Al comparar con los registros históricos de la temperatura ambiente, la temperatura del agua y el oxígeno disuelto en los frentes rocosos, los valores más altos también se presentaron entre las temporadas de invierno y primavera (Hernández, 2015 y (Figuroa, 2015) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Registros históricos de temperatura ambiente, temperatura del agua y oxígeno disuelto más altos en los tres frentes rocosos y pozas de intermarea en la *Costa Chica*, estado de Guerrero, México.

	“Playa Ventura”	“El Faro”	“Las Peñitas”
Temperatura ambiente máxima en frentes rocosos	31.2 °C/Marzo 2010	31.2 °C/Febrero 2012	33.8 °C/Diciembre 2109
Temperatura del agua máxima en pozas de intermarea	34.2 °C/Enero 2011 34.5 °C/Enero 2019	30.3 °C/Marzo 2013	
Concentración de Oxígeno disuelto máxima	12.6 mg/L/Marzo 2010	13.0 mg/L/Febrero 2012	

Es de señalar, que estas variables ambientales en litorales tropicales, como las del pacífico mexicano, fluctúan periódicamente por razones del cambio climático y del estrés ambiental, por ejemplo, la influencia de la corriente de “*El Niño*” que presionan notablemente el ensamblaje de las comunidades asociadas a las plataformas rocosas intermareales (Carballo, 2014). De esta manera, las variables físicas y químicas en estos sustratos rocosos intermareales, la distribución de los *macroinvertebrados* sigue el modelo de Connell (1961), en el cual: *i*) el límite superior, su distribución está determinada por variables físicas como la temperatura, desecación, estrés térmico, tiempo de exposición al aire, y *ii*) el límite inferior está determinado principalmente por interacciones biológicas como la depredación, herbívora, competencia.

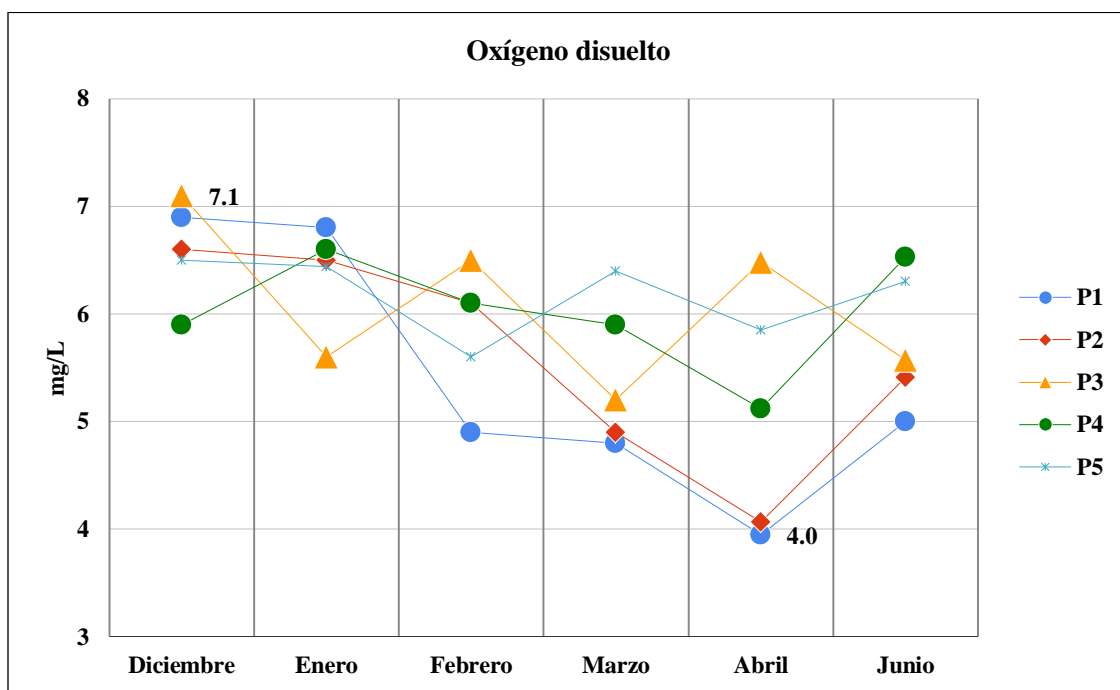


Figura 18. Variación espacial y temporal del oxígeno disuelto en las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

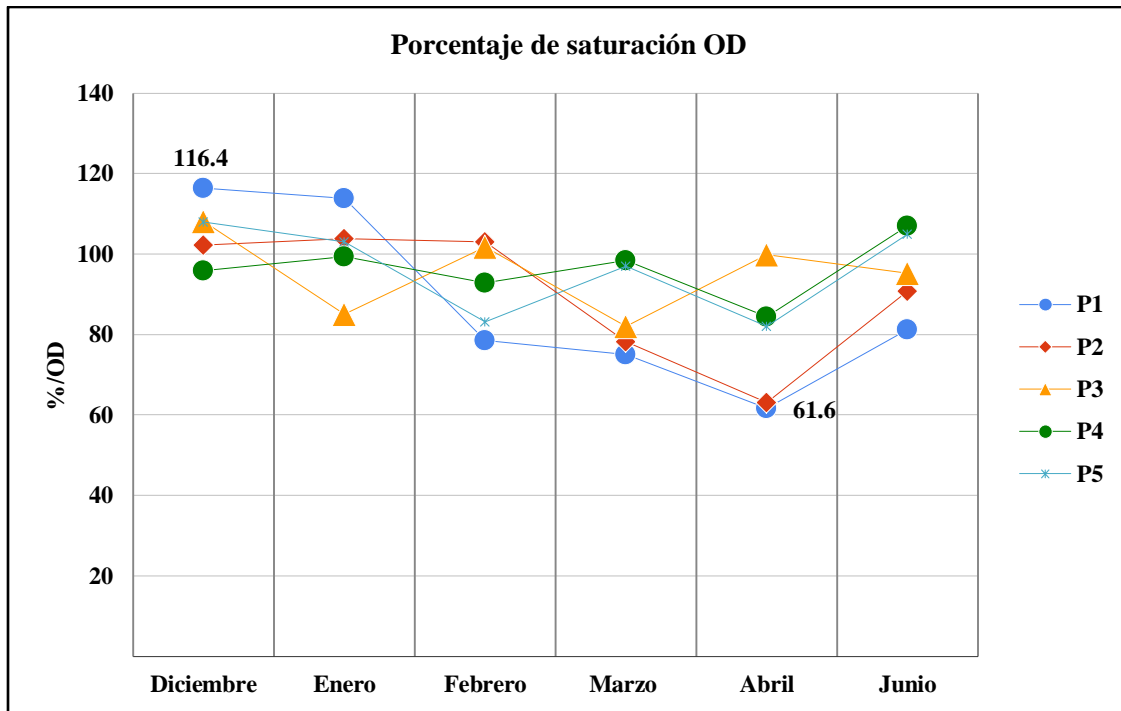


Figura 19. Variación espacial y temporal del porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

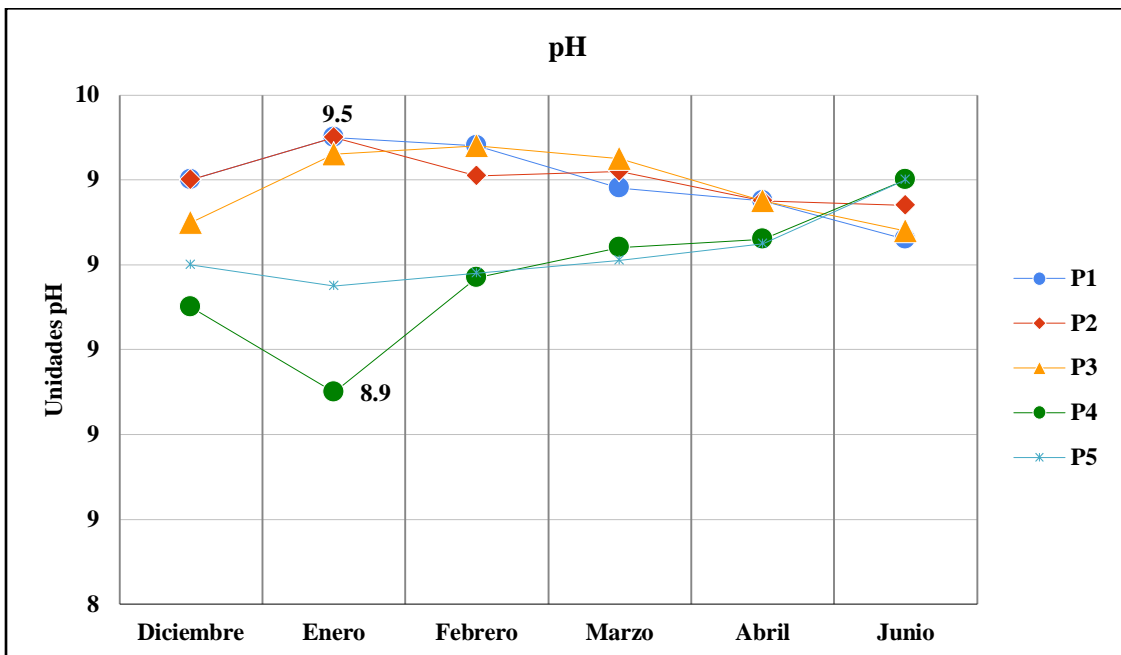


Figura 20. Variación espacial y temporal del pH en las pozas de intermarea en la *Costa chica*, estado de Guerrero, México.

8.5 Guía para el reconocimiento de las especies de *macroinvertebrados*. El material fotográfico de las especies se reunió en seis láminas con un total de 62 taxones que se acomodaron siguiendo el mismo orden consecutivo que se presentó en el listado faunístico. A continuación, se presentan las siguientes:

9. CONCLUSIONES

1. Con la exploración del frente rocoso “*Las Peñitas*” y con los nuevos muestreos en “*Playa Ventura*” y “*El Faro*” se logró ampliar el conocimiento de las especies de *macroinvertebrados*, de nuevos taxones y de sus rangos de distribución en las ZIR de la región de Costa Chica en el estado de Guerrero.
2. En estos frentes rocosos predominan las especies de cnidarios y moluscos, estableciéndose en varios tipos de microhábitats que les ofrece el sustrato duro de la zona del mesolitoral medio y superior.
3. Las especies de *macroinvertebrados* que habitan los frentes rocosos, presentan una distribución heterogénea y su dinámica poblacional de alimentación y reproducción está principalmente influida por la temperatura del agua, el oleaje, las mareas, y la incidencia solar.
4. Los frentes rocosos albergan una gran riqueza de especies de *macroinvertebrados* con variaciones espaciales entre ellos, y así mismo, se presentan recambios temporales en las especies en las pozas de intermarea, que coincidió con lo registrado históricamente en los frentes rocosos de “*Playa Ventura*” y “*El Faro*”.
5. La abundancia de las especies fluctúa en el tiempo y en el espacio en estos ecosistemas por los efectos de una competencia inter e intraespecífica, por la coexistencia en espacios reducidos de inmersión y la emergencia en las pozas de intermarea.
6. La diversidad de los *macroinvertebrados* es baja. Para un análisis profundo se deberá prever de una forma más compleja, casuística y multifactorial, considerando variables ambientales, climáticas, la biología propia de las especies y factores antrópicos.

7. Las clases de abundancia históricas registraron cambios en algunas especies que las colocan con disminución en poblacional a nivel local, que sugiere una indicación del deterioro que padecen actualmente estos ecosistemas.

8. Las variables ambientales -físicas y químicas- ayudaron a interpretar de manera parcial, la distribución y zonificación de las especies de *macroinvertebrados* en los frentes rocosos y su registro es un elemento importante para conocer aspectos de su biología y ecología.

10. PERSPECTIVAS

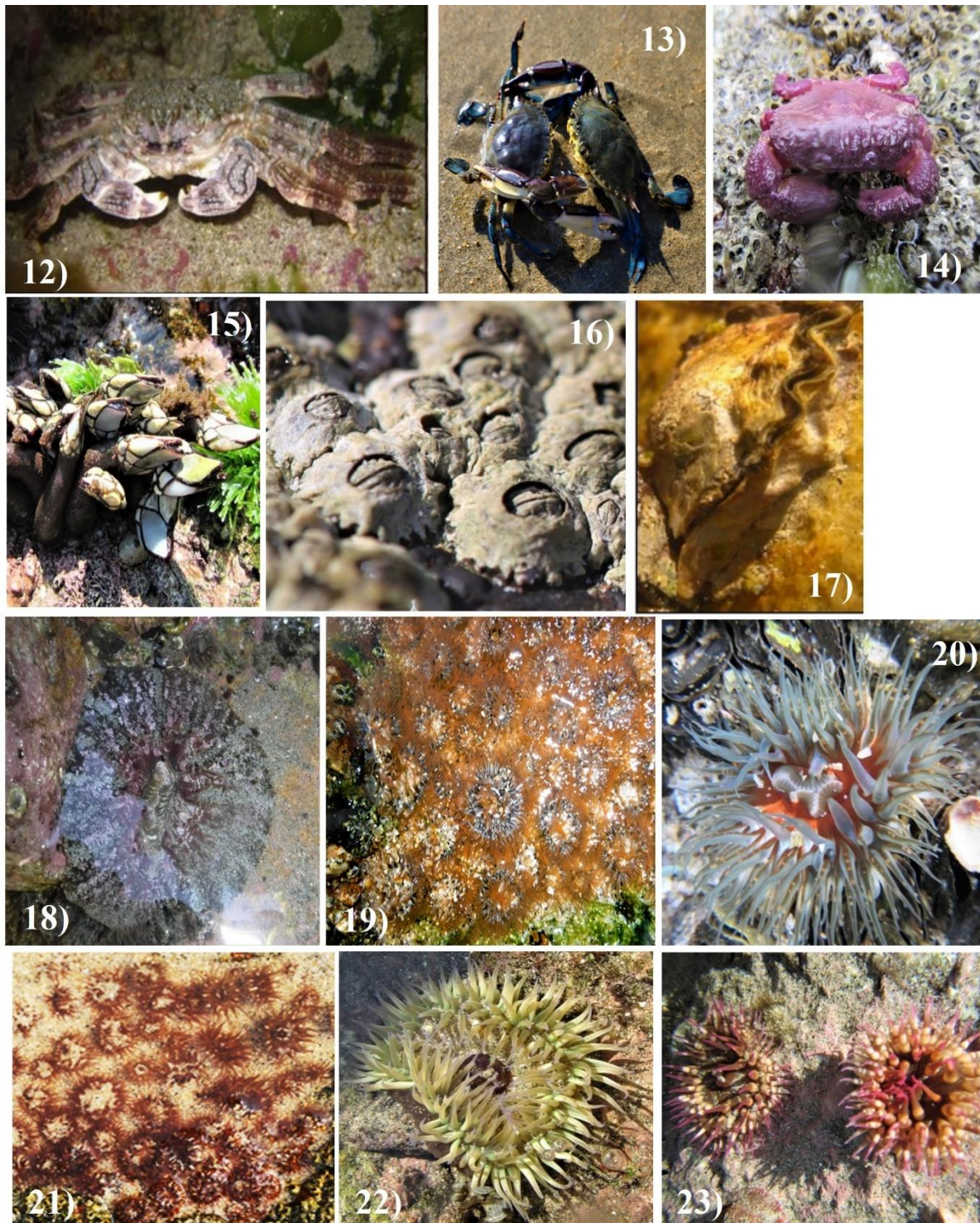
1. El grupo de los cnidarios fue uno de los más ricos en especies, sin embargo, en este trabajo se reportaron a nivel de morfoespecies. Esta falta de conocimiento puede ser un área de oportunidad para realizar proyectos sobre taxonomía, sistemática y ecología, que permitan lograr el reconocimiento pleno de las especies y de su importancia en este hábitat.

2. Para un análisis más profundo de la estructura de la comunidad de los *macroinvertebrados* en estos ecosistemas, se deberá incluir un diseño y análisis estadístico que de soporte a lo que aquí se discernió y discutió con los resultados de su riqueza, abundancia, diversidad, variables ambientales y efectos antrópicos.

3. El estudio de las especies de *macroinvertebrados* y de las variables ambientales en los frentes rocosos de la región de la Costa Chica en el estado de Guerrero, deberían continuarse para planear y construir un programa de monitoreo permanente que permita conocer y predecir los cambios a nivel local provocados por el calentamiento global y el cambio climático.



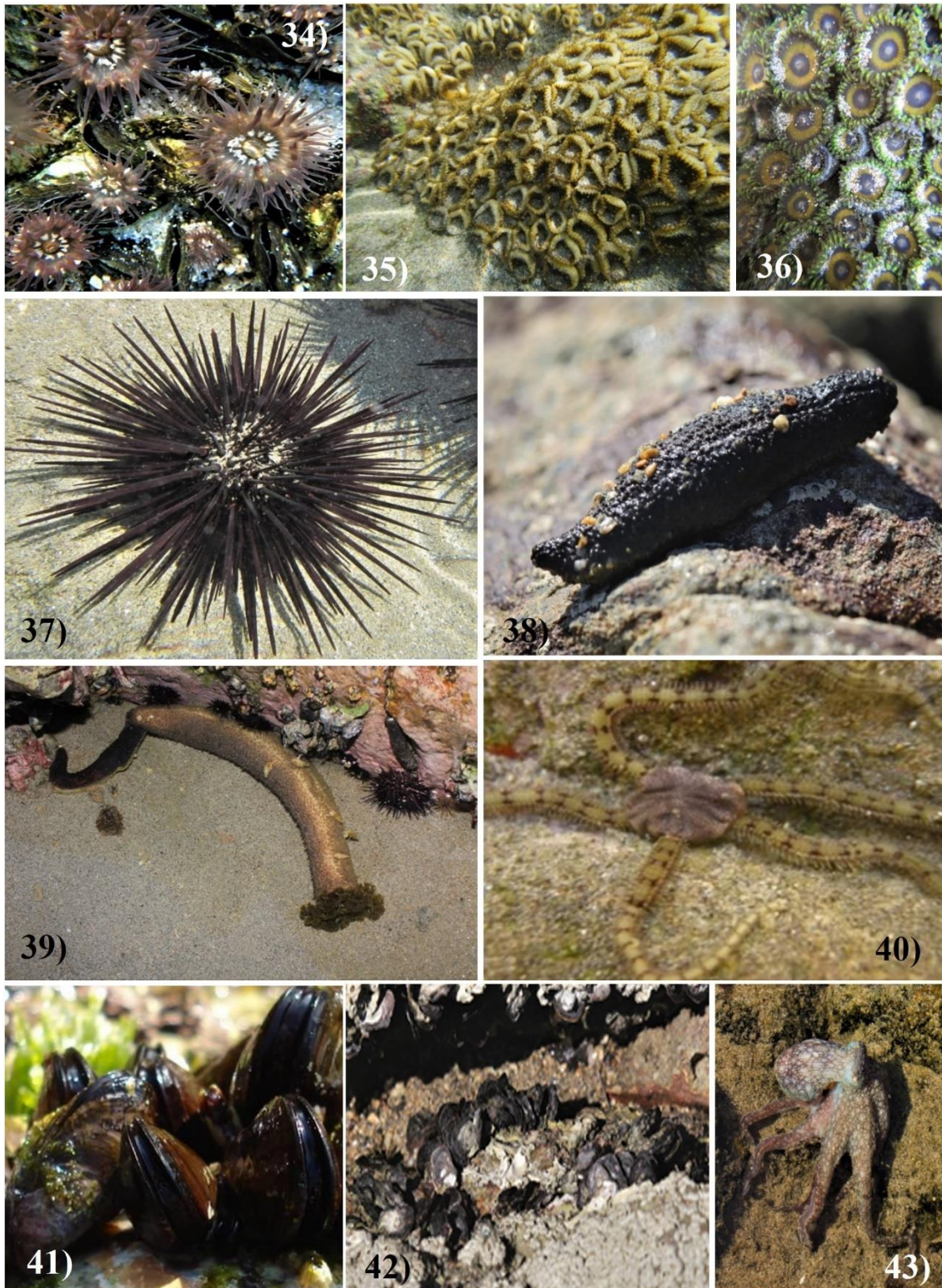
Lamina I. Annelida. 1) Morfo 1; 2) Morfo 2; 3) *Spirobranchus giganteus*; 4) *Spirorbis* sp.
Arthropoda. 5) *Alpheus* sp.; 6) *Grapsus grapsus*; 7) *Pachygrapsus crassipes*; 8) *Calcinus californiensis*; 9) *Petrochirus californiensis*; 10) Morfo 3; 11) *Petrolishes* sp.



Lamina II. Arthropoda. 12) *Pisidia* sp.; 13) *Callinectes sapidus*; 14) Morfo 4; 15) *Pollicipes elegans*; 16) *Semibalanus balanoides*. **Brachiopoda.** 17) *Terebratalia* sp. **Cnidaria.** 18) *Actinostella bradleyi*; 19) *Anthopleura artemisa*; 20) *Anthopleura dowii*; 21) *Anthopleura mariscalii*; 22) *Anthopleura sola*; 23) *Bunodosoma californica*.



Lamina III. Cnidaria. 24) *Isoaulactinia hespervolita*; 25) *Phymactis papillosa*; 26) Morfo 5; 27) Morfo 6; 28) Morfo 7; 29) Morfo 8; 30) Morfo 9; 31) Morfo 10; 32) Morfo 11; 33) Morfo 12.



Lamina IV. Cnidaria. 34) Morfo 13; 35) *Palythoa mutuki*; 36) *Zoanthus sansibaricus*.
Echinodermata. 37) *Echinometra vanbrunti*; 38) *Holothuria lubrica*; 39) *Holothuria* sp.;
 40) *Ophiocoma* sp. **Mollusca.** 41) *Choromytilus palliopunctatus*; 42) *Isognomon janus*;
 43) *Octopus bimaculatus*.



Lamina V. Mollusca. 44) *Nerita scabricosta*; 45) *Lottia mitella*; 46) *Fissurella virescens*; 47) *Echinolittorina aspera*; 48) *Echinolittorina modesta*; 49) *Monetaria* sp.; 50) *Plicopurpura pansa*; 51) *Plicopurpura columellaris*; 52) Morfo 14; 53) *Elysia diomedea*; 54) *Siphonaria gigas*; 55) Morfo 15.



Lamina VI. Mollusca. 56) Morfo 16; 57) Morfo 17; 58) *Cryptochiton* sp.; 59) *Chiton articulatus*. **Platyhelminthes.** 60) *Pseudoceros maximus*. **Porifera.** 61) *Arcamus* sp. 1; 62) *Arcamus* sp. 2.

11. REFERENCIAS

- Acuña, F. H. y Zamponi, M. O. 1995. Ecología de anémonas intermareales. Densidad, dispersión y autoecología de *Phymactis clematis* Dana, 1849 (Anthozoa:Actiniaria). Ciencias Marinas 21(1):1-12.
- Álvarez, F. y Rodríguez, A. G. 2008. Crustáceos de México. Estado Actual de su Conocimiento. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. México. 522 pp.
- Álvarez, F., Villalobos, J. L., Hendrickx, M. E., Escobar-Briones, E., Rodríguez-Almaraz, G. y Campos, E. 2014. Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85:208-219.
- Arriaga, C. L., V. Aguilar y J. M. Espinoza. 2009. Regiones Prioritarias y Planeación para la Conservación de la Biodiversidad, en Capital Natural de México, Vol. II. Estado de Conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México. 457 pp.
- Barrientos, Z. 2003. Aspectos básicos sobre la clasificación, recolección, toma de datos y conservación de los moluscos. Revista de Biología Tropical 51:13-30.
- Bertness, M. D., Gaines, S. D. y Hay, M. E. 2001. Marine community ecology Sinauer Associates, Massachusetts. 550 pp.
- Briones, P., E. Lozano, A. Martínez-Guerrero y A. S. Cortés. 1980. Aspectos generales de la biología y pesca de las langostas en Zihuatanejo, Gro., México (Crustacea:Palinuridae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Briones, P. y Lozano, E. 1981. Nuevas localidades en la distribución de *Panulirus penicillatus* (Olivier) y *P. inflatus* (Bouvier) en México (Crustacea:Decapoda:Palinuridae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Brown, A. C. y McLachlan, A. 2002. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. Environmental Conservation 29(1):62-77.
- Borja, A., Ranasinghe, A. y Weisberg, S. B. 2009. Assessing ecological integrity in marine waters, using multiple indices and ecosystem components: Challenges for the future. Marine Pollution Bulletin 59:1-4.
- Caballero, O. A. A. 2011. Zoogeografía de holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) Del Pacífico mexicano. Tesis de Maestro en Ciencias (Biología Marina). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 92 p.
- Carballo, J. L., Naranjo, S., y García-Gómez, J. C. 1997. Los organismos marinos como bioindicadores de estrés ambiental: ¿Realidad o ilusión? *En*: Jornadas de Medio Ambiente. Sesión de Biología y Medio Ambiente. Ed. Universidad de Cádiz.

- Carballo, J. L. 2014. Los invertebrados marinos como indicadores de cambio climático. pp. 193-207. *En*: González, Z. C. A., Vallarino, A., Pérez, J. J. C. y Low, P. A. M. (Eds.). *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental*. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)/Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). México. Carranza-Edwards, A., Gutiérrez-Estrada, M. y Rodríguez-Torres, R. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología* 2(1).
- Carranza-Edwards, A. A Márquez-García y E Morales de la Garza. 1986. Estudio de sedimentos de la plataforma continental del estado de Guerrero y su importancia dentro de los recursos minerales del mar. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13(3):241-262.
- Carballo, J. L., Gómez, P. y Cruz-Barraza, J. A. 2014. Biodiversidad de Porífera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:143-153.
- Carvacho, A. 1980. Los Porcelánidos del Pacífico Americano: Un análisis biogeográfico (Crustacea:Decapoda). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Caso, M. E. 1976. Especies de la familia Asterinidae en la costa Pacífico de México. Descripción de una nueva especie del género *Asterina*. *Asterina agustincaso* sp. nv. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Caso, M. E. 1978. Los Equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Caso, M. E. 1980. Contribución al estudio de los Echinozoa de México. La familia Mellitidae Stefanini. Descripción de una nueva especie del género *Mellita*. *Mellita eduardobarros* sp. nv. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Caso, M. E. 1982. Especies del género *Amphichondrius* de la costa del Pacífico Americano. Descripción de una nueva especie del género *Amphichondrius unamexici* sp. nv. (Ophiuroidea). *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Caso, M. E., Laguarda-Figueras, A., Solís-Marín, F. A., Ortega, S. A. y de la L. G. Durán, 1993. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Castillo, R. Z. G. y García-Cubas, A. 1984. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en las costas de México. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Castillo-Rodríguez, Z. G. y Amezcua-Linares, F. 1992. Biología y aprovechamiento del caracol morado *Plicopurpura pansa* (Gould, 1853) (Gastropoda:Neogastropoda) en la costa de Oaxaca, México. *Anales de Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.

- Castillo-Rodríguez, Z. G. 2014. Biodiversidad de moluscos marinos en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:419-430.
- Cerdenares-Ladrón de Guevara, G., Ramírez-Antonio, E., Ramos-Carrillo, S., González-Medina, G., Anislado-Tolentino, V. López-Herrera, D. y Karam-Martínez, S. 2014. Impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad biológica, revisión para el Pacífico sur de México. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. (1)1:95-114.
- Challenger, R., Dirzo, J., López-Acosta, C., Mendoza, E., Lira-Noriega, A. y Cruz, I. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. *En: Capital natural de México*. Vol 2. Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp. 37-73.
- Chatzinikolaou, E., Grigoriou, P., Martini, E. y Sterioti, A. 2019. Impact of ocean acidification and warming on the feeding behaviour of two gastropod species. *Mediterranean Marine Science*. 20(4): 669-679. doi:<http://dx.doi.org/10.12681/mms.19187>.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: Océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México. Pronatura. México.
- Connell, J. H. 1961. The Influence of Interspecific Competition and Other Factors on the Distribution of the Barnacle *Chthamalus stellatus*. *Ecology* 42(4): 710-723.
- Correa, P. G. y Niño, G. N. S. 2011. Geografía física e historia geológica del estado de Guerrero, México. *Revista Geográfica de América Central* 2:1-14.
- Costello, M. J. 2009. Distinguishing marine habitat classification concepts for ecological data management. *Mar Ecol Prog Ser.* (397):253–268.
- Costello, M. J. y Chaudhary, C. 2017. Marine Biodiversity, Biogeography, Deep-Sea Gradients, and Conservation. *Current Biology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2017.04.060>
- Costello, M. J., Tsai, P., Wong, P. S., Cheung, A. K. L., Basher, Z. y Chaudhary, C. 2018. Mapping Marine species richness and endemism at global scales. *Nature Communications*. [http://doi: 10.1038/s41467-017-01121-2](http://doi:10.1038/s41467-017-01121-2).
- Costello, M. J., Harris, P. T., Pearce, B., Fiorentino, A., Bourillet, J. F. y Hamylton, S. M. 2019a. A Glossary of Terminology Used in Marine Biology, Ecology, and Geology. *Encyclopedia of the World's Biomes*. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11944-X1>.
- Costello, M. J., Tsai, P. Wong, P. S., Cheung, A. K. L., Basher, Z. y Chaudhary, C. 2019b. Marine biogeographic realms and species endemism. *Nature Communications*. 8:1057 <http://10.1038/s41467-017-01121-2>.

- Darrigan, G., Vilches, A., Legarralde, T. y Damborenea, C. 2007. Guía para el estudio de macroinvertebrados. 1. Métodos de colecta y técnicas de fijación. Facultad de Ciencias Naturales y Museo-UNLP. Buenos Aires, Argentina. 86 pp.
- Davenport, J. y Davenport, J. L. 2006. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67:280-292.
- Defeo, O. y McLachlan, A. 2013. Global patterns in sandy beach macrofauna: Species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology* 199(1):106-114.
- de León-González, J. A., Bastida-Zavala, J. R., Carrera-Parra, L. F., García-Garza, M. E., Peña-Rivera, A., Salazar-Vallejo, S. I. y Solís-Weiss, V. 2009. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de México y América tropical. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. 737 pp.
- Díaz-Pulido, G. 1997. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia. Programa de biodiversidad y ecosistemas marinos. Instituto de investigaciones marinas y costeras INVEMAR. Santa Marta. 143 pp.
- Espinosa, H., 2004. El Pacífico Mexicano. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Ciencias 76.
- Figuroa, B. D. 2015. Comunidades de macroinvertebrados marinos y dinoflagelados asociadas a pozas de intermarea en un frente rocoso de playa ventura, Cópala, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 61 pp.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V. H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 646 pp.
- Flores-Campaña, L. M., González-Montoya, M. A., Ortiz-Arellano, M. A. y Arzola-González, J. F. 2007. Estructura poblacional de *Chiton articulatus* en la islas Pájaro y Venado de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 47(2):203-211.
- 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* 55(3).
- 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* 40(4):943-954.

- Gallegos, A., Barberán, J. y Fernández, A. 1988. Condiciones oceánicas alrededor de Isla Socorro, archipiélago de Revillagigedo. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 84:13-23.
- García, S. S. 2013. Patrones de colonización de organismos bentónicos en hábitats litorales de Gran Canaria. Tesis Doctoral. Universidad de las Palmas de Gran Canaria. España. 240 pp.
- García, A. y C. B. Kensler. 1980. Las langostas de México: su biología y pesquería. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- García-Madrugal, M. del S., Villalobos-Hiriart, J. L., Álvarez, F. y Bastida-Zavala, R. 2012. Estado del conocimiento de los crustáceos de México. *Ciencia y Mar* 16:43-62.
- García-Ríos, C. I., Álvarez-Ruiz, M., Barraza, J. E., Rivera, A. M. y Hasbun, C. R. 2007. Quitones (Mollusca: Polyplacophora) de El Salvador, América Central. *Rev. Biol. Trop.*, 55:171-176.
- Gasca, R. y Loman-Ramos, L. 2014. Biodiversidad de Medusozoa (Cubozoa, Scyphozoa e Hydrozoa) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:154-163.
- Gaviño, de la T. G., Juárez, C. L. y Figueroa, T. H. H. 1999. Técnicas biológicas selectas de laboratorio y de campo. Ed. Limusa. México. 308 pp.
- Giangrande, A., Licciano, M. y Musco, L. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin* 50(11):1153-1162.
- González, O. L. 2011. Los poliquetos Spionida (Palpata: Canalipalpata) de la plataforma continental del Golfo de California y sus afinidades geográficas con el Pacífico Mexicano. Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Medina, F. J. 2004. Variación espaciotemporal de algunos macroinvertebrados bentónicos del Archipiélago Espíritu Santo, B.C.S. México. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. México.
- González-Medina, F. J., Holguin, Q. O. E. y de la Cruz, A. G. 2006. Variación espacio temporal de algunos macroinvertebrados (Gastropoda, Bivalvia y Equinodermata) de fondos someros del archipiélago Espíritu Santo, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas* 32(01A):33-44.
- González-Solís, A., Torruco, D. y Torruco-González, A. D. 2017. Distribución y diversidad de actiniarios en áreas naturales protegidas: Arrecifes alacranes y Cozumel. *Ciencia*. 25(1):6-14.
- Gordó-Vilaseca, C., Lavin, C. y Costello, M. K. y 2021. Climate Warming Impacts on Communities of Marine Species. *The Encyclopedia of Conservation*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00105-7>.

- Gutiérrez, Z. R. M., y Cabrera, M. E. 2008. La diversidad de escama en la pesca ribereña del litoral de Guerrero. *Memorias IV Foro Científico de Pesca Ribereña*. Acapulco. Guerrero.
- Hawkins, S. J., Southward, A. J. y Genner, M. J. 2003. Detection of environmental change in a marine ecosystem-evidence from the western English Channel. 310(1-3):245-256.
- Heilskov, A. C. y Holmer, M. 2001. Effects of benthic fauna on organic matter mineralization in fish-farm sediments: importance of size and abundance. *Journal of Marine Science* 58:427-434.
- Heip, C., Hummel, H., van Avesaath, P., Appeltans, W., Arvanitidis, C., Aspden, R., Austen, M., Boero, F., Bouma, T. J., Boxshall, G., Buchholz, F., Crowe, T., Delaney, A., Deprez, T., Emblow, C., Feral, J. P., Gasol, J. M., Gooday, A., Harder, J., Ianora, A., Kraberg, A., Mackenzie, B., Ojaveer, H., Paterson, D., Rumohr, H., Schiedek, D., Sokolowski, A., Somerfield, P., Sousa Pinto, I., Vincx, M., Węśławski, J. M., Nash, R. 2009. *Marine Biodiversity and Ecosystem Functioning*. Printbase, Dublin, Ireland ISSN 2009-2539. 111 p.
- Hendrickx, M.E. 1993. Crustáceos Decápodos del Pacífico Mexicano, pp 271-318. *En: S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Aprovechamiento de la Biodiversidad/Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México.*
- Hermosillo, A., Behrens, D. W. y Ríos, J. E. 2006. Opistobranquios de México. Guía de babosas marinas del Pacífico, Golfo de California y las islas oceánicas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 143 pp.
- Hernández, A. J. A. 2015. Diversidad y zonificación de los macroinvertebrados marinos de un frente rocoso y pozas de intermarea de Playa Ventura, Cópala, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 66 pp.
- Herrera-Paz, D. L., Londoño-Cruz, E. y Blanco J. F. 2014. Distribución espacial del ensamblaje de macroinvertebrados asociada al litoral rocoso del PNN ensenada de Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*. 17(2):137-149.
- Herzka, S. Z., Zaragoza, Á. R. A., Peters, E. M. y Hernández, C. G. 2021. Atlas de Línea Base Ambiental del Golfo de México. Tomo III. Hidrografía, Biogeoquímica, Ecología y Biología. Segunda Parte. Comunidades Marinas. CONACYT-SENER-Hidrocarburos. Mexico. 212 pp.
- Honey-Escandón, M., Solís-Marín, F. A. y Laguarda-Figueras, A. 2008. Equinodermos (Echinodermata) del Pacífico Mexicano *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)*. 56(Suppl. 3):57-73.
- INEGI, 2001. Portal de Internet del Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/español/datosgeogra/extterri/frontera.cfm?c=154>.

- INEGI. 2010. Pesca y Acuicultura. Censos económicos 2009. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 79 p.
- Jiménez, R. Z. 2014. Biogeografía de Asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) del Pacífico Latinoamericano. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Krebs, J. C. 1999. Ecología. Estudio de la Distribución y la Abundancia. Ed. Harla. México. 753 pp.
- Laguarda-Figueras, A., Hernández-Herrejón, L. A., Solís-Marín, F. A. y Durán-González, A. 2009. Ofiuroideos del Caribe Mexicano y Golfo de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y Universidad Nacional Autónoma de México. México. 249 pp.
- Lankford, R. R., Gutiérrez-Estrada, M. y Carranza-Edwards, A. 1975. Subprograma de geología. Informe Final. Segunda Etapa Programa Uso de la Zona Costera de Michoacán y Guerrero. Convenio Comisión del Río Balsas, SRH e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Lara, L. R. 2008. Los cambios ambientales globales y la vulnerabilidad de los sectores de México. Infraestructura y Desarrollo Sustentable. Gobierno del Estado de B. C. CETYS Universidad.
- Lara-Lara, J. R., Arreola, L. J. A., Calderón, A. L. E., Camacho, I. V. F., de la Lanza, E. G., Escofet, G. A., Espejel, C. M. I., Guzmán, A. M., Ladah, L. B., López, H. M., Meling, L. E. A., Casasola, B. P. M., Reyes, B. H., Ríos, J. E. y Zertuche, G. J. A. 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales, en Capital natural de México, vol. I : Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. 109-134 pp.
- Lastra, M., Page, H. M., Dugan, J. E., Hubbard, D. M. y Rodil, I. F. 2008. Processing of allochthonous macrophyte subsidies by sandy beach consumers: estimates of feeding rates and impacts on food resources. *Marine Biology* 154:163-174.
- Lauwaert, J. 2009. Vulnerabilidad de México ante el Cambio Climático. *Boletín UNAM-DGCS*. 358 pp.
- Little, C. y Kitching, J. A. 1996. *The biology of rocky shores*. Oxford University Press, Nueva York. 240 pp.
- Mackie, A. y Graham, P. 1996. Marine macrofauna: polychaetes, mollusks and crustaceans. *In: Methods for the examination of organisms diversity in soils and sediments*. Geoffrey, S. H. (Ed.), CAB Internacional. Oxon, UK. 307 pp.
- Martín, A. C. 2021. La coloración de los invertebrados marinos. Trabajo de fin de grado. Facultad de Ciencias, sección Biología. Universidad de la Laguna, México. 50 pp.

- Martínez, M. M. E. y Rojas, R. V. E. 1989. Guía para la práctica de campo de organismos marinos en el curso de Zoología II que se imparte en la Licenciatura de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 27 pp.
- McLachlan, A. y Brown, A. C. 2006. *The Ecology of Sandy Shores*. Academic Press Burlington, MA, USA. 373 pp.
- Méndez-Ubach, N., Linke-Gamenick, I., Forbes, V. E. y Baird, D. J. 2001. Sediment processing in *Capitella* spp. (Polychaeta: Capitellidae): Strain-specific differences and effects of the organic toxicant fluoranthene. *Marine Biology* 138(2):311-319.
- Mille, P. S. R. y Pérez, C. A. 1993. Géneros más comunes de moluscos Gasteropoda y Pelecypoda de México. Instituto Politécnico Nacional. México. 42 pp.
- Miloslavichy, P. y Karinna Carbonini, A. K. 2010. Manual de muestreo para comunidades costeras, protocolo para litorales rocosos y praderas de fanerógamas marinas. Centro de Biodiversidad Marina, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 29 pp.
- Neshyba, S. 1987. *Oceanography: Intertidal ecology*. Ed. John Wiley & Sons. 279 pp.
- Okolodkov, Y. B. 2010. *Biogeografía Marina*. Universidad Autónoma de Campeche. México. 217 p.
- Ortiz, M., Martín, A. Winfield, I. Díaz, Y. y Atienza, D. 2005. Anfípodos (Crustacea: Gammaridae). Clave gráfica para la identificación de las familias, géneros y especies marinas y estuarinas del Atlántico Occidental Tropical. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. México. 162 pp.
- Paniagua, M. J. de J. 2009. *Bioteconología marina*. AGT Editor. México. 432 pp.
- Peterson, C. H., Bishop, M. J., Johnson, G. A., D'Anna, L. M. y Manning, L. M. 2006. Exploiting beach filling as an unaffordable experiment: benthic intertidal impacts propagating upwards to shore birds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 338:205–221.
- Raffaelli, D. y Hawkins, S. 1999. *Intertidal Ecology*. Kluwer Academic Publisher, Holanda. 180 pp.
- Ramírez, O. A. J. 2017. Diversidad de Anémonas de Mar (Anthozoa: Actiniaria) en la zona intermareal de las playas rocosas del Área Natural Protegida Los Cóbanos y Punta Amapala, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología, El Salvador.
- Reguero, M. y García-Cubas, A. 1988. Moluscos de la plataforma continental de Nayarit: Sistemática y ecología (cuatro campañas oceanográficas). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.

- Ríos, J. E. 1999. Moluscos macrobénticos del intermareal y plataforma continental de Jalisco y Colima. Informe Final del Proyecto S110. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Ríos-Jara, E. y Ramírez-Delgadillo, R. 2007. Inventario de la biota terrestre (Florístico) y marina (invertebrados, peces y macroalgas bentónicos) del Parque Nacional Isla Isabel. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. BK018. México. D.F.
- Ríos-Jara, E., Galván-Villa, C. M., Rodríguez-Zaragoza, F. A., López-Uriarte, E. Bastida-Izaguirre, D. y Solís-Marín, F. A. 2013. Los equinodermos (Echinodermata) de bahía Chamela, Jalisco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84:263-279.
- Román-Contreras, R. 1978. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Román-Contreras, R. 1991. Ecología de *Macrobrachium tenellum* (Decapoda:Palaemonidae) en la laguna Coyuca, Guerrero, Pacífico de México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Romero, G. A. C. 2014. Caracterización ecológica del macrobentos de la zona intermareal de dos playas arenosas en la bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Biólogo Marino. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 59 p.
- Ruppert, E. E. y Barnes, D. R. 1995. *Zoología de los Invertebrados*. McGraw Hill/Interamericana. 1114 pp.
- Rzedowski, J. 2006. *Vegetación de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Edición digital. 504 pp.
- Sabelli, B. 1982. *Guía de Moluscos*. Ed. Grijalbo. Barcelona, España. 512 pp.
- Salazar-Vallejo, S. I. y Londoño-Mesa M. H. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México Serie Zoología* 75(1):9-97.
- Salcedo, M. S., Green, A. G., Gamboa, C. y Gómez, P. 1988. Inventario de macroalgas y macroinvertebrados bénticos, presentes en áreas rocosas en la Región de Zihuatanejo, Guerrero, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Samo, L. A. J., Garmendia, S. A. y Delgado, J. A. 2008. *Introducción práctica a la ecología*. Pearson Educación. Madrid, España. 227 pp.
- Sánchez, O. C. A. 1999. Biodiversidad de moluscos opistobranquios (Mollusca: Opisthobranchiata) del Pacífico Mexicano: Isla Cedros-Vizcaíno e islas del Golfo de

California Parte Sur. Informe Final del Proyecto L136. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

- Sariñana, P. N. 2015. Divulgación para el conocimiento de la diversidad e importancia de los macroinvertebrados marinos del frente rocoso intermareal en Playa Ventura, Copala, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 48 pp.
- Sayre, R. G., Wright, D. J., Breyer, S. P., Butler, K. A., Van Graafeiland, K., Costello, M. J., Harris, P. T., Goodin, K. L., Guinotte, J. M., Basher, Z., Kavanaugh, M. T., Halpin, P. N., Monaco, M. E. Cressie, N., Aniello, P., Frye, C, E. y Stephens, D. 2017a. A Three-Dimensional Mapping of the Ocean Based on Environmental Data. *Oceanography*. (30)1: 91-103.
- Sayre, R., Dangermond, J., Wright, D., Breyer, S., Butler, K., Van Graafeiland, K., Costello, M. J., Harris, P., Goodin, K., Kavanaugh, M., Cressie, N., Guinotte, J., Basher, Z., Halpin, P., Monaco, M., Aniello, P., Frye, C., Stephens, D., Valentine, P., Smith, J., Smith, R., VanSistine, D. P., Cress, J., Warner, H., Brown, C., Steffenson, J., Cribbs, D., Van Esch, B., Hopkins, D., Noll, G., Kopp, S. y Convis, C. 2017b. A New Map of Global Ecological Marine Units – An Environmental Stratification Approach. Washington, DC: American Association of Geographers. 36 p.
- Schlacher, T. A., Schoeman, D. S., Lastra, M., Jones, A., Dugan, J., Scapini, F. y McLachlan, A. 2006. Neglected ecosystems bear the brunt of change. *Ethology, Ecology and Evolution* 18:145-148.
- Schlacher, T. A., Dugan, J., Schoeman, D. S., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F., McLachlan, A. y Defeo, O. 2007. Sandy beaches at the brink. *Diversity & Distributions* 13(5):556-560.
- Schlacher, T. A., Schoeman, D. S., Dugan, J., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F. y McLachlan, A. 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Marine Ecology* 29(Suppl. 1):70-90.
- Schlacher, T. A., Jones, A. R., Dugan, J. E., Weston, M. A., Harris, L. L., Schoeman, D. S., Hubbard, D., Scapini, F., Nel, R., Lastra, M., McLachlan, A. y Peterson, C. H. 2014a. Open-coast sandy beaches and coastal dunes. pp. 37–94. *In: Lockwood, J. L. y Maslo, B. (Eds.) Coastal conservation*. Cambridge University Press.
- Schlacher, T. A., Schoeman, D. S., Jones, A. R., Dugan, J. E., Hubbard, D. M., Defeo, O. y Connolly, R. M. 2014b. Metrics to assess ecological condition, change, and impacts in sandy beach ecosystems. *Journal of environmental management* 144: 322-335.
- Sessa, G. S., Estanislao, V. E. y Martínez, G. M. S. 2013. El ambiente intermareal y sus especies: cuadernillo para el aula. Área de Educación Ambiental-Fundación Patagonia Natural. Proyecto ARG/10/G47. 48 p.

- Sevilla, H. M. L. y Guadarrama, R. 2005. Elementos de ecología marina. Instituto Politécnico Nacional. 504 pp.
- Solís-Marín, F. A., Arriaga-Ochoa, J. A., Laguarda-Figueras, A., Frontana-Uribe, S. C. y Durán-González, A. 2009. Holoturoideos (Echinodermata: Holothuroidea) del Golfo de California. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología y Universidad Nacional Autónoma de México. México. 177 pp.
- Song, H., Kemp, D. B., Tian, L., Chu, D., Song, H. y Dai, X. 2021. Thresholds of temperature change for mass extinctions. *Nature Communications*. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25019-2>.
- Stephenson, T. A. y A. Stephenson. 1949. The universal features of zonation on rocky shores. *Journal of Ecology* 37:289-305.
- Stuardo, J. y Villaroel, M. 1974. Aspectos ecológicos y distribución de los moluscos en las lagunas costeras de Guerrero, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*.
- Suárez, D. L. 2007. Conchas y caracoles, ese mundo maravilloso. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México. 235 pp.
- Swan, B. K., Watts, J. M., Reifel, K. M. y Hurlbert, S. H. 2007. Role of the polychaete *Neanthes succinea* in phosphorus regeneration from sediments in the Salton Sea, California. *Hidrobiologia* 576:111-125.
- Thurman, H. y Webber, H. 1984. *Marine Biology*. Bell & Howell Company. Estados Unidos. 446 pp.
- Tovar-Hernández, M. A., Salazar-Silva, P., León-González, J. A., Carrera-Parra, L. F. y Salazar-Vallejo, S. I. 2014. Biodiversidad de Polychaeta (Annelida) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85:190-196.
- Valdor, P. F., Gómez, A. G., Juanes, J. A., Kerléguer, C., Steinberg, P., Tanner, E., MacLeod, C., Knight, A. M., Seitz, R. D., Airoidi, L., Firth, L. B., Crowe, T., Chatzinikolaou, E., Smith, A., Arvanitidis, C., Burt, J. A., Brooks, P. R., Ponti, M., Soares-Gomes, A., Ovejero, A. y Méndez, G. 2019. A global atlas of the environmental risk of marinas on water quality. *Marine Pollution Bulletin*. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110661>.
- Valdor, P. F., Gómez, A. G., Steinberg, P., Tanner, E., Knights, A. M., Seitz, R. D., Airoidi, L., Firth, L. B., Arvanitidis, C., Ponti, M., Chatzinikolaou, E., Brooks, P. R., Crowe, T. P., Smith, A., Méndez, G., Ovejero, A., Soares-Gomes, A., Burt, J. A., MacLeod, C. y Juanes, J. A. 2020. A global approach to mapping the environmental risk of harbours on aquatic systems. *Marine Policy*. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104051>.

- Vázquez, S. V. y Propin, F. E. 2001. Las diferencias regional-económicas del estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 46:131-147
- Villerías-Salinas, S. 2009. Análisis espacial de la pesca en la Costa Chica de Guerrero. Tesis de doctorado. Facultad de Filosofía y Letras (Geografía)-UNAM. 141p.
- www.aregional.com/doc/pdf/guerrero.pdf. 2009. Estado de Guerrero, Monografía. 50 pp.
- Yasuhara, M., Wei, C. L., Kucera, M., Costello, M. J., Tittensor, D. P., Kiessling, W., Bonebrake, T. C., Tabor, C. R., Feng, R., Baselga, A., Kretschmer, K., Kusumoto, B., y Kubota Y. 2020. Past and future decline of tropical pelagic biodiversity. *Earth, Atmospheric, Ecology and Planetary Sciences*. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1916923117.
- Zhao, Q. y Costello, M. J. 2019. Marine Ecosystems of the World. *Encyclopedia of the World's Biomes*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11688-4>.
- Zamorano, P., Barrientos-Luján, N. A. y Ramírez-Luna, S. 2008. Malacofauna del infralitoral rocoso de Agua Blanca, Santa Elena Cozacoatlán, Oaxaca. *Ciencia y Mar* 7(36):19-33.
- Zamorano, P. y Leyte-Morales, G. E. 2009. Equinodermos asociados a formaciones arrecifales en Zihuatanejo y Acapulco, Guerrero, México. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR* 38(2):7-28.

Cuernavaca, Morelos a 26 de abril de 2022

DRA. DULCE MARÍA ARIAS ATAIDE
DIRECTORA GENERAL DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E.

Por este conducto, los catedráticos suscritos comunicamos a Usted, que hemos revisado el documento que presenta el Pasante de Biólogo: **ESPINOZA SILVA VANELY LIZETTE**, con el título del trabajo: **Diversidad de macroinvertebrados asociados a pozas intermareales de la Costa Chica del estado de Guerrero.**

En calidad de miembros de la comisión revisora, consideramos que el trabajo reúne los requisitos para optar por la Modalidad de Titulación Profesional por Etapas como lo marca el artículo 33° del Reglamento de Titulación Profesional vigente de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

A T E N T A M E N T E
Por una humanidad culta

JURADO REVISOR

FIRMA

PRESIDENTE: DRA. PATRICIA TRUJILLO JIMÉNEZ

SECRETARIO: BIÓL. JUAN ALBERTO HERNÁNDEZ ARIAS

VOCAL: BIÓL. JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE

SUPLENTE: M. EN C. MIGDALIA DÍAZ VARGAS

SUPLENTE: BIÓL. SAMUEL ARÉCHAGA OCAMPO



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

PATRICIA TRUJILLO JIMENEZ | Fecha:2022-04-28 07:33:00 | Firmante

fsIKGvHbKEIVhSr4bYnqCTJ1SuzzMaBzmrPgpK2ZxMlaY40jmol81d/G9EjKhhcJCj4Yete/gulQ8hsdH6AdcEOn/tpw8iqaU5NLkknkilB4L0uf1LqC4AaapoVSVgyfCCr5r4Y1mcmuiM8L/JVZ80UWJvnLaxeka34GLFeNBu1T4/BsCXjX9MNFmffmgTV/h1eFVjwpiYkkigLmCYtvqZ0pYWn56yYAf4A08oIH7VP6/WU0DjfrC12Xq5IX8+cjEhaNGEUUcf7yA2R4kvmE/SMJrsn/JGUvqYe/vccIL34JKe8zbW0HcjE doCVGzL6yE1hkAFAYdFG+aF+A==

SAMUEL ARECHAGA OCAMPO | Fecha:2022-04-29 11:58:24 | Firmante

QPqVG2JBKq6V1nLmuKBLjSLdWIno6xp0rZt0BuJptPCVpiYVbBsdLuAlitzVtCD9O3XCr1zBYM6xdPxkvC9o2amdr9GXfYG/uyMwHe7OFwWrp405HQntpmff1iUPvamTZMio+8eOfxysS/hqET4ko+pS62dAYx2D+t34hIEVan7TIIIF8ROuFY1KVhOfiKBSk625bEXQ3rO2Z6WN+bvoBG99sei2boxsqmZwpqS82KR+3saej3RvEyVaJjj+EV+h4IEsFGHxYNeUR5fdrZogXT0m+/H3R2DVUPGAPNSRlftdAmAYJX341cqqQsKdxclOgpQn/QToq6cl+G2f6foTZw==

JUAN ALBERTO HERNANDEZ ARIAS | Fecha:2022-05-02 15:08:00 | Firmante

hmLhzlRTD07ILVPTXOKjbyzx4Brl3KoL9DZHb+0njZcFEMuYbsDqe3wZS5Rg/CPf5KUbOPHYtMTyclfpj8zf3QP3/MeEZxEOZZQxX5Fjo0VpemQ50bevgxw8RbqFt2xblWck4dnsvxCh/M/ebllGFCi6WiigiuSO70VaPy2tJwODPHZJ2/cKMQ+zUAnABnLW63N/CbmygU6uZ6/4mb8Z4rmwzKWusqldbOIQEKwO0o9+IHmM9Vv6jKiK7ohKvqv5qU2SbqQ2NuR+iidsXTD/E1jIm028112RDHVe9C8z3k4wfUufbw2FmJ1qNXC+4kV1fsSLOOWP62s2hbr//dg==

JUAN CARLOS SANDOVAL MANRIQUE | Fecha:2022-05-02 15:49:39 | Firmante

Ap/oSL2E3P/StJ11ox4cgpmp7z68K63Mq9wMyJYbZaazDIHbkSDcvlx8E/tnOGNMT8IN29k2QB/l6VPyPm4SuyKF+LQJmVnY6jUFziO0egKEiM+bN1yV7muxLW+/+cye9vyXxQJnm3O0+ZeMFSM5ketu6dq1TYw/fJ7qZ8jo+QnSmnlZx9UqTCd3NuWYJtRxA8dVbYkQxxdrvOBGU0Pi2XScmiJ0lIpytE2es+HUPQICfAv/9XvvoHE1YtQ6Lb4rzFaea+y+IGfPt8XMIlygrl0OVxpQuC2CjprKhqDsr1SiaTX4hZSypvwz0ast1xRyneRrQJKUqhO49XFpGOA==

MIGDALIA DIAZ VARGAS | Fecha:2022-05-02 17:49:34 | Firmante

plqSp3hllBdu+OdHgi3UKU519kOFicT+UCerlZcxBCACH8V+llCFuTmLSXqxYFzqu5322StnUsbp+XE7B30IXofFwQAWj7YCCepvgZaJlvABKk+U4XRay9m1yy/lel7pbkqAq8fZ9625lbDyY913H5RJJfGbsFzf2a2145czQM/b3627n6bqxZ+tRyN9EAKwqCxEut30FMmCvUuKUIDiUCArunkUEhZpZp5YTTNUBU7XrUcTVhEjXO8mqhqpH+SOqUf/cv1FgH83Jjq/ujw uGMxQ76lv7ijgF0ip7CoKxeGkrPCyLPtLL9DCjz4pGiklmPNIILser2vUL2HFjZ20Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



8ZmA5YVtc

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/9WoVmwwk8sTbNBT9jVAF4iYs8xx8hhc>

