

Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Área de Conocimiento de Ciencias del Mar  
Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras

Tesis

**Variación espacio-temporal de la comunidad de abanicos de  
mar del suroeste del Golfo de California**

Que como requisito para obtener el Grado de:  
**Maestro en Ciencias Marinas y Costeras con orientación en  
Ecología Marina**

Presenta:

**Alberto Beylán González**

Directores:

**Dr. Gerardo González Barba  
Dr. Leonardo Huato Soberanis**

La Paz, B.C.S. a octubre 2018



Universidad Autónoma de Baja California Sur  
Área de Conocimiento de Ciencias del Mar  
Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras

Tesis

**Variación espacio-temporal de la comunidad de abanicos de  
mar del suroeste del Golfo de California**

Que como requisito para obtener el Grado de:  
**Maestro en Ciencias Marinas y Costeras con orientación en  
Ecología Marina**

Presenta:  
**Alberto Beylán González**

Directores:  
**Dr. Gerardo González Barba**  
**Dr. Leonardo Huato Soberanis**

La Paz, B.C.S. a octubre de 2018



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR**  
 Área de Conocimiento de Ciencias del Mar y de la Tierra  
 Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras  
**POSGRADO EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**



**DR. ENRIQUE A. GÓMEZ GALLARDO UNZUETA**  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**  
**PRESENTE.**

Los abajo firmantes, Miembros del Comité Académico Asesor del trabajo de tesis completamente terminado, titulado:

**Variación espacio-temporal de la comunidad de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California.**

que presentó:

Alberto Beylán González

Otorgamos nuestro voto **aprobatorio** y consideramos que dicho trabajo está listo para su **defensa**, a fin de obtener el **Grado de Maestro** en Ciencias Marinas y Costeras, con Orientación en Ecología Marina.

Comité Académico Asesor:

<u>Gerardo González Barba</u> Nombre del Director	<u>Gerardo González Barba</u> Firma
<u>LEONARDO HERRERO ESCOBAR</u> Nombre del Director externo	<u>[Firma]</u> Firma
<u>CARLOS ALVARO SANCHEZ OJEDA</u> Nombre del Asesor	<u>[Firma]</u> Firma



c.c.p Expediente del alumno (CIMACO)

A Liliana y Alonso, otra más

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Baja California Sur Campus La Paz por haberme dado la oportunidad nuevamente de completar una parte más de mi formación académica.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo para poder realizar y completar este posgrado.

Al “Profe” Dr. Carlos Armando Sánchez Ortiz por todo el conocimiento compartido estos años, darme la oportunidad de colaborar en el laboratorio, las inolvidables experiencias y amenas pláticas.

Al Dr. Leonardo Huato Soberanis por lo comentarios acertados y apoyo para la finalización de este trabajo.

Al Dr. Gerardo González Barba por todo el apoyo y confianza incondicional que siempre me has brindado.

Al c.Dr. Fabio Favoretto, gracias por escuchar mis frustraciones, ayudarme con mis dudas y enseñarme el maravilloso y aún inexplorado mundo del R.

A mi madre y a mi hermano por todo el apoyo brindado, aunque estemos lejos los unos de los otros.

A los compañeros del Laboratorio de Fauna Arrecifal por ser parte de este proceso de formación.

A la gente que he conocido durante la maestría mostrándome su gran apoyo Remy, Matthew.

“In this sense the universe is a self-exited circuit. The universe gives birth to the consciousness, and consciousness gives meaning to the universe.”

*John Wheeler*

## Indice













LISTA DE FIGURAS.....	II
LISTA DE TABLAS.....	II
LISTA DE ANEXOS .....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	2
JUSTIFICACIÓN .....	3
OBJETIVO GENERAL.....	4
Objetivos particulares.....	4
METODOLOGÍA .....	4
Área de estudio.....	4
Método.....	9
Obtención de datos .....	9
Caracterización .....	9
Riqueza.....	9
Densidad .....	9
Cobertura .....	10
Dominancia .....	10
Caracterización espacio-temporal de la estructura de la comunidad .....	10
Agrupación Comunitaria.....	10
RESULTADOS .....	11
Riqueza .....	11
Densidad y Cobertura .....	16
Dominancia.....	23
Agrupación Comunitaria.....	27
Espacial.....	27
Temporal.....	28
DISCUSIÓN .....	29
CONCLUSIONES.....	34
LITERATURA CITADA .....	35
ANEXOS .....	40



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regiones y Localidades censadas entre los años de 2013 y 2017 por parte del proyecto de Monitoreo Ecológico ProMARES en el Suroeste del Golfo de California.....	8
Figura 2. Densidad (col/m <sup>2</sup> ) y cobertura (%) promedio de las diferentes especies de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California.....	16
Figura 3. Densidad y cobertura de la comunidad de abanicos de mar en las regiones del suroeste del Golfo de California.....	17
Figura 4. Densidad y Cobertura promedio de 10 spp. de abanicos de mar en el Suroeste del Golfo de California.....	18
Figura 5. Variación temporal de la densidad y cobertura promedio de la comunidad de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California.....	19
Figura 6. Variación temporal de la comunidad de abanicos de mar en las diferentes regiones del suroeste del Golfo de California.....	20
Figura 7. Variación temporal de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California en cada una de las regiones.....	22

## LISTA DE TABLAS

Tabla I Listado taxonómico de las especies de abanicos de mar registradas en el suroeste del Golfo de California.....	11
Tabla II Composición específica y distribución regional de las especies de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ◦ sólo en zona somera).....	12
Tabla III Composición específica y distribución temporal de las especies de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ◦ sólo en zona somera).....	13
Tabla IV Composición específica espacio-temporal de la comunidad de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ◦ sólo en zona somera).....	15
Tabla V Análisis de Olmstead-Tukey para la dominancia de las especies en el área de estudio en cada una de las regiones  Dominante,  Común,  Frecuente y  Rara.....	24
Tabla VI Análisis de Olmstead-Tukey para la dominancia de las especies en el periodo de tiempo del estudio  Dominante,  Común,  Frecuente y  Rara.....	25
Tabla VII Análisis Olmstead-Tukey en las diferentes regiones y años de estudio  Dominante,  Común,  Frecuente y  Rara.....	26
Tabla VIII Valores p del Análisis Kruskal-Wallis de la densidad de la comunidad entre las diferentes regiones.....	27
Tabla IX Valores p del Análisis Kruskal-Wallis de la densidad de la comunidad de abanicos entre los diferentes años.....	28

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Sitios censados y profundidades muestreadas en cada una de las regiones de 2013 a 2017 (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ° sólo en zona somera).....	40
Anexo 2 Número de transectos realizados en las distintas profundidades, de 2013 a 2017	42
Anexo 3 Área total censada en las diferentes regiones .....	42
Anexo 4 Variación de la densidad promedio (col/m <sup>2</sup> ) de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California.....	43
Anexo 5 Variación de la cobertura promedio (% transecto) de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California.....	45
Anexo 6 Variación temporal de la cobertura de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California en cada una de las regiones .....	47
Anexo 7 Valores p del Análisis Kruskal-Wallis para la comparación de las regiones en cada uno de los años muestreados.....	48
Anexo 8 Valores p del Análisis Kruskal-Wallis para la comparación de los años en las diferentes regiones muestreadas.....	49

## INTRODUCCIÓN

El Phylum: Cnidaria está compuesto por las clases monofiléticas Anthozoa y Medusozoa, diferenciados por su anatomía, historia de vida, y estudios genéticos (Daly *et al.* 2007). Dentro de los antozoarios, se encuentra la subclase: Octocorallia que cuenta con un aproximado de 3400 especies descritas, ubicadas en 50 familias y 355 géneros (Williams y Cairns 2014) que están presentes en todo tipo de ambientes marinos, desde aguas tropicales hasta polares, así como de zonas de marea hasta abisales (McFadden *et al.* 2010). Dentro de los octocorales se encuentra el orden Alcyonacea, suborden Holaxonia, que se caracterizan por ser organismos coloniales, conocidos como gorgonias o abanicos de mar.

Los gorgónidos son organismos coloniales sésiles y flexibles, gracias a su esqueleto proteico o de calcita (Daly *et al.* 2007), revestido por el cenénquima (tejido conectivo) donde se encuentran las escleritas, las cuales sirven para darle estructura a la colonia y a los pólipos. Presentan morfologías muy variadas, ya sean abanicos, látigos o formas arbustivas (Hernández-González 2014), permitiendo una limitada área de cobertura, que sin embargo maximiza el volumen en la columna de agua. Sus pólipos presentan 8 tentáculos pinnados y mesenterios completos. Se alimentan de zooplancton, por ello las mayores densidades se ubican en sitios con mayor intensidad de corrientes (Brusca y Brusca 2005). Se han considerado como indicadores ambientales debido a que varias especies son sensibles a los cambios de temperatura y otros factores ambientales (Hernández-Muñoz *et al.* 2008, Soriano-Santiago 2015). Por sus altas densidades y tamaños de las colonias, forman pequeños bosques o arrecifes que sirven de refugio para otras especies, y a su vez, compiten por sustrato con otros organismos como algas, esponjas, corales pétreos, entre otros (Bayer 1961; Kinzie 1973; Jordán 1989), por ello la presencia y abundancia de ciertas especies de abanicos de mar, ha estado estrechamente ligadas con especies de importancia pesquera tanto de peces (*Pomacanthus zonipectus*, *Holacanthus passer*, *Mycteroperca rosacea*) como de invertebrados (*Isostichopus fuscus*, *Pteria sterna*) (Sánchez-Ortiz 2004).

Investigaciones recientes en el Pacífico mexicano y el Golfo de California indican que los abanicos de mar son el principal componente en los arrecifes rocosos, siendo los invertebrados más comunes, conspicuos y dominantes, aportando ~25% de la riqueza y densidad de los macroinvertebrados epibentónicos en estas regiones (Sánchez-Ortiz 2004; Ulate *et al.* 2016; Beylán-González 2016; Gamero-Huayhua 2017).

#### ANTECEDENTES

A pesar de su relevancia en la estructura y composición de las comunidades de invertebrados en el arrecife rocoso, los abanicos de mar han sido poco estudiados. Actualmente, los esfuerzos de investigación se han enfocado a determinar la riqueza de gorgónidos en el Pacífico Oriental Tropical. Siete géneros y tres familias han sido reportadas en aguas someras: Gorgoniidae (*Eugorgia*, *Leptogorgia*, *Pacifigorgia*, *Phycogorgia*), Plexauridae (*Heterogorgia*, *Muricea*, *Psammogorgia*, *Thesea*, *Echinogorgia*, *Adelogorgia*) y Ellisellidae (*Elisella*) (Breedy y Guzmán, 2003). Se han realizado revisiones taxonómicas sobre los géneros *Pacifigorgia*, *Leptogorgia*, y *Eugorgia* (Breedy y Guzmán, 2002, 2007, 2009), y se siguen describiendo nuevas especies (Breedy *et al.*, 2012, Hernández-González, 2014). Sin embargo, el entendimiento de la composición y distribución de gorgónidos sigue siendo limitado (Abeytia *et al.*, 2013).

En el Golfo de California, sólo se han realizado cuatro estudios ecológicos de abanicos de mar, todos tesis a nivel licenciatura (Matamoros 1984; Sinsel 1991; Sánchez y Reza 2000, Gamero-Huayhua 2014; Beylán-González 2015). Estos estudios han proporcionado un panorama general de la distribución y composición de especies de abanicos de mar en diferentes localidades. Matamoros (1984) en Mazatlán, Sinaloa compara la diversidad y densidad de especies entre zonas protegidas y expuestas de una isla, teniendo en esta última mayor riqueza (21 morfoespecies) y abundancia debido a la mayor cantidad de hidrodinamismo. Sinsel (1991) en Cabo Pulmo, comparó la diversidad, abundancia y equitatividad de abanicos en tres plataformas rocosas paralelas y someras; encontrando que la plataforma más expuesta tuvo mayor abundancia y riqueza (8 spp.), mientras que las más costeras y someras, casi no se observaron colonias debido a la elevada cantidad de sedimento en suspensión resultante del oleaje en la

zona. Sánchez y Reza (2000) efectuaron un estudio comunitario en una escala espacial mayor (Cabo San Lucas, La Paz y Loreto), describiendo la zonación vertical de abanicos (11 spp.) en paredes rocosas de 2 a 40 m; encontrando que los estratos someros son de menor riqueza, aumentando en los estratos de mayor profundidad. Por último Gamero Huayhua (2014) donde indica que existe un patrón de incremento de especies de sur (8 spp.) a norte (26 spp.), y observa gradientes de las densidades de las diferentes especies de abanicos a lo largo de todo el golfo pudiendo regionalizarlo en tres áreas (Golfo Norte, Centro y Sur).

Como se puede observar, los trabajos ecológicos en este grupo son muy escasos y se han enfocado solamente en registros y variaciones de densidades por factores abióticos (corrientes), y diferencias latitudinales y batimétricas. Pero no existe ningún trabajo donde se estudie el estado de las poblaciones de abanicos a través del tiempo. Suponiendo que las comunidades de octocorales no están exentos de la influencia de los cambios de variables abióticas, no se han realizado estudios ecológicos integrales sobre estas comunidades, por lo que se desconoce la relación entre la estructura de la comunidad, las variables y el paso del tiempo. Por lo que en este estudio se analizarán las fluctuaciones de la densidad y cobertura de octocorales a través del tiempo en la región Sur del Golfo de California.

## JUSTIFICACIÓN

El entender las fluctuaciones de las comunidades de abanicos de mar nos permitirá lograr un mejor entendimiento en los requerimientos, predilección y preferencia de condiciones ambientales específicas para cada una de las especies, adicionalmente, siendo un grupo conocido como bioindicador de cambios en las condiciones ambientales, se establecerá una línea base que permita determinar movimientos o alteraciones futuras en la estructura de la comunidad y detectar posibles amenazas climáticas o antropogénicas.

## OBJETIVO GENERAL

Caracterizar espacio-temporalmente la estructura de la comunidad de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California

### Objetivos particulares

- Caracterización general de la estructura de la comunidad
- Caracterización de la distribución espacial de la comunidad de abanicos de mar
- Caracterización de la distribución temporal de la comunidad de abanicos de mar

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El Golfo de California, es un cuerpo de agua que separa a la península de Baja California del macizo continental mexicano. Tienen una longitud de 1 130km de largo y 80-209km de ancho. Es un mar semi-cerrado de la costa pacífica mexicana, está limitado en el norte por la boca del Río Colorado hasta su límite sur con Cabo San Lucas y Bahía Banderas. La costa continental limita con Sonora y Sinaloa, estados caracterizados por tener playas arenosas o lodosas y grandes lagunas costeras. Mientras que, la línea de costa de la península en los estados de Baja California y Baja California Sur, está constituida principalmente por sustrato rocoso con algunas playas arenosas (Lluch-Cota *et al.*, 2007). Topográficamente presenta varias cuencas que disminuyen su profundidad hacia el norte. En la región del sur se detectan profundidades de 3 000m; en el centro, al norte de la isla del Carmen se localiza la fosa del Carmen de 1 500m de profundidad y en el norte del golfo existen profundidades hasta de 200m (CONANP, 2000). Las regiones a estudiar son: el Parque Nacional Bahía de Loreto, Corredor San Cosme-Punta Coyote, Parque Nacional Zona Marina Archipiélago Espíritu Santo, La Ventana, Parque Nacional Cabo Pulmo y Los Cabos (Figura 1.)

**Loreto.** El Parque Nacional Bahía de Loreto (PNBL) se encuentra ubicado en el Golfo de California frente a las costas del municipio de Loreto, en la porción centro-este del estado de Baja California Sur. Tiene una superficie de 206 581ha de las cuales las islas e islotes ocupan el 11.9% del área y el 88.1% restante corresponde a zona marítima. Presenta una gran variedad de ambientes costeros marinos con fondos rocosos, arenosos, playas, cañadas, cañones submarinos y terrazas marinas.

**Corredor San Cosme-Punta Coyote.** Conformado por parte del litoral de los municipios de La Paz, Comondú y Loreto en el estado de Baja California Sur. El corredor comprende un área marina y costera de relevancia ecológica, histórica, económica y cultural. Este corredor contempla las islas de San José, Santa Cruz, San Dieguito, San Francisquito, Las Ánimas, El Pardito, así como múltiples islotes y bajos ubicados en sus inmediaciones (Niparajá y ProNATURA, 2011). Estas islas forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, decretada en 1978. La región se encuentra entre el Parque Nacional Bahía de Loreto y el Parque Nacional Archipiélago de Espíritu Santo. Esta área está considerada por CONABIO como Área Prioritaria para la Conservación Terrestre, Marina y Dulceacuícola.

**La Paz.** El Parque Nacional Zona Marina Archipiélago Espíritu Santo se encuentra frente a las costas del municipio de La Paz, Baja California Sur. El Parque Nacional rodea al Complejo Insular de Espíritu Santo, que está formado por dos islas mayores: La Partida al norte, y la Espíritu Santo que da nombre al conjunto. Estas islas se alinean prácticamente en un eje norte-sur de casi 20km de longitud y un ancho máximo de ocho kilómetros en la porción central de la Isla Espíritu Santo. La zona marina del Archipiélago de Espíritu Santo abarca una superficie de 48 654km<sup>2</sup> (Semarnat 2007). Las islas del Archipiélago de Espíritu Santo son una prolongación natural de la Península de Pichilingue, de la cual están separadas por el Canal de San Lorenzo, cuya profundidad máxima es de 19m (Jiménez Illescas *et al.*, 1994).

**La Ventana.** La bahía de La Ventana está limitada al norte por Punta Grieta, al sur por Punta Perico y al noroeste por la isla Cerralvo. En la parte media de la bahía se encuentra el Canal Cerralvo el cual tiene un ancho aproximado de 13km y una profundidad de hasta 500m. La costa peninsular presenta en la parte sur una playa arenosa extensa que abarca la playa el Sargento, La Ventana y Punta Arenas con una longitud de 26km y en la parte norte se compone por 38km de playas y acantilados principalmente rocosos. Isla Cerralvo tiene una forma alargada que asemeja una cuña, su longitud es de 28km, presenta costas en su mayoría de tipo rocoso y tiene una plataforma continental muy limitada.

**Cabo Pulmo.** El Parque Nacional Cabo Pulmo está ubicado en el municipio de Los Cabos, Estado de Baja California Sur. Su superficie es de 7 111ha De su extensión, 99% está constituida por la porción marina y el restante 1% es la zona federal marítimo terrestre correspondiente. El fondo marino tiene poca pendiente y presenta una serie de barras de basalto. Se extienden hacia afuera de la costa a una profundidad máxima de 20m en su parte norte y una mínima de 2 ó 3m en algunas de las zonas centro y sur, hasta la exposición durante la bajamar de la parte superior de las colonias de coral en algunas porciones de la barra más cercana a la costa. Existen dos pequeñas ensenadas: una llamada Cabo Pulmo, que incluye el área comprendida de Punta Cabo Pulmo hasta Punta Los Frailes y presenta una extensión aproximada de 4.86km<sup>2</sup>; la otra, llamada Los Frailes, delimitada al norte por Cabo Frailes y a 1.5km del poblado de Los Frailes, pertenece al Parque y tiene una superficie aproximada de 1.30km<sup>2</sup>.

**Cabo San Lucas.** El área protegida tiene una superficie de 3 996ha de las cuales aproximadamente un 5% corresponde a la porción terrestre y el 95% restante a la porción marina. La región de Los Cabos está situada en la parte Oeste de la boca del Golfo de California. En la bahía de Cabo San Lucas, la plataforma continental interna se extiende desde la parte nororiental, hasta la parte más interna, en la porción suroeste, y su amplitud disminuye hacia la cabeza del cañón submarino San Lucas. La pendiente de esta plataforma es suave. La cabecera del cañón submarino San Lucas, se encuentra muy cercana a la línea de costa. La parte somera en la cabecera del cañón tiene una profundidad de 20m y el eje principal llega a profundidades mayores



a los 2 000m, donde se encuentran abanicos de mar profundo (Shepard, 1964). Las paredes del cañón presentan escarpes máximos de 230m, el eje axial es sinuoso con una longitud de 3 900m. En la porción Sur de la bahía la plataforma es casi inexistente, presentando una pendiente muy pronunciada.

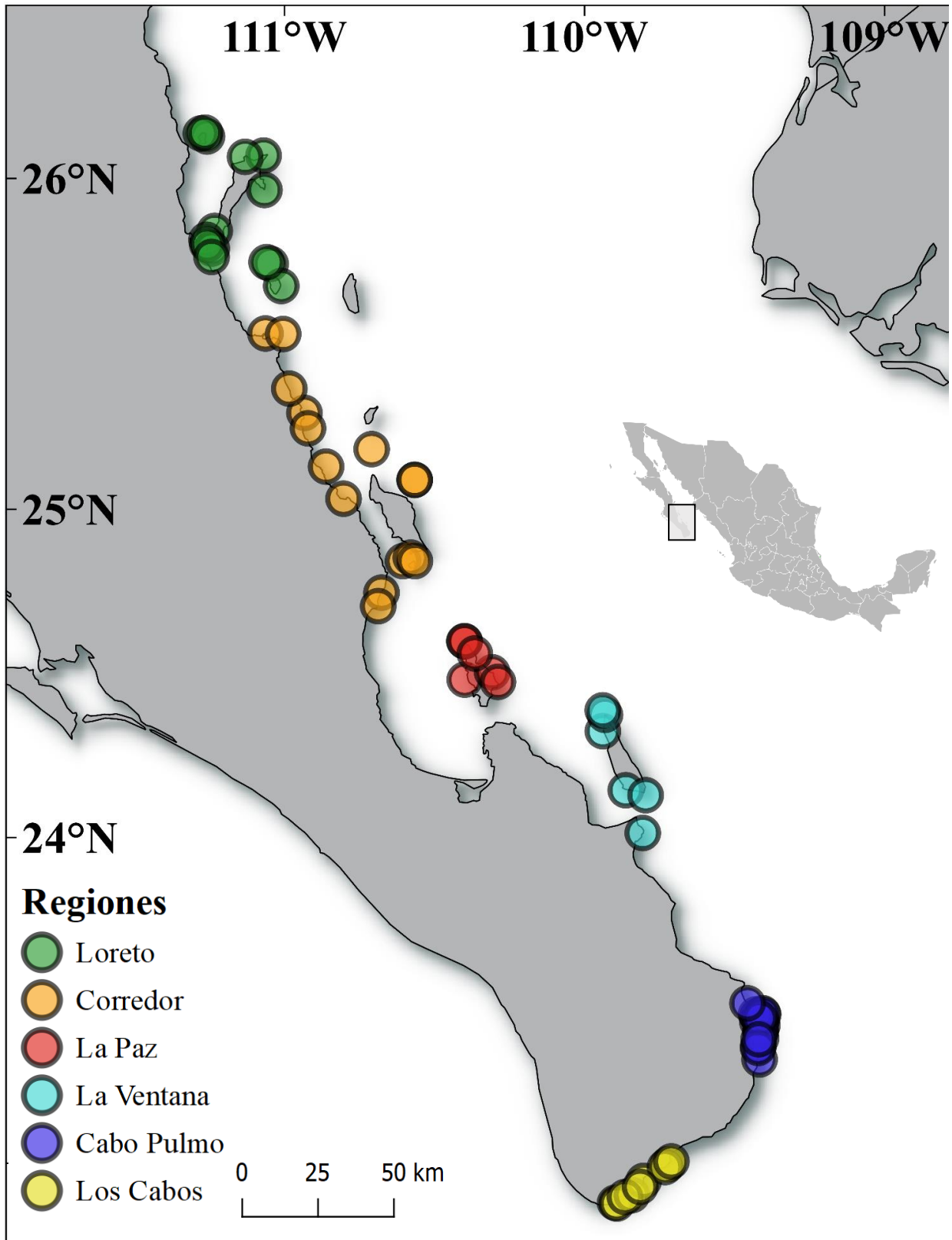


Figura 1. Regiones y Localidades censadas entre los años de 2013 y 2017 por parte del proyecto de Monitoreo Ecológico ProMARES en el Suroeste del Golfo de California (Anexo 1)

## Método

### Obtención de datos

Los datos para este estudio fueron obtenidos por el Programa de Monitoreo de Arrecifes Rocosos para Establecer su Salud (ProMARES) establecido por el Programa de Investigación para la Conservación de la Fauna Arrecifal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (PFA-UABCS), en conjunto con el Centro para la Biodiversidad Marina y la Conservación A.C. (CBMC) y la Institución Oceanográfica - Scripps de la Universidad de California-San Diego (Scripps-UCSD). Se tomaron en cuenta 67 sitios de monitoreo de Loreto a Cabo San Lucas del año 2013 al 2017 (Anexo 1) que fueron muestreados mediante censos visuales usando transectos de banda de 30m x 1m (30m<sup>2</sup>) paralelos a la costa utilizando equipo buceo SCUBA en dos estratos de profundidad: Somero (5 y 10m) y Profundo (15 y 20m), esto dependiendo de la disponibilidad de hábitat a dichas profundidades y seguridad para los buzos (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.). En los censos se identificaron *in situ* a nivel de especie a los macroinvertebrados epibentónicos que componen la comunidad faunística de los arrecifes rocosos. Los organismos que no pudieron ser plenamente identificados, pero si diferenciados de otras especies, fueron considerados como Unidades Taxonómicas Operativas (UTOs). Se contabilizó la abundancia, y midió la longitud o diámetro de los diferentes organismos usando tubos de PVC graduados cada dos centímetros. A estos datos se les realizó un análisis exhaustivo para el entendimiento, corrección, depuración y filtrado de la base de datos. Posteriormente se realizó una caracterización general de la base de datos (cantidad de sitios, total de transectos, área total de censado, etc.).

### Caracterización

**Riqueza.** Se hizo una revisión de la riqueza y la composición específica de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California

**Densidad.** Se determinó la densidad promedio de los abanicos en el área censada.

**Cobertura.** La cobertura se obtuvo gracias a los datos de las tallas de los organismos, donde mediante la metodología propuesta por Chiappone y Sullivan (1991), las colonias fueron convertidas en circunferencias del área determinada por su talla, tomando en cuenta la medida realizada (longitud máxima) como su diámetro, se suman las áreas de la abundancia de cada una de las especies las cuales posteriormente se dividen entre el área total del transecto, dividido entre 100 para obtener un porcentaje promedio de la cobertura de las especies en el área de estudio y en las diferentes regiones.

**Dominancia.** El Análisis de Dominancia de Omlstead-Tukey (Sokal y Rohlf 1981), permite establecer una clasificación de la dominancia de los abanicos de mar con respecto a la frecuencia relativa de aparición y el logaritmo natural de la densidad total de cada especie de abanicos. El promedio de cada variable divide el plano en 4 cuadrantes: Dominantes(I), Frecuentes(II), Comunes(IV) y Raras (III).

**Caracterización espacio-temporal de la estructura de la comunidad.** Se analizó la riqueza, densidad, cobertura y dominancia de la comunidad de abanicos de mar para determinar las variaciones tanto espaciales, como temporales. Los sitios se agruparon en las regiones previamente establecidas y delimitadas como ANP's, Zonas de Refugio o localidades de referencia (Anexo 1).

**Agrupación Comunitaria.** Con los datos de la densidad se realizó una matriz con cada uno de los transectos por las especies registradas, con esto se determinó la densidad de la comunidad. Se realizaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y homocedasticidad de Levene en Statistica 8.0. Debido a que no cumplieron con los supuestos, se realizaron los análisis con estadística no paramétrica mediante la prueba de Kruskal-Wallis para determinar si las variaciones presentan diferencias significativas espacial y temporalmente (regiones y años) de cada una de las especies, así como de la comunidad.

## RESULTADOS

### Riqueza

En los 67 sitios censados entre 2013 y 2017, se realizaron 1 780 transectos (Anexo 2) los cuales suman un área total censada de 53 700m<sup>2</sup> (Anexo 3). En estos censos se encontraron 137 especies y UTOs (196 468 organismos contados) correspondientes a 8 Phyla diferentes, de las cuales 24 especies fueron abanicos de mar (49 401 colonias contadas) distribuidas dentro de 2 familias y 6 géneros (Tabla I), siendo aproximadamente el 18% de la riqueza de la región y un poco más del 25% en términos de abundancia.

Tabla I Listado taxonómico de las especies de abanicos de mar registradas en el suroeste del Golfo de California

#### **Gorgoniidae** Lamouroux, 1812

*Eugorgia* Verrill, 1868

***Eugorgia aurantiaca*** Verrill, 1870

***Eugorgia multifida*** Verrill, 1870

*Leptogorgia* Milne-Edwards y Haime, 1857

***Leptogorgia rigida*** Verrill, 1864

***Leptogorgia sp2***

*Pacifigorgia* Bayer, 1951

***Pacifigorgia agassizii*** (Verrill, 1864)

***Pacifigorgia arenata*** (Valenciennes, 1846)

***Pacifigorgia exilis*** (Verrill, 1870)

***Pacifigorgia gracilis*** (Kükenthal, 1924)

***Pacifigorgia media*** (Verrill, 1864)

***Pacifigorgia pulchra*** (Verrill, 1870)

***Pacifigorgia sp. 1***

***Pacifigorgia sp. 2***

#### **Plexauridae** Gray, 1859

*Heterogorgia* Verrill, 1868

***Heterogorgia papillosa*** Verrill, 1868

*Muricea* Lamouroux, 1821

***Muricea austera*** Verrill, 1869

***Muricea fruticosa*** Verrill, 1869

***Muricea plantaginea*** (Valenciennes, 1846)

***Muricea sp. 2***

***Muricea sp. 3***

***Muricea sp. 4***

***Muricea sp. 9***

*Psammogorgia* Verrill, 1868

***Psammogorgia teres*** Verrill, 1868

***Psammogorgia sp. 1***

Haciendo una comparación de la composición específica de las diferentes regiones censadas (Tabla II), se puede observar que en la región de Loreto es donde existe una mayor cantidad de especies (20 spp.), donde igualmente se encuentra la mayor proporción de especies de la familia Plexauridae (10 Gorgoniidae y 10 Plexauridae), cabe recalcar que 5 de estas especies han sido registradas sólo en la parte profunda. Conforme descende el gradiente latitudinal, decrece la composición específica y la proporción de ambas familias en cada una de las regiones. Igualmente se puede observar en algunas especies (*M. fruticosa*, *E. multifida* y *P. gracilis*) que conforme descende el gradiente latitudinal, dejan de ser registradas en la parte somera y sólo se presentan en la parte profunda o dejan de estar presentes.

Tabla II Composición específica y distribución regional de las especies de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ◦ sólo en zona somera).

Especies	Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos
<i>Muricea</i> sp. 2	●					
<i>Psammogorgia</i> sp. 1	○					
<i>Muricea</i> sp. 3	○					
<i>Muricea</i> sp. 4	○					
<i>Muricea</i> sp. 9	○	○				
<i>Heterogorgia papillosa</i>	○	●			○	
<i>Psammogorgia teres</i>	●	◦				
<i>Muricea fruticosa</i>	●	○	○			
<i>Muricea plantaginea</i>	●	●	●			
<i>Pacifigorgia pulchra</i>	●	●	●	●		
<i>Eugorgia aurantiaca</i>	●	●	●	●		
<i>Eugorgia multifida</i>	●	●	●	●	○	
<i>Pacifigorgia gracilis</i>	●	●	●	●	○	○
<i>Pacifigorgia exilis</i>	●	●	●	●	○	●
<i>Leptogorgia rigida</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia agassizii</i>	●	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia</i> sp. 1	●	●	●	●	●	●
<i>Leptogorgia</i> sp. 2	●	●	●	◦	●	◦
<i>Muricea austera</i>	●	●	●	◦	●	●
<i>Pacifigorgia arenata</i>	●	○	●	●	◦	●
<i>Pacifigorgia media</i>					●	●
<i>Pacifigorgia</i> sp. 2						●
<i>Pacifigorgia</i> sp. 3						◦
<i>Leptogorgia cuspidata</i>						◦
Total=	20	16	13	11	10	12

Los registros anuales de presencia de las especies (Tabla III) muestran que las especies de la familia Plexauridae en Loreto (*M. sp. 2*, *M. sp. 3*, *M. sp. 4*, *M. sp. 9*, *P. sp. 1*) presentan registros intermitentes a lo largo de los años principalmente en la parte profunda. Al igual que especies de la familia Gorgoniidae (*P. sp. 2*, *P. sp. 3*, y *L. cuspidata*) en la región de Los Cabos. De manera general, se observa un decremento en la composición específica con el paso del tiempo.

Tabla III Composición específica y distribución temporal de las especies de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ◦ sólo en zona somera).

Especies	Año				
	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Muricea sp. 2</i>			●		
<i>Psammogorgia sp. 1</i>	○				
<i>Muricea sp. 3</i>	○	○	○		○
<i>Muricea sp. 4</i>	○				
<i>Muricea sp. 9</i>	○		○		
<i>Heterogorgia papillosa</i>	●	○	○	○	○
<i>Psammogorgia teres</i>	○	○	●		
<i>Muricea fruticosa</i>	●	○	●	●	○
<i>Muricea plantaginea</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia pulchra</i>	●	●	●	●	●
<i>Eugorgia aurantiaca</i>	●	●	●	●	●
<i>Eugorgia multifida</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia gracilis</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia exilis</i>	●	●	●	●	●
<i>Leptogorgia rigida</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia agassizii</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia sp. 1</i>	●	●	●	●	●
<i>Leptogorgia sp. 2</i>	●	●	●	●	●
<i>Muricea austera</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia arenata</i>	○	●	●		●
<i>Pacifigorgia media</i>	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia sp. 2</i>		○	○	○	
<i>Pacifigorgia sp. 3</i>		○			
<i>Leptogorgia cuspidata</i>	○				○
Total=	21	19	20	15	17

La composición específica para los años 2013 a 2017 en cada una de las seis regiones consideradas, se muestra en la Tabla IV. Resaltando a las especies distribuidas en las regiones extremas: en el caso de la parte norte (*M. sp. 2*, *M. sp. 3*, *M. sp. 4*, *M. sp. 9*, *H. papillosa*, *P. teres* y *P. sp. 1*), prácticamente sólo se tienen registros en la parte profunda y los registros son intermitentes durante el periodo de tiempo del estudio. Por otro lado, en la parte sur, se puede

observar de igual manera especies (*P. sp. 2*, *P. sp. 3*, *Leptogorgia cuspidata*) con registros intermitentes a lo largo del periodo de tiempo del trabajo, pero estas sólo observadas en la parte somera. *M. fruticosa*, *M. plantaginea*, *P. pulchra*, *E. aurantiaca*, *E. multífida*, *L. sp. 2*, *P. gracilis* y *P. exilis* presentan una distribución con tendencia a la parte norte y con registros intermitentes, algunas especies desde la región de La Paz y otras hasta la región de Los Cabos. *L. rigida* tiene una distribución completa a lo largo del área de estudio, en la zona sur con distribución en ambas profundidades, mientras que en la zona norte tiende a ser registrada sólo en la parte somera. *M. austera* presenta una distribución un tanto peculiar, ha sido registrada en ambas profundidades prácticamente a lo largo de toda el área de estudio, a excepción de la región de La Ventana, donde sólo se cuentan registros en 2014 en la parte somera. *P. agassizii* y *P. sp. 1* cuentan con registros en ambas zonas batimétricas a lo largo de cada una de las regiones distribución en ambas profundidades y fueron las especies que fueron registradas en la gran mayoría del área de estudio, así como durante la mayoría del periodo del estudio.



Tabla IV Composición específica espacio-temporal de la comunidad de abanicos de mar (● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ° sólo en zona somera)

Especie	Región/Año																													
	Loreto					Corredor					La Paz					La Ventana					Cabo Pulmo					Los Cabos				
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Muricea</i> sp2			●																											
<i>Psammogorgia</i> sp1	○																													
<i>Muricea</i> sp3	○	○	○		○																									
<i>Muricea</i> sp4	○																													
<i>Muricea</i> sp9			○			○																								
<i>Heterogorgia papillosa</i>	○	○	○	○	○	°				○													○	○						
<i>Psammogorgia teres</i>	○	○	●						°																					
<i>Muricea fruticosa</i>	●	○	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○															
<i>Muricea plantaginea</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	°																	
<i>Pacifigorgia pulchra</i>	●	○	°	●	●	●	●	●	●	●			°	●	°	°	●	°	●	○										
<i>Eugorgia aurantiaca</i>	○	○	●	●	●	●	●	●	●	○	●		●	●		○		°		●					●					
<i>Eugorgia multifida</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	○	○	°	●		○	○		○							
<i>Leptogorgia</i> sp2	●	●		●	●	●	●			●	°	●	●	°	●		°							●					°	
<i>Pacifigorgia gracilis</i>	●	●	°	●	●	●	●	●	○	●		●		°	○	●	●		°	°					○	○				
<i>Pacifigorgia exilis</i>	●	●	●	●	●		●	●	●	●		●	°		●		●	●		●			○				●			
<i>Leptogorgia rigida</i>	○	○	°	●	°	°	●	●	°	●	°	●	°	°	°	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia agassizii</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	°	○	●	●	°	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia</i> sp1	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	°	●	●	°		●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	●	●	●
<i>Muricea austera</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		°				●	●	○	○	○	°	●	●	°	●
<i>Pacifigorgia arenata</i>					●	○		○				●	●				●	●							°		°			●
<i>Pacifigorgia media</i>																					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Pacifigorgia</i> sp2																											°		°	
<i>Pacifigorgia</i> sp3																											°			
<i>Leptogorgia cuspidata</i>																										°				°
Total=	17	15	16	13	15	14	12	13	11	13	9	11	12	10	9	7	10	8	5	8	6	5	8	7	7	7	9	6	7	7

## Densidad y Cobertura

La densidad promedio de abanicos de mar en toda el área de estudio fue de 0.03 col/m<sup>2</sup>. La especie con mayor densidad fue *L. rigida* (Figura 2.) con densidad promedio de 0.35 col/m<sup>2</sup>, seguido por *P. agassizii* con 0.16 col/m<sup>2</sup>) y *P. sp. 1* y *P. media*, ambas con 0.09 col/m<sup>2</sup>. La cobertura promedio de abanicos de mar en el área de estudio fue del 11%, donde *L. rigida* presentó el 8%, seguido por *P. agassizii* con 6.5% y *P. sp1* y *P. media* con una densidad (0.09 col/m<sup>2</sup>) y cobertura (2.6%) similar, *M. austera* y *M. plantaginea* en 5to y 6to lugar observándose la diferencia de área de cobertura entre ambas especies siendo *M. plantaginea* de menor tamaño.

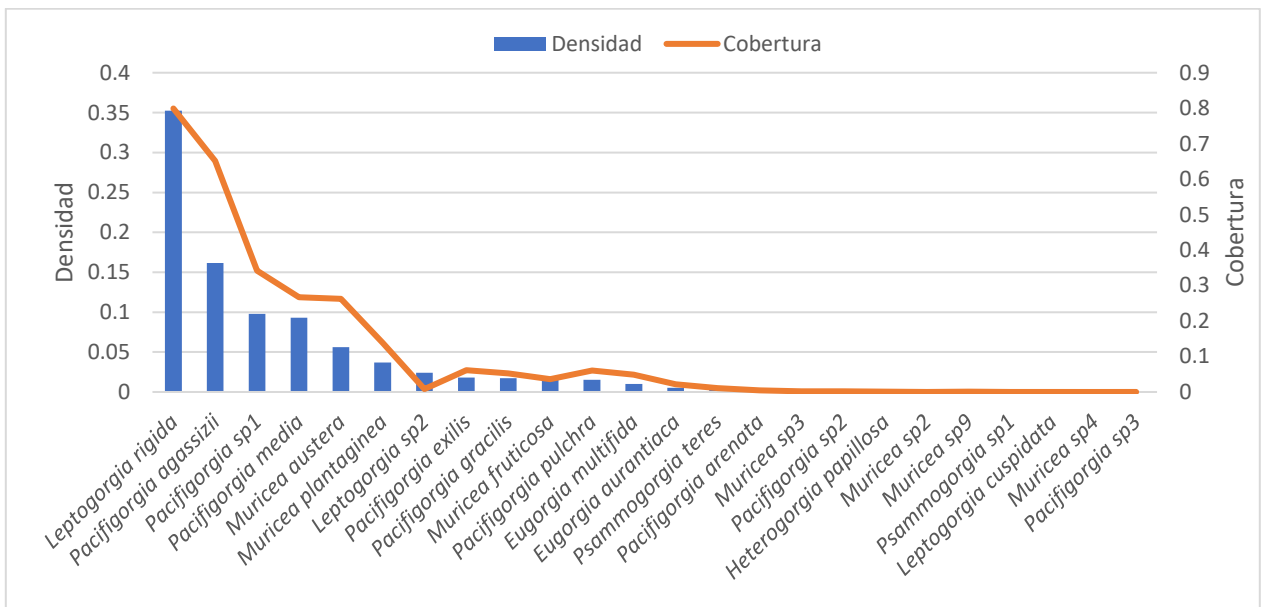


Figura 2. Densidad (col/m<sup>2</sup>) y cobertura (%) promedio de las diferentes especies de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California.

Observando los datos de forma espacial, existió amplia variación entre las regiones (Figura 3.), con una tendencia a disminuir la densidad conforme aumenta la latitud (al norte), siendo Los Cabos la región con mayor densidad de abanicos de mar (0.17 col/m<sup>2</sup>) seguido por La Ventana (0.13 col/m<sup>2</sup>), Cabo Pulmo (0.1 col/m<sup>2</sup>), Corredor (0.03 col/m<sup>2</sup>), La Paz (0.02 col/m<sup>2</sup>) y por último Loreto (0.02 col/m<sup>2</sup>). La cobertura promedio de abanicos por los transectos, fue del 11%. La cobertura presenta una tendencia semejante a la densidad, siendo Los Cabos con la mayor cobertura (43%), seguido por Cabo Pulmo y La Ventana (ambas con 34%), mientras desde La Paz,

Corredor y Loreto la cobertura disminuye drásticamente, con un máximo del 13% en el Corredor, seguido por Loreto (8%) y por último La Paz con 5%.

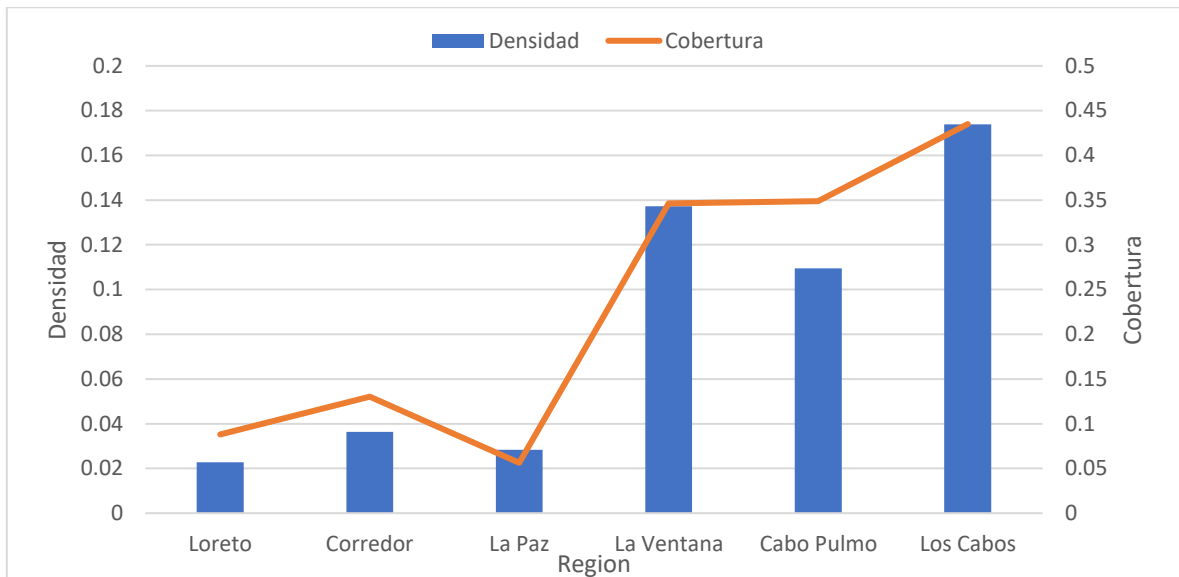


Figura 3. Densidad y cobertura de la comunidad de abanicos de mar en las regiones del suroeste del Golfo de California

Considerando sólo las 10 especies más densas en el área de estudio (87% de la densidad total) (Figura 4; [Error! No se encuentra el origen de la referencia.](#)), se puede observar la densidad de los abanicos que caracterizan a cada una de las regiones. En la región de Loreto predomina el género *Muricea*, aunque con densidades bajas (0.03-0.12 col/m<sup>2</sup>) comparadas con el resto del área de estudio. El Corredor con la mayor densidad de las especies *P. sp. 1*, *L. sp. 2*, *M. austera* (0.07-0.13 col/m<sup>2</sup>). En La Paz destaca la *Leptogorgia rigida* (0.28 col/m<sup>2</sup>). La Ventana donde *L. rigida* igualmente destaca notablemente con 1.02 col/m<sup>2</sup>, seguido por *P. agassizii* y *P. sp. 1* (0.29 y 0.09 col/m<sup>2</sup>). Cabo Pulmo presenta unas densidades más similares entre *L. rigida* y *P. agassizii* y la incorporación de *P. media* (0.31-0.47 col/m<sup>2</sup>). Y por último Los Cabos donde destaca notoriamente *L. rigida* (1.1 col/m<sup>2</sup>), seguido por *P. agassizii*, *P. sp. 1* y *P. media* (0.21-0.45 col/m<sup>2</sup>). Las áreas de cobertura promedio por transecto presentan una distribución similar a la densidad, con valores en Loreto de *M. austera* del 5% y en Los Cabos *L. rigida* con el 21%.

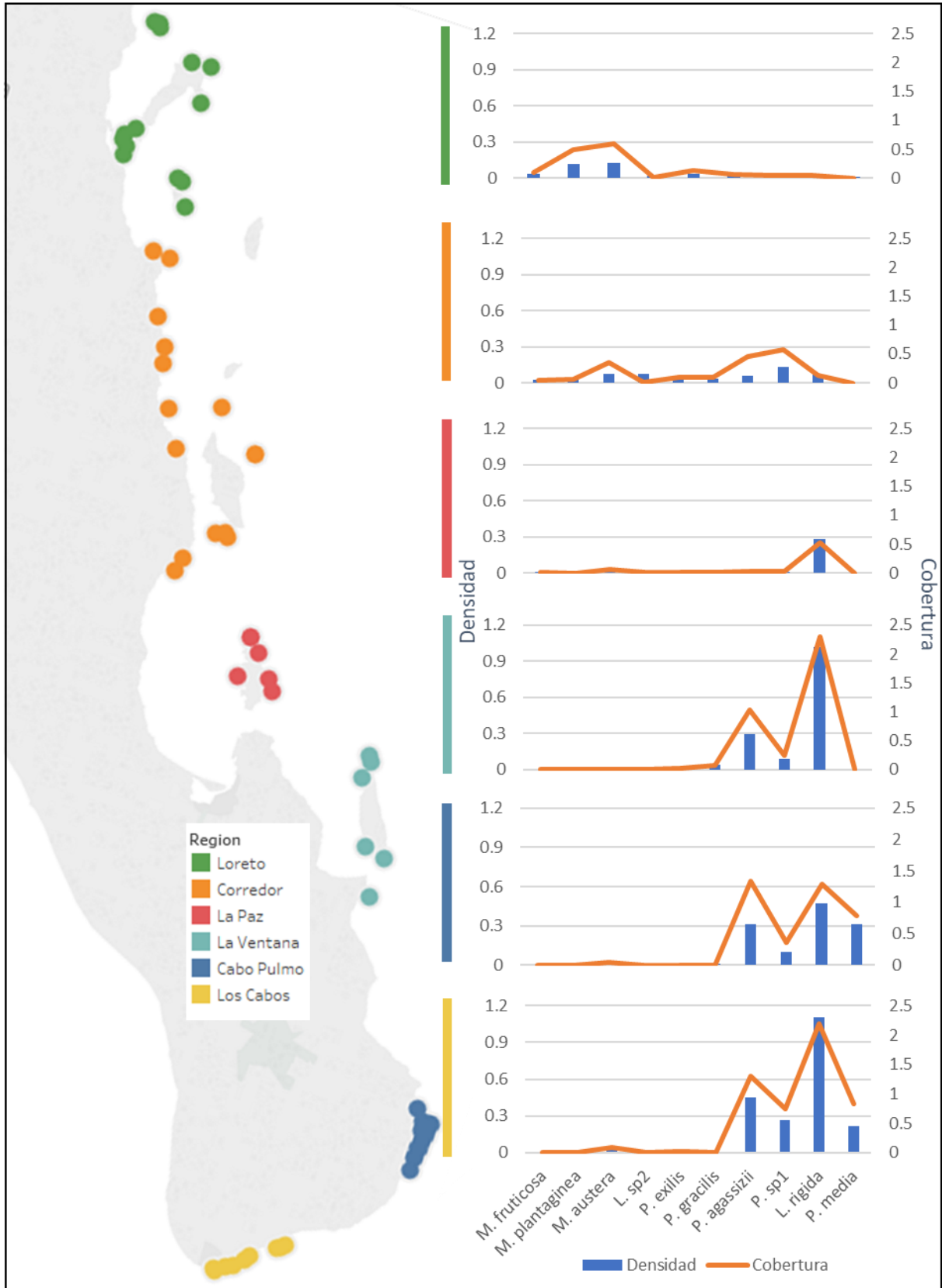


Figura 4. Densidad y Cobertura promedio de 10 spp. de abanicos de mar en el Suroeste del Golfo de California.

Los cambios interanuales de la densidad y cobertura promedio (Figura 5.) muestra que las comunidades de abanicos han tenido un decremento del 40% en la densidad promedio, siendo de 0.12 col/m<sup>2</sup> en 2013 a sólo 0.07 col/m<sup>2</sup> en 2017, mientras que la cobertura disminuyó del 35%, en 2013 a 20% en 2017.

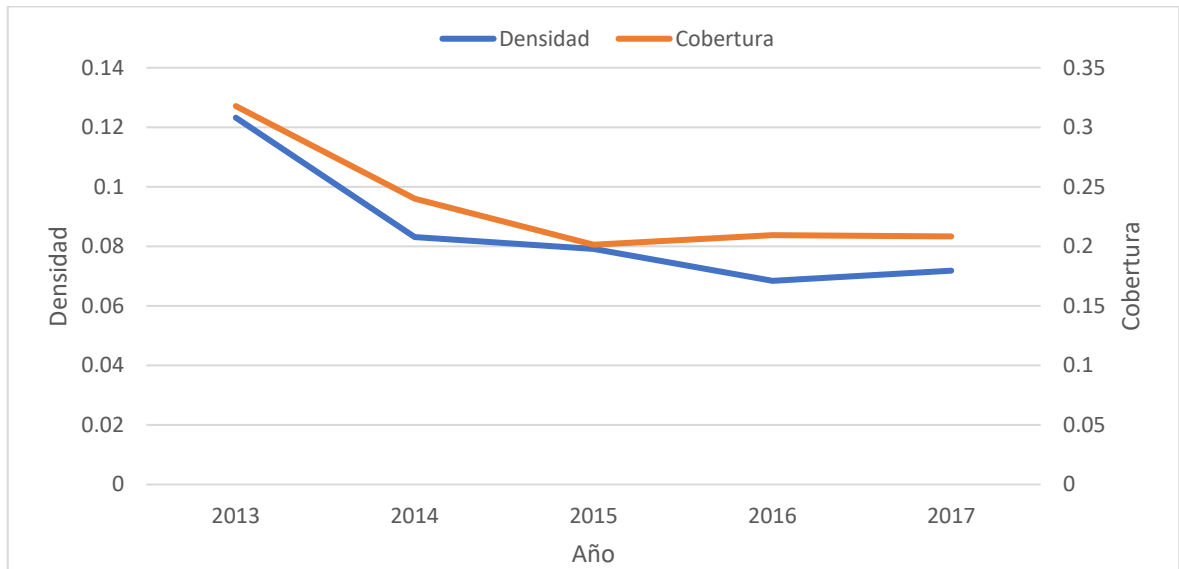


Figura 5. Variación temporal de la densidad y cobertura promedio de la comunidad de abanicos de mar en el suroeste del Golfo de California

Desglosando los datos temporales por regiones (Figura 6.), se puede observar que en todas las regiones presentan un decremento. En Loreto hubo un decremento del 50% de la densidad (2013:0.030 col/m<sup>2</sup>, 2017:0.016 col /m<sup>2</sup>), en el Corredor disminuyó 75% (2013:0.083 col/m<sup>2</sup>, 2017:0.019 col/m<sup>2</sup>), La Paz bajó un 30% (2013: 0.035 col/m<sup>2</sup>, 2017: 0.020 col/m<sup>2</sup>) aunque se observa un aumento en la densidad registrado en 2014 donde hubo un máximo de 0.048 col/m<sup>2</sup>, en La Ventana, igualmente se ha observado una reducción del 50% (2013: 0.221 col/m<sup>2</sup>, 2017: 0.102 col/m<sup>2</sup>). Cabo Pulmo aunque presenta una tendencia de disminución en la densidad de la comunidad de abanicos (2013: 0.0173 col/m<sup>2</sup>, 2017: 0.094 col/m<sup>2</sup>) se vio una “recuperación” (0.160 col/m<sup>2</sup>) en el 2014, y por último Los Cabos donde se observó un decremento del 33% de 2013 (0.211 col/m<sup>2</sup>) al 2015 (0.141 col/m<sup>2</sup>) y una recuperación de un 87% para 2017 (0.184 col/m<sup>2</sup>).

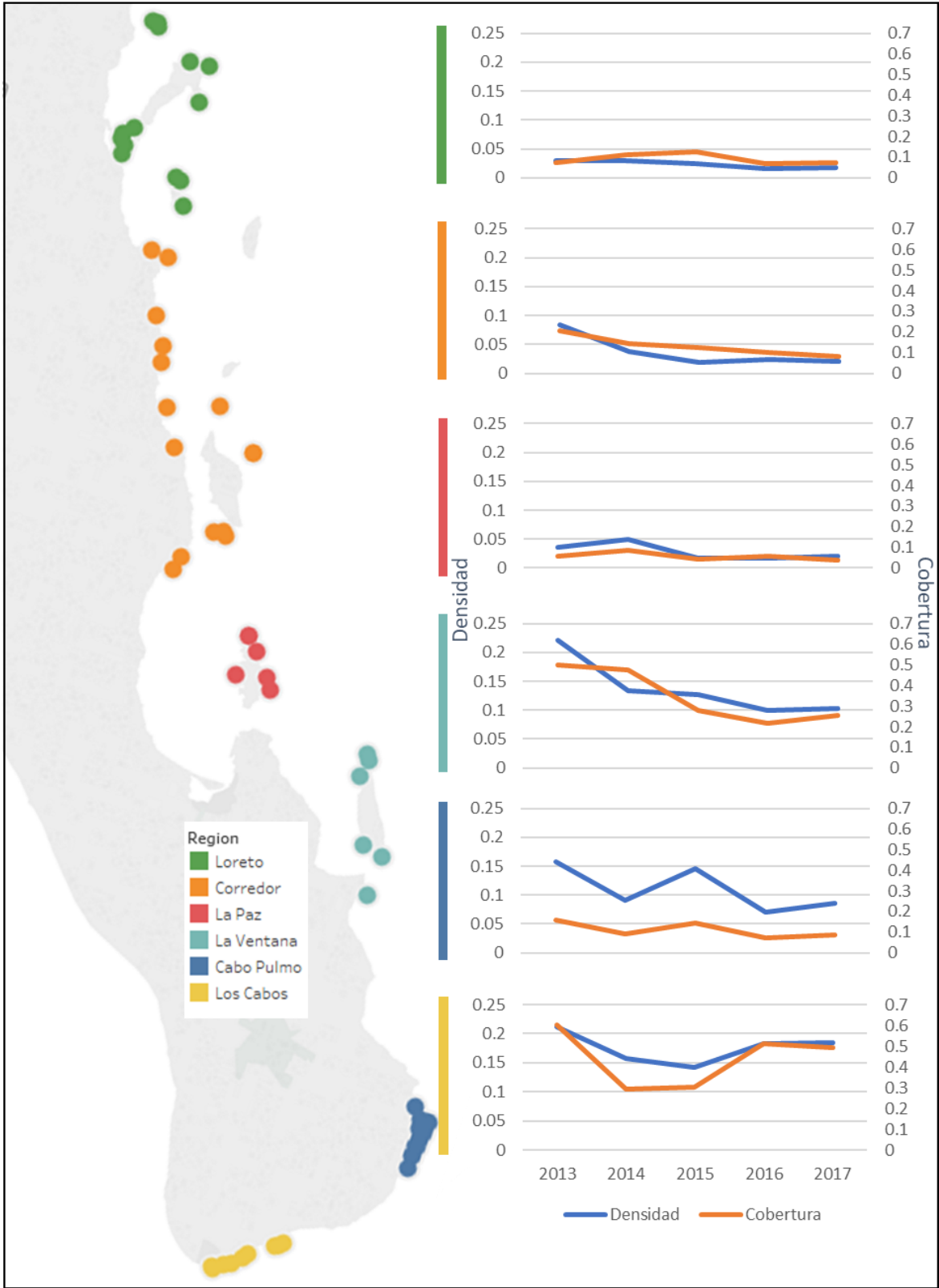


Figura 6. Variación temporal de la comunidad de abanicos de mar en las diferentes regiones del suroeste del Golfo de California

Considerando las 10 especies con mayor densidad, se observan variaciones en la densidad de estas a través del tiempo (Figura 7.). En Loreto se observa elevada fluctuación en la densidad de sus especies y en la composición de la comunidad. En 2013 las especies con mayor densidad fueron *M. plantaginea*, *M. austera*, *P. exilis* y *P. sp. 1* (0.067-0.135 col/m<sup>2</sup>), durante 2014 lo fue *M. austera* y *M. plantaginea* (ambas con 0.18 col/m<sup>2</sup>), *P. exilis* y *P. gracilis* (0.045-0.062 col/m<sup>2</sup>); en 2015 empieza a decrecer la densidad de *M. austera* y *M. plantaginea* (0.119-0.143 col/m<sup>2</sup>), *P. exilis* se mantuvo con 0.052 col/m<sup>2</sup>, *P. gracilis* casi no fue registrada (0.0003 col/m<sup>2</sup>) y registrándose un aumento en la densidad de *M. fruticosa* (0.052 col/m<sup>2</sup>). En 2016 *M. plantaginea* mantuvo su densidad, disminuyendo en *M. austera* (0.081 col/m<sup>2</sup>). En esta ocasión *P. exilis* disminuyó drásticamente su densidad (0.003 col/m<sup>2</sup>) y *P. gracilis* mantuvo su densidad (0.021 col/m<sup>2</sup>). En 2017 la densidad de *M. plantaginea* registra su valor mínimo (0.059 col/m<sup>2</sup>), *M. austera*, *M. fruticosa* y *P. gracilis* se mantienen (0.116 col/m<sup>2</sup>, 0.049 col/m<sup>2</sup> y 0.015 col/m<sup>2</sup> respectivamente).

En el Corredor las densidades de *Leptogorgia sp. 2* y *P. sp. 1* (0.34 col/m<sup>2</sup>, 0.44 col/m<sup>2</sup> respectivamente) en 2013, decrecieron drásticamente al año siguiente (0.01 col/m<sup>2</sup>, 0.12 col/m<sup>2</sup>) que es semejante a la densidad promedio del resto de las especies. En La Paz *L. rigida* de sus densidades de 2013 y 2014 (0.345-0.490 col/m<sup>2</sup>), disminuyeron en los años siguientes de forma continua hasta la mitad (0.182-0.211 col/m<sup>2</sup>). En La Ventana se destaca notable elevada densidad de *L. rigida*, *P. agassizii*, *P. gracilis* y *P. exilis*. En esta región, *L. rigida* disminuye de 2013 (1.64 col/m<sup>2</sup>) a 2014 un 57% de su densidad (0.69 col/m<sup>2</sup>); *P. agassizii* también registró una fuerte disminución de la densidad hasta el 85% (de 0.252 a 0.038 col/m<sup>2</sup>). En Cabo Pulmo las especies *L. rigida*, *P. agassizii* y *P. media*, se observó una disminución de ~30% entre 2013 y 2017. Por último, en la región de Los Cabos *L. rigida* después de un fuerte decremento del 50% en su densidad (1.642-0.802 col/m<sup>2</sup>) en 2014, para 2017 su densidad se recuperó en un 95%, mientras que *P. media*, *P. agassizii* y *P. sp. 1* se mantuvieron estables sus densidades. La variable cobertura (Anexo 6) en la mayoría de los casos presentó variación similar a la densidad, sin particularidad evidente.

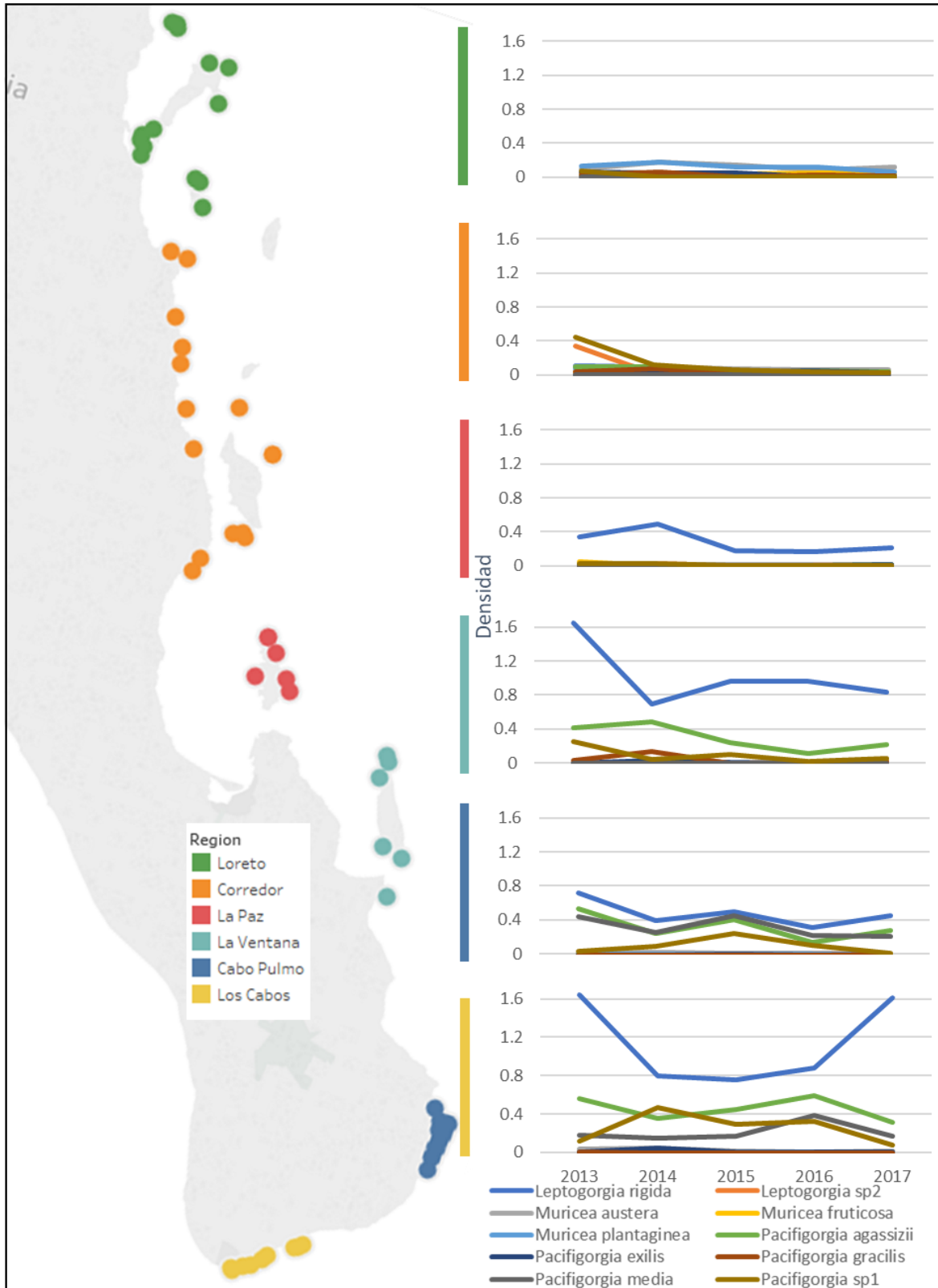


Figura 7. Variación temporal de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California en cada una de las regiones



## Dominancia

Con el análisis de Olmstead-Tukey, las especies de abanicos de mar en toda el área de estudio (Tabla VTabla v) se localizaron en 3 grupos, especies dominantes (*Leptogorgia rigida*, *Pacifigorgia agassizii*, *Pacifigorgia* sp. 1, *Pacifigorgia media*, *Muricea austera*, *Muricea plantaginea*, *Pacifigorgia exilis*, *Pacifigorgia gracilis*, *Pacifigorgia pulchra* y *Eugorgia multifida*), especies comunes (*Muricea fruticosa*, *Eugorgia aurantiaca* y *Leptogorgia* sp. 2) y especies raras (*Muricea* sp. 2, *Muricea* sp. 3, *Muricea* sp. 4, *Muricea* sp. 9, *Psammogorgia teres*, *Heterogorgia papillosa*). Las regiones igualmente presentan diferencias en la dominancia de las diferentes especies, lo que nos ayuda a poder dividir el área de estudio en tres regiones: Norte (Loreto, Corredor), Centro (La Paz, La Ventana) y Sur (Cabo Pulmo y Los Cabos). El Norte caracterizado por tener la mayor riqueza, una baja densidad y un alto número de especies dominantes, el Centro donde la riqueza disminuye, un ligero aumento en la densidad, pero reduciendo la dominancia a sólo 4 especies, y por último el Sur donde, aunque se presente la misma cantidad de especies con el Centro, presenta una composición específica diferente, las densidades más altas y se intercambia una de las especies dominantes.

Observando la dominancia de las especies de forma temporal (Tabla VI) se pueden observar que *M. fruticosa* fluctúa entre ser una especie común y rara durante el periodo de estudio, *M. plantaginea* ha pasado de ser una especie dominante a una rara, *E. aurantiaca* con una oscilación entre especie común y rara aunque en los últimos dos años se ha mantenido igual, *P. pulchra* se ha vuelto una especie dominante, *E. multifida* ha oscilado de ser una especie dominante a una rara al igual que *P. exilis*, *P. gracilis* y *L. sp. 2* bajando de ser especies dominantes a raras. *M. austera*, *P. agassizii*, *P. sp. 1*, *L. rigida*, *P. media* han sido especies dominantes durante todo el periodo del estudio.

Desglosando la información espacio-tiempo (Tabla VII) se puede observar como *M. fruticosa* es una especie dominante en Loreto, en el corredor oscila la dominancia entre común y rara y por último en La Paz ha sido una especie rara. *M. plantaginea* tiene una distribución en la dominancia muy similar a *M. fruticosa*, pero en el corredor ha decaído de ser una especie dominante a una

rara. *E. multifida* y *P. exilis* son dominantes en la región norte, pero alcanzan a ser raras hasta Cabo Pulmo. Por otro lado, *L. rigida* ha aumentado su densidad con el paso del tiempo en el Corredor, haciendo más amplia su distribución dominante.

Tabla V Análisis de Olmstead-Tukey para la dominancia de las especies en el área de estudio en cada una de las regiones

	Región						
	General	Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos
<i>Muricea</i> sp. 4							
<i>Muricea</i> sp. 3							
<i>Muricea</i> sp. 2							
<i>Psammogorgia</i> sp. 1							
<i>Muricea</i> sp. 9							
<i>Psammogorgia teres</i>							
<i>Heterogorgia papillosa</i>							
<i>Muricea fruticosa</i>							
<i>Muricea plantaginea</i>							
<i>Eugorgia aurantiaca</i>							
<i>Pacifigorgia pulchra</i>							
<i>Eugorgia multifida</i>							
<i>Pacifigorgia exilis</i>							
<i>Pacifigorgia gracilis</i>							
<i>Leptogorgia</i> sp. 2							
<i>Muricea austera</i>							
<i>Pacifigorgia agassizii</i>							
<i>Pacifigorgia</i> sp. 1							
<i>Pacifigorgia arenata</i>							
<i>Leptogorgia rigida</i>							
<i>Pacifigorgia media</i>							
<i>Pacifigorgia</i> sp. 2							
<i>Pacifigorgia</i> sp. 3							
<i>Leptogorgia cuspidata</i>							

Tabla VI Análisis de Olmstead-Tukey para la dominancia de las especies en el periodo de tiempo del estudio

Dominante, 
  Común, 
  Frecuente y 
  Rara

	General	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
<i>Muricea</i> sp. 4						
<i>Muricea</i> sp. 3						
<i>Muricea</i> sp. 2						
<i>Psammogorgia</i> sp1						
<i>Muricea</i> sp. 9						
<i>Psammogorgia</i> teres						
<i>Heterogorgia</i> papillosa						
<i>Muricea</i> fruticosa						
<i>Muricea</i> plantaginea						
<i>Eugorgia</i> aurantiaca						
<i>Pacifigorgia</i> pulchra						
<i>Eugorgia</i> multifida						
<i>Pacifigorgia</i> exilis						
<i>Pacifigorgia</i> gracilis						
<i>Leptogorgia</i> sp. 2						
<i>Muricea</i> austera						
<i>Pacifigorgia</i> agassizii						
<i>Pacifigorgia</i> sp. 1						
<i>Pacifigorgia</i> arenata						
<i>Leptogorgia</i> rigida						
<i>Pacifigorgia</i> media						
<i>Pacifigorgia</i> sp. 2						
<i>Pacifigorgia</i> sp. 3						
<i>Leptogorgia</i> cuspidata						

Tabla VII Análisis Olmstead-Tukey en las diferentes regiones y años de estudio Dominante, Común, Frecuente y Rara

	Región/Año																																		
	Loreto					Corredor					La Paz					La Ventana					Cabo Pulmo					Los Cabos									
	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Psammogorgia</i> sp. 1		X	X	X	X																														
<i>Muricea</i> sp. 4		X	X	X	X																														
<i>Muricea</i> sp. 9	X	X		X	X		X	X	X	X																									
<i>Muricea</i> sp. 3				X																															
<i>Muricea</i> sp. 2	X	X		X	X																														
<i>Heterogorgia papillosa</i>							X	X	X												X	X								X					
<i>Psammogorgia teres</i>				X	X	X	X		X	X																									
<i>Muricea fruticosa</i>																																			
<i>Muricea plantaginea</i>														X	X																				
<i>Pacifigorgia pulchra</i>											X	X						X																	
<i>Eugorgia aurantiaca</i>												X			X		X		X																
<i>Eugorgia multifida</i>																			X			X		X	X										
<i>Pacifigorgia exilis</i>						X					X		X			X		X	X		X	X		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X
<i>Pacifigorgia gracilis</i>											X		X					X			X	X	X	X								X	X	X	X
<i>Leptogorgia rigida</i>																																			
<i>Pacifigorgia agassizii</i>																																			
<i>Pacifigorgia</i> sp. 1															X																				
<i>Leptogorgia</i> sp. 2			X					X	X							X		X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X		X
<i>Muricea austera</i>																X		X	X	X															
<i>Pacifigorgia arenata</i>	X	X	X	X			X		X	X	X			X	X	X			X	X	X	X	X	X		X		X	X		X		X	X	
<i>Pacifigorgia media</i>																																			
<i>Pacifigorgia</i> sp. 2																															X				X
<i>Pacifigorgia</i> sp. 3																															X		X	X	X
<i>Leptogorgia cuspidata</i>																																X	X	X	

Agrupación Comunitaria  
Espacial

Con el análisis de Kruskal-Wallis (Tabla VIII) se observó que existen diferencias significativas principalmente entre las comunidades de abanicos de las regiones de Loreto y el Corredor, seguidas de la región de La Paz y por último La Ventana, Cabo Pulmo y Los Cabos.

Tabla VIII Valores p del Análisis Kruskal-Wallis de la densidad de la comunidad entre las diferentes regiones

	Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos
Loreto						
Corredor	0.076					
La Paz	0.022	0.000				
La Ventana	0.000	0.022	0.000			
Cabo Pulmo	0.000	1.000	0.000	0.503		
Los Cabos	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	

Las agrupaciones antes mencionadas presentaron variaciones temporales (Anexo 7). En 2013, las 3 regiones del norte (Loreto, Corredor y La Paz) cada una formaron un grupo y todas las regiones del sur formaron un grupo (La Ventana, Cabo Pulmo, Los Cabos). Para 2014 son dos grupos, el primero de Loreto a Cabo Pulmo el primero y el segundo Los Cabos. En 2015 también se divide en dos grupos, el primero Loreto, Corredor y La Paz, y el segundo La Ventana, Cabo Pulmo y Los Cabos. En 2016 sólo hay diferencias significativas entre Loreto, Corredor y La Paz con Los Cabos y en 2017 sólo La Paz y Los Cabos se observó diferencia significativa.

A nivel específico, se observaron diferencias significativas entre regiones en 11 especies (*L. rigida*, *P. agassizii*, *P. exilis*, *P. gracilis*, *P. pulchra*, *P. media*, *P. sp. 1*, *E. multifida*, *M. austera*, *M. plantaginea* y *M. fruticosa*). Estas diferencias formaron 4 divisiones 1) *M. austera*, *M. plantaginea*, *M. fruticosa*, *E. multifida*, *P. exilis* restringido a la zona norte (Loreto a La Paz) con una fuerte disminución en la densidad hacia latitudes sureñas; 2) *P. gracilis* y *P. pulchra* con una distribución norteña y sureña hasta La Ventana y con baja densidad en La Paz. 3) *P. sp. 1* y *P. agassizii* con distribución en todas las regiones con mayor densidad en la parte sur (La Ventana, Cabo Pulmo y Los Cabos); y 4) *L. rigida* con elevada densidad al sur hasta La Paz, mientras que la zona norte, aunque está presente es mucho menos densa.

## Temporal

Tomando en cuenta el área de estudio (Tabla IX), se observó que la disminución de la densidad de la comunidad de abanicos presentó diferencias significativas. Es factible hacer 2 grupos, el primero los años 2013-2014, y el segundo entre 2014-2017, siendo el año 2014 como la transición donde se presentó la mayor variación de la comunidad. Cuando se analizó la escala temporal para cada una de las regiones, no hubo diferencias significativas relevantes respecto a la comunidad.

Tabla IX Valores p del Análisis Kruskal-Wallis de la densidad de la comunidad de abanicos entre los diferentes años

	2013	2014	2015	2016	2017
2013					
2014	1.000				
2015	0.009	0.401			
2016	0.000	0.000	0.600		
2017	0.000	0.003	1.000	1.000	

A nivel específico se observaron cambios temporales significativos temporales en todas las regiones solo en 5 especies (*L. sp. 2*, *P. agassizii*, *P. exilis*, *P. gracilis* y *P. sp. 1*). Y dentro de cada región, 9 especies (*L. sp. 2*, *P. agassizii*, *P. exilis*, *P. gracilis*, *P. sp. 1*, *E. aurantiaca*, *M. austera*, *M. plantaginea* y *P. pulchra*) han presentado algún cambio. En las regiones norteñas (Loreto y Corredor) fue donde se presentaron las mayores variaciones en la densidad de las especies. En Loreto *E. aurantiaca*, *P. exilis*, *M. austera* tuvieron variaciones en la densidad significativas, para *P. exilis* es significativa a partir de 201, *E. aurantiaca* entre los años 2013-2015 y *M. austera* a partir de 2015. En el Corredor se observaron diferencias significativas en 8 especies: Para *P. exilis* y *P. sp. 1*, se observa a partir de 2013. En *M. plantaginea* y *P. pulchra* es en 2014 y para las especies *L. sp. 2*, *P. gracilis*, *P. agassizii*, *M. austera* se observaron dos periodos de disminución significativa de 2013-2014 y los años de 2015-2017).

## DISCUSIÓN

En el estudio de la variación espacio-temporal de la comunidad de abanicos de mar, se observaron diferentes aspectos, por ello la discusión se centrará en tres secciones: variación de la riqueza, cambios en la densidad y cobertura a través del tiempo y cambios en la dominancia de especies de abanicos de mar en las distintas regiones del Golfo de California (centro-sur).

### Riqueza

En este estudio se registraron 24 especies de abanicos de mar en la parte suroeste del Golfo de California, correspondiendo al ~66% de las especies reportadas previamente en todo el Golfo de California en los censos realizados en los años 2009 y 2010 (Ulate et al. 2017; Gamero-Huayhua 2017). Se encontraron especies no registradas previamente como especies raras: *P. gracilis*, *P. sp. 2*, *P. sp. 3* y *L. cuspidata*. Tomando los reportes para el Golfo e información para el Pacífico mexicano centro-sur, se observa que la riqueza de 0 a 20 metros de profundidad existe un gradiente de disminución de especies de norte a sur (Golfo Norte – Oaxaca), ya que para Islas Mariás se reportan 9 especies (Beylán González 2016), Bahía Banderas - Bahía Chamela 9 especies (Muñoz Jiménez 2017), 5 especies en Ixtapa-Zihuatanejo (Sanchez et al. 2017) y 4 especies en Oaxaca (Abeytia et al. 2013). Además, comparando la riqueza del Golfo de California y Pacífico mexicano (sur-centro) con otras regiones del Pacífico Oriental Tropical (POT), México supera en el número de especies a: Colombia que reporta 10 spp. (Prahl et al. 1986), Ecuador en el Archipiélago de Galápagos 7 spp. (Breedy y Guzmán 2007, Breedy et al. 2009, Williams y Breedy 2004), mientras que es superada por Costa Rica con 30 spp. registradas (Breedy y Guzmán 2003, Breedy y Cortés 2008, Breedy et al. 2009), y notoriamente Panamá que tiene 52 spp. (Guzman y Breedy 2008). Cabe mencionar que en Costa Rica y Panamá se localizan los más reconocidos y productivos taxónomos de abanicos de mar (Odalisca Breedy: Costa Rica y Héctor Guzman: Panamá) quienes han definido con mayor precisión la biodiversidad de abanicos de ambos países. Por el bajo a moderado nivel de conocimiento de la riqueza de abanicos en el Pacífico mexicano es de esperar que la riqueza aumente al menos al doble (Sanchez 2005, Ulate et al. 2017).

Con respecto a la riqueza de abanicos de mar en el Atlántico occidental, existen números semejantes en Miami con 29 spp. (Opresko 1973), Cuba 25 spp. (Espinosa et al. 2010) y Panamá, Bocas del Toro con 29 spp. (Guzman y Guevara 1999); siendo superada en el Caribe mexicano (Yucatán) donde se registran 43 spp. (Jordán-Dahlgren 2002). Cabe señalar que las 24 especies reportadas en este estudio provienen de los monitoreos ecológicos de 5 y 20 m de profundidad y no son estudios enfocados a la recolecta de abanicos de mar, como si lo es en los estudios antes mencionados, por ello es de esperar que la riqueza aumente al menos al doble, con la descripción de nuevas especies y con recolectas hasta los 50 metros.

Dado que los abanicos de mar del Pacífico americano no poseen zooxantelas (Van Oppen *et al.* 2005), su alimentación depende completamente del zooplancton, bacterias y materia orgánica en suspensión. La captación del alimento es mayor y favorecida en los sitios donde se capte esta energía externa, es decir en los sitios con mayor hidrodinamismo (puntas o salientes de los arrecifes rocosos) y donde exista mayor productividad (Fabricius & De'ath 2008). En este sentido se ha reportado que la parte central y norteña del Golfo de California son las regiones con mayor producción de fito y zooplancton, lo cual está directamente ligada con la mayor riqueza de abanicos de mar reportados en este estudio y por Ulate *et al.* (2017) y Gamero (2017). Esto al mismo tiempo ligado a las áreas de surgencia y relativamente baja temperatura en el Golfo de California (Alvares-Borrego 2010, Lluch-Cota *et al.* 2007).

Ahora bien, el gradiente de decremento de la riqueza al sur del Golfo de California (Ventana, Cabo Pulmo y Los Cabos) además de ser regiones con menos eventos de surgencia (Lluch-Cota *et al.* 2007), también se da un cambio evidentemente biogeográfico reflejado en el cambio de composición específica de abanicos con un mayor número de especies distintas de *Pacifigorgia* y *Leptogorgia*. Esta distinta afinidad biogeográfica de la región sur del Golfo ha sido registrada para otra fauna marina principalmente en peces de arrecife (Briggs 1974; Hastings 2000; Roberston & Cramer 2009). Ulate *et al.* (2016) la provincia Cortesiana la subdividió en Norte, Centro y Sur dado el patrón de distribución de macroinvertebrados sésiles, indicando una fauna de afinidad tropical



para el sur del Golfo de California. Gamero (2017) señala que especies no descritas de *Muricea* (*M. sp. 2*, *M. sp. 4*, *M. sp. 9*) y *Psammogorgia sp. 1* son especies endémicas del Golfo de California y de afinidad nortea de zonas relativamente frías y elevada surgencia; mientras que el sur del Golfo *P. sp. 2*, *P. sp. 3* y *L. cuspidata*, son de afinidad tropical. *L. cuspidata* su abundancia es mayor en Islas Marías e Ixtapa-Zihuatanejo (Beylán 2015, Sánchez-Ortiz *et al.* 2017).

#### Densidad y cobertura.

La densidad promedio de abanicos de mar en el área de estudio es de 0.03 col/m<sup>2</sup> con un mínimo de 0.00001 y un máximo de 0.35 col/m<sup>2</sup>. La región con menor densidad promedio registrada fue Loreto con 0.02 col/m<sup>2</sup> (0.00007-0.12 col/m<sup>2</sup>) y la mayor fue Los Cabos con un promedio de 0.17 col/m<sup>2</sup> (0.0001-1.1 col/m<sup>2</sup>). Pero es muy contrastante la densidad con datos superiores en Panamá (38.7 col/m<sup>2</sup>), Florida (25.1 col/m<sup>2</sup>), Belice, Care Cow (19.6 col/m<sup>2</sup>), Colombia, Isla Providencia (9.98 col/m<sup>2</sup>) (Golberg 1973, Lasker & Coffroth 1983, Sánchez *et al.* 1998, Chiappone & Sullivan 1994). Esta diferencia es atribuible al muestreo selectivo del hábitat donde solo se encuentren abanicos de mar o solo indiquen donde se encuentren las máximas densidades. Beylán (2016) reporta para Islas Marías México densidades muy elevadas con 6.83 col/m<sup>2</sup> y menciona que pueden existir sitios (bloques o paredes rocosas) cubiertas que forman bosques por abanicos de mar, pero estos datos se estandarizan cuando se tienen mayor número de repeticiones o replicas en el mismo sitio y profundidad, los cuales permiten evaluar la variabilidad de la densidad en una localidad o región. La metodología empleada en este estudio (metodología ProMARES) no solo se enfocó al conteo de abanicos de mar, sino a otras 180 especies más de macroinvertebrados (otros cnidarios, esponjas, anélidos, moluscos, crustáceos y equinodermos) y debido a la experiencia en campo y al registro de macroinvertebrados es factible reconocer de mejor forma al ecosistema arrecifal del Pacífico mexicano (incluyendo al Golfo de California), donde también se registran altas densidades de abanicos.

La diferencia de las densidades promedio de las regiones del estudio (Loreto y Los Cabos) es factible atribuir las a los fenómenos de afloramiento regional y local. Además por la distinta afinidad biogeográfica regional de diversas especies de la familia Plexauridae de *Muricea*,

*Heterogorgia* y *Psammogorgia* (afinidad fría) desde Loreto al norte del Golfo, mientras que la densidad aumenta para varias especies de la familia Gorgoniidae de *Pacifigorgia* y *Leptogorgia* (afinidad cálida) de La Ventana al sur del Pacífico mexicano.

La variación temporal de la densidad promedio presentó un decremento general del 40%. La región con mayor decremento fue El Corredor (75%), seguido por Loreto (50%), La Ventana (50%) y por último La Paz (30%), y no de forma significativa para las regiones sureñas (La Ventana, Cabo Pulmo y Los Cabos). Este decremento notable de la densidad en regiones norteñas es atribuible a los cambios ambientales relacionados con el cambio climático, donde este avance de aguas cálidas hacia el norte y el abatimiento de la termoclina a niveles más profundos (15-20 metros a 20-30 m de profundidad) provoca mortalidades continuas de los abanicos someros (<15 m) o profundos (15-30 m) probando la disminución progresiva de la densidad y una homogenización de la diversidad. También esta mortalidad drástica desde La Paz a Loreto se ha observado en el coral negro *Antiphatés galapaguensis* donde bosques enteros a 30 m de profundidad ya no existen (Sanchez, C. com. pers.).

Un dato relevante a señalar, es el año 2014 donde el sur de la península de Baja California fue impactado por el huracán Odile, afectando notablemente la densidad de abanicos de mar en las regiones de Los Cabos y Cabo Pulmo causando un drástico declive en la densidad (50%-30% respectivamente). Posterior al evento se ha observado una recuperación en la densidad de los abanicos después de 3 años de pasado el huracán

### **Dominancia**

Seleccionado las diez especies más densas y frecuentes de zona de estudio (Los Cabos a Loreto) que fueron obtenidas con el análisis de dominancia de Olmstead-Tukey y comparando la regionalización del Golfo de California propuesto por Ulate *et al.* (2016): Norte (Alto Golfo), Centro (Grandes Islas – La Ventana) y Sur (Cabo Pulmo – Los Cabos), es factible definir con mayor precisión la zona de transición entre las regiones Centro y Sur, la cual incluye las regiones de La Paz y La Ventana. Ambas regiones aumentan gradualmente la densidad y dominancia de distintas

especies de abanicos y donde a través del tiempo se ha observado el decremento de la densidad y eliminando la dominancia de especies llevando a la homogenización de la comunidad. En la variación temporal de la dominancia de las especies resalta un grupo de especies que han presentado fluctuación entre las categorías (*M. fruticosa*, *M. plantaginea*, *P. pulchra*, *P. exilis*, *E. aurantiaca* y *E. multifida*). La mayoría de estas especies son dominantes en el norte del área de estudio. El Corredor ha sido la zona donde se ha presentado la mayor fluctuación en la jerarquización de las especies, indicando cambios en la estructura de la comunidad y la sensibilidad de estas especies. Estos cambios pueden atribuirse a la oscilación de la producción o límites de distribución de su alimento o de las condiciones idóneas para la existencia de estas especies.

### **Agrupación Comunitaria**

En síntesis, la zona de estudio (Los Cabos a Loreto), ahora es factible precisarla en tres zonas: 1) Loreto-Corredor, 2) La Paz y 3) La Ventana-Los Cabos. Esta zonificación o agrupación de regiones varía a lo largo del tiempo (Tabla VIII), sugiriendo que en La Paz hay una mayor fragmentación del hábitat y una constante fluctuación en zonas más norteñas. También en estas zonas se observó un cambio significativo temporal en el área de estudio a partir del año 2014, es decir se observa un antes y un después en la comunidad de abanicos.

## CONCLUSIONES

- Entre 2013 y 2017 se censaron 24 especies de abanicos de mar desde Los Cabos a Loreto, que corresponden al 66% de las especies reportadas para todo el Golfo de California y siendo una de las zonas con mayor riqueza registradas para el Pacífico Oriental Tropical y el Atlántico Occidental. Esta riqueza de abanicos de mar está ligada a regiones con mayor surgencia y relativamente baja temperatura en el Golfo de California.
- La densidad promedio de abanicos de mar en el área de estudio es de 0.03 col/m<sup>2</sup> (0.00001-0.35 col/m<sup>2</sup>) son valores moderados respecto a otras regiones del mundo, sin embargo son el reflejo de la variabilidad del hábitat en los ecosistemas arrecifales rocosos (y coralinos) del Golfo de California.
- De forma temporal se registró un decremento significativo en la densidad promedio (-40%) en las regiones más norteñas El Corredor (-75%), Loreto (-50%) y La Paz (-50%), sugiriendo efectos provocados por la tropicalización del sur del Golfo (avance de aguas cálidas y el abatimiento de la termoclina).
- Se registró la influencia del huracán Odile durante 2014 que impactó notablemente en la disminución de la densidad de abanicos de mar en Los Cabos y Cabo Pulmo (-50%, -30% respectivamente), con una recuperación de la densidad en 3 años.
- Se presentó una disminución en la dominancia de *M. fruticosa*, *M. plantaginea*, *P. pulchra*, *P. exilis*, *E. aurantiaca* y *E. multifida* en regiones de La Paz a Loreto.
- En la zona de estudio (Los Cabos a Loreto) y de acuerdo a las especies presentes de abanicos, dominancia y cambios temporales se precisan tres zonas: 1) Loreto-Corredor, 2) La Paz y 3) La Ventana-Los Cabos, siendo La Paz donde se han observado mayores cambios negativos en la densidad.

## LITERATURA CITADA

- Abeytia R, Guzman HM y Breedy O. 2013. Species composition and bathymetric distribution of gorgonians (Anthozoa: Octocorallia) on the Southern Mexican Pacific coast. *Rev. Biol. Trop.* 61(3):1157-1166
- Alvarez-Borrego S. 2010 Physical, chemical, and biological oceanography of the Gulf of California. In: R. C. Brusca (Ed), *The Gulf of California. Biodiversity and Conservation*. The University of Arizona Press and the Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, 354 pp.
- Bayer FM. 1961. The shallow water Octocorallia of the West Indian region. *Stud. Fauna* 12:1-373.
- Beylán A. 2016. Riqueza, densidad y distribución de abanicos de mar (Octocorallia, Holaxonia) del Archipiélago Islas Mariás, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 45 pp.
- Breedy O y Cortés J. 2008. Octocorals (Coelenterata: Anthozoa: Octocorallia) of the Isla Cocos, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56: 71–77.
- Breedy O y Guzman HM. 2002. A revisión of the genus *Pacifigorgia* (Coelelerata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Proc. Bio. Soc.* 115: 782-839.
- Breedy O y Guzman HM. 2003. Octocorals from Costa Rica: the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 281: 1-60.
- Breedy O y Guzman HM. 2007. A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards & Haimee, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the Eastern Pacific. *Zootaxa* 1419: 1-90.
- Breedy O y Guzman HM. 2009. A revision of the genus *Eugorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 2151: 1-46.
- Breedy O, Guzman HM y Vargas S. 2009. A revision of the genus *Eugorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 2151: 1–46.
- Chiappone M y Sullivan KM 1991. Coral reefs for evaluating stony coral (Scleractinia and Milleporina) community similarity and area coverage on reefs of the central Bahamas. *Coral Reefs*. 10: 139-154.
- Breedy O, Abeytia R y Guzman HM. 2012. A new species of *Leptogorgia* (Cnidaria: Anthozoa: Octocorallia) from the Mexican Pacific coast. *Bull. Mar. Sci.* 88: 319-325.
- Brusca RC y Brusca GJ. 2005. Invertebrados. 2da edición. McGraw Hill / Interamericana de España, S. A. 1005 pp.
- Chiappone M y Sullivan KM. 1994. Ecological structure and dynamics of nearshore hardbottom communities in the Florida Keys. *Bull. of Mar. Sci.* 54, 747–756.

- Daly M, Brugler MR, Cartwright P, Collins AG, Dawson MN, Fautin DG, France SC, McFadden CS, Opresko DM, Rodriguez E, Romano SL y Stake JL 2007 The phylum Cnidaria: A review of phylogenetic patterns and diversity 300 years after Linnaeus. *Zootaxa*, 1668: 127-182.
- Diario Oficial de la Federación. 1996. Decreto del Área Natural Protegida conocida como Parque Nacional Bahía de Loreto, B. C. S.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Carta Nacional Pesquera. Tomo DLXIII. No. 20. Segunda sección.
- Diario Oficial de la Federación 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001. México. 61 pp.
- Fabricius KE y De'ath G. 2008. Photosynthetic symbionts and energy supply determine octocoral biodiversity in coral reefs. *Ecology* 89: 3163–3173.
- Lasker H y Coffroth M. 1983. Octocoral distributions at Carrie Bow Cay, Belize. *Mar. Eco. Prog. Ser.* 13, 21–28.
- Espinosa YO, Hernández-Fernández L y Capote AJ 2010. Estructura y daños en las comunidades de octocorales (Octocorallia: Alcyonacea) de la Reserva Ecológica Siboney-Juticí, Santiago de Cuba, Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 58: 1211–1221.
- Gamero DA. 2014. Patrones de distribución, riqueza y densidad de abanicos de mar (Cnidaria: Octocorallia) en el Golfo de California, México durante los años 2009 y 2010. Tesis de licenciatura. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú 77pp.
- Gamero DA. 2017. Estructura de la comunidad de abanicos de mar (Cnidaria: Octocorallia) del Golfo de California. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 82 pp.
- Golberg WM 1973. The ecology of the coral-octocoral communities off the southeast Florida coast: geomorphology, species composition, and zonation. *Bull. Mar. Sci.* 23: 465–488.
- Gomez CG, Guzman HM, Gonzalez A y Breedy O. 2014. Survival, growth, and recruitment of Octocoral species (Coelenterata: Octocorallia) in Coiba National Park, Pacific Panama. *Bull. Mar. Sci.* 90: 623–650.
- Gómez-Gutiérrez J, Martínez-Gómez S, Robinson C.J. 2012. Seasonal growth, molt, and egg production of *Nyctiphanes simplex* (Crustacea: Euphausiacea) juveniles and adults in the Gulf of California. *Mar Ecol Prog Ser.* 455: 173-194.
- Guzman, H.M. & Breedy, O. 2008. Distribución de la Diversidad y Estado de Conservación de los Arrecifes Coralinos y Comunidades Coralinas del Pacífico Occidental de Panamá (Punta Mala - Punta Burica). The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, EE.UU.

- Guzman HM y Guevara CA. 1999. Coral reefs of Bocas del Toro, Panama: III Distribution, structure, diversity and conservation status of reefs in Pastores, Cristobal, Popa and Cayo Agua islands. *Rev. Biol. Trop.* 47: 659–676.
- Hernández-González O. 2014. Descripción taxonómica de una especie nueva de abanico de mar del género *Leptogorgia* (Cnidaria: Octocorallia: Gorgoniidae) del Golfo de California. Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. Baja California Sur, México.
- Hernández-Muñoz D, Alcolado PM, Hernandez-González M. 2008. Efectos de un emisario submarino de agua “residuales” urbanas sobre comunidades de octocorales (Octocorallia: Alcyonacea) en Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 56: 65-75.
- Jiménez Illescas AR, Obeso-Nieblas M, Alatorre MMA. 1994. Hidrología de la Bahía de La Paz. *Oceanología*. Unidad de Educación en Ciencia y Tecnología de Mar, 1: 115–131.
- Jordán-Dahlgren E. 2002. Gorgonian distribution patterns in coral reef environments of the Gulf of Mexico: evidence of sporadic ecological connectivity? *Coral Reefs* 21: 205–215.
- Jordán EJ. 1989. Gorgonian Community Structure and Reef Zonation Patterns on Yucatan Coral Reefs. *Mar. Sci.* 45 (3): 678-696
- Kinzie RA. 1973. The Zonation of West Indian Gorgonians. *Bull. Mar. Sci.* 23 (1): 93-155
- Lluch-Cota, SE, Aragón-Noriega EA, Arreguín-Sánchez F, Aurióles-Gamboa D, Bautista-Romero J, Brusca RC, Cervantes-Duarte R, Cortés-Altamirano R, Del-Monte-Luna P, Esquivel-Herrera A, Fernández G, Hendrickx ME, Hernández-Vázquez S, Herrera-Cervantes H, Kahru M, Lavín M, Lluch-Belda D, Lluch-Cota DB, López-Martínez J, Marinone SG, Nevárez-Martínez MO, Ortega-García S, Palacios-Castro E, Parés-Sierra, A, Ponce-Díaz G, Ramírez-Rodríguez, M, Salinas-Zavala CA, Schwartzlose RA y Sierra-Beltrán AP. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Prog. Oceanogr.* 73: 1–26.
- Matamoros RF. 1984. Sistemática y distribución de los corales blandos (Coelenterata, Octocorallia: Gorgonacea) de la Bahía de Mazatlán Sinaloa, México. Tesis de licenciatura Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México. 113pp.
- McFadden CS, Sánchez JA y France SC. 2010. Molecular phylogenetic Insights into the evolution of octocorallia: a review. *Integr. Comp. Biol.* 50-(3): 389-410.
- Niparáj y ProNATURA. 2011. Información del Corredor San Cosme – Punta Coyote, B.C.S. para elaborar la Manifestación de Impacto Regulatorio, La Paz, Baja California Sur
- Muñoz Jimenez VB. 2018. Abanicos de Mar (Cnidaria: Octocorallia: Holaxonia) de las Bahías de Banderas y Chamela, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.

- Olvera U, Hernández O, Sánchez C y Gómez-Gutiérrez J. 2018. Two new endemic species of Gorgoniidae (Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia) from Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Zootaxa* 4442 (4): 523-538.
- Opresko, D.M. 1973. Abundance and distribution of shallow-water gorgonians in the area of Miami, Florida. *Bull. Mar. Sci.* 23: 535–558.
- Prahl HV, Escobar D y Molina G. 1986. Octocorales (Octocorallia: Gorgoniidae y Plexauridae) de aguas someras del Pacífico Colombiano Henry. *Rev. Biol. Trop* 34: 13–33.
- Sánchez A y Reza M. 2000. Variaciones Espaciales en la Comunidad de Gorgónidos en el Sur del Golfo de California. Tesis Licenciatura Biólogo Marino, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS. México.
- Sánchez-Ortiz CA. 2004. Molecular Systematics of Octocorals (Cnidaria: Anthozoa), and their Morphological Links. Tesis doctoral. Norwich, UK. School of Biological Sciences at University of East Anglia. 127 pp.
- Sánchez-Ortiz CA, Favoretto F, Arcos-Aguilar RJ, Hoffman-Ramirez ZS, Beylán-González A, Ruiz Sakamoto AT, Puebla-Jarillo TA y Yacuta C. 2017. Evaluación del Estado de Salud de los Arrecifes Rocosos de la Región de Ixtapa-Zihuatanejo: Redescubriendo sus Joyas Marinas. Reporte de Expedición Científica, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Laboratorio de Fauna Arrecifal, 43 pp.
- Sánchez JA, Zea S. y Díaz JM. 1998. Patterns of octocoral and black coral distribution in the oceanic barrier reef-complex of Providencia island, southwestern Caribbean. *Caribb. J. Sci.* 34: 250–264.
- Shepard FP, Rusnak GA y Fisher RL. 1964. Bathymetry and faults of Gulf of California. Marine Geology of the Gulf of California: a symposium. Amer Assoc. Petroleum Geologists. Memoir 3: 59-75.
- Sinsel F. 1991. Taxonomía, distribución, abundancia y diversidad de los gorgonidos (Octocorallia: Gorgonacea) del arrecife de Cabo Pulmo, Baja California Sur, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Sokal RR y Rohlf. 1981. Biometry W H Freeman and Company, San Francisco
- Soriano-Santiago O. 2015. Respuestas ecofisiológicas al estrés oxidativo de abanicos de mar Cnidaria: Octocorallia en condiciones de Invierno y Verano en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar-IPN.



- Ulate K, Sánchez-Ortiz CA, Sánchez-Rodríguez A, Alonso D, Aburto-Oropeza O y Huato-Soberanis L. 2016. Latitudinal regionalization of epibenthic macroinvertebrate communities on rocky reefs in the Gulf of California. *Mar. Biol. Res.* 12 (4): 389-401.
- Van Oppen MJH, Mieog JC, Sánchez-Ortiz CA y Fabricius KE 2005. Diversity of algal endosymbionts (zooxanthellae) in octocorals: The roles of geography and host relationships. *Mol. Ecol. Resour.* 14: 2403–2417.

## ANEXOS

Anexo 1 Sitios censados y profundidades muestreadas en cada una de las regiones de 2013 a 2017  
(● Ambas profundidades, ○ sólo en zona profunda, ° sólo en zona somera)

Región	Sitio	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
Loreto	CORONADO_PUNTA_BLANCA	●	●	●	●	●
	CORONADO_MONO	●	●	●	●	●
	CORONADO_LAJAS	●	●	●	●	●
	CARMEN_PUNTA_LOBOS	○	○	○	○	○
	CARMEN_TINTORERA	○	○	○	○	○
	CARMEN_PUNTA_PERICO	○	○	○	○	○
	CARMEN_ABISMO	●	●	●	●	●
	DANZANTE_BIZNAGA	●	●	●	●	●
	DANZANTE_PUNTA_NOROESTE	○		○	○	○
	DANZANTE_PUNTA_ESTE	●	●	●	●	●
	DANZANTE_PUNTA_SURESTE	●	●	●	●	●
	MONSERRAT_REINITA	○	○	○	○	○
	MONSERRAT_GALERAS	○	○	○	○	○
	MONSERRAT_PUNTA_SURESTE	●	●	●	●	●
	Subtotal=	14	13	14	14	14
Corredor	ISLOTE_AGUA_VERDE	●		●	●	●
	REFUGIO_SAN_MARCIAL	●	●	○	●	○
	SAN_MATEO_NORTE	○	○	○	○	○
	PUNTA_BOTELLA	●	●	●	●	●
	REFUGIO_MORENA	●	●	●	●	●
	SAN_DIEGO_ABNEGADO	●	●	●	●	●
	HABANA	●	●	●	●	●
	SAN_JOSE_ANIMAS_NORTE	●	●	●	●	●
	SAN_JOSE_ANIMAS_PINACULOS	○	○	●	●	○
	BURROS	●	●	●	●	●
	PARDITO_REFUGIO		○	○	○	○
	SAN_FRANCISCO_PUNTA_NORTE_FARO	●	●	●	●	○
	PARDITO_FARO_LOBERA	○		○	○	○
	PORTUGUES	○	○	○	○	○
	PUNTA_COYOTE	○	○	○	○	○
Subtotal=	14	13	15	15	15	
La Paz	ESPIRITU_SANTO_ISLOTES_NORTE	●	●	●	●	●
	ESPIRITU_SANTO_ISLOTES_ESTE	○	○	○	○	○
	ESPIRITU_SANTO_PARTIDA_NORESTE	●	●	○	●	●
	ESPIRITU_SANTO_PAILEBOTE	○	○	○	○	○
	ESPIRITU_SANTO_BALLENA	○	○	○	○	○
	ESPIRITU_SANTO_PUNTA_LOBOS	○	○	○	○	○
Subtotal=	6	6	6	6	6	
La Ventana	CERRALVO_REINA	●	●	●	●	●
	CERRALVO_NORTE	●	●	●	●	●
	CERRALVO_CARPINTERO	●	●	●	●	○
	CERRALVO_BALISA	○	○		○	○
	CERRALVO_SUR_BAJO	○	○	○	○	○
	PUNTA_PERICO	○	○	○	○	○

	Subtotal=	6	6	5	6	6
Cabo Pulmo	TACHUELAS	o	o	o	o	o
	MORROS_CABO_PULMO	o	o	o	o	o
	LISAS	o	o	o	o	o
	BAJO_CABO_PULMO	o	o	o	o	o
	GAVILANES_CABO_PULMO	o	o	o	o	o
	NAVAJAS	o	o	o	o	o
	CANTILES_CABO_PULMO	o	o		o	o
	BARRA_PRIMERA	o	o	o	o	o
	CANTIL_MEDIO	o	●	●	o	●
	ESPERANZA	o	o	o	o	o
	ISLOTE_CABO_PULMO	o	o	o	o	o
	CASITAS	●	●	●	●	●
	LOBERA_CABO_PULMO	●	●	●	●	●
	POTANCO	o		o	o	o
	BLEDITO	o	o	o	o	o
	PIEDRAS_BOLAS	o	o	o	o	o
LINEA	o	o	o	o	o	
	Subtotal=	17	16	16	17	17
Los Cabos	PALMILLA_SAN_JOSE	o	o	o	o	o
	PALMILLA_ESCALONES		o	o	o	o
	PALMILLA_REGINA		o	o	o	o
	CHILENO	●	●	●	●	●
	SANTA_MARIA	o	o	o	o	o
	CABEZA_BALLENA_CSL	o	o	o	o	o
	GIORGIO	o	o	o	o	o
	ANEGADA	●	●	●	●	●
	ARCO_SAN_LUCAS	●	●	●	●	●
		Subtotal=	7	9	9	9
	Total=	64	63	65	67	67

Anexo 2 Número de transectos realizados en las distintas profundidades, de 2013 a 2017

Región	Profundidad	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
Loreto	Somero	55	50	55	67	56
	Profundo	31	32	32	43	32
Corredor	Somero	50	40	56	59	56
	Profundo	39	31	36	41	32
La Paz	Somero	22	23	18	22	24
	Profundo	8	8	8	8	8
La Ventana	Somero	18	18	15	18	19
	Profundo	12	12	12	11	12
Cabo Pulmo	Somero	40	40	40	36	39
	Profundo	36	35	36	46	40
Los Cabos	Somero	22	30	29	31	31
	Profundo	7	12	11	8	12
Total=		340	331	348	400	361

Anexo 3 Área total censada en las diferentes regiones

Región	Profundidad	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
Loreto	Somero	1 667	1 468	1 671	2 010	1 680
	Profundo	894	849	926	1 290	958
Corredor	Somero	1 55	1 216	1 676	1 765	1 680
	Profundo	1 209	881	1 091	1 230	952
La Paz	Somero	687	690	625	736	720
	Profundo	240	240	247	245	240
La Ventana	Somero	540	551	445	548	571
	Profundo	364	350	360	319	359
Cabo Pulmo	Somero	1 387	1 221	1 197	1 080	1 166
	Profundo	1 154	1 044	1 090	1 380	1 200
Los Cabos	Somero	656	837	890	915	930
	Profundo	210	374	342	533	354
Total=		10 558	9 721	10 560	12 051	10 810

Anexo 4 Variación de la densidad promedio (col/m<sup>2</sup>) de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California

Región	Especie	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
Loreto	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.002713	0.001283	0.001114	0.001818	0.000757
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.051085	0.036902	0	0.003636	0.007575
	<i>Muricea austera</i>	0.100973	0.18138	0.143442	0.081212	0.116666
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.027893	0.016104	0.033701	0.052424	0.049215
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.135222	0.180605	0.119454	0.118484	0.059496
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.010077	0.013815	0.000766	0.003030	0.002272
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0.067429	0.045958	0.05219	0.003939	0.016287
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.024418	0.062927	0.000383	0.021212	0.015909
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.070866	0.009194	0.003021	0.003030	0.00719
Corredor	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.104227	0.099956	0.031811	0.0466	0.042451
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.347261	0.014014	0	0	0.005681
	<i>Muricea austera</i>	0.0917	0.10187	0.073091	0.0672	0.063568
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.037827	0.004621	0.030240	0.004333	0.037310
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.07905	0.026511	0.009057	0.004666	0.006439
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.097137	0.100987	0.019565	0.056	0.043939
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.036172	0.024275	0.051666	0.028111
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.037255	0.077793	0.022896	0.011333	0.017099
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.44185	0.121415	0.065217	0.034066	0.024729
La Paz	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.345809	0.490322	0.182564	0.171645	0.211458
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.001111	0.031182	0.002637	0.01031	0.009375
	<i>Muricea austera</i>	0.014444	0.020430	0.019230	0.012222	0.010416
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.047777	0.008602	0.003846	0.004444	0.002083
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.001111	0.003225	0.001282	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.016464	0.004301	0.002564	0.004444	0.0125
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.007526	0.001282	0	0.011458
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0	0.005376	0	0.001111	0.004166
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.022787	0.025806	0.003846	0.006666	0
La Ventana	<i>Leptogorgia rigida</i>	1.643895	0.699085	0.956049	0.964347	0.838408
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0.005555	0	0	0
	<i>Muricea austera</i>	0	0.001111	0	0	0
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.410740	0.483225	0.24	0.110198	0.213519
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.028252	0.007407	0	0.003165
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.031111	0.136222	0	0.001149	0.013978
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.252537	0.038888	0.097530	0.018530	0.055180
Cabo Pulmo	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.719364	0.392743	0.495296	0.31097	0.450813
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0	0	0.003658	0
	<i>Muricea austera</i>	0.013157	0.01631	0.00877	0.003252	0.001687
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.530160	0.240778	0.402646	0.139837	0.274141
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0	0.000438	0	0
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0	0	0	0	0.000843

Cabo Pulmo	<i>Pacifigorgia media</i>	0.437968	0.251896	0.453758	0.21504	0.208921
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.034530	0.092097	0.241451	0.106097	0.013080
Los Cabos	<i>Leptogorgia rigida</i>	1.642364	0.802116	0.754833	0.876013	1.61627
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0	0	0.002040	0
	<i>Muricea austera</i>	0.03456	0.050180	0.018833	0.004081	0.015116
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.557307	0.359187	0.450382	0.589914	0.317248
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.045238	0	0	0
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.004597	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia media</i>	0.177011	0.150357	0.168215	0.387341	0.173449
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.118390	0.470815	0.292735	0.324016	0.072093

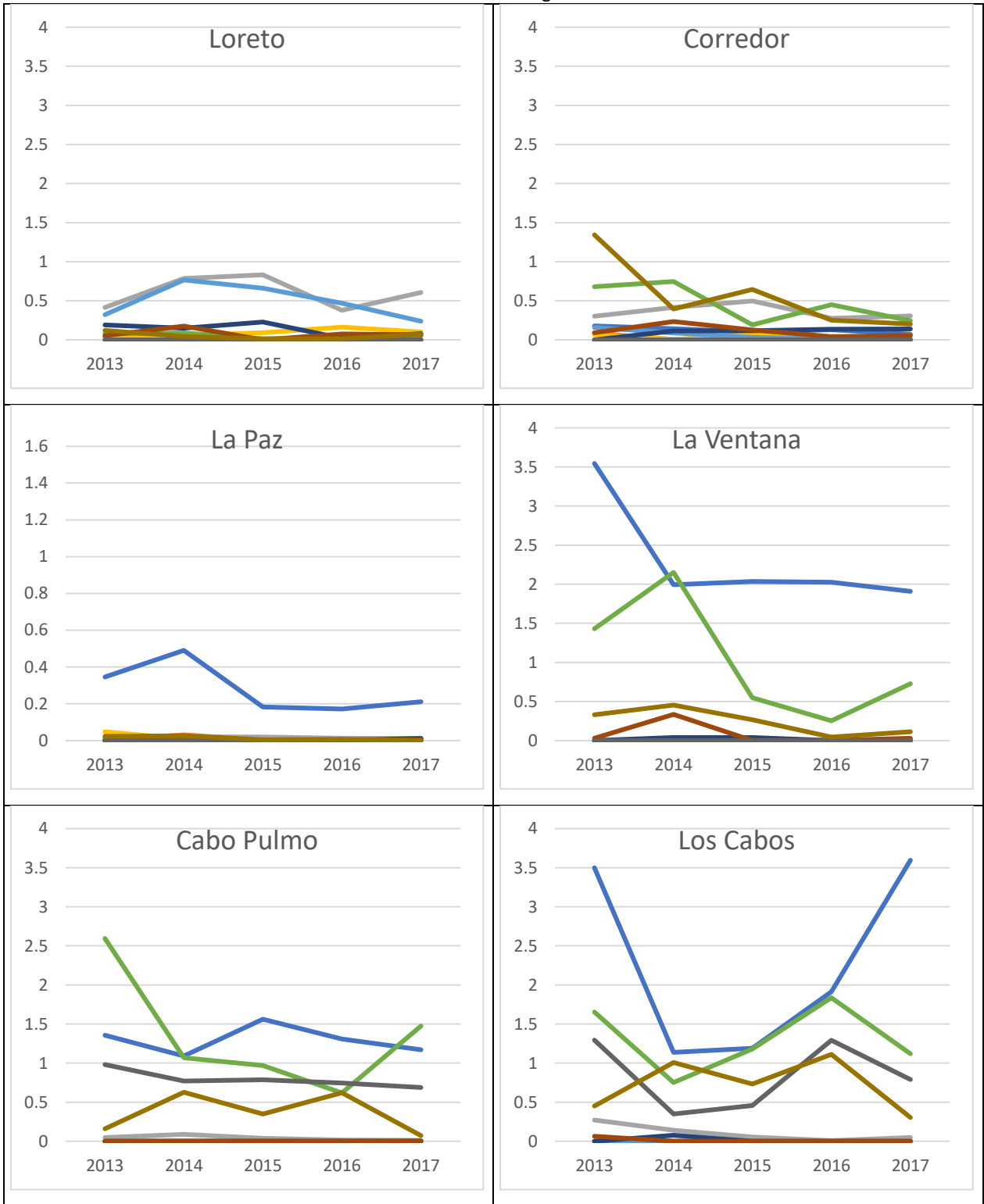
Anexo 5 Variación de la cobertura promedio (% transecto) de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California

Región	Especie	Año				
		2013	2014	2015	2016	2017
Loreto	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.00099	0.00235	0.00119	0.00309	0.0019
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.03374	0.01724	0	0.0027	0.0028
	<i>Muricea austera</i>	0.41300	0.78447	0.83225	0.37786	0.60616
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.03992	0.05495	0.09070	0.16219	0.1014
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.32185	0.76607	0.6605	0.46739	0.23825
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.07439	0.08868	0.01160	0.03551	0.0501
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0.19108	0.14980	0.22794	0.02031	0.0789
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.05166	0.17582	0.00019	0.07428	0.0642
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.12017	0.04257	0.01280	0.01558	0.0721
Corredor	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.17835	0.14278	0.10238	0.12895	0.0719
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.08547	0.00358	0	0	0.0006
	<i>Muricea austera</i>	0.30392	0.41421	0.49726	0.27555	0.3051
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.06587	0.00650	0.06918	0.0035	0.05634
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.15799	0.08844	0.03171	0.01244	0.0140
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.68086	0.74655	0.19152	0.45064	0.24397
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.11472	0.11647	0.13505	0.13934
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.09180	0.23418	0.1258	0.04098	0.0551
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	1.34351	0.39540	0.64628	0.25055	0.2024
La Paz	<i>Leptogorgia rigida</i>	0.49946	0.86775	0.39419	0.56760	0.32482
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0.00589	0.01243	0.00050	0.00129	0.00755
	<i>Muricea austera</i>	0.08241	0.06560	0.09952	0.04548	0.0505
	<i>Muricea fruticosa</i>	0.07668	0.00658	0.00193	0.01040	0.00382
	<i>Muricea plantaginea</i>	0.00031	0.01195	0.00487	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	0.03457	0.00881	0.00684	0.02453	0.03956
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.00939	0.00402	0	0.01816
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0	0.01641	0	0.00087	0.01276
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.04047	0.09350	0.01333	0.02234	0
La Ventana	<i>Leptogorgia rigida</i>	3.54555	1.9923	2.03646	2.02500	1.90903
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0.00171	0	0	0
	<i>Muricea austera</i>	0	0.01260	0	0	0
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	1.43068	2.15113	0.54711	0.25285	0.72792
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.03855	0.03866	0	0.00463
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.02904	0.33481	0	0.00057	0.03040
	<i>Pacifigorgia media</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.33007	0.45364	0.26656	0.04484	0.11353
Cabo Pulmo	<i>Leptogorgia rigida</i>	1.35689	1.09085	1.56180	1.30749	1.17194
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0	0	0.00495	0
	<i>Muricea austera</i>	0.04708	0.08826	0.03695	0.01449	0.01132
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	2.59476	1.06866	0.96857	0.61825	1.47460
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0	0.00232	0	0
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0	0	0	0	0.00387

Cabo Pulmo	<i>Pacifigorgia media</i>	0.98115	0.77028	0.78649	0.74466	0.68788
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.16055	0.62705	0.34745	0.62027	0.07223
Los Cabos	<i>Leptogorgia rigida</i>	3.4979	1.13746	1.18944	1.9113	3.5953
	<i>Leptogorgia sp2</i>	0	0	0	6.41E-05	0
	<i>Muricea austera</i>	0.27185	0.14033	0.05569	0.00820	0.04926
	<i>Muricea fruticosa</i>	0	0	0	0	0
	<i>Muricea plantaginea</i>	0	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia agassizii</i>	1.65285	0.75165	1.18092	1.83640	1.11866
	<i>Pacifigorgia exilis</i>	0	0.07676	0	0	0
	<i>Pacifigorgia gracilis</i>	0.0638	0	0	0	0
	<i>Pacifigorgia media</i>	1.29419	0.34899	0.45581	1.29288	0.79117
	<i>Pacifigorgia sp1</i>	0.45242	1.00591	0.73238	1.11155	0.30407



Anexo 6 Variación temporal de la cobertura de las 10 especies más densas del Suroeste del Golfo de California en cada una de las regiones



Anexo 7 Valores p del Análisis Kruskal-Wallis para la comparación de las regiones en cada uno de los años muestreados

		2013								2014					
		Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos			Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos
Loreto								Loreto							
Corredor		0.005						Corredor	1.000						
La Paz		0.621	0.000					La Paz	1.000	1.000					
La Ventana		0.028	1.000	0.000				La Ventana	0.151	0.557	0.055				
Cabo Pulmo		1.000	1.000	0.012	1.000			Cabo Pulmo	1.000	1.000	1.000	0.589			
Los Cabos		0.029	1.000	0.000	1.000	1.000		Los Cabos	0.013	0.091	0.007	1.000	0.096		
		2015								2016					
		Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos			Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos
Loreto								Loreto							
Corredor		1.000						Corredor	1.000						
La Paz		0.598	1.000					La Paz	1.000	0.526					
La Ventana		0.454	0.086	0.009				La Ventana	1.000	1.000	0.929				
Cabo Pulmo		0.082	0.004	0.001	1.000			Cabo Pulmo	0.144	1.000	0.070	1.000			
Los Cabos		0.014	0.000	0.000	1.000	1.000		Los Cabos	0.000	0.001	0.000	0.095	0.061		
		2017													
		Loreto	Corredor	La Paz	La Ventana	Cabo Pulmo	Los Cabos								
Loreto															
Corredor		1.000													
La Paz		1.000	0.668												
La Ventana		0.176	1.000	0.051											
Cabo Pulmo		1.000	1.000	0.431	1.000										
Los Cabos		0.058	1.000	0.020	1.000	1.000									

Anexo 8 Valores p del Análisis Kruskal-Wallis para la comparación de los años en las diferentes regiones muestreadas.

Loreto						Corredor					
	2013	2014	2015	2016	2017		2013	2014	2015	2016	2017
2013						2013					
2014	1.000					2014	0.010				
2015	1.000	1.000				2015	0.000	0.027			
2016	0.043	0.007	0.479			2016	0.000	0.142	1.000		
2017	0.219	0.053	1.000	1.000		2017	0.000	0.273	1.000	1.000	
La Paz						La Ventana					
	2013	2014	2015	2016	2017		2013	2014	2015	2016	2017
2013						2013					
2014	1.000					2014	1.000				
2015	1.000	1.000				2015	1.000	1.000			
2016	1.000	1.000	1.000			2016	0.095	0.396	1.000		
2017	1.000	1.000	1.000	1.000		2017	1.000	1.000	1.000	1.000	
Cabo Pulmo						Los Cabos					
	2013	2014	2015	2016	2017		2013	2014	2015	2016	2017
2013						2013					
2014	1.000					2014	1.000				
2015	1.000	1.000				2015	1.000	1.000			
2016	1.000	1.000	0.809			2016	1.000	1.000	1.000		
2017	1.000	1.000	0.756	1.000		2017	1.000	1.000	1.000	1.000	