



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

Área de Conocimiento de Ciencias del Mar y de la Tierra

Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras

TESIS

Estructura de la Comunidad de Abanicos de Mar (Cnidaria: Octocorallia) del Golfo de California

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

**Maestro en Ciencias Marinas y Costeras
con Orientación en Ecología Marina**

PRESENTA:

Diego Alberto Gamero Huayhua

DIRECTORES:

**Dr. Carlos Armando Sánchez Ortiz
M.C. Gustavo De la Cruz Agüero**

LA PAZ, BCS, MÉXICO, FEBRERO DE 2017

Esta tesis de maestría se realizó dentro del **“Programa de Investigación para la Conservación de la Fauna Arrecifal”** de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (PFA-UABCS), bajo la dirección del Dr. Carlos Armando Sánchez Ortiz y M.C. Gustavo de la Cruz Agüero. La tesis forma parte de los productos del Cuerpo Académico UABCS-CA-43 **“Ecosistemas marinos y sus servicios ambientales”** y apoyada por los proyectos: **Monitoreo Ecológico (ProMonitor) UABCS-SCRIPPS-CBMC** (Golfo de California 1998-2016, Archipiélago de Revillagigedo 2006-2016 y Archipiélago de Islas Marías 2010) del **Centro para la Biodiversidad Marina y Conservación, A.C.** y el **Programa Marino del Golfo de California** de la Institución de Oceanografía SCRIPPS (SIO) de la Universidad de California San Diego (UCSD), bajo la dirección del Dr. Marco Octavio Aburto Oropeza; Proyecto PROMEP 2006 en la **“Evaluación del efecto de captura acuarística sobre las poblaciones naturales de la fauna arrecifal y bases para su manejo en el suroeste del Golfo de California”**; SEMARNAT-CONACyT 2004-01-445 **“Biogeografía y Sistemática Molecular de los Abanicos de Mar y Corales Blandos (Cnidaria: Octocorallia) del Pacífico Mexicano y Golfo de California”**; CONABIO 2013 - JF190/13 **“Inventario sobre la fauna sésil y flora marina en Islas del Pacífico de Baja California Sur”** y por CONACyT 271108 **Red Temática Código de Barras de la Vida** (2015 - 2017) con el proyecto **“Biodiversidad en Ambientes Marino-Terrestres Vulnerables de la Región Los Cabos Mediante Herramientas Genómicas”**



PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA ARRECIFAL

A.P. 19-B, LA PAZ, BCS 23080, MÉXICO, TEL (612) 123-8800 EXT 4130

ÍNDICE

RESUMEN.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVO.....	8
Objetivos Particulares	8
METODOLOGÍA.....	8
Área de estudio.....	8
Registro de datos.....	10
RESULTADOS	15
Muestreo.....	15
Cambios de riqueza y densidad respecto a la profundidad.....	19
Cambios de riqueza y densidad respecto a la latitud.....	21
Cambios de riqueza y densidad según la latitud y profundidad	22
Dominancia.....	25
Diversidad y equitatividad.....	28
Análisis de asociación.....	32
Análisis de similitud.....	32
DISCUSION.....	35
Riqueza.....	35
Densidad.....	40
Diversidad y dominancia	42
Agrupaciones comunitarias	43
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	46
ANEXOS.....	46

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Tres agrupaciones comunitarias de macroinvertebrados de arrecife rocoso en el Golfo de California. Tomado de Ulate et al. (2016).
- Figura 2.** Provincia de Cortés y las tres subprovincias biogeográfica del Golfo de California según Brusca et al. (2005).
- Figura 3.** Localidades de monitoreo ecológico ProMARES en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010. Los nombres de las localidades numeradas se muestran en la Tabla II
- Figura 4.** Distribución de la riqueza de abanicos de mar en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 5.** Distribución de la densidad total (colonias/1000m²) de abanicos de mar en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 6.** Distribución de la riqueza y densidad total (colonias/1000m²) de abanicos de mar a 5m y 20m de profundidad en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 7.** Distribución de la densidad total (colonias/1000m²) por género de abanico de mar a 5m y 20m de profundidad el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 8.** Distribución latitudinal de la riqueza por género de abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 9.** Distribución latitudinal de la densidad (colonias/1000m²) por género de abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 10.** Distribución latitudinal de la dominancia de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 11.** Distribución latitudinal y por profundidad (5m y 20m) de la dominancia de Simpson en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 12.** Distribución latitudinal de la diversidad de Shannon (H') de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 13.** Distribución de diversidad de Shannon (H') por profundidad a 5m y 20m en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 14.** Distribución latitudinal de la equitatividad de Pielou de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 15.** Distribución de la equitatividad de Pielou por profundidad a 5m y 20m en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.
- Figura 16.** Análisis de asociación según la distancia de Bray-Curtis. Los colores delimitan las especies abanico de mar por zona geográfica tal como se muestra en el mapa. Azul = Golfo Norte; Verde = Golfo Central; Rojo = Golfo Sur.

Figura 17. Análisis de clasificación según la distancia de Bray-Curtis. Los colores delimitan las especies abanico de mar por zona geográfica tal como se muestra en el mapa. Azul = Golfo Norte; Verde = Golfo Central; Rojo = Golfo Sur.

Figura 18. Provincias biogeográficas en el Pacífico Oriental Tropical: A. Robertson & Cramer (2009); B. Briggs (1974); C. Eckman (1953); Hastings (2000).

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Listado de especies reportadas para el Pacífico mexicano y el Golfo de California. La ubicación de cada especie se clasifica como Pacífico Mexicano (M), Golfo de California (G) y ambas regiones (A). Los números en las referencias corresponden: Abeytia et al. (2013)¹; Breedy et al. (2009², 2012³, 2013⁴), Breedy & Guzman 2002⁵, 2007⁶, 2011⁷, 2015⁸, 2016⁸); Brusca et al. (2005)⁹, Hernández-Gonzales (2014)¹⁰; Reyes-Bonilla et al. (1997)¹¹; Ulate et al. (2016)¹²; Verrill (1870)¹³.

Tabla II. Lista de las localidades de monitoreo ecológico ProMARES en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.

Tabla III. Listado de especies de abanicos de mar registrados en los monitoreo ecológicos ProMARES en el Golfo de California, durante junio 2009 y junio 2010.

Tabla IV. Distribución latitudinal de las especies y clasificación de dominancia según el análisis de Olmstead-Tukey. Las especies se clasifican como dominantes ■, frecuentes ■, ocasionales ■ y raras ■.

LISTA DE ANEXOS

Anexo I. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

Anexo II. Metadatos de riqueza, densidad, dominancia de Simpson, diversidad de Shannon y equidad en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I.

Anexo III. Metadatos de riqueza, densidad, dominancia de Simpson, diversidad de Shannon y equidad en los sitios de muestreo según profundidad. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I.

Anexo IV. Metadatos de densidad por especie en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I. Nombres de las especies se presentan en códigos, con las tres primeras letras del nombre del género y el epíteto específico.

Anexo V. Metadatos de densidad por especie según profundidad en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I. Nombres de las especies se presentan en códigos, con las tres primeras letras del nombre del género y el epíteto específico.

RESUMEN

Los abanicos de mar son de los cnidarios más abundantes y diversos de los arrecifes rocosos del Golfo de California. Sin embargo, forman parte de los grupos poco estudiados del Pacífico Oriental. El objetivo de este proyecto es describir la estructura de la comunidad de los abanicos de mar en el Golfo de California. Durante 2009 y 2010 en el Golfo se realizaron monitoreos ecológicos (censos visuales) en 85 sitios a dos profundidades (5 m y 20 m), utilizando transectos de banda de 30m x 1m (30m²), con 3 a 6 repeticiones en cada sitio y profundidad. La comunidad de abanicos de mar se integra por 30 especies, 6 géneros y 2 familias, siendo un valor elevado de riqueza comparado con otras regiones del Pacífico Oriental Tropical. Se observó que la riqueza presenta un gradiente de distribución latitudinal, registrando más especies en el norte (21 especies) que el sur (8 especies); el mismo patrón se observó para la diversidad (H'), mientras que la dominancia (índice de Simpson) fue lo opuesto. La densidad total fue de 222,700 colonias/1000m², aportando el 50% (*Leptogorgia rigida*, *Muricea* sp. 4 y *Pacifigorgia agassizii*). La densidad promedio de los arrecifes fue de 2,620 colonias/1000m² (máximo 26,693 colonias/m²) valores relativamente bajos para el POT, comparado al panorama internacional. En general, la densidad fue mayor en el norte, representada por especies afines a aguas templadas y productivas (*Muricea*, *Heterogorgia*, *Psammogorgia* y *Eugorgia*), mientras que fue menor en el sur, con predominio de especies afines a aguas subtropicales y menos productivas (*Leptogorgia* y *Pacifigorgia*). Asimismo, se encontró una mayor riqueza, densidad y diversidad a mayor profundidad (20 m), mientras que la dominancia fue mayor a menor profundidad (5 m). *Leptogorgia rigida* fue la única especie que tuvo su mayor abundancia a 5m. La estructura comunitaria de los abanicos de mar permite identificar tres regiones; Golfo Norte, Golfo Central y Golfo Sur, en las que el gradiente de riqueza y diversidad disminuye de norte a sur, mientras que la dominancia aumenta en sentido contrario.

INTRODUCCIÓN

Los abanicos de mar o gorgonias son corales que pertenecen a la Subclase Octocorallia del Phylum Cnidaria. Son coloniales flexibles de esqueletos proteicos revestidos por tejido conectivo (cenénquima) donde se embeben estructuras microscópicas (escleritas). Tienen múltiples pólipos de ocho tentáculos pinnados y mesenterios completos. Se distribuyen en todos los mares, desde el trópico hasta los polos y desde la zona intermareal hasta el mar profundo (>2000 m) (Bayer 1961). Al igual que los corales pétreos (escleractíneos), son especies ingenieras, ya que por su organización corporal arbustiva crean bosques submarinos incrementando la estructura tridimensional del fondo marino y sirviendo de refugio a múltiples especies de peces e invertebrados. Esto implica que desempeñan un papel relevante en mantener y/o aumentar la biodiversidad en el bentos global (Mortensen & Buhl-Mortensen 2005, Ulate, et al. 2016).

En ocasiones los abanicos de mar pueden ser escasos o forman agrupaciones monoespecíficas en condiciones ambientales particulares del hábitat. Por ejemplo, en sitios donde existe elevada sedimentación y corrientes, las colonias pequeñas (reclutas) pueden ser enterradas y sufrir elevada abrasión y por tanto las especies que viven en estos hábitats están adaptadas a condiciones de estrés. Tal es el caso del abanico *Pseudopterogorgia americana*, que es una especie común del Caribe y de las pocas especies que se localizan en parches donde hay sedimento (Alcolado 1981). Ahora bien, aunque son poco abundantes continúan cumpliendo su rol como especies constructoras, sirviendo de hospederos para comensales y simbioses (Mortensen & Buhl-Mortensen 2005).

Las colonias de abanicos de mar son organismos sésiles del bentos y su alimentación es suspensívora, por ello se localizan en sitios con elevada corriente (*i.e.* puntas y bajos submarinos rocosos), lo que conlleva a una mayor exposición a su fuente alimenticia (plancton), además de prevenir la acumulación de sedimento (Genin *et al.* 1986; Cocito *et al.* 1995; Wareham & Edinger 2007).

Un factor biológico determinante en la estructura comunitaria de las gorgonias, es la disponibilidad de espacio o sustrato rocoso. En este hábitat la competencia con otros organismos sésiles (corales escleractíneos, esponjas, ascidias y algas) es elevada y determina su riqueza y abundancia (Ulate *et al.* 2016). Otro factor, incluye la historia de vida de las especies, ya que dependiendo de si son organismos longevos (especies tipo k) o de vida corta (especies tipo r), pueden ser poco abundantes o muy numerosos, respectivamente (Gomez *et al.* 2014).

La información sobre la biología y ecología de los abanicos de mar, proviene principalmente de estudios efectuados en el Caribe, Mediterráneo, Indo-pacífico y Hawái, donde se reporta la asociación de las gorgonias con simbiontes, depredación, alimentación, reclutamiento, historia de vida, distribución, efecto del estrés térmico, blanqueamiento y estrategias de reproducción (Gori *et al.* 2013; Kipson *et al.* 2012; Linares *et al.* 2007; Van Oppen *et al.* 2005; Prada *et al.* 2010). En particular, en Pacífico Oriental Tropical (POT) el conocimiento es principalmente taxonómico (Gomez *et al.* 2014, 2015). Esto último, por la falta de estudios taxonómicos y por tanto muchas especies sin describir. La primeras descripciones fueron realizadas por Verrill en el siglo XIX (Verrill 1864; 1868-1870) y su labor no se continuó hasta los estudios de Bayer (1951; 1953; 1958), Bayer & Deichmman (1960) y en el presente siglo con las re-descripción y descripciones de nuevas especies en los géneros *Leptogorgia*, *Pacifigorgia*, *Eugorgia*, *Heterogorgia* y *Muricea* (Breedy *et al.* 2009; Breedy & Guzman 2002; 2007; 2011; 2015; 2016).

Con la información disponible hasta el momento se considera que la mayor riqueza de abanicos de mar del POT se encuentra en el Golfo de Chiriquí en Panamá, que alberga 52 especies (Guzman & Breedy 2008), considerándolo como una región con especial concentración de diversidad de abanicos. Sin embargo, se debe considerar que es la región con más estudios y descripciones del POT, ya que los taxónomos de octocorales viven en esa región. A la fecha, existen solo cuatro trabajos publicados de ecología en el POT: dos comunitarios (Abeytia *et al.* 2013; Ulate *et al.* 2016) y dos estudios poblacionales (Gomez *et al.* 2014, 2015). Ulate *et al.* (2016) reportó que de

las 140 especies macroinvertebrados registrados en los arrecifes rocosos del Golfo de California (GC), 31 especies son abanicos de mar (23%), que corresponden al 28% de la densidad de macroinvertebrados censados (40,026 colonias de 142,606 individuos o colonias) en estos arrecifes rocosos. Con ello se demuestra la relevancia de los abanicos de mar como taxa diverso y numeroso del GC, con un potencial de ser una de las regiones con mayor diversidad del POT.

Por otra parte, debido a su extensión (~1130km en 10° de Latitud Norte) y por su fisiografía el Golfo de California se ha considerado como un mar semicerrado, con condiciones de temperatura y productividad que varían ampliamente con la latitud y estacionalidad (Lluch-Cota *et al.* 2007). Por el carácter béntico y sésil de los abanicos de mar, es de esperar que su estructura comunitaria en el GC presente variaciones a lo largo de su cuenca. Por tanto, el conocer sobre la estructura comunitaria de un componente taxonómico relevante como los abanicos de mar, permitirá en un futuro detectar efectos del impacto antropogénico (*i.e.* pesca, desarrollo costero, contaminación) y/o ambientales (*i.e.* cambio climático, huracanes), así como considerarse en las propuestas de planes de manejo y conservación (Benedetti-Cecchi *et al.* 2003; Fortin & Dale 2005; Frascchetti *et al.* 2002).

ANTECEDENTES

Dentro del contexto ecológico se ha reportado que la comunidad faunística de invertebrados (zooplancton, bentos arena-roca, mangles) y peces del GC tiene un patrón de distribución singular, donde la riqueza presenta un gradiente latitudinal. En general el número de especies disminuye de sur (4095 taxa) a norte (2802 taxa) (Brusca *et al.* 2005), posiblemente debido a las variación de la temperatura entre el sur y norte (10°C en invierno) y al norte del Golfo (15°C en un año) (Lluch-Cota *et al.* 2007). Sin embargo, no todos los taxa se ajustan a éste patrón de distribución. Brusca & Hendrickx (2010) mencionan que los taxa poco estudiados pueden mostrar distinta distribución debido a la falta de información taxonómica, por ejemplo las esponjas,

donde el mayor número de especies se ubican al norte (46 especies), disminuyendo hacia el sur (36 especies); los cnidarios y ctenóforos aparentemente son más diversos hacia el centro del GC. Recientemente, Ulate *et al.* (2016) reportan que la comunidad de macroinvertebrados de arrecife rocoso alcanza la mayor riqueza hacia el norte del GC (119 especies) disminuyendo hacia el sur (76 especies). Además, encuentran tres comunidades de macroinvertebrados, claramente definida por las especies sésiles (esponjas, cnidarios, ascidias), las cuales guardan relación con la latitud, estando relacionadas con la variación temporal de temperatura y productividad primaria (clorofila-a): comunidades del norte, centro y sur del GC.

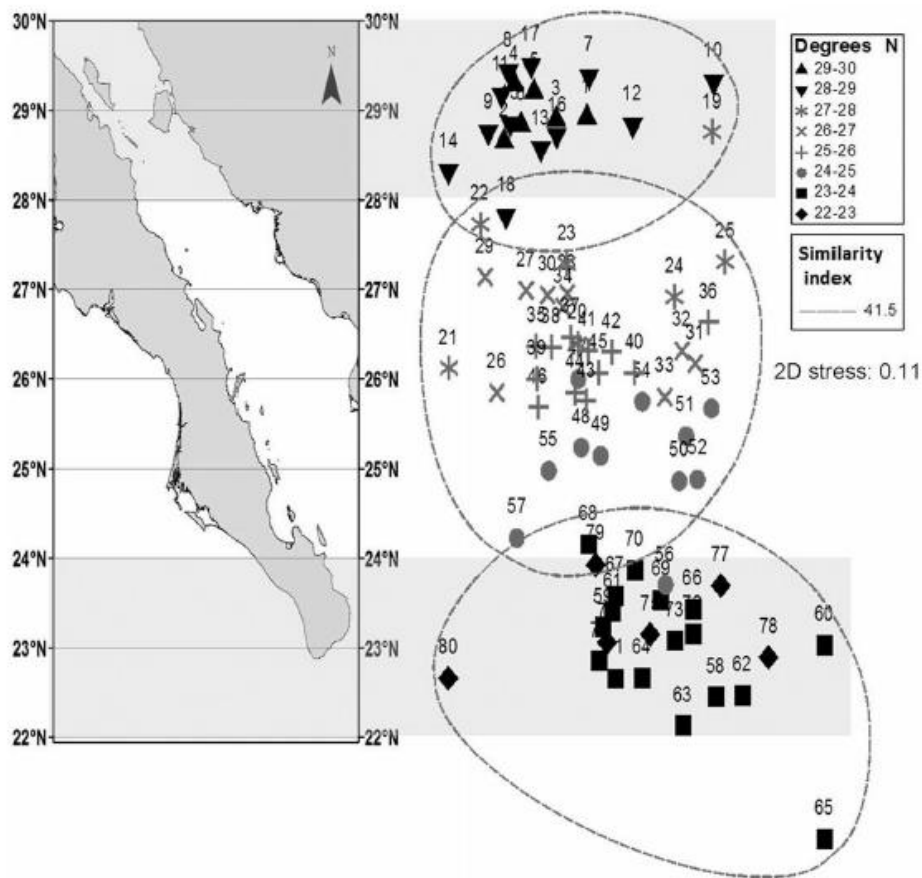


Figura 1. Tres agrupaciones comunitarias de macroinvertebrados de arrecife rocoso en el Golfo de California. Tomado de Ulate *et al.* (2016).

En términos biogeográficos el GC corresponde a la provincia Cortés (Briggs & Bowen 2012), la cual en términos de la ictiofauna (Walker 1960; Hastings 2000; Thomson *et al.*

2000), macrobentos (Brusca *et al.* 2005; Hendrickx 1990; Hendrickx *et al.* 2002, 2007) se divide en tres subprovincias: Golfo Norte (GC), Golfo Central (GC) y Golfo Sur (GS) (Figura 2).

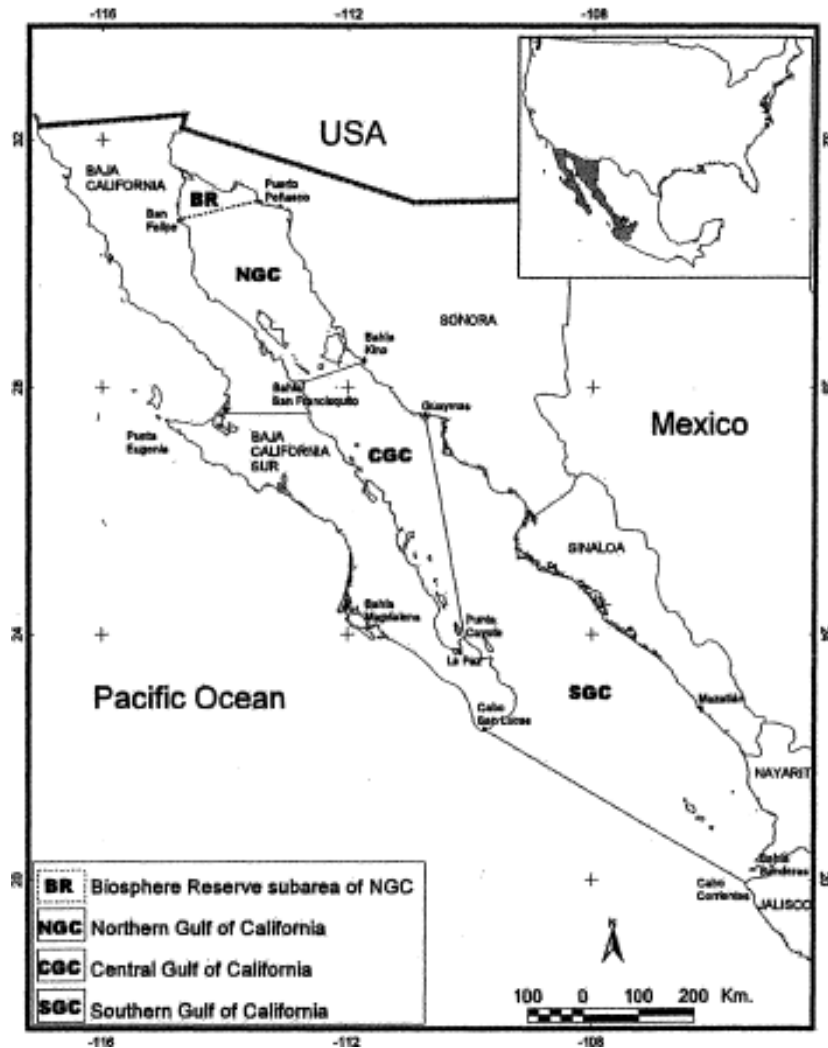


Figura 2. Provincia de Cortés y las tres subprovincias biogeográfica del Golfo de California según Brusca *et al.* (2005)

En particular, se ha reportado que el género *Muricea*, presenta elevada abundancia y afinidad al norte del GC donde las aguas son templadas y productivas (Ulate *et al.* 2016); mientras que en los géneros *Leptogorgia* y *Pacifigorgia* son dominantes hacia el sur del Golfo, con ocurrencia de aguas tropicales y menos productivas (Matamoras 1984; Reza & Sánchez 2000; Sinsel 1991; Ulate *et al.* 2016).

Respecto a la ubicación donde ocurren los abanicos dentro del arrecife, se ha observado que la mayor riqueza y abundancia se asocia a los arrecifes donde existe mayor grado de exposición a las corrientes (flujo de agua); es decir, hay mayor riqueza y densidad en áreas expuestas que las protegidas en los arrecifes (Matamoros 1984; Sinsal 1991).

En relación a la distribución vertical de gorgonias en el POT, Abeytia *et al.* (2013) observaron un cambio significativo en la estructura comunitaria en los primeros 20m de profundidad, distinguiendo que entre los 5-10m y los 20m la composición específica y la abundancia son distintas; esto se enfatiza a los 70m, donde las especies registradas son distintas a la comunidad somera. Por otra parte, Gomez *et al.* (2014) resaltan que las especies de abanicos que alcanzan densidades altas y tienen un amplio intervalo de distribución suelen ser especies tipo r (alta tasa de reclutamiento, reproducción y crecimiento) y colonizan con mayor facilidad los arrecifes. Mientras que las especies menos densas y de distribución restringida son del tipo k. Además, se ha observado que la plasticidad morfológica de los abanicos de mar se relaciona con especies que presentan mayor extensión geográfica, siendo más tolerantes a diversas condiciones ambientales, lo que posibilita su mayor abundancia respecto a otras especies menos versátiles (Gori *et al.* 2011a).

Con base en la literatura taxonómica de abanicos de mar en México se han reportado 47 especies (nominales y no descritas), de las cuales 23 se distribuyen en el GC (Tabla I). Sin embargo, la mayoría de los registros corresponden a pocas localidades en Baja California Sur (Bahía de La Paz, Cabo Pulmo, Cabo San Lucas), Sonora y Sinaloa (Gamero 2014; Sala *et al.* 2002; Ulate *et al.* 2016).

Por lo anterior, esta investigación se centrará a conocer de forma fina la estructura de la comunidad de abanicos de mar, siendo el primer estudio que se enfoca en los aspectos ecológicos de riqueza, abundancia, dominancia e índices de diversidad de este taxa a lo largo del Golfo de California.

Tabla I. Listado de especies reportadas para el Pacífico mexicano y el Golfo de California. La ubicación de cada especie se clasifica como Pacífico Mexicano (M), Golfo de California (G) y ambas regiones (A). Los números en las referencias corresponden: Abeytia *et al.* (2013)¹; Breedy *et al.* (2009², 2012³, 2013⁴), Breedy & Guzman 2002⁵, 2007⁶, 2011⁷, 2015⁸, 2016⁸); Brusca *et al.* (2005)⁹, Hernández-Gonzales (2014)¹⁰; Reyes-Bonilla *et al.* (1997)¹¹; Ulate *et al.* (2016)¹²; Verrill (1870)¹³.

Especies	Referencias													Especies	Referencias													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<i>Callogorgia flabellum</i>									G		G			<i>Muricea echinata</i>												G		
<i>Eugorgia ampla</i>		G								G		G		<i>Muricea formosa</i>												A		
<i>E. aurantiaca</i>										G	G	G	G	<i>Muricea fruticosa</i>	M								M	G		G		
<i>E. beebei</i>				G										<i>Muricea hebes</i>									A	G		G	M	
<i>E. daniana</i>	M	G										G		<i>Muricea plantaginea</i>												M		
<i>E. excelsa</i>	M	G											G	<i>Muricea purpurea</i>												M		
<i>E. multifida</i>	M	G								G		G	G	<i>Muricea robusta</i>											A		M	
<i>E. mutabilis</i>				M										<i>Muricea sp. 1</i>												G		
<i>E. nobilis</i>												G		<i>Muricea sp. 2</i>												G		
<i>E. rubens</i>	M	M												<i>Muricea sp. 3</i>												G		
<i>Ellicella limbaughi</i>	M													<i>Muricea sp. 4</i>												G		
<i>Eumuricea horrida</i>										G				<i>Muricea sp. 5</i>												G		
<i>Heterogorgia papillosa</i>							G					G	G	<i>Muricea sp. 6</i>												G		
<i>Leptogorgia alba</i>	M				M					G				<i>Muricea sp. 7</i>												G		
<i>L. californica</i>						M								<i>Muricea sp. 8</i>												G		
<i>L. chilensis</i>											M			<i>Muricea sp. 9</i>												G		
<i>L. clavata</i>						M								<i>Pacifigorgia adamsii</i>	M			M					G		G			
<i>L. cuspidata</i>	M					M						M		<i>P. agassizii</i>									G		G	G	G	G
<i>L. diffusa</i>											M			<i>P. arenata</i>									M					
<i>L. ena</i>	M		M											<i>P. cribrum</i>									M					
<i>L. exigua</i>	M					M								<i>P. englemanni</i>	M								M					
<i>L. fruticosa</i>	M													<i>P. exilis</i>									G			G		
<i>L. labiata</i>							M							<i>P. eximia</i>											G			
<i>L. laxa</i>	M					M								<i>P. gracilis</i>									G		G	G	G	G
<i>L. obscura</i>											M			<i>P. media</i>	M								G		G		G	
<i>L. pumila</i>						M								<i>P. pulchra</i>									G			G	G	
<i>L. ramulus</i>	M									G				<i>P. rutila</i>	M			A									M	
<i>L. regis</i>											M			<i>P. senta</i>	M													
<i>L. regis</i>	M													<i>P. stenobrochis</i>	M				M								M	
<i>L. rigida</i>	M					G					G	G	G	<i>Pacifigorgia sp. 1</i>												G		
<i>Leptogorgia sp. 1</i>												G		<i>Pacifigorgia sp. 2</i>													G	
<i>Leptogorgia sp. 2</i>												G		<i>Pacifigorgia sp. 3</i>													G	
<i>Leptogorgia sp. 3</i>												G		<i>Pacifigorgia sp. 4</i>													G	
<i>Muricea appressa</i>										G		G	G	<i>Pacifigorgia sp. 5</i>													G	
<i>Muricea austeria</i>	M									A		G	G	G	<i>Pacifigorgia sp. 6</i>													G
<i>Muricea californica</i>										A	G	G	M	<i>Psammogorgia arbuscula</i>											G		G	
<i>Muricea crassa</i>										M				<i>Psammogorgia teres</i>													G	

OBJETIVO

Conocer y describir la estructura de la comunidad de los abanicos de mar del Golfo de California.

Objetivos Particulares

- Determinar la distribución geográfica de riqueza y densidad de la comunidad.
- Describir los cambios de riqueza, densidad, diversidad, dominancia y equitatividad con respecto a la latitud y profundidad.
- Identificar y determinar grupos comunitarios en la comunidad de abanicos de mar.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El GC es un mar marginal del Pacífico Oriental, que se encuentra rodeado por la Península de Baja California por el Oeste, los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit por el Este y el delta del río Colorado al Norte (Wilkinson *et al.* 2009). Abarca una extensión de 1130 km de largo y con 80 a 209 km de ancho (22–32° N y 105–107° W). Se caracteriza por sus cuencas profundas (hasta 3300m), numerosas islas (922), bahías, playas rocosas y arenosas y lagunas costeras (Lluch-Cota *et al.*, 2007). La costa peninsular del Golfo es clima desértico y principalmente rocosa, con escasos parches de arena y coral (al sur*), con una plataforma es estrecha y escasos aportes de agua dulce. La costa continental se caracteriza por bahías fangosas, extensas lagunas y playas arenosas, una plataforma ancha y varios afluentes de agua dulce.

En el GC ocurren cambios latitudinales marcados de temperatura y productividad primaria. El intervalo de variación anual de la temperatura superficial del mar (TSM) disminuye de norte a sur, al igual que la productividad primaria. Durante el verano la temperatura promedio es de 30°C, disminuyendo a 20°C en el invierno. La TSM al

norte es de 16.3°C, al centro de 19.6°C y al sur de 21.8°C. Anualmente la variación de TSM es de 17°C al norte y de 12°C al sur. Respecto a la productividad primaria, la concentración de clorofila a (Chl-a) disminuye de 1.65 mg m⁻³ al norte a 0.51 mg m⁻³ al sur (Ulate *et al.* 2016). En verano la concentración de nutrientes y de clorofila a (Chl-a) disminuye junto con la productividad primaria (PP) (Alvarez-Borrego 2010; Álvarez-Borrego & Lara-Lara 1991, Espinosa-Carreón & Valdez-Holguín 2007; Santamaría-del-Ángel *et al.* 1994a-b). La termoclina se profundiza, el agua se estratifica y las surgencias transportan a la superficie aguas cálidas con pocos nutrientes (Dajoz 2002), lo cual disminuye el crecimiento del fitoplancton, volviendo al ecosistema pobre en alimento para los niveles tróficos superiores. Por el contrario, durante invierno, la termoclina es más somera, las surgencias mezclan la columna de agua y acarrear nutrientes a la superficie y la PP aumenta (Espinosa-Carreón & Valdez-Holguín 2007).

El cambio del régimen de vientos y las mareas intervienen en la productividad del GC. Durante invierno y primavera los vientos vienen del noroeste, causando surgencias que aumentan los nutrientes en la zona eufótica y por tanto el crecimiento del fitoplacton y PP (Zeitzschel 1969), alcanzando valores de Chl-a mayores de 10mgm⁻³. El resto del año los vientos provienen del sur e introducen aire húmedo y a la vez producen condiciones climáticas de tipo tropical (Merrifield & Winant 1989). Entre verano y otoño, las surgencias del lado de la península desaparecen y ocurre una fuerte estratificación térmica, por lo que su aporte a la biomasa del fitoplancton es bajo (Santamaría del Ángel *et al.* 1999). La intensa mezcla de agua causada por el amplio rango de mareas (7-10 m) es la responsable de la alta productividad que la región Norte del GC aun cuando es verano, esto sucede principalmente alrededor de las grandes islas (Tiburón & Ángel de la Guarda) (Álvarez-Borrego & Lara-Lara 1991). Debido a la amplitud de las mareas, los regímenes de vientos y la riqueza de nutrientes, la zona norte es un sistema muy productivo que varía poco estacionalmente (Zeitzschel 1969). En la boca del Golfo, las condiciones oceanográficas son similares a las del océano Pacífico oriental debido al libre intercambio de agua (Alvarez-Borrego 1983), el rango de mareas es corto (2.3-2.7 m), no se produce una buena mezcla y en consecuencia la PP es menor (Roden, 1958).

Las localidades de muestreo para este trabajo abarcan 85 arrecifes costeros e insulares que se ubican hacia el lado de la costa peninsular del GC. De norte a sur abarcan desde la región de las Grandes Islas (muy productivas y con amplia variación estacional) hasta Cabo San Lucas (poco productivo y poca variación estacional), cubriendo una extensión aproximada de 835 Km (Figura 3, Tabla II).

Registro de datos

Los datos de las especies y abundancia de abanicos de mar, provienen del Programa de Monitoreo de Arrecifes Rocosos para Establecer su Salud (ProMARES), realizado por el Laboratorio de Fauna Arrecifal (PFA) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), en conjunto con la Institución Oceanográfica de Scripps, Universidad de California San Diego (UCSD). De la base de datos de monitoreo en invertebrados del GC durante junio de 2009 y junio de 2010, se obtuvo una sub-base de datos de los abanicos de mar (DataMares: www.datamares.org/es/). En 85 arrecifes del GC (Fig. 3, Tabla II) a dos profundidades (5 m y 20 m), se realizaron censos visuales en transectos de banda de 30m x 1m (30m²), con 3 a 6 repeticiones, en cada sitio y profundidad. En cada transectos todas las colonias de cada especie de abanico fueron identificadas, contadas y medidas.

Para cada sitio de muestreo y profundidad de muestreo (5m y 20m) se determinó la riqueza y densidad total. Para evitar el uso de decimales y facilitar el cálculo de los índices ecológicos, la densidad de abanicos se estandarizo a 1000 m². Se elaboraron mapas de distribución de la riqueza, densidad y los índices ecológicos; para lo cual se establecieron categorías con rangos arbitrarios para los valores de cada descriptor y luego a cada categoría se le asignó un símbolo para representarlas en los mapas con la ayuda del software QGIS. También se empleó el método de rarefacción para corregir el valor de la riqueza de cada arrecife por el esfuerzo de muestreo (número de organismos por sitio) y así estandarizar el valor de riqueza y evitar sesgo entre localidades (Hulbert, 1971). Se elaboraron gráficas de dispersión de riqueza y densidad por género para observar los patrones de distribución.

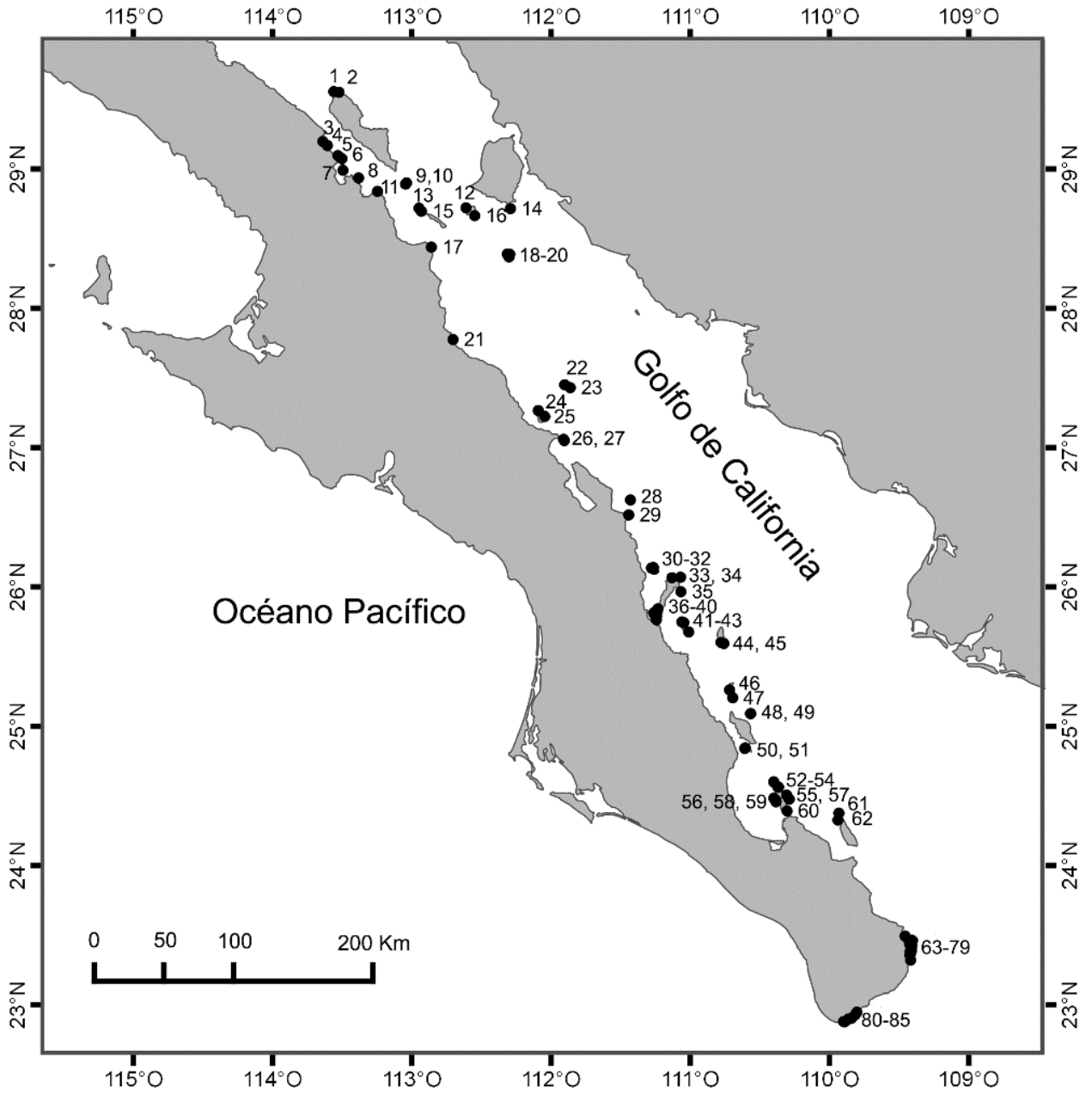


Figura 3. Localidades de monitoreo ecológico ProMARES en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010. Los nombres de las localidades numeradas se muestran en la Tabla II.

Tabla II. Lista de las localidades de monitoreo ecológico ProMARES en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.

N° Estación	N° Estación	N° Estación
GOLFO NORTE	28 San Idelfonso	56 Ballena
Isla Ángel de la Guarda	29 Punta Pulpito	57 Punta Lobos
1 Refugio Norte	Isla Coronado	58 Gallo
2 Refugio Sur	30 Punta Blanca	59 Gallina
Bahía de los Ángeles	31 Mono	60 Soany
3 Cantiles Guadalupe	32 Lajas	Isla Cerralvo
4 Alcatraz	Isla Carmen	61 Punta Norte
5 Coronadito	33 Punta Lobos	62 Carpintero
6 Punta Este	34 Tintorera	GOLFO SUR
7 Ventana	35 Punta Perico	Cabo Pulmo
8 Pescador	36 Abismo	63 Tachuelas
9 Partida	Isla Danzante	64 Morros
10 Gilligan	37 Biznaga	65 Lisas
11 Choros	38 Punta Noroeste	66 Bajo
13 Isla Salsipuedes	39 Punta Este	67 Gavilanes
14 Isla Turner	40 Punta Sureste	68 Navajas
15 Isla Animas	Isla Monserrat	69 Cantiles
Isla San Esteban	41 Reinita	70 Barra Primera
12 Esteban Noroeste	42 Galeras	71 Cantil medio
16 Esteban Sur	43 Punta Sureste	72 Esperanza
17 San Francisquito	Isla Calana	73 Islote
Isla San Pedro Martir	44 Elefante	74 Casitas
18 Punta Norte	45 Punta Sur	75 Lobera
19 Lobera Norte	46 Isla Santa Cruz	76 Potanco
20 Pinaculos	47 Isla San Dieguito	77 Bledito
GOLFO CENTRAL	Isla San José	78 Piedras Bolas
21 Trinidad	48 Punta Norte	79 Linea
Isla Tortuga	49 Pinaculos	Cabo San Lucas
22 Punta Oeste	Pardito	80 Chileno
23 Punta Sur	50 Lobera	81 Santa Maria
Isla San Marcos	51 Bajo	82 Cabeza Ballena
24 Islotes	Archipiélago Espiritu Santo	83 Giorgio
25 Punta Este	52 Islote Norte	84 Anegada
Isla Ines	53 Islote Este	85 Arco
26 Ines Grande	54 Partida	
27 Ines Chica	55 Pailebote	

Para determinar la diversidad, dominancia y equitatividad de la comunidad de abanicos de mar, se calcularon los índices de Shannon (H'), Simpson (D) y Pielou (J) (Magurran, 1988), utilizando los datos de riqueza y densidad de los 85 arrecifes monitoreados. Los valores de cada índice fueron calculados para cada sitio de muestreo, utilizando el software PAST, cuyas fórmulas son:

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

$$D = \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

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

Donde n_i es la densidad de la i -ésima especie en el sitio de muestreo, S la riqueza y N la abundancia del total de todas las especies en el sitio de muestreo.

Para identificar el patrón latitudinal en la distribución y dominancia de las especies, se utilizó el análisis de dominancia de Olmstead-Tukey (Sokal & Rolf 1981), evaluando su densidad y frecuencia relativa en cada grado de latitud geográfica en el GC, es decir 8 análisis (i.e. 29°, 28°, 27°, etc.) (Tabla IV)

- **Dominantes:** Son aquellas especies cuyos valores tanto de densidad como de frecuencia de ocurrencia rebasan la media aritmética de ambos estimadores.
- **Frecuentes:** Son aquellas especies cuyos valores de frecuencia de ocurrencia son mayores a la media, pero no en relación a la densidad relativa.
- **Ocasionales:** Son aquellas especies cuyos valores de densidad es mayor a la media, pero no en relación a la frecuencia de ocurrencia.
- **Raras:** Son aquellas especies cuyos valores de densidad y frecuencia de ocurrencia son menores a la media aritmética en ambas variables.

Para atenuar las elevadas densidades de algunas especies y permitir una adecuada clasificación, los datos fueron transformados con logaritmo natural:

$$Densidad_Tukey = \ln(x + 1)$$

x , es la densidad de una especie

Para conocer la afinidad entre especies en cada zona geográfica (latitud norte) y determinar las agrupaciones comunitarias en el GC, se realizaron análisis de clasificación de asociación y similaridad. Para ello se utilizaron los datos densidad por especie en cada sitio de muestreo. Con la finalidad de obtener resultados coherentes, se transformaron los datos por la raíz cuarta para atenuar los extremos de variabilidad y se depuraron los datos de los puntos de muestro con muy pocas especies (3 spp.) y con las especies raras (*i.e.* aquellas que aparecieron solo en 3 lugares o menos) (Field *et al.*, 1982). Con esta información se construyó una matriz de similaridad (análisis de similaridad) y su transpuesta (análisis de asociación) usando el índice de Bray-Curtis. Únicamente para la construcción del dendrograma de similaridad, se restringió la ordenación de la matriz de acuerdo a la posición geográfica de los puntos de muestreo (*i.e.* latitud norte). Finalmente, para establecer el punto de corte del dendrograma se estableció un índice de 45% para el análisis de similaridad, ya que el acomodo de los datos a este porcentaje coincidió con lo obtenido en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados del GC por Ulate *et al.* (2016); y 40% para el análisis de asociación, ya que las agrupaciones de especies observadas en éste valor tuvieron relación con el ámbito geográfico dentro del GC.

Por último, se realizó un análisis de varianza de dos vías con interacción para cada uno de los descriptores de comunitarios (número de especies, densidad, diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y equitatividad) utilizando como tratamientos las profundidades de 5 y 20 m y la región geográfica del Golfo (Norte, Centro y Sur) para detectar qué tratamiento afecta en mayor medida cada variable (Sokal & Rolf 1981).

RESULTADOS

Muestreo

En total se censaron 40,273 colonias en un área total de muestreo de 386,863 m². Se identificaron 30 especies: 14 nominales y 16 no descritas (60% de la riqueza); pertenecientes a dos familias y seis géneros: Gorgoniidae (*Eugorgia*, *Leptogorgia* y *Pacifigorgia*) y Plexauridae (*Heterogorgia*, *Muricea* y *Psammogorgia*) (Tabla III). El género *Muricea* registro más especies (14 spp.), seguido de *Pacifigorgia* (6 spp.), *Leptogorgia* (4 spp.), *Eugorgia* (3 spp.), *Psammogorgia* (2 spp.) y *Heterogorgia* (1 spp.).

Tabla III. Listado de especies de abanicos de mar registrados en los monitoreo ecológicos ProMARES en el Golfo de California, durante junio 2009 y junio 2010.

Familia Gorgoniidae Lamouroux, 1812	Familia Plexauridae Gray, 1859
<p>Género <i>Eugorgia</i> Verrill, 1868</p> <p><i>Eugorgia aurantiaca</i> (Horn, 1860)</p> <p><i>Eugorgia excelsa</i> Verrill, 1868</p> <p><i>Eugorgia multifida</i> Verrill, 1870</p> <p>Género <i>Leptogorgia</i> Milne Edwards, 1857</p> <p><i>Leptogorgia rigida</i> Verrill, 1864</p> <p><i>Leptogorgia</i> sp. 1</p> <p><i>Leptogorgia</i> sp. 2</p> <p><i>Leptogorgia</i> sp. 3</p> <p>Género <i>Pacifigorgia</i> Bayer, 1951</p> <p><i>Pacifigorgia agassizii</i> (Verrill, 1868)</p> <p><i>Pacifigorgia arenata</i> (Valenciennes, 1864)</p> <p><i>Pacifigorgia exilis</i> (Verrill, 1870)</p> <p><i>Pacifigorgia media</i> (Verrill, 1864)</p> <p><i>Pacifigorgia pulchra</i> (Verrill, 1870)</p> <p><i>Pacifigorgia</i> sp. 1</p>	<p>Género <i>Heterogorgia</i> Verrill, 1868</p> <p><i>Heterogorgia papillosa</i> Verrill, 1870</p> <p>Género <i>Muricea</i> Lamouroux, 1821</p> <p><i>Muricea austera</i> Verrill, 1869</p> <p><i>Muricea fruticosa</i> Verrill, 1869</p> <p><i>Muricea plantaginea</i> (Valenciennes, 1846)</p> <p><i>Muricea</i> sp. 1</p> <p><i>Muricea</i> sp. 2</p> <p><i>Muricea</i> sp. 3</p> <p><i>Muricea</i> sp. 4</p> <p><i>Muricea</i> sp. 5</p> <p><i>Muricea</i> sp. 6</p> <p><i>Muricea</i> sp. 7</p> <p><i>Muricea</i> sp. 8</p> <p><i>Muricea</i> sp. 9</p> <p><i>Muricea</i> sp. 10</p> <p><i>Muricea</i> sp. 11</p> <p>Género <i>Psammogorgia</i> Verrill, 1868</p> <p><i>Psammogorgia arbuscula</i> (Verrill, 1886)</p> <p><i>Psammogorgia</i> sp. 1</p>

Las especies con mayor frecuencia de aparición (localidades o arrecifes) fueron *Muricea austera* (65), *Eugorgia aurantiaca* (51), *Muricea plantaginea* (51), *Pacifigorgia pulchra* (47), *Leptogorgia* sp. 2 (46), *Pacifigorgia agassizii* (46), *Eugorgia multifida* (43), *Muricea fruticosa* (43) y *Pacifigorgia exilis* (43) las cuales fueron halladas en al menos 43 arrecifes (50%) del total de arrecifes monitoreados (85). Respecto, a las especies con elevadas densidades fueron: *L. rigida* (43,246 colonias/1000m²), *Muricea* sp. 4 (33,503 colonias/1000m²) y *P. agassizii* (25,143 colonias/1000m²) que acumularon 101,892 colonias/1000m² (~50%) del total de la densidad obtenida para todas las especies (222,700 colonias/1000m²) (Anexo II).

Se identificó que los arrecifes con mayor riqueza generalmente se ubicaron en el Golfo Norte: Isla Ángel de la Guarda (Cantiles de Guadalupe y Alcatraz), Bahía de Los Ángeles (Punta Este, Isla Partida y Choros), Isla Turner, Isla Animas, Isla San Esteban Sur e Isla San Francisquito (GN) donde se registraron entre 18 a 21 especies. Mientras que los arrecifes con menos especies se ubicaron en la Isla Carmen (Punta Lobos y Punta Perico), Isla Danzante Punta Noroeste, Espíritu Santo (Ballena y Punta Lobos), Cabo Pulmo (Tachuelas, Lisas, Gavilanes, Barra Primera, Cantil medio y Bledito), Los Cabos (Giorgio y El Arco), donde se registraron entre 1 a 3 especies, ubicadas principalmente al sur del GC (Figura 4, Anexo II).

La densidad promedio de gorgonias fue de 2,619 colonias/1000m². La máxima fue de 26,692 colonias/1000m² en la Isla Turner, seguida de Cabo Pulmo (Islote) e Isla Cerralvo (Carpintero) con 16,330, 15,598 y 10,708 colonias/1000m² respectivamente. La mínima de 33 colonias/1000m² en Cabo Pulmo (Gavilanes y Lisas), seguida de Isla Carmen (Punta Lobos, Tintorera) y Cabo Pulmo (Barra Primera, Cantil medio, Lisas, Gavilanes) con valores de densidad entre 33 a 83 colonias/1000m² (Figura 5, Anexo II).

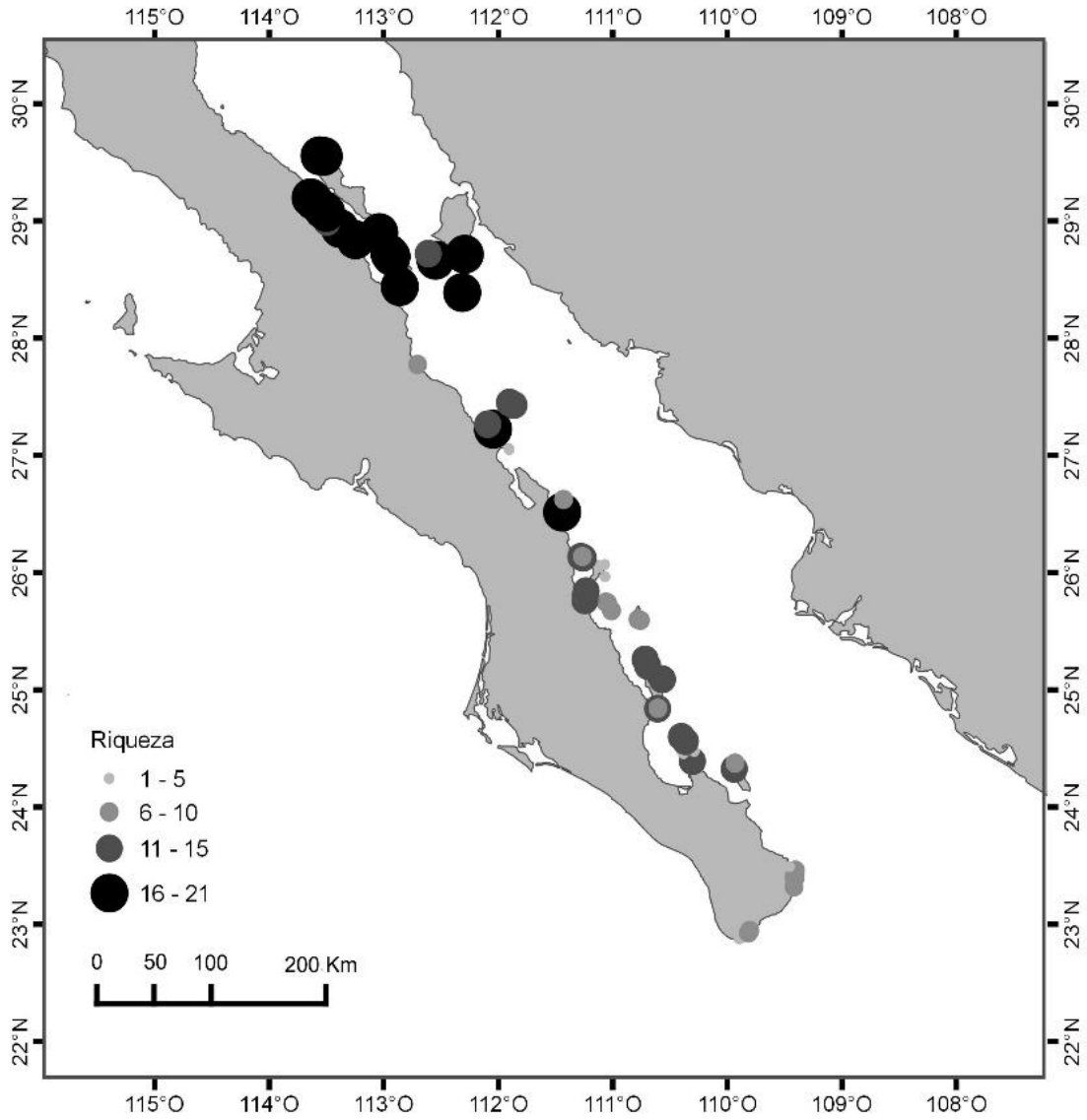


Figura 4. Distribución de la riqueza de abanicos de mar en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.

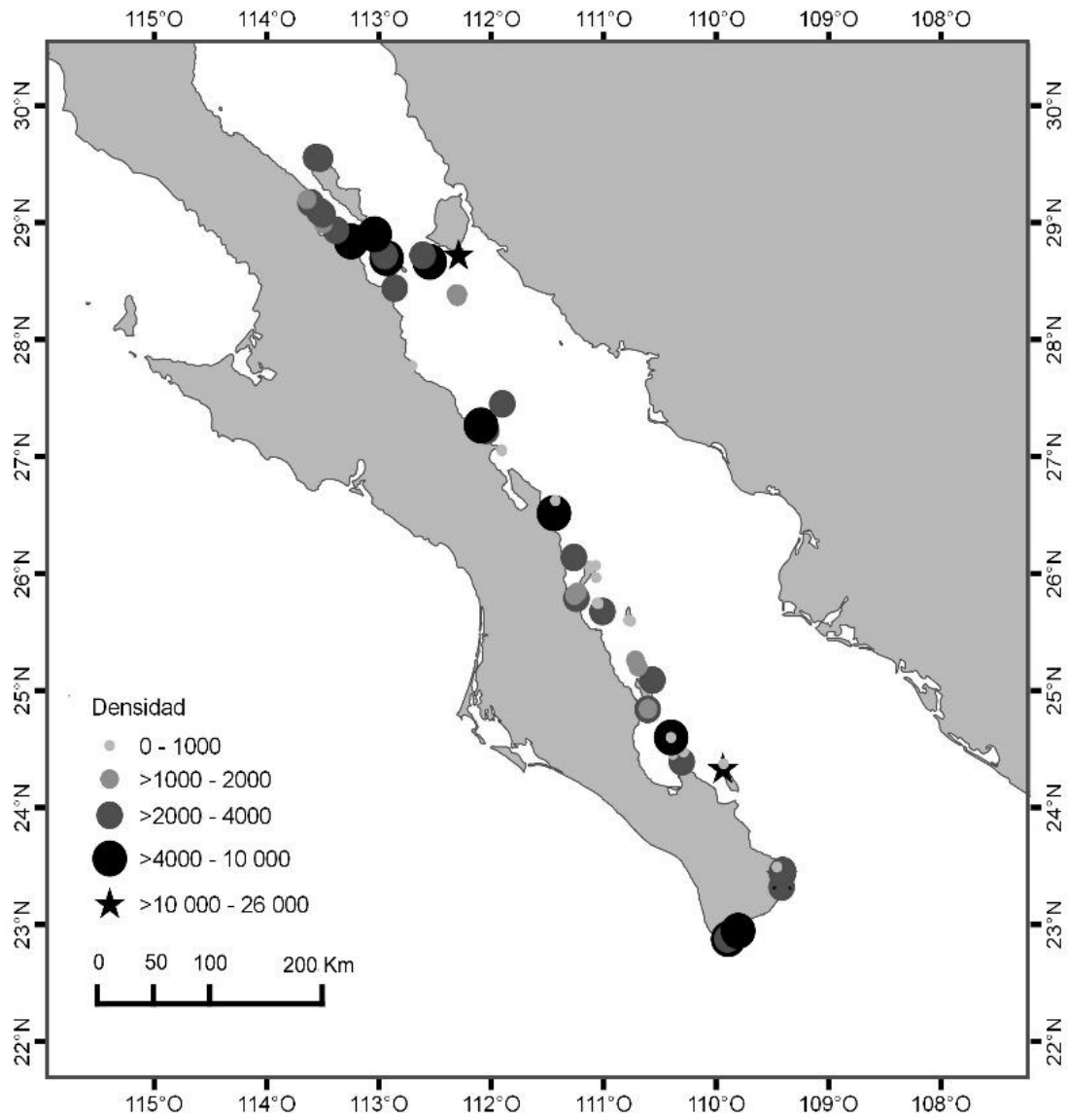


Figura 5. Distribución de la densidad total (colonias/1000m²) de abanicos de mar en el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.

Cambios de riqueza y densidad respecto a la profundidad

Del total de 85 arrecifes estudiados, 76 de ellos se monitorearon a 5m, mientras que 56 a 20m. No obstante, que los 20 m fueron menos censados, en general la mayor riqueza y densidad se registraron a esa profundidad.

En particular a 5m de profundidad, se observaron 30 especies, siendo Isla Partida (Bahía de los Ángeles) el registro con mayor número especies con 19, seguida con 17 especies en Choros y Pescador (Bahía de los Ángeles) e Isla San Francisquito (GN). Mientras que las localidades con una especie fueron Cabo Pulmo (Lisas y Cantil Medio) y Espíritu Santo (Isla Partida). En relación a la densidad a 5m de profundidad se obtuvo un total 107,871 colonias/1000m² en 84 arrecifes, de los cuales Los Cabos (Santa María) y Cabo Pulmo (Islote) fue donde se registraron los máximos valores con 16,330 y 12,000 colonias/1000m² respectivamente. Mientras que la localidad con menor densidad fue Isla Catalana (Elefante) con 29 colonias/1000m², seguida con bajas densidades <100 colonias/1000m² fueron: Cabo Pulmo (Gavilanes, Barra Primera, Lisas y Lobera), Isla Carmen (Tintorera, Punta Perico y Punta Lobos), Espíritu Santo (Punta Lobos) e Isla Santa Cruz (Punta Sur) (Fig. 6, Anexo II).

Respecto a la riqueza a 20m de profundidad se obtuvieron 30 especies, la localidad con mayor número de especies (20) fue Refugio Sur (Isla Ángel de la Guarda), seguida de San Francisquito (GN), Isla Animas (GN), Bahía de los Ángeles (Cantiles Guadalupe, Choros, Punta Este) con 18 a 19 especies. Mientras que en Cabo Pulmo (Potanco) se tuvo solo 4. En relación a la densidad, el total calculado fue de 156,197 colonias/1000m², siendo la Isla Turner la de mayor densidad con 25,101 colonias/1000m² y Espíritu Santo (Partida) las menos densa con solo 195 colonias/1000m² (Fig. 6, Anexo II).

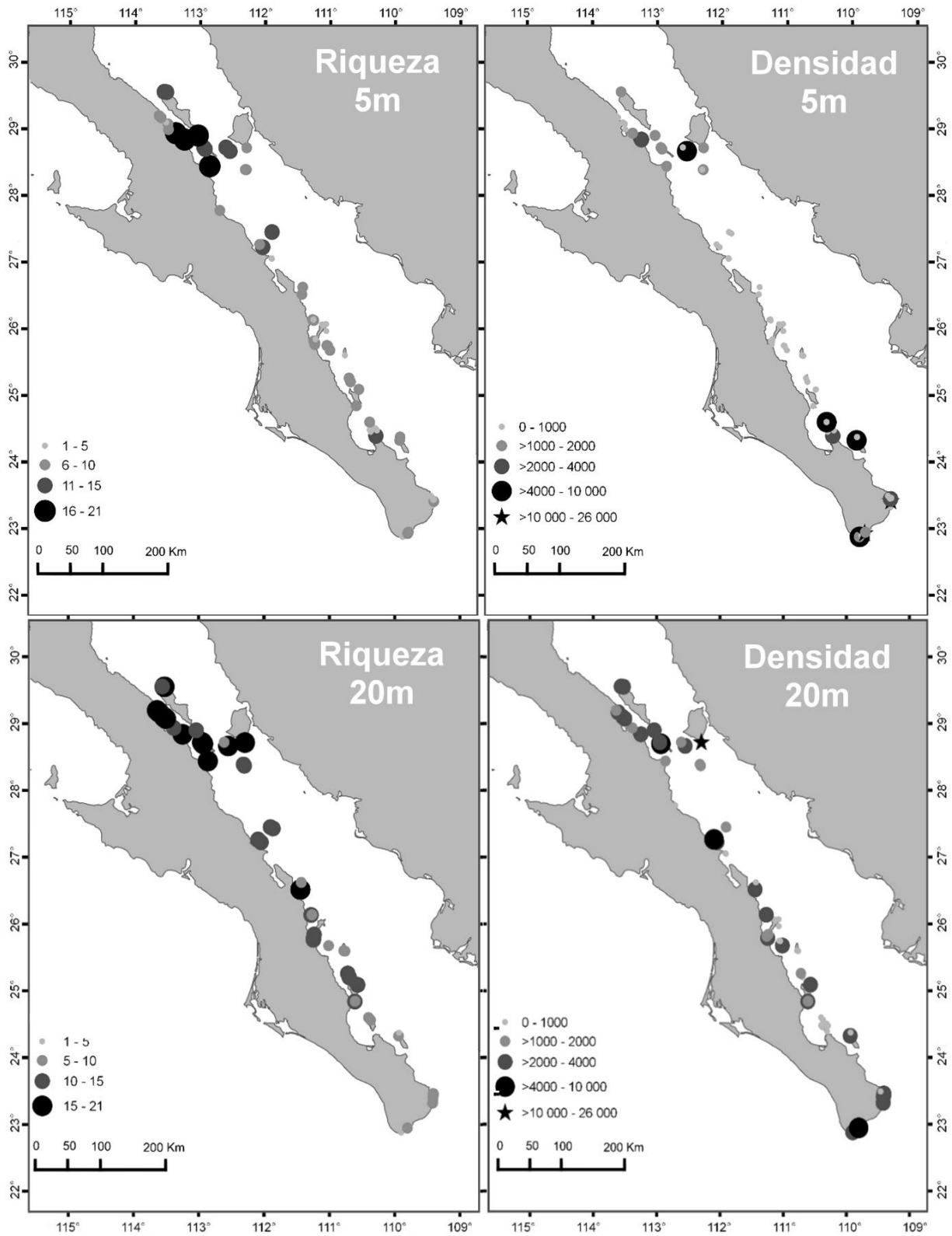


Figura 6. Distribución de la riqueza y densidad total (colonias/1000m²) de abanicos de mar a 5m y 20m de profundidad en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

En relación, a la densidad (colonias/1000m²) por género de abanicos de mar en función de la profundidad, en la mayoría de los géneros (*Eugorgia*, *Pacifigorgia*, *Heterogorgia*, *Muricea* y *Psammogorgia*) la densidad fue mayor a 20m de profundidad, excepto en *Leptogorgia* que fue mayor a 5m (Figura 7).

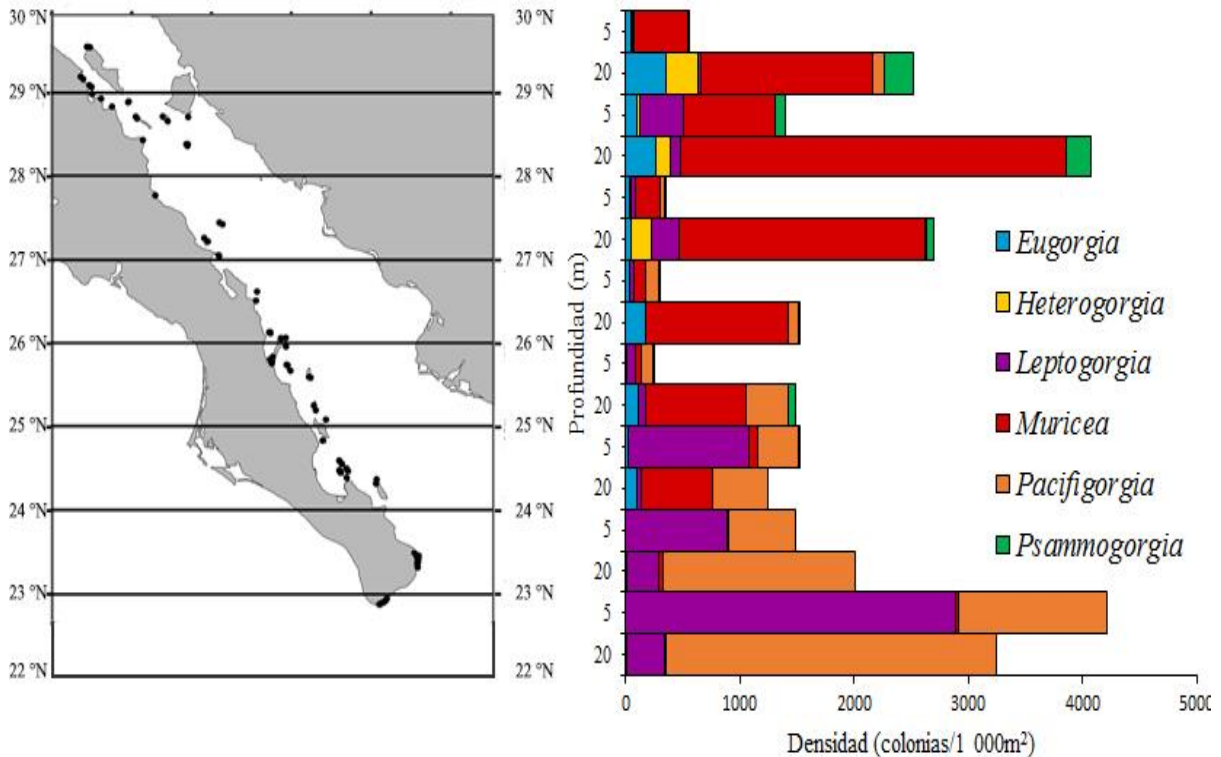


Figura 7. Distribución de la densidad total (colonias/1000m²) por género de abanico de mar a 5m y 20m de profundidad el Golfo de California, durante junio de 2009 y junio 2010.

Cambios de riqueza y densidad respecto a la latitud

Se encontró que el número de especies de abanicos de mar cambió respecto a la latitud en el GC, con un patrón la riqueza que disminuye de norte a sur. Los sitios con más especies estuvieron en el norte del GC (Bahía de los Ángeles, 20 spp.), disminuyendo la riqueza hacia el sur (Cabo San Lucas, 4 spp.) (Figura 4 y 8). Este gradiente de la riqueza norte-sur fue el mismo una vez estandarización el esfuerzo de muestreo a través del método de rarefacción. A nivel de género, *Muricea* fue el único que marco la tendencia norte-sur, con 14 spp. al norte y disminuyendo hacia al sur a 2 spp. Por el contrario, el género *Pacifigorgia* tuvo una tendencia inversa sur-norte, con 6 spp. al sur y disminuyen con 4 spp. al norte (Fig. 8).

En la densidad de abanicos no se detectó un patrón latitudinal semejante a la riqueza. Sin embargo, se identificaron en el GC dos áreas con elevadas densidades de abanicos: Las Grandes Islas (principalmente Isla Turner) y la otra en la boca del GC (Santa María e Islote), con densidades promedio de 4,370 y 2,900 colonias/1000m² respectivamente. En el resto del GC desde Punta Trinidad (Golfo Central) hasta Espíritu Santo la densidad promedio fue menor a 1,000 colonias/1 000m² (Fig. 5).

A nivel de género la densidad de colonias si observó un gradiente latitudinal de norte a sur o contrario a este (Fig. 9). Los géneros *Heterogorgia*, *Muricea*, *Psammogorgia* y *Eugorgia* fueron marcadamente más densos al norte que al sur. Por el contrario, *Leptogorgia* y *Pacifigorgia* fueron más densos al sur y disminuyendo hacia el norte. Es posible que se aporte evidencia sobre las afinidades de cada género/especie hacia uno ambiente templado o tropical.

Cambios de riqueza y densidad según la latitud y profundidad

La distribución de riqueza no fue distinta cuando se compararon las comunidades de abanicos en 5 m y 20 m de profundidad. En ambos casos, el mayor número de especies se encontró en el norte (20 spp.) disminuyendo hacia el sur (4 spp.) (Fig. 6).

En cuanto a la densidad de colonias, se encontró un patrón singular. En 5 m de profundidad las mayores abundancias se registraron al sur con 4,206 colonias/1000m² y al norte con 1,877 colonias/1000m²; mientras que a 20 m al norte la densidad de abanicos se incrementó casi al triple con 4,709 colonias/1000m² y en el sur la densidad disminuyó una cuarta parte con 3,245 colonias/1000m² (Fig. 6).

En referencia a los géneros, la densidad cambia respecto a la profundidad y latitud; en *Muricea*, *Psammogorgia*, *Heterogorgia* y *Eugorgia* es común registrarlas 5 y 20m profundidad al norte (27°-29° LN) siendo más densas a 20m, mientras que al sur (22°-23° LN) se registraron principalmente a 20m. En el caso de *Leptogorgia*, se observó casi exclusivamente a 5m al norte (27°-28° LN) y al sur puede alcanzar los 20m (22°-23° LN) (Fig. 7).

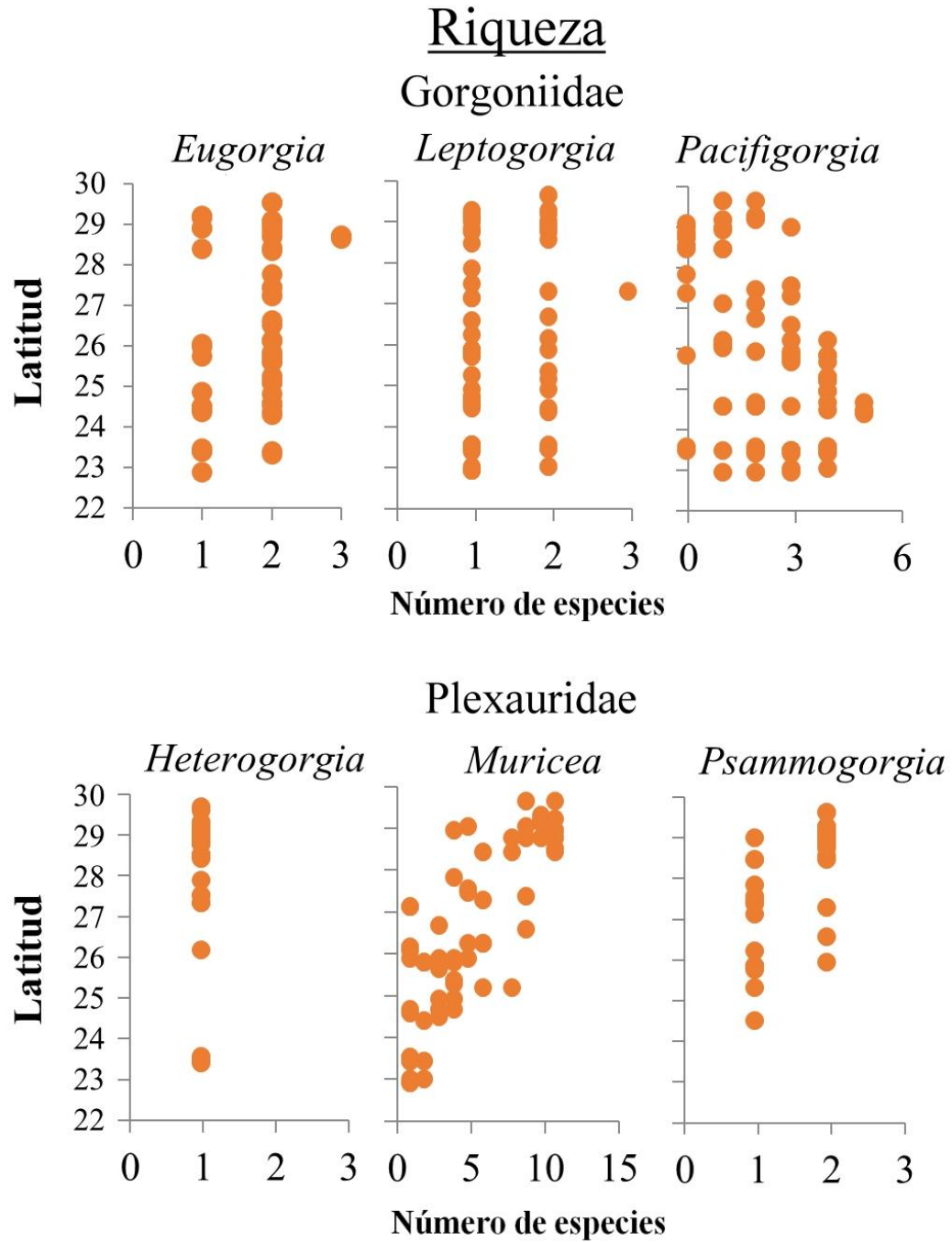


Figura 8. Distribución latitudinal de la riqueza por género de abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

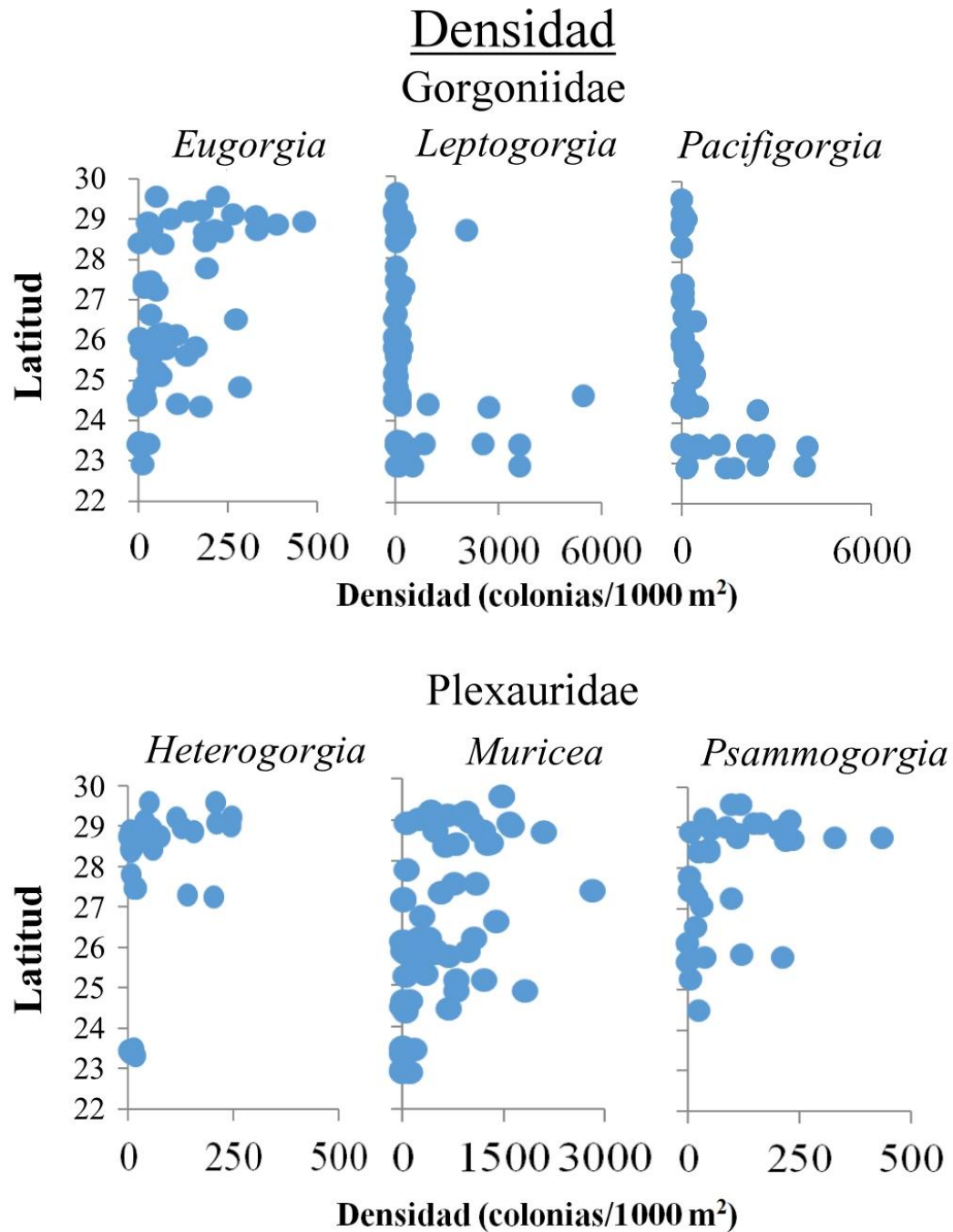


Figura 9. Distribución latitudinal de la densidad (colonias/1000m²) por género de abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

Dominancia

Según el índice de Simpson la dominancia promedio del GC fue de 0.38. El valor máximo fue de 1 en Cabo Pulmo (Lisas y Cantil Medio), seguidas con dominancia mayor a 0.8 en localidades de las regiones sur y centro del GC, como Cabo Pulmo (Esperanza), Espíritu Santo (Islotes Punta Este, Gallina, Pailebote) e Isla Danzante (Punta Noroeste) (Fig. 10, Anexo II).

Los valores de dominancia baja (<0.2) se obtuvieron en Bahía de los Ángeles (Alcatraz, Coronadito, Cantiles Guadalupe, Partida y Pescador), Isla Ánimas, San Francisquito, Isla Esteban (Punta Noreste), Isla San Pedro Mártir (Punta Norte), Isla San Marcos (Punta Este), Isla Coronado (Lajas y Punta Este), Isla Danzante (Biznaga y Punta Sureste), Isla Santa Cruz, Isla San Dieguito (Punta Norte) e Isla Catalana (Punta Sur).

En función de la distribución vertical se observó que la dominancia promedio del GC disminuyó a mayor profundidad, de 0.46 en 5m a 0.29 en 20m. Como se observa en la Figura 11, existe la elevada variación en dominancia (0.23) a 5m con valores desde 0.11 hasta 1; mientras que a 20m la variación es menor (0.14) con valores que generalmente no sobrepasan el 0.4. También se aprecia que en el sur se alcanzan los valores más altos tanto a 5m como 20m.

En general, se observó que la dominancia describe un patrón latitudinal (Fig. 10), con valores bajos al norte (Grandes Islas) que aumentan hacia el sur (Cabo Pulmo y Los Cabos). Complementando con la dominancia por especie, también se observó el patrón norte-sur (Tabla IV), es decir, la misma especie puede ser dominante o rara dependiendo donde se localice al norte o al sur del GC. Por ejemplo, *P. agassizii* que es rara al norte (26° - 29° LN) es dominante en el sur (22° - 25° LN). También se obtuvo especies registradas solo al norte (27° - 29° LN: *Muricea* sp. 5, *M.* sp. 7, *M.* sp. 8, *M.* sp. 10, *Eugorgia excelsa*, *Leptogorgia* sp. 1 y *L.* sp. 3) o especies como *Muricea austera* que su ámbito geográfico abarcó todo el GC. Por último, se distinguió que continuamente hay al menos 3 especies dominantes en cada grado de latitud.

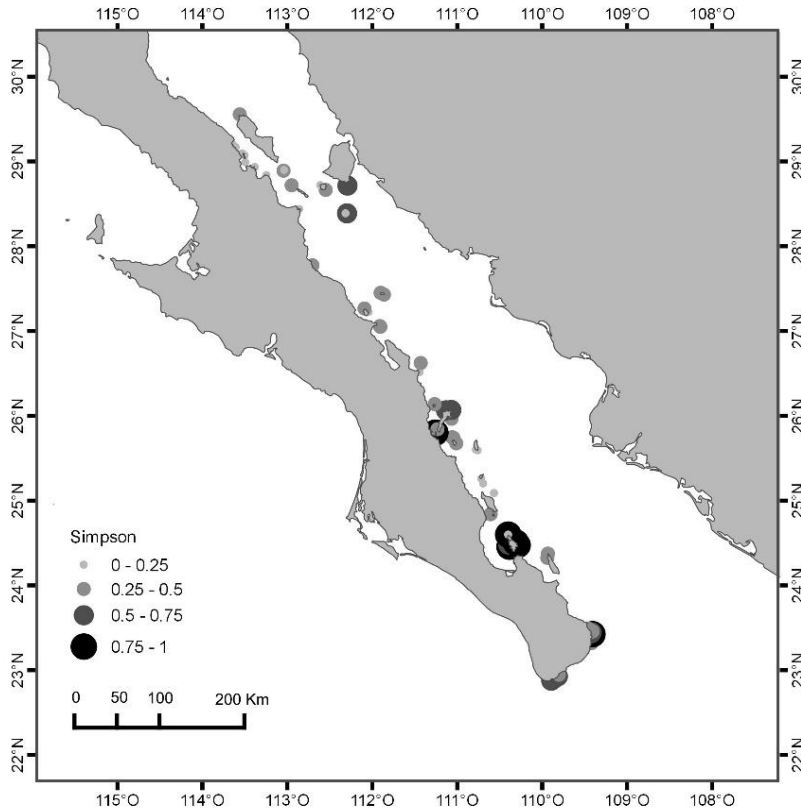


Figura 10. Distribución latitudinal de la dominancia de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

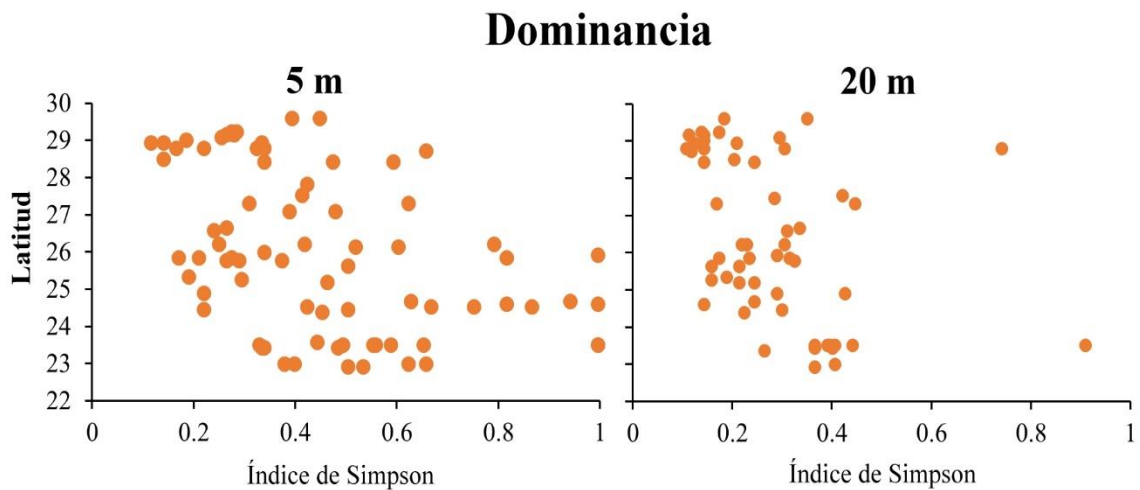


Figura 11. Distribución latitudinal y por profundidad (5m y 20m) de la dominancia de Simpson en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

Tabla IV. Distribución latitudinal de las especies y clasificación de dominancia según el análisis de Olmstead-Tukey. Las especies se clasifican como dominantes ■, frecuentes ■, ocasionales ■ y raras ■.

Especie	Latitud							
	29	28	27	26	25	24	23	22
<i>Muricea sp 8</i>			■					
<i>Muricea sp 10</i>	■	■						
<i>Muricea sp 7</i>	■	■		■				
<i>Muricea sp 1</i>	■	■		■	■			
<i>Eugorgia excelsa</i>	■	■	■					
<i>Leptogorgia sp 3</i>	■	■	■					
<i>Muricea sp 6</i>	■	■	■		■			
<i>Psammogorgia sp 1</i>	■	■	■	■	■			
<i>Muricea sp 3</i>	■	■	■	■	■			
<i>Muricea sp 9</i>	■	■	■	■	■	■		
<i>Muricea sp 4</i>	■	■	■	■	■	■		
<i>Muricea sp 5</i>	■	■						
<i>Leptogorgia sp 1</i>	■	■	■					
<i>Muricea sp 2</i>	■	■	■	■	■			■
<i>Heterogorgia papillosa</i>	■	■	■	■	■		■	
<i>Psammogorgia teres</i>	■	■	■	■	■	■		
<i>Eugorgia aurantiaca</i>	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Muricea appressa</i>	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Muricea fruticosa</i>	■	■	■	■	■	■	■	
<i>Muricea austera</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Leptogorgia sp 2</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Pacifigorgia exilis</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Eugorgia multifida</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Pacifigorgia pulchra</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Pacifigorgia agassizii</i>	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Leptogorgia rigida</i>			■	■	■	■	■	■
<i>Muricea sp 11</i>					■			
<i>Pacifigorgia arenata</i>						■		
<i>Pacifigorgia eximia</i>							■	■
<i>Pacifigorgia sp 1</i>				■	■	■	■	■

Diversidad y equitatividad

De acuerdo con el índice de Shannon se obtuvo que el promedio la diversidad del GC es de 1.38 nats/colonia, con un máximo de diversidad de 2.53 nats/colonia en Bahía de Los Ángeles (Choros), seguidas de otras localidades principalmente al norte del GC con diversidad H' entre 2-2.5 nats/colonia: Isla Ánimas, Isla San Esteban (Punto Noroeste), Bahía de los Ángeles (Alcatraz, Cantiles de Guadalupe, Coronadito, Partida, Punta Este, Pescador), Isla San Francisquito, Isla San Pedro Mártir, Isla San Marcos (Punta Este) e Isla Danzante (Punta Sureste). Mientras que la mínima diversidad de 0 nats/colonia fue en Cabo Pulmo (Cantil medio y Lisas) (Figura , Anexo II), seguida con valores no superaron el 0.5 nats/colonia fueron: Isla Danzante (Punta Noroeste), Espíritu Santo (Punta Lobos, Pailebote, Gallina, Islotes Punta Este) y Cabo Pulmo (Esperanza).

En cuanto a la equitatividad el promedio para el GC fue de 0.65, con un valor máximo de 1 en Cabo Pulmo (Gavilanes), seguido con valores mayores a 0.85: Cabo Pulmo (Bledito, Barra Primera), Isla Carmen (Punta Perico y Punta Lobos), Isla Catalana (Punta Sur) e Isla San Esteban (Noroeste). Mientras que el valor mínimo fue 0 en Cabo Pulmo (Cantil medio y Lisas), seguidas de Cabo Pulmo (Esperanza) y Espíritu Santo Islotes (Punta Este) (Fig. 14, Anexo II).

Respecto a la profundidad, se observó que la diversidad promedio del GC aumenta a mayor profundidad, de 1.13 nats/colonias en 5m a 1.65 nats/colonia en 20m. En la Figura 13, se observa que los valores de diversidad a 5m están más dispersos (0.56) con valores de 0 a 2.5; mientras que a 20m los valores están menos dispersos (0.46) con la mayoría de valores que sobrepasan el 1. Los valores de H' más altos tanto a 5m como 20m se ubican la norte del GC (Fig. 12), por el contrario, al sur del GC se observan menores valores en ambas profundidades, pero es más evidente a 5m.

Respecto a la equitatividad, el valor promedio a 5m fue de 0.63 siendo menor que a 20 m con 0.69. Al igual que la diversidad, los valores de equitatividad fueron más dispersos a 5m que a 20m; a 5m los valores se distribuyen desde 0 a 1 y a 20m la

mayoría de los valores están por arriba de 0.5 (Figura , Anexo III). No se observó que la equitatividad tenga un patrón latitudinal en ambas profundidades.

En suma, el análisis de diversidad (H') mostró que el norte del GC es la zona más diversa y al igual que la riqueza, presentó un gradiente latitudinal de la diversidad, siendo mayor al norte y disminuyendo hacia el sur. Es decir, al norte del GC la abundancia se reparte de manera más equitativa entre las especies no obstante se tenga un mayor número de especies. Mientras que en el sur del GC, aun cuando hay menos especies la abundancia se concentra en tres especies dominantes (*L. rigida*, *P. agassizii* y *P. media*) (Tabla IV).

Con el índice de equitatividad de Pielou, no se observó un patrón latitudinal similar al de diversidad (Figura 14). Ya que los valores de equidad al norte, centro y sur del GC son similares, lo que sugiere que a lo largo del GC hay arrecifes en los que la comunidad de abanicos de mar se encuentra cerca del máximo valor de diversidad que se puede alcanzar. Dejando claro que cuando la diversidad es mayor no implica que la equidad también lo sea. Cabe destacar que cuando la riqueza y densidad en una localidad es elevada, no necesariamente significa que hay elevada equitatividad. Un ejemplo de ello es Isla Turner, donde a pesar de cumplir ambas características tiene baja diversidad, debido a la dominancia de *Muricea* sp. 4, que es notablemente elevada respecto al resto de la comunidad de gorgonias.

Las pruebas estadísticas de la riqueza ($F=47.3$, $p<0.05$), diversidad ($F=21.2$, $p<0.05$) y dominancia ($F=7.4$, $p<0.05$) presentaron variación significativa entre zonas -norte, centro y sur del GC. Mientras que dominancia ($F=2.0$, $p<0.05$) y equitatividad ($F=0.9$, $p<0.05$) no mostraron cambios. En el perfil batimétrico se encontraron cambios significativos entre 5 y 20m de la riqueza ($F=42.1$, $p<0.05$), densidad ($F=14.0$, $p<0.05$), diversidad ($F=21.2$, $p<0.05$) y dominancia ($F=14.0$, $p<0.05$). La equidad fue la única variable no afectada ($F=1.5$, $p<0.05$). Para ninguna de las variables arriba mencionadas se encontró diferencias significativas de la interacción entre regiones (norte, centro y sur) y la profundidad (5 y 20 m) en la variación de cada atributo.

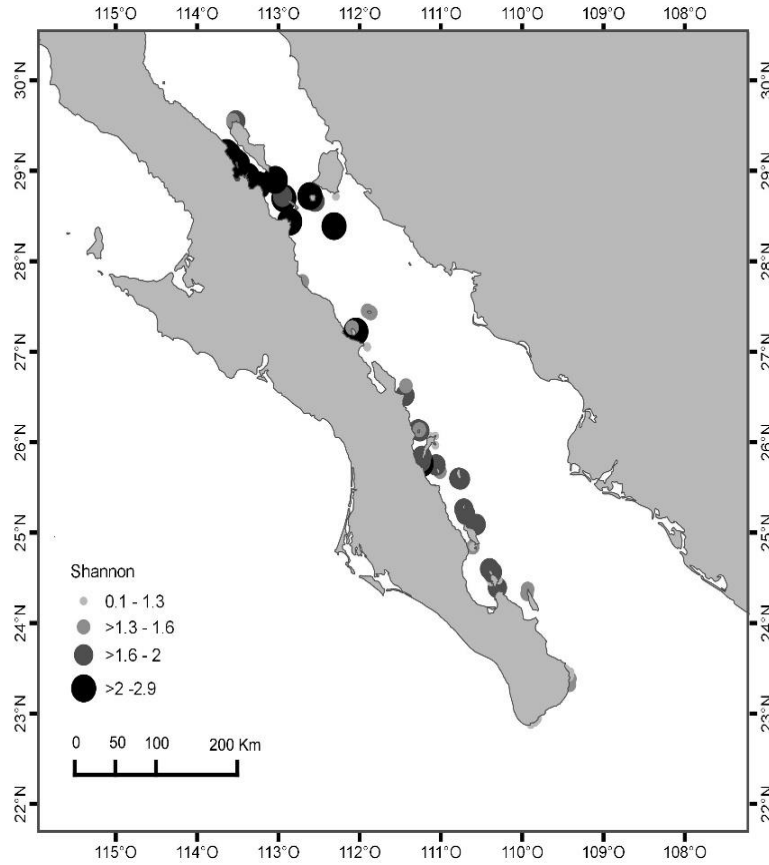


Figura 12. Distribución latitudinal de la diversidad de Shannon (H') de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

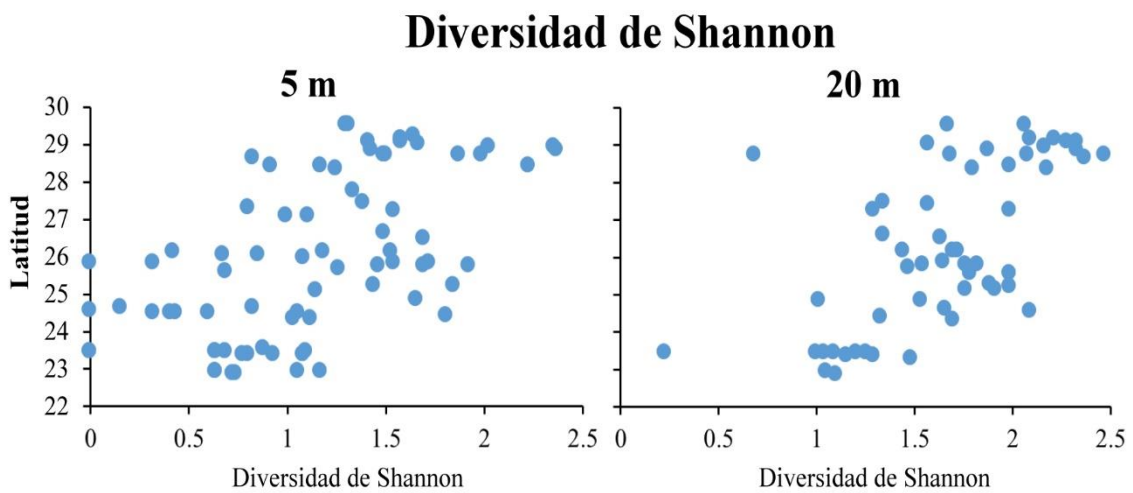


Figura 13. Distribución de diversidad de Shannon (H') por profundidad a 5m y 20m en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

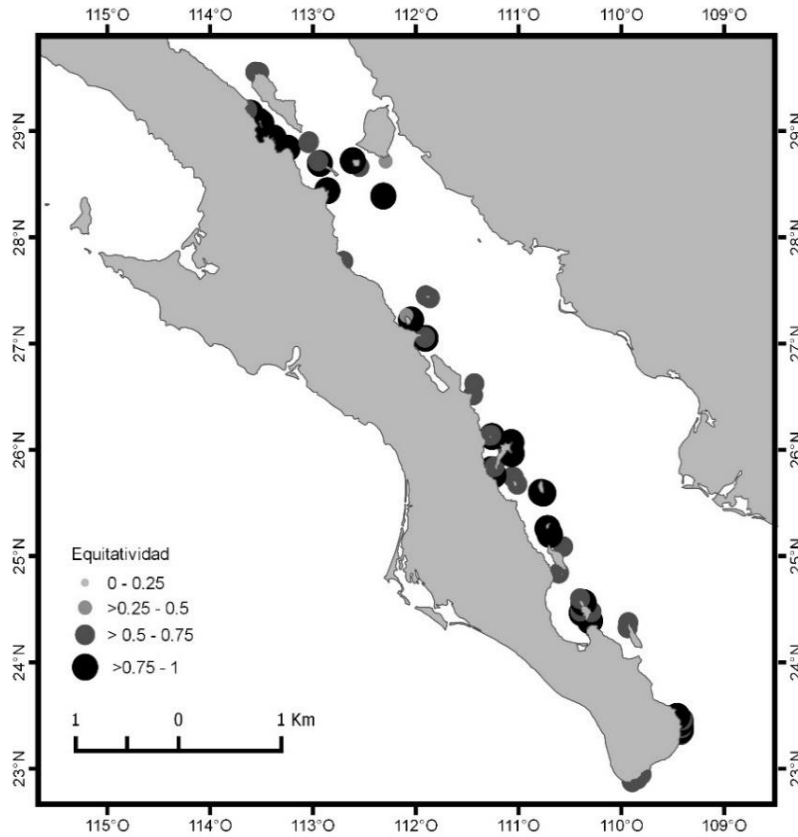


Figura 14. Distribución latitudinal de la equitatividad de Pielou de abanicos de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

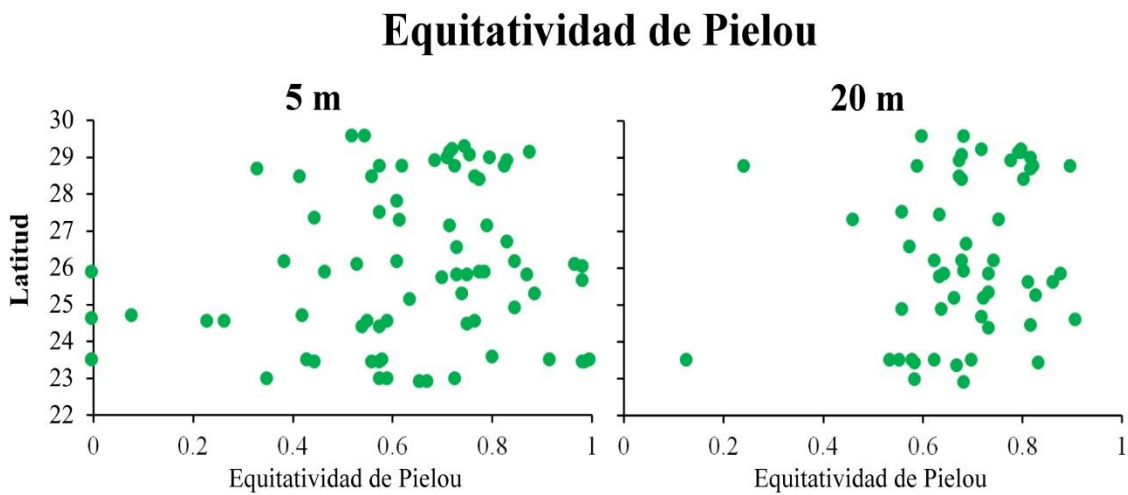


Figura 15. Distribución de la equitatividad de Pielou por profundidad a 5m y 20m en abanico de mar en el Golfo de California durante junio de 2009 y junio 2010.

Análisis de asociación

Con base a la densidad y frecuencia de aparición de las especies en las localidades de muestreo, se estableció su afinidad entre las localidades y el conjunto de especies que componen cada localidad. Para el análisis de Bray-Curtis se estableció un 40% de similitud como corte, obteniendo tres agrupaciones (Figura):

- Especies del norte: *E. excelsa*, *H. papillosa*, *Leptogorgia* sp. 1, *Leptogorgia* sp. 3, *Muricea* sp. 1, *M. sp. 2*, *M. sp. 3*, *M. sp. 4*, *M. sp. 5*, *M. sp. 6*, *M. sp. 7*, *M. sp. 9*, *M. sp. 10*, *Psammogorgia teres* y *Psammogorgia* sp. 1.
- Especies del centro: *E. aurantiaca*, *E. multifida*, *Leptogorgia* sp. 2, *M. plantaginea*, *M. austera*, *M. fruticosa*, *Pacifigorgia exilis* y *Pacifigorgia pulchra*.
- Especies del sur: *Leptogorgia rigida*, *Pacifigorgia agassizii*, *P. media* y *P. sp. 1*.

Las tres agrupaciones comunitarias de abanicos de mar corresponden a la regionalización obtenida en este estudio de Golfo (28°-29° LN), Golfo Central (24°-27° LN) y Golfo Sur (22°-23° LN) (Fig. 16).

Análisis de similitud

Tomando en cuenta las especies y su abundancia en cada una de las localidades de estudio, se distinguieron tres grupos (comunidades) de abanicos de mar (Figura). Estas comunidades se formaron con el ~45% de similaridad, existiendo relación con la distribución latitudinal. Además, fue muy similares a estructura comunitaria de macroinvertebrados descrita por Ulate *et al.* (2016) y semejantes a las divisiones biogeográficas para peces propuesta Walker (1960).

Basados en la clasificación obtenida en este estudio, la comunidad de abanicos del Golfo Norte abarca desde Isla Ángel de la Guarda hasta Isla San Pedro Mártir (28°-29° LN); la comunidad de abanicos del Golfo Central desde Punta Trinidad hasta Isla Cerralvo (24°-27° LN) y una tercera comunidad de abanicos de mar para el Golfo Sur para las regiones de Cabo Pulmo y Cabo San Lucas (22°-23° LN) (Fig. 17).

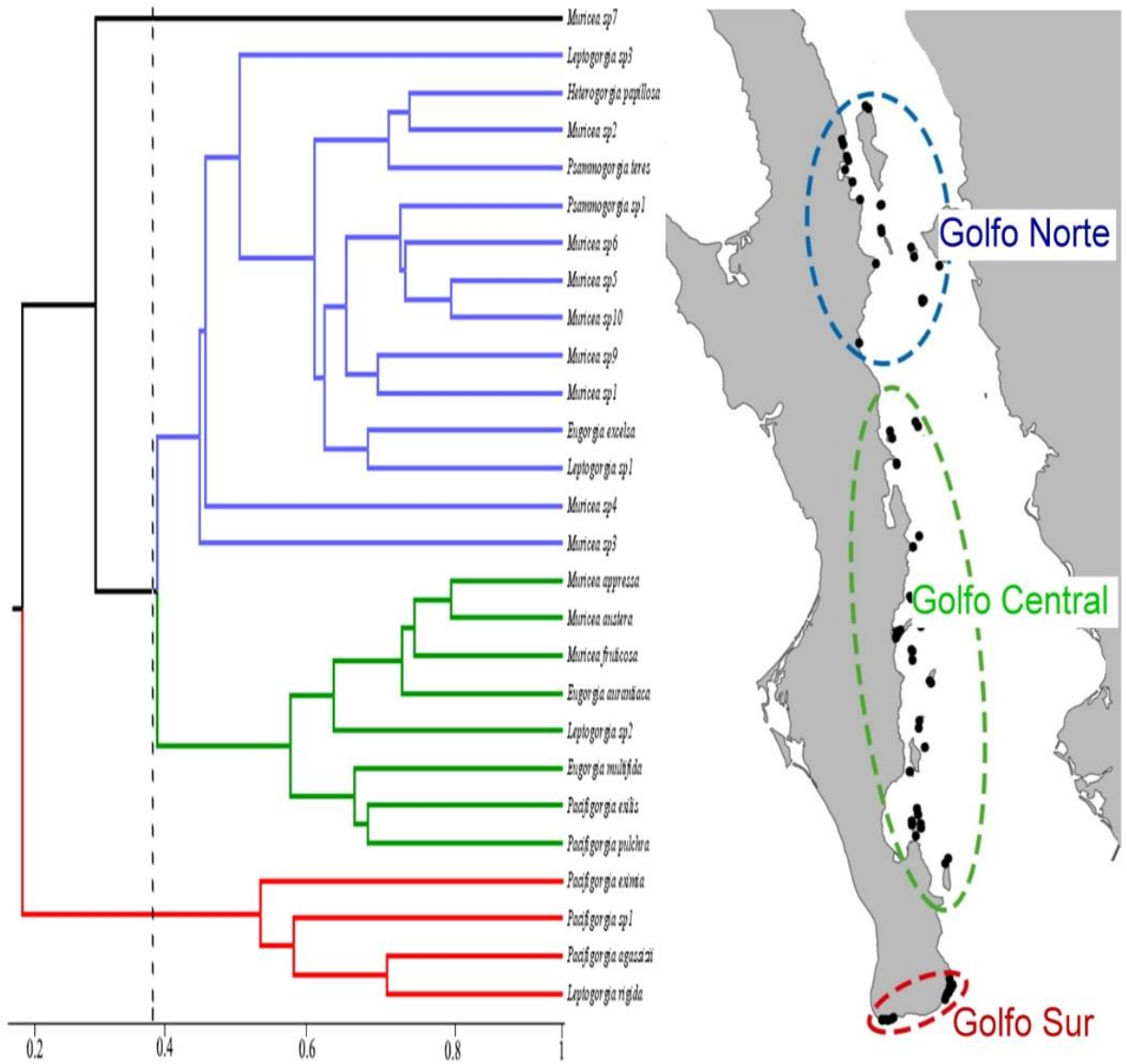


Figura 16. Análisis de asociación según la distancia de Bray-Curtis. Los colores delimitan las especies abanico de mar por zona geográfica tal como se muestra en el mapa. Azul = Golfo Norte; Verde = Golfo Central; Rojo = Golfo Sur.

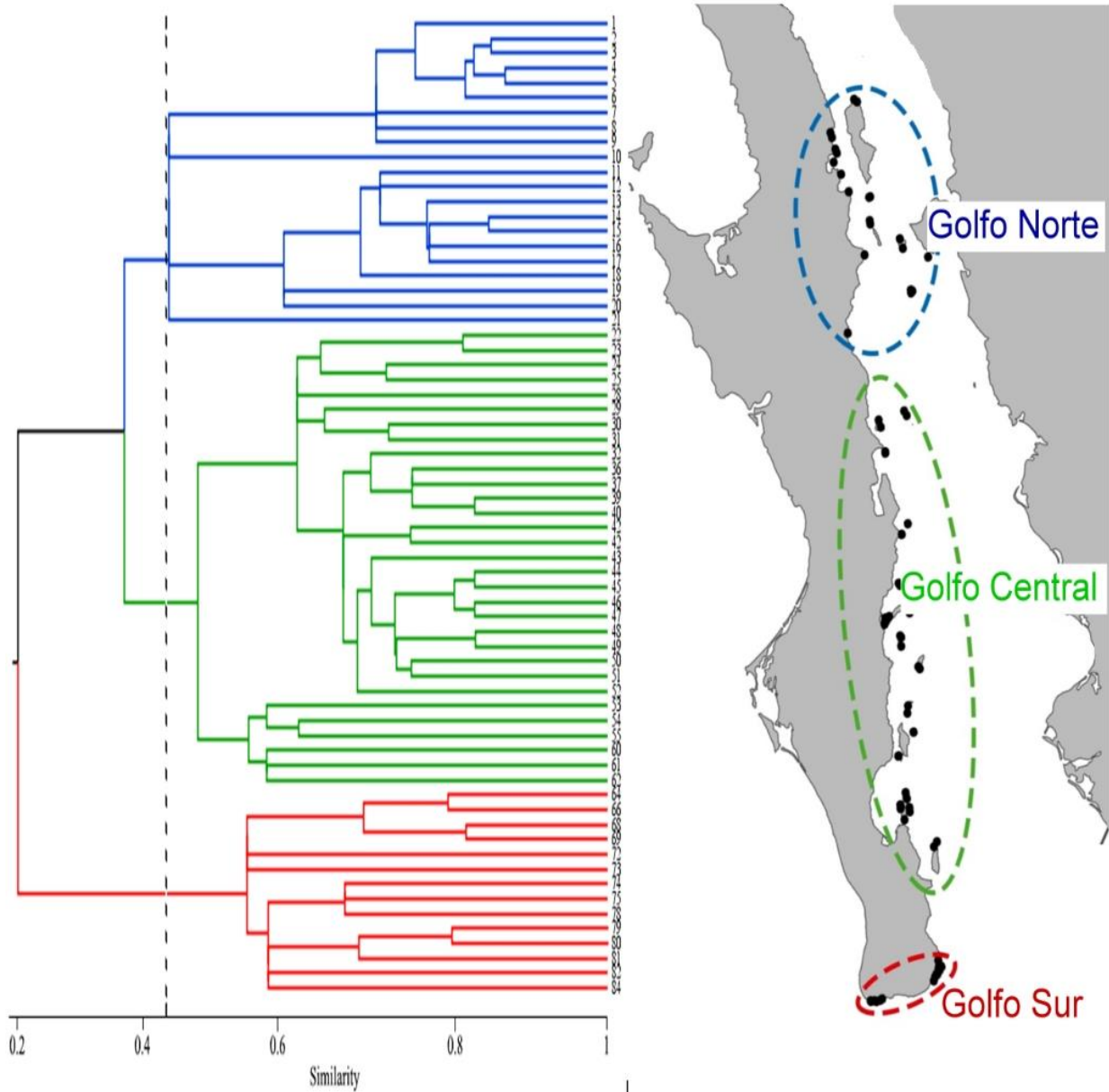


Figura 17. Análisis de clasificación según la distancia de Bray-Curtis. Los colores delimitan las localidades/estaciones por zona geográfica tal como se muestra en el mapa. Azul = Golfo Norte; Verde = Golfo Central; Rojo = Golfo Sur.

DISCUSIÓN

Riqueza

En este estudio se reportan 30 especies someras de abanicos de mar para el Golfo de California. Esta riqueza es elevada compara con regiones como: Isla Cocos con 12 spp. (Breedy & Cortés 2008), Pacífico colombiano 10 spp. (Prahl *et al.* 1986) y el Archipiélago de Galápagos 7 spp. (Breedy *et al.* 2009; Breedy & Guzman 2007; Williams & Breedy 2004). De igual forma, la riqueza es semejante a Oaxaca, México 27 spp. (Abeytia *et al.* 2013: riqueza hasta 70m), Costa Rica 30 spp. (Breedy *et al.* 2009; Breedy & Cortés 2008; Breedy & Guzman 2003), el Atlántico como Miami 29 spp. (Opresko 1973), Cuba 25 spp. (Espinosa *et al.* 2010) y Bocas del Toro, Panamá 29 spp. (Guzman & Guevara 1999). Pero la riqueza del GC es menor a la reportada en el Golfo de Chiriqui, Panamá 52 spp. (Guzman & Breedy 2008), el Mediterráneo 47 spp. (Weil 2006), Yucatán 43 spp. (Jordán-Dahlgren 2002) y Hong Kong 42 spp. (Fabricius & McCorry 2006). Pero cabe señalar, que las 30 especies aquí reportadas, provienen de los monitoreos ecológicos (5m y 20m) y esta metodología censa visualmente a las especies “dominantes” y conspicuas. A diferencia, de ir a recolectar octocorales en distintos hábitats (p.e rocoso, arena, grava) y a distintas profundidades (p.e. hasta 70m). Cabe mencionar que la colección del laboratorio de Fauna Arrecifal de la UABCS, contiene para el GC ~55 especies de octocorales nominales y especies nuevas (C Sánchez, com. pers.).

Para el POT se han reportado 11 géneros y 4 familias (Bayer 1953; Guzman *et al.* 2008) y para el GC se ha reportado 6 géneros y 3 familias. En este estudio no se registraron familias Ellisellidae (*Ellisella limbaughi*) y Clavulariidae (*Carijoa riisei*). *E. limbaughi* se reporta zonas mayores a 50m en Baja California Sur en Bahía Magdalena y Cabo San Lucas (Bayer & Deichmman 1960) y Oaxaca en Punto de Presión (Abeytia *et al.* 2012). Mientras que *C. riisei* solo se ha registrado en Panamá, sin embargo es una especie invasora que proviene de Hawái, invadiendo el Atlántico e Indo-Pacífico (Gomez *et al.* 2014; Guzman & Breedy 2008).

Los octocorales someros del Pacífico americano no poseen zooxantelas, por tanto su alimentación es completamente suspensívora dependiendo altamente de la disponibilidad de plancton (Van Oppen *et al.* 2005). La captación de alimento de los octocorales se ve favorecida con la profundidad, ya que cuanto más profundo está la colonia, es mayor la cantidad de materia que capturen los pólipos (Jordan-Dahlgren, 2002). Es decir, las riqueza y abundancia de octocorales están asociadas a sitios y regiones con elevada hidrodinámica (corrientes) y productividad (surgencias) (Fabricius & De'ath 2008). Entonces, es posible explicar que la elevada riqueza y densidad de abanicos encontrada al norte del GC, es regida por la elevada energía que fluye en la región, ocasionada por las fuertes corrientes de marea y viento del norte, que producen afloramiento superficial estacional de aguas profundas ricas en nutrientes (surgencias), que conducen a elevada productividad primaria y secundaria (Alvarez-Borrego 2010; Lluch-Cota *et al.* 2007). Esto refuerza la asociación abanicos-productividad, destacado por la presencia de géneros y especies con colonias robustas y pólipos grandes (*i.e.* *Muricea*, *Heterogorgia* y *Psammogorgia*), los cuales son abundantes en la región norte del GC, donde existe mayor producción de alimento de forma continua (Gamero *et al.* 2017).

Las tres regiones de abanicos (norte, centro y sur) encontradas en el GC, corresponden al reemplazamiento latitudinal de especies. Esto también se confirma cuando se revisa las especies de abanicos reportadas en regiones más al sur. De las 27 especies registradas en Oaxaca (Abeytia *et al.* 2013), solo siete se comparten con el GC; de las 30 especies de Costa Rica (Breedy y Guzmán 2003, Breedy y Cortés 2008, Breedy 2009) solo una se registra en el GC y de las 54 especies reportadas en Panamá (Guzman y Breedy, 2008) solo 3 están en el GC. Estas diferencias en las comunidades de abanicos se deben posiblemente al cambio de temperatura más cálido hacia el sur y por tanto cambio del tipo de alimento. La distribución de las especies está limitada por su tolerancia y su afinidad hacia ciertas condiciones ambientales (Gori *et al.* 2011a; Grigg 1975). Parece claro que las distintas comunidades de abanicos corresponden a las provincias y subprovincias

biogeográficas reportadas para el POT. En términos generales las provincias biogeográficas propuestas por Eckman (1953), Briggs (1974), Hastings (2000) y Robertson & Cramer (2009) (Fig. 18); corresponden principalmente a las de Eckman (1953) y Hastings (2000) donde señalan que el Golfo de California corresponden a la provincia de Cortés, el Pacífico mexicano del centro-sur (p.e. Oaxaca) a la provincia Mexicana y Costa Rica y Panamá a la provincia Panámica.



Figura 18. Provincias biogeográficas en el Pacífico Oriental Tropical: A. Robertson & Cramer (2009); B. Briggs (1974); C. Eckman (1953); Hastings (2000).

Sin embargo, para la provincia Cortés es factible subdividirla en tres subprovincias 1(Golfo Norte, Golfo Central y Golfo Sur) tal como lo evidencia con peces (Walker 1962; Hastings 2000; Thomson *et al.* 2000) y macrobentos (Brusca *et al.* 2005; Hendrickx 1990; Hendrickx *et al.* 2002, 2007). En particular el patrón de distribución de macroinvertebrados conspicuos epibentónicos reportado por Ulate *et al.* (2016) apoya lo encontrado en éste estudio respecto a las tres subprovincias; reportando las ascidias como abundantes al norte, mientras que esponjas y escleractíneos zooxantelados al sur, haciendo notar los taxa béntico sésiles son los soportan en mayor grado diferenciación de las subprovincias.

Respecto a la distribución de riqueza a nivel género, *Muricea* aportó una notable riqueza de especies (13 spp.) al norte del GC la cual disminuyó hacia el sur con una especie común (*Muricea austera*). En Panamá continua bajo el número de especies de *Muricea* con 5 spp. (Guzmán *et al.* 2004). Por el contrario, la riqueza de *Pacifigorgia* es mayor en Panamá (14 especies; Guzmán *et al.* 2004) y disminuye hacia el sur y centro del GC con 5 spp. De esta forma, los diferentes géneros abanicos puedan tener

distinta afinidad ambiental (*i.e.* templado o tropical).

Por otro lado, cabe resaltar que el patrón latitudinal de distribución de la riqueza de abanicos en el GC es contrario al patrón reportado por Brusca & Hendrickx (2010) donde la riqueza de invertebrados en el GC disminuye de sur a norte (*i.e.* sur 3,173 spp.; centro 3,324 spp. y norte 2,275 spp.), que es explicado notablemente por la presencia de especies tropicales en el sur y en menor grado en el centro del Golfo. Este efecto de enriquecimiento tropical en el GC se ha observado en crustáceos (peracáridos, eufáusidos, cirrípedos, estomatópodos y decápodos), con elevada riqueza al sur (221, 14, 30, 22, 490 spp. respectivamente), centro (206, 8, 22, 17, 406 spp. respectivamente) y disminuyendo hacia el norte (175, 4, 14, 8, 287 spp. respectivamente) (Hendrickx 1990; Hendrickx *et al.* 2002; Hendrickx & Salgado-Barragán 1989). En peces, el efecto de la tropicalización es consistente, disminuyendo la riqueza de sur a norte (sur 625 spp.; centro 450 spp. y norte 320 spp. (Robertson y Cramer 2009). En peces de arrecife rocoso, este patrón tiene un ligero cambio, siendo la región central la más rica (La Paz-Loreto; 42-62 spp.), seguida del sur (36-49 spp.) y mucho menos especies al norte (9-29 spp.) (Sala *et al.* 2002).

Respecto a la distribución vertical, donde el número de especies de abanicos aumenta con la profundidad. Sánchez-Ortiz (2011) para el sureste del Golfo de California utilizando un sumergible (DeepSee) con un alcance hasta 400m de profundidad, reportó un aumento del número de especies de abanicos de mar conforme aumenta la profundidad hasta los 200m, pero las especies que se encuentran en la superficie (*i.e.* especies de este estudio) no llegan más allá de los 50-60m, existiendo una segunda comunidad de abanicos con familias y géneros relacionados, pero con especies distintas que habitan entre los 60 a 200m y con abundancia muy altas, siendo el reflejo de la elevada productividad secundaria a esas profundidades. De hecho, Gómez-Gutiérrez *et al.* (2012) reporta para el GC que la mayor biomasa de eufáusidos “krill” corresponde a *Nyctiphanes simplex*, el cual se distribuye entre 60 y 150 m de profundidad, donde existe la mayor producción. Después de los 200 hasta 400m, la fauna de abanicos es menos rica y completamente distinta en órdenes y familias,

presentando géneros y especies que se reportan en Alaska, Estados Unidos hasta Chile (Sánchez-Ortiz 2011). Abeytia *et al.* (2013) al sur de México (Oaxaca) reportan que la riqueza aumentó ~50% en censos de 25-70m de profundidad. Mientras que Guzmán y Breedy (2008), en Panamá (Golfo de Chiriquí) reportaron 52 especies hasta 32m de profundidad, siendo esta la mayor riqueza conocida para el POT. La información aquí presentada, junto con lo previamente reportado, refleja que la riqueza y abundancia de abanicos en escala horizontal y vertical en el POT, directamente se relaciona o evidencia los sitios o regiones con elevada productividad.

Las regiones ambientales del POT donde existen aguas de surgencia, aguas frías, ricas en nutrientes y productivas, no son condiciones propicias el desarrollo de corales escleractíneos zooxantelados, ya que se encuentran en continuo estrés térmico y deben situarse en zonas someras (<10-20m) para que sus simbioses realicen su función.

Adicionalmente se ha observado que la distribución vertical de las especies cambia dependiendo de la localidad geográfica (Ulate *et al.* 2016). Por ejemplo, *M. austera* en la región de Los Cabos (L 22°N) se registra a 20m (16-25°C), pero conforme se muestrea hacia el norte (temperatura más fría y termoclina más somera) *M. austera* se localiza hasta 5m (15°-24°C). En este caso, *M. austera* se considera como una especie de ambiente templado-cálido. Esto ocurre para la mayoría de las especies de *Muricea*, la preferencia hacia aguas templadas que corresponden al centro y norte del GC. Con este razonamiento es posible entender la distribución (horizontal y vertical) de los abanicos en relación a su afinidad térmica (calidad y/o templada). Por ejemplo, explicando la distribución de *M. plantaginea*, esta especie al norte del GC se asocia a temperatura entre 14-24°C a 5m, Loreto y La Paz a 20m, Cabo Pulmo y Los Cabos a 40m, Revillagigedo a 40-50m, Bahía Magdalena a 20m y San Diego, California a 5m. En el mismo contexto, para *Leptogorgia rigida* que es una especie subtropical (22-30°C), en la Isla San José e Isla Espíritu Santo se encuentra a 5m, en Cabo San Lucas, Islas Marías y Bahía Banderas puedes alcanzar 20m.

Siete especies de abanicos de mar (*Eugorgia ampla*, *E. daniana*, *Pacifigorgia adamsii*, *P. gracilis*, *P. rutila*, *Muricea californiaca* y *M. hebes*) no fueron registradas en este estudio, aunque se reportaron previamente en el GC (Reyes-Bonilla *et al.* (1997), Breedy & Guzman (2002) y Breedy *et al.* (2009). Con base a la colección de octocorales del laboratorio de Fauna Arrecifal-UABCS (más de 2,000 registros de 1994 a la fecha) y de los monitoreos ecológicos ProMARES en el GC y Pacífico mexicano (1998 a la fecha), es posible establecer que: a) Existen posibles errores de asignación taxonómica, ya que la distribución de la especie no corresponden: *Pacifigorgia rutila* y *Muricea hebes*: se registran de Jalisco (Bahía Banderas) a Oaxaca (Huatulco); *Pacifigorgia adamsii*: Oaxaca (Huatulco) a Centroamerica; *Muricea californiaca*: California, Estados Unidos y *Eugorgia ampla*: Pacífico de Baja California Sur: La Bocana a Bahía Magdalena; y b) Especies que pertenecen a un complejo multiespecífico, su identificación visual es compleja y por tanto es posible que puedan registrarse con otros nombres dentro de los monitoreo ecológicos: *Pacifigorgia gracilis*: puede estar incluida en los registros de *P. exilis* y *P. pulchra*; *Eugorgia daniana*: especie registrada desde Perú hasta Estados Unidos (con dudosos registros) y que puede estar incluida en los registros de *E. multifida* y *E. aurantiaca*. Al parecer *E. daniana* es una especie con distribución en el hemisferio sur (Perú) (Olvera, 2015).

Densidad

La densidad promedio de abanicos de mar en el GC fue de 1.8 colonias/m², con un máximo de a 16.2 colonias/m², esto es menor a lo reportado Gómez *et al.* (2014) encontró en Panamá una densidad promedio de 38.7 colonias/m², con un máximo de 106 colonias/m². Al sur de Florida el promedio es de 25.1 colonias/m² (Golberg 1973); en Carre Bow Cay, Belice de 17.6 colonias/m² (Lasker & Coffroth 1983); Isla Providencia Colombia de 9.98 colonias/m² (Sánchez *et al.* 1998), los Cayos de Florida de 4.75 colonias/m² (Chiappone & Sullivan 1994) y el Suroeste del Golfo de México de 0.11 colonias/m² (Jordan-Dalhgren 2002).

Las mayores densidades de abanicos se encontraron hacia los extremos del GC (norte y sur). La elevada densidad del norte se puede explicar como consecuencia de la

elevada productividad de la región que favorece a las especies suspensívoras. Sin embargo, no es claro por qué existen elevadas densidades de abanicos en el sur, tal vez es producto de fenómenos de afloramiento local. Gomez *et al.* (2014) señalan que los lugares con mayor abundancia y riqueza de octocorales son aquellos que tienen mayor exposición a las corrientes. Aunque coinciden, se requiere efectuar estudios que permitan entender este proceso al sur del GC, ya que no es una región altamente productiva como lo es el norte del GC. Por otro lado, cabe considerar que al sur hay menos especies y por lo tanto menor competencia, por lo que la adaptación que permita aprovechar las condiciones no tan idóneas para las generalidades de las otras especies, serán muy abundantes. Tal puede ser el caso de *Leptogorgia rigida* y *Pacifigorgia agassizii*.

La regionalización norte, centro y sur, fue determinada por las especies y densidad de cada región, en general los géneros *Eugorgia*, *Muricea*, *Heterogorgia* y *Psammogorgia* tienen preferencia norteña son de afinidad templado-cálidas y hábitats muy productivos. En tanto que los géneros *Leptogorgia* y *Pacifigorgia* fueron abundantes al sur teniendo afinidad subtropical (cálida) y localizándose en hábitats “menos” productivos u oligotróficos; es posible que las especies de estos géneros tengan otras fuentes de alimento, como simbiosis con cianobacterias fototróficas que se benefician en ambientes poco productivos. Este tipo de simbiosis fue reportada por Imbs *et al.* (2009) en gorgonias azooxanteladas del Indo-Pacífico como un mecanismo alternativo de alimentación en especies abundantes.

De acuerdo con Gomez *et al.* (2013) observaron una relación directa entre la densidad de octocorales, distribución, reclutamiento, mortalidad, estructura de talla y velocidad de crecimiento con el tipo de estrategia de vida de las especies (*i.e.* *r*-seleccionados o *k*-seleccionados). Las especies de tipo *r* son aquellas que tienen densidades altas, mayor distribución, altas tasas de reclutamiento y mortalidad, estaturas pequeñas y mayor velocidad de crecimiento, como puede ser el caso de *M. plantaginea* y *M. fruticosa*; en caso contrario las denominaron como especies tipo *k*, que pueden ser *L. rigida* y *M. austera*.

Diversidad y dominancia

El uso de índices de ecológicos como diversidad de Shannon (H') y equitatividad de Pielou (J) para la descripción de la estructura de comunidades en gorgonias, han sido empleados en el Caribe e Indo-Pacífico, registrándose altos valores de diversidad con 3.43 y 3.46 nats/individuo respectivamente (Goldberg 1973; Preston & Preston 1975). Ambos superan el valor promedio de diversidad de este estudio (1.38 nats/individuo). No obstante, lugares en el Caribe cubano con valores de diversidad entre 1.8 a 2.4 nats/individuo (Espinosa *et al.* 2010) que son similares a los valores observados al norte del GC (1.7 a 2.5 nats/individuo).

La diversidad y la dominancia son atributos comunitarios con relación inversa. Cuando la abundancia se reparte de manera homogénea entre las especies, se considera a la localidad como ecológicamente diversa, es decir el valor del índice de Shannon (H') es grande. Por el contrario, cuando la abundancia se distribuye principalmente en una especie o en un pequeño grupo de especies respecto al total, la dominancia es elevada y el valor del índice de dominancia de Simpson (S) es grande (cerca de 1). En este contexto se resalta que en el norte del GC la diversidad es alta con dominancia baja, y en el sur la diversidad es baja y la dominancia alta. Al mismo tiempo se destaca que a 5m la diversidad es baja y la dominancia es mayor, en tanto que a 20m la diversidad es mayor y la dominancia es menor.

En general los lugares con más especies y densidades altas son los que tienen valores más altos de diversidad de Shannon (H'), guardando así una relación directa (De la Guardia & González-Sansón 2000). Esto se aplica a la región norte del GC, donde se encuentran los sitios con más especies y de mayor densidad, lo que produjo los valores de diversidad más altos. Sin embargo, también se observó una excepción a la relación directa entre riqueza, densidad y diversidad. La Isla Turner presentó elevado número de especies y alta densidad, sin embargo obtuvo un valor de diversidad bajo. Esto se debió a la elevada abundancia (dominancia) de *Muricea* sp. 4, que fue del ~84% de la densidad total de abanicos. Lo anterior implica que cuando la riqueza y densidad son

altas, no siempre el valor de diversidad de Shannon será alto, ya que depende de la distribución de la abundancia. Si una especie es muy dominante, la diversidad será pequeña.

La variación de la diversidad puede estar asociada a la competencia entre diferentes taxa. Goldberg (1973) reportó en Jamaica en un área con extenso desarrollo de corales pétreos, la densidad de gorgonias disminuye a 2 colonias/m², debido a la competencia por el espacio y en consecuencia la diversidad también baja. Como todos los competidores sésiles, las gorgonias aprovechan el espacio disponible no habitable para sus competidores (zonas con mucha corriente de marea y oleaje) y explotan ampliamente el recurso disponible. Es posible que al sur del GC, las altas densidades de esponjas *Aplysina* spp. y los corales escleractíneos son los principales competidores de las gorgonias por el sustrato rocoso (Ulate *et al.* 2016).

Agrupaciones comunitarias

Las agrupaciones comunitarias de los abanicos de mar del GC tienen relación con la estructura comunitaria de macroinvertebrados y la temperatura y productividad primaria (Chl-a). Ulate *et al.* (2016) reportaron una correlación entre los factores ambientales y la estructura comunitaria de invertebrados, sin embargo, no fueron concluyentes para explicar la existencia de los tres grupos comunitarios. Por ello, se reconoce el desarrollo de estudios poblacionales para evaluar el papel de los factores ambientales en la distribución y abundancia de las especies.

Por otro lado, las divisiones biogeográfica de peces en el Golfo de California de Walker (1960), se relaciona estrechamente con las tres asociaciones comunitarias encontradas en este estudio. Sin embargo, aun cuando ambas propuestas guardan relación, la base de información fue distinta, ya que en el primer caso se considera el endemismo de peces para establecer las divisiones, mientras que en éste estudio la abundancia y riqueza de abanicos establecieron las divisiones. Además, Walker (1960) menciona que la comunidad de peces del norte del GC es más antigua que la del sur, ya que al norte existen especies con afinidad a la provincia California y que algunas

de ellas ya han logrado diferenciarse de sus predecesores californianos. Al respecto, en el Golfo Norte se encontró un elevado número de especies nuevas de *Muricea* (60%, todas endémicas) y al parecer solo *M. plantaginea* es la única especie que puede distribuirse hasta California. Brusca & Hendrickx (2010) mencionan que eventos glaciales anteriores, permitieron que especies de origen "Californiano" extendían su distribución en todo el GC, pero cuando la temperatura del agua se elevó durante el último periodo, poblaciones de estas especies "Californianas" quedaron atrapadas al norte del Golfo. Posteriormente, tras procesos de adaptación a las nuevas condiciones ambientales de la zona se estableció la comunidad de la región norte (C Sánchez, com. pers.).

CONCLUSIONES

- La comunidad de abanicos de mar se integra por 30 spp. (6 géneros y 2 familias). Siendo un valor de riqueza elevado respecto a otras regiones del Pacífico Oriental Tropical.
- La densidad total de abanicos es de 222,700 colonias/1000m², teniendo el ~50% de la densidad tres especies (*Leptogorgia rigida*, *Muricea* sp. 4 y *P. agassizii*). La densidad promedio fue de 1.8 colonias/m² (máximo 16.2 colonias/m²) valores relativamente bajos para el POT. En general la densidad fue mayor al norte (*Muricea*, *Heterogorgia*, *Psammogorgia* y *Eugorgia*) y al sur (*Leptogorgia* y *Pacifigorgia*) y menor en el centro.
- Se observó que a mayor profundidad (20m) hubo mayor riqueza, densidad y diversidad, mientras que la dominancia de Simpson fue mayor a 5 m. *Leptogorgia rigida* fue la única especie que su mayor abundancia fue a 5m.
- Con base en la riqueza y densidad de los abanicos de mar se obtuvieron tres distintas subprovincias de abanicos (Golfo Norte, Golfo Central y Golfo Sur), que corresponden a las tres subprovincias previamente reportadas con otros taxa. Estando la comunidad del Golfo Norte, con mayor riqueza (21 spp.) y más diversidad (H'), la cual disminuye hacia el sur (8 spp.). La comunidad del norte se asocia a temperatura fría y elevada productividad, mientras que la sur es subtropical y baja en productividad. La dominancia de Simpson fue mayor al sur del GC y menor hacia el norte.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abeytia, R., Guzmán, H.M. & Breedy, O. (2013) Species composition and bathymetric distribution of gorgonians (Anthozoa: Octocorallia) on the southern Mexican pacific coast. *Revista de Biología Tropical*, 61, 1157–1166.
- Alcolado, P.M. (1981) *Zonación de gorgonáceos someros de Cuba y su posible uso como indicadores comparativos de Tensión Hidrodinámica sobre organismos del bentos*. Instituto de La Habana, Cuba.
- Alvarez-Borrego, S. (1983) Gulf of California. In: B. H. Ketchum (Ed), *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier, Amsterdam, pp. 427–449.
- 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, pp. 354.
- Álvarez-Borrego, S. & Lara-Lara, J.R. (1991) The physical environment and primary productivity on the Gulf of California. In: J. P. Dauphin y B. Simoneit (Eds), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa, pp. 555–567.
- Bayer, F.M. (1951) A revision of the nomenclature of the Gorgoniidae (Coelenterata: Octocorallia), with an illustrated key to the genera. *Journal of the Washington Academy of Science*, 41, 91-102.
- Bayer, F.M. (1953) Zoogeography and evolution in the octocorallian family Gorgoniidae. *Bulletin of Marine Science of Gulf and Caribbean*, 3, 100-119.
- Bayer, F.M. (1958) Les octocoralliaires plexaurides des cotes occidentales d'Amérique. *Memires du museum national d'histoire naturelle*, 16-2, 41-56.
- Bayer, F.M. (1961) *The shallow-water octocorallia of the West Indian region. A manual for marine biologists*. Martinus Nijhoff, The Hague.
- Bayer, F.M. & Deichmman, E. (1960) The Ellisellidae (Octocorallia) and their bearing on the zoogeography of the eastern Pacific. *Proceedings of the Biological Society of Washington* 73, 175–182.
- Benedetti-Cecchi, L., Bertocci, I., Micheli, F., Maggi, E., Fosella, T. & Vaselli, S. (2003) Implications of spatial heterogeneity for management of marine protected areas (MPAs): Examples from assemblages of rocky coasts in the northwest Mediterranean. *Marine Environmental Research* 55, 429–458.
- Breedy, O., Abeytia, R. & Guzman, H.M. (2012) A new species of *Leptogorgia* (Cnidaria: Anthozoa: Octocorallia) from the Mexican Pacific Coast. *Bulletin of Marine Science* 88, 319–325.
- Breedy, O. & Cortés, J. (2008) Octocorals (Coelenterata: Anthozoa: Octocorallia) of the Isla Cocos, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56, 71–77.
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2002) A Revision of the genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Proceedings of The Biological Society of Washington* 115, 782–839.
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2003) Octocorals from Costa Rica: The genus *Pacifigorgia* (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 281, 1–60.

- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2007) A revision of the genus *Leptogorgia* Milne Edwards & Haime, 1857 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae) in the eastern Pacific. *Zootaxa* 1419, 1–90.
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2011) A revision of the genus *Heterogorgia* Verrill, 1868 (Anthozoa: Octocorallia: Plexauridae). *Zootaxa* 2995, 27–44.
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2015) A revision of the genus *Muricea* Lamouroux, 1821 (Anthozoa, Octocorallia) in the eastern Pacific. Part I: *Eumuricea* Verrill, 1869 revisited. *ZooKeys* 32, 1–32.
- Breedy, O. & Guzman, H.M. (2016) A revision of the genus *Muricea* Lamouroux, 1821 (Anthozoa, Octocorallia) in the eastern Pacific. Part II. *ZooKeys* 581, 1–69.
- Breedy, O., Guzman, H.M. & Vargas, S. (2009) A revision of the genus *Eugorgia* Verrill, 1868 (Coelenterata: Octocorallia: Gorgoniidae). *Zootaxa* 2151, 1–46.
- Breedy, O., Williams, G.C. & Guzman, H.M. (2013) Two new species of gorgonian octocorals from the Tropical Eastern Pacific Biogeographic Region (Cnidaria, Anthozoa, Gorgoniidae). *ZooKeys* 90, 75–90.
- Briggs, J.C. (1974) *Marine Zoogeography (Population Biology)*. McGraw-Hill, New York.
- Briggs, J.C. & Bowen, B.W. (2012) A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography* 39, 12–30.
- Brusca, R.C., Findley, L.T., Hastings, P.A., Hendrickx, M.E., Cosio, J.T. & Van der Heiden, A.M. (2005) Macrofaunal Diversity in the Gulf of California. In: J. L. Carton, G. Ceballos, y R. S. Felder (Eds), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, New York.
- Brusca, R.C. & Hendrickx, M.E. (2010) Invertebrate Biodiversity and Conservation in 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, pp. 354.
- Chiappone, M. & Sullivan, K.M. (1994) Ecological structure and dynamics of nearshore hardbottom communities in the Florida Keys. *Bulletin of Marine Sciences* 54, 747–756.
- Cocito, S., Sgorbini, S. & Bianchi, C.N. (1995) Zonation of a suspension-feeder assemblage on a temperate rocky shoal: the influence of water current and bottom topography. *Proceedings of the 30th European Marine Biological Symposium*, 183–192.
- Dajoz, R. (2002) *Tratado de Ecología*. Segunda Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- De la Guardia, E. & González-Sansón, G. (2000) Asociación de Corales, Gorgonias y Esponjas del Sublitoral Habanero al Oeste de la Bahía de la Habana, I. Gradiente Ambiental. *Revista de Investigaciones Marinas* 21, 1–8.
- Espinosa-Carreón, L.T. & Valdez-Holguín, J.E. (2007) Variabilidad interanual de clorofila en el Golfo de California. *Ecología Aplicada* 6, 81–92.
- Espinosa, Y.O., Hernández-Fernández, L. & Capote, A.J. (2010) Estructura y daños en las comunidades de octocorales (Octocorallia: Alcyonacea) de la Reserva Ecológica Siboney-Juticí, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista de Biología Tropical* 58, 1211–1221.
- Fabricius, K. & Alderslade, P. (2001) *Soft corals and sea fans: a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Fabricius, K.E. & De'ath, G. (2008) Photosynthetic symbionts and energy supply determine octocoral biodiversity in coral reefs. *Ecology* 89, 3163–3173.

- Fabricius, K.E. & McCorry, D. (2006) Changes in octocoral communities and benthic cover along a water quality gradient in the reefs of Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin* 52, 22–33.
- Field, J.G., Clarke, K.R., Warwick, R.M. (1982) A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology*, 8, 37-52.
- Fortin, M.-J. & Dale, M. (2005) *Spatial analysis. A guide for ecologists*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fraschetti, S., Terlizzi, A., Micheli, F., Benedetti-Cecchi, L. & Boero, F. (2002) Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea: Objectives Effectiveness and Monitoring. *Marine Ecology* 23, 190–200.
- Gamero, D. (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. Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Gamero, D. Sánchez, C., Guerrero, B., Arcos, R., Aburto, O. (2017) Relación entre tamaño de pólipos y distribución de abanicos de mar en el Golfo de California. DataMares. InteractiveResource. <http://doi.org/10.13022/M33G6D>.
- Genin, A., Dayton, P.K., Lonsdale, P.F. & Spiess, F.N. (1986) Corals on seamount peaks provide evidence of current acceleration over deep-sea topography. *Nature* 322, 59–61.
- Golberg, W.M. (1973) The ecology of the coral-octocoral communities off the southeast Florida coast: geomorphology, species composition, and zonation. *Bulletin of Marine Science* 23, 465–488.
- Goldberg, W.M. (1973) The ecology of the coral-octocoral communities off the southeast Florida coast: Geomorphology, species composition and zonation. *Bulletin of Marine Science* 23, 465–488.
- Gomez, C.G., Guzman, H.M. & Gonzalez, A. (2015) Population decline and the effects of disturbances on the structure and recovery of octocoral communities (Coelenterata: Octocorallia) in Pacific Panama. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 95, 81–90.
- Gomez, C.G., Guzman, H.M., Gonzalez, A. & Breedy, O. (2014) Survival, growth, and recruitment of Octocoral species (Coelenterata: Octocorallia) in Coiba National Park, Pacific Panama. *Bulletin of Marine Science* 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.
- Gori, A., Linares, C., Viladrich, N., Clavero, A., Orejas, C., Fiorillo, I., Ambroso, S., Gili, J.M. & Rossi, S. (2013) Effects of food availability on the sexual reproduction and biochemical composition of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 444, 38–45.
- Gori, A., Rossi, S., Berganzo, E., Pretus, J.L., Dale, M.R.T. & Gili, J.M. (2011a) Spatial distribution patterns of the gorgonians *Eunicella singularis*, *Paramuricea clavata*, and *Leptogorgia sarmentosa* (Cape of Creus, Northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology* 158, 143–158.
- Gori, A., Rossi, S., Linares, C., Berganzo, E., Orejas, C., Dale, M.R.T. & Gili, J.M. (2011b) Size and spatial structure in deep versus shallow populations of the Mediterranean gorgonian

- Eunicella singularis* (Cap de Creus, northwestern Mediterranean Sea). *Marine Biology* 158, 1721–1732.
- Grigg, R.W. (1975) Age structure of a longevous coral: a relative index of habitat suitability and stability. *The American Naturalist* 109, 647–657.
- Guzman, H.M., Benfield, S. & Breedy, O. (2008) Broadening reef protection across the marine conservation corridor of the eastern tropical Pacific: distribution and diversity of reefs in Las Perlas Archipelago, Panama. *Environmental Conservation* 35, 46–54.
- 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, H.M. & Guevara, C.A. (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. *Revista de Biología Tropical* 47, 659–676.
- Hastings, P.A. (2000) Biogeography of the Tropical Eastern Pacific : distribution and phylogeny of chaenopsid fishes. *Zoological Journal of the Linnean Society* 128, 319–335.
- Hendrickx, M.E. (1990) The stomatopod and decapod crustaceans collected during the GUAYTEC 11 Cruise in the Central Gulf of California, México, with the description of a new species of Plesionika Bate (Caridea: Pandalidae). *Revista de Biología Tropical* 38, 35–53.
- Hendrickx, M.E., Brusca, R.C., Cordero, M. & Ramírez R, G. (2007) Marine and brackish-water molluscan biodiversity in the Gulf of California, Mexico. *Scientia Marina* 71, 637–647.
- Hendrickx, M.E., Brusca, R.C. & Ramirez-Resendiz, G. (2002) Biodiversity of macrocrustaceans in the Gulf of California, Mexico. In: M. E. Hendrickx (Ed), *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Ciudad de México, pp. 349–368.
- Hendrickx, M.E. & Salgado-Barragán, J. (1989) Ecology and fishery of stomatopods in the Gulf of California. In: E. A. Ferrero, R. B. Manning, M. L. Reaka, y W. Wales (Eds), *Biology of Stomatopods*. Mucchi Editore, Modena, Italy.
- Hernández-Gonzales, O. (2014) Abanicos de mar del género *Leptogorgia* (Octocorallia: Gorgoniidae) del Pacífico Mexicano y Golfo de California, variaciones intraespecíficas y ámbito geográfico. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias del Mar
- Imbs, A.B., Demidkova, D.A., Dautova, T.N. & Latyshev, N.A. (2009) Fatty acid biomarkers of symbionts and unusual inhibition of tetracosapolyenoic acid biosynthesis in corals (Octocorallia). *Lipids* 44, 325–335.
- 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.
- Kipson, S., Linares, C., Teixido, N., Bakran-Petricioli, T. & Garrabou, J. (2012) Effects of thermal stress on early developmental stages of a gorgonian coral. *Marine Ecology Progress Series* 470, 69–78.
- Lasker, H. & Coffroth, M. (1983) Octocoral distributions at Carrie Bow Cay, Belize. *Marine Ecology Progress Series* 13, 21–28.
- Linares, C., Doak, D.F., Coma, R., Díaz, D. & Zabala, M. (2007) Life History and Viability of a Long-Lived Marine Invertebrate : The Octocoral *Paramuricea clavata*. *Ecology* 88, 918–928.
- Lluch-Cota, S.E., Aragón-Noriega, E.A., Arreguín-Sánchez, F., Aurióles-Gamboa, D., Jesús

- Bautista-Romero, J., Brusca, R.C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M.E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D.B., López-Martínez, J., Marinone, S.G., Nevárez-Martínez, M.O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, A., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C.A., Schwartzlose, R.A. & Sierra-Beltrán, A.P. (2007) The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography* 73, 1–26.
- Matamoros, R.F. (1984) Sistemática y distribución de los corales blandos Coelenterata (Octocorallia Orden Gorgonacea) de la bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Merrifield, M.A. & Winant, C.D. (1989) Shelf circulation in the Gulf of California: A description of the variability. *Journal of Geophysical Research* 94, 18133–18160.
- Mortensen, P.B. & Buhl-Mortensen, L. (2005) Morphology and growth of the deep-water gorgonians *Primnoa resedaeformis* and *Paragorgia arborea*. *Marine Biology* 147, 775–788.
- Olvera, U.A. 2015. Descripción de una nueva especie de abanico de mar del género *Eugorgia* (Cnidaria: Octocorallia: Gorgoniidae) del Archipiélago Revillagigedo, México. Tesis Licenciatura Biólogo Marino, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, BCS. México.
- Opresko, D.M. (1973) Abundance and distribution of shallow-water gorgonians in the area of Miami, Florida. *Bulletin of Marine Science* 23, 535–558.
- Prada, C., Weil, E. & Yoshioka, P.M. (2010) Octocoral bleaching during unusual thermal stress. *Coral Reefs* 29, 41–45.
- Prahl, H. Von, Escobar, D. & Molina, G. (1986) Octocorales (Octocorallia: Gorgoniidae y Plexauridae) de aguas someras del Pacífico Colombiano Henry. *Revista de Biología Tropical* 34, 13–33.
- Preston, E.M. & Preston, J.L. (1975) Ecological structure in a West Indian gorgonian fauna. *Bulletin of Marine Science* 25, 248–258.
- Reyes-Bonilla, H., Sinsal, F. & Arispe-Covarrubias, O. (1997) Gorgonias y corales pétreos (Anthozoa: Gorgonacea y Scleractinia) de Cabo Pulmo, México. *Revista de Biología Tropical* 45, 1439–1443.
- Reza, M. & Sánchez, A. (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.
- Robertson, D.R. & Cramer, K.L. (2009) Shore fishes and biogeographic subdivisions of the Tropical Eastern Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 380, 1–17.
- Sala, E., Aburto-oropeza, O. & Paredes, G. (2002) A General Model for Designing Networks of Marine Reserves. *Science* 298, 1991–1993.
- Sánchez, J.A., Zea, S. & Díaz, J.M. (1998) Patterns of octocoral and black coral distribution in the oceanic barrier reef-complex of Providencia island, southwestern Caribbean. *Caribbean Journal of Science* 34, 250–264.
- Sánchez-Ortiz, C.A. (2011) Life Zones. Pp 107-114. En: Aburto-Oropeza, O., Caso, M., Erismán, B., and E. Ezcurra. Long of the Deep Sea: An expedition to the Gulf of California. Instituto Nacional de Ecología – UC MEXIS – Scripps Institute.
- Santamaría-del-Ángel, E., Alvarez-Borrego, S., Millán-Núñez, R. & Muller-Karger, F.E. (1999)

- Sobre el efecto débil de las surgencias de verano en la biomasa fitoplanctónica del Golfo de California. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 49, 207–212.
- Santamaría-del-Ángel, E., Alvarez-Borrego, S. & Muller-Karger, F.E. (1994)a Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research* 99, 7411–7421.
- Santamaría-del-Ángel, E., Alvarez-Borrego, S. & Muller-Karger, F.E. (1994)b The 1982-1984 El Niño in the Gulf of California as seen in the coastal zone color scanner imagery. *Journal of Geophysical Research* 99, 7423–7431.
- 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, R.R. & Rolf, F.J. (1981) *Biometry*. Second Edition. San Francisco, U. S. A.
- Thomson, D.A., Findley, L.T. & Kerstitch, A.N. (2000) *Reef Fishes of the Sea of Cortez: The Rocky-Shore Fishes of the Gulf of California*. First Edit. University of Texas Press, Austin, Texas.
- Ulate, K., Sánchez, C., Sánchez-Rodríguez, A., Alonso, D., Aburto-Oropeza, O. & Huato-Soberanis, L. (2016) Latitudinal regionalization of epibenthic macroinvertebrate communities on rocky reefs in the Gulf of California. *Marine Biology Research* 1000, 1–13.
- Van Oppen, M.J.H., Mieog, J.C., Sánchez, C.A. & Fabricius, K.E. (2005) Diversity of algal endosymbionts (zooxanthellae) in octocorals: The roles of geography and host relationships. *Molecular Ecology* 14, 2403–2417.
- Verrill, A.E. (1864) List of the polyps and corals sent by the Museum of Comparative Zoölogy to other institutions in exchange, with annotations. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College*, 1, 29–60.
- Verrill, A.E. (1868-1870) Notes on Radiata in the Museum of Yale College, Numer 6: review of the corals and polyps of the West Coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 1, 377-558.
- Walker, B.W. (1960) The Distribution and Affinities of the Marine Fish Fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology*, 9, 123–133.
- Wareham, V.E. & Edinger, E.N. (2007) Distribution of deep-sea corals in the Newfoundland and Labrador region, Northwest Atlantic Ocean. *Bulletin of Marine Sciences* 81, 289–313.
- Weil, E. (2006) Diversity and relative abundance of corals, octocorals and sponges at Jaragua National Park, Dominican Republic. *Revista de Biología Tropical* 54, 423–443.
- Wilkinson, T., Wiken, E., Bezaury, J., Hourigan, T.F., Agardy, T., Herrman, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L. & Padilla, M. (2009) *Ecorregiones Marinas de América del Norte*. Comisión para la cooperación ambiental, Montreal.
- Williams, G.C. & Breedy, O. (2004) The Panamic Gorgonian Genus *Pacifigorgia* (Octocorallia: Gorgoniidae) in the Galápagos Archipelago, with Descriptions of Three New Species. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55, 55–88.
- Yoshioka, P.M. (1996) Variable Recruitment and Its Effects on the Population and Community Structure of Shallow-Water Gorgonians, 59, 433–443.
- Zeitzschel, B. (1969) Primary productivity in the Gulf of California. *Mar. Marine Biology* 3, 201–207.

Anexo I. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

ID	Región	Arrecife	Latitud	Longitud
1	Alto Golfo	Refugio Norte	29.55555	-113.56032
2		Refugio Sur	29.55117	-113.52354
3		Cantiles Guadalupe	29.19744	-113.63889
4		Alcatraz	29.16862	-113.60715
5		Coronadito	29.0964	-113.53083
6		Coronado Punta Este	29.07407	-113.50228
7		Ventana	28.99081	-113.495
8		Pescador	28.93541	-113.38257
9		Isla Partida	28.90019	-113.03823
10		Isla Partida Punta Gilligan	28.8913	-113.0448
11		Choros	28.83948	-113.24681
12		Isla San Esteban, Punta Noroeste	28.72116	-112.61126
13		Salsipuedes	28.71892	-112.94885
14		Isla Turner	28.71552	-112.29198
15		Isla Ánimas	28.6965	-112.93166
16		Isla San Esteban, Punta Sur	28.66493	-112.54838
17		San Francisquito	28.43889	-112.85997
18		San Pedro Martir, Punta Norte	28.38872	-112.31477
19		San Pedro Martir, Lobera Norte	28.38781	-112.29715
20		San Pedro Martir, Pinaculos	28.36884	-112.30194
21	Santa Rosalia	Trinidad	27.77554	-112.70435
22		Isla Tortuga, Punta Oeste	27.45087	-111.90214
23		Isla Tortuga, Punta Sur	27.42989	-111.86253
24		Isla San Marcos, Islotes	27.26595	-112.09187
25		Isla San Marcos, Punta Este	27.22322	-112.04553
26		Isla Santa Ines, Chica	27.05893	-111.9099
27		Isla Santa Ines, Grande	27.04982	-111.90502
28		San Idelfonso	26.62372	-111.42982
29		Punta Pulpito	26.51619	-111.4424
30	Loreto	Isla Coronado, Punta Blanca	26.13781	-111.26529
31		Isla Coronado, Mono	26.1353	-111.27911
32		Isla Coronado, Lajas	26.12619	-111.25874
33		Isla Carmen, Punta Lobos	26.06884	-111.07013
34		Isla Carmen, Tintorera	26.06489	-111.13185
35		Isla Carmen, Punta Perico	25.96527	-111.0673
36		Isla Carmen, Abismo	25.84198	-111.23297
37		Isla Danzante, Biznaga	25.8152	-111.26006
38		Isla Danzante, Punta Noroeste	25.80072	-111.25761
39		Isla Danzante, Punta Este	25.78896	-111.24282
40		Isla Danzante, Punta Sureste	25.76356	-111.24352
41		Isla Monserrat, Reinita	25.74782	-111.06022
42		Isla Monserrat, Galeras	25.74276	-111.04661
43		Isla Monserrat, Punta Sureste	25.67588	-111.01127
44		Isla Catalana, Elefante	25.60094	-110.77971
45		Isla Catalana, Punta Sur	25.59316	-110.7591

Anexo I. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo.

ID	Región	Arrecife	Latitud	Longitud	
46	Corredor	Santa Cruz, Punta Sur	25.25945	-110.71797	
47		San Dieguito, Punta Norte	25.20303	-110.69492	
48		Isla San José de las Ánimas, Norte	25.08949	-110.56678	
49		Isla San José de las Ánimas, Pináculos	25.08947	-110.56674	
50		Pardito, Faro	24.84294	-110.60569	
51		Pardito, Bajo	24.83921	-110.6086	
52		La Paz	Espíritu Santo, Islote Punta Norte	24.59943	-110.40119
53		Espíritu Santo, Islote Punta Este	24.5989	-110.39983	
54		Espíritu Santo, La Partida	24.56201	-110.36645	
55		Espíritu Santo, Pailebote	24.50457	-110.30841	
56		Espíritu Santo, La Ballena	24.48235	-110.39984	
57		Espíritu Santo, Punta Lobos	24.47542	-110.28931	
58		Espíritu Santo, Gallo	24.46662	-110.38508	
59		Espíritu Santo, Gallina	24.4565	-110.38398	
60		Espíritu Santo, Soany	24.39112	-110.30485	
61		La Ventana	Isla Cerralvo, Punta Norte	24.37497	-109.93261
62		Cabo Pulmo	Isla Cerralvo, Carpintero	24.3251	-109.93961
63	Tachuelas		23.49213	-109.45748	
64	Morros		23.46194	-109.4072	
65	Lisas		23.45829	-109.42892	
66	Bajo		23.45786	-109.40546	
67	Gavilanes		23.45216	-109.4245	
68	Navajas		23.44616	-109.41673	
69	Cantiles		23.43882	-109.41082	
70	Barra Primera		23.43478	-109.42438	
71	Cantil Medio		23.43431	-109.41479	
72	Esperanza		23.42472	-109.4083	
73	Islote		23.408	-109.41334	
74	Casitas		23.40354	-109.41481	
75	Lobera		23.38455	-109.41262	
76	Potanco		23.38152	-109.42051	
77	Bledito	23.36115	-109.42159		
78	Los Cabos	Piedras Bolas	23.35525	-109.42232	
79		Linea	23.3199	-109.41739	
80		Chileno	22.94603	-109.80366	
81		Santa Marina	22.92746	-109.81532	
82		Cabeza de Ballena	22.90221	-109.84262	
83		Giorgio	22.89604	-109.866	
84		Anegada	22.87856	-109.89884	
85		Arco de San Lucas	22.87614	-109.89284	

Anexo II. Metadatos de riqueza, densidad, dominancia de Simpson, diversidad de Shannon y equidad en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I.

ID	Riqueza especies	Densidad (col/1000m ²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
1	18	3903	0.3883	1.594	0.5515
2	20	3746	0.2229	1.964	0.6557
3	18	1854	0.1675	2.097	0.7255
4	18	2984	0.1509	2.202	0.762
5	17	2426	0.1458	2.287	0.807
6	19	3548	0.1219	2.323	0.7891
7	11	1408	0.2209	1.805	0.7527
8	17	3768	0.1568	2.178	0.7687
9	21	4069	0.1583	2.228	0.7318
10	8	240	0.3538	1.382	0.6645
11	20	5029	0.0975	2.526	0.8432
12	15	2473	0.1163	2.325	0.8585
13	17	3616	0.3142	1.675	0.5913
14	18	26693	0.718	0.772	0.2672
15	20	6018	0.1224	2.493	0.8323
16	19	7515	0.3321	1.736	0.5894
17	19	3468	0.1612	2.228	0.7567
18	16	1800	0.1476	2.187	0.7886
19	9	1317	0.599	0.905	0.4118
20	15	1593	0.2672	1.737	0.6416
21	9	289	0.4351	1.322	0.6016
22	13	2442	0.4232	1.397	0.5445
23	12	839	0.2951	1.555	0.6256
24	16	6579	0.423	1.344	0.4849
25	17	2401	0.1532	2.125	0.7501
26	4	235	0.4862	0.999	0.7148
27	4	128	0.4045	1.081	0.7799
28	9	842	0.3074	1.477	0.6724
29	17	4368	0.233	1.834	0.6473
30	10	2312	0.3098	1.428	0.6202
31	12	1063	0.2062	1.753	0.7053
32	12	977	0.1851	1.903	0.7657
33	2	83	0.521	0.672	0.9695
34	5	53	0.605	0.860	0.5344
35	3	58	0.35	1.075	0.9783
36	11	1837	0.2571	1.759	0.7337
37	9	1445	0.1754	1.854	0.8437
38	2	222	0.8214	0.323	0.4661
39	13	3074	0.2579	1.801	0.7022
40	12	1900	0.1768	2.015	0.811

ID	Riqueza especies	Densidad (col/1000m ²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
41	10	338	0.2752	1.662	0.7216
42	7	282	0.2972	1.446	0.7429
43	10	2268	0.312	1.505	0.6534
44	9	868	0.2154	1.792	0.8157
45	10	538	0.1671	1.984	0.8615
46	13	1345	0.1857	1.951	0.7606
47	11	1051	0.1765	1.927	0.8035
48	14	2517	0.2149	1.906	0.7221
49	14	1673	0.2186	1.915	0.7256
50	10	1820	0.39	1.209	0.5251
51	11	2253	0.296	1.529	0.6375
52	11	926	0.2204	1.786	0.7448
53	6	5642	0.9492	0.144	0.0807
54	11	329	0.2257	1.881	0.7846
55	5	160	0.8435	0.387	0.2402
56	3	248	0.6789	0.590	0.5372
57	2	57	0.7551	0.410	0.5917
58	4	260	0.4282	1.064	0.7674
59	4	179	0.8712	0.321	0.2315
60	11	2292	0.2272	1.803	0.752
61	7	682	0.3088	1.453	0.7464
62	11	10710	0.301	1.572	0.6556
63	3	167	0.4489	0.882	0.8031
64	7	2851	0.3997	1.084	0.5572
65	1	33	1	0	0
66	7	2242	0.4456	1.044	0.5363
67	3	33	0.3333	1.099	1
68	5	3741	0.5602	0.694	0.4313
69	5	2846	0.4474	0.954	0.5927
70	2	60	0.5556	0.636	0.9183
71	1	50	1	0	0
72	6	2119	0.9139	0.231	0.1292
73	8	15600	0.364	1.168	0.5616
74	6	832	0.4529	1.104	0.6159
75	10	595	0.3518	1.457	0.6327
76	4	917	0.3733	1.156	0.8338
77	3	304	0.34	1.088	0.9908
78	5	496	0.4908	0.921	0.5724
79	9	3033	0.2709	1.474	0.6708
80	7	5631	0.359	1.155	0.5935
81	6	16331	0.6277	0.631	0.3522
82	5	277	0.3885	1.16	0.721
83	3	166	0.6685	0.626	0.5701
84	5	3858	0.3886	1.062	0.6601
85	3	5467	0.5391	0.725	0.6601

Anexo IIIV. Metadatos de riqueza, densidad, dominancia de Simpson, diversidad de Shannon y equidad en los sitios de muestreo según profundidad. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I.

ID	Profun. (m)	Riqueza	Densidad (col/1000m ²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
1	5	12	1317	0.4545	1.299	0.5227
1	20	16	2586	0.3567	1.668	0.6017
2	5	11	880	0.3973	1.316	0.5487
2	20	20	2869	0.1896	2.064	0.689
3	5	9	328	0.2901	1.648	0.7498
3	20	18	1530	0.1787	2.091	0.7236
4	5	9	447	0.2777	1.586	0.7216
4	20	16	2538	0.1401	2.217	0.7998
5	5	5	115	0.2818	1.413	0.8782
5	20	17	2308	0.1473	2.277	0.8036
6	5	9	292	0.27	1.583	0.7203
6	20	19	3257	0.1184	2.338	0.7939
7	5	9	422	0.2608	1.663	0.7569
7	20	10	988	0.298	1.567	0.6806
8	5	17	1861	0.1874	2.026	0.7151
8	20	14	1911	0.1489	2.162	0.8193
9	5	19	1732	0.1436	2.351	0.7986
9	20	16	2337	0.2136	1.874	0.6758
10	5	8	242	0.34	1.428	0.6868
11	5	17	2396	0.1174	2.366	0.8351
11	20	20	2636	0.1271	2.334	0.7791
12	5	11	507	0.1681	1.99	0.8299
12	20	10	1965	0.1469	2.077	0.9019
13	5	13	1200	0.3294	1.488	0.5801
13	20	17	2418	0.3089	1.68	0.5929
14	5	11	1591	0.3444	1.498	0.6248
14	20	16	25102	0.7486	0.6807	0.2455
15	5	13	1908	0.2228	1.874	0.7307
15	20	20	4109	0.1124	2.474	0.8259
16	5	12	4163	0.6632	0.8295	0.3338
16	20	18	3352	0.1235	2.366	0.8187
17	5	18	1509	0.1445	2.227	0.7704
17	20	19	1961	0.2067	1.993	0.6768

ID	Profun. (m)	Riqueza	Densidad (col/1000m ²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
18	5	8	324	0.4782	1.168	0.5619
18	20	15	1474	0.1495	2.186	0.8071
19	5	9	1317	0.5963	0.912	0.415
20	5	5	554	0.3456	1.252	0.7778
20	20	14	1039	0.2485	1.798	0.6814
21	5	9	289	0.4273	1.343	0.611
22	5	11	866	0.4165	1.386	0.5779
22	20	11	1573	0.4263	1.343	0.56
23	20	12	841	0.2908	1.578	0.635
24	5	6	276	0.6279	0.8041	0.4488
24	20	16	6302	0.4524	1.287	0.4641
25	5	12	312	0.3146	1.538	0.6189
25	20	14	2091	0.1721	1.99	0.7541
26	5	4	235	0.4844	0.9943	0.7173
27	5	4	128	0.3948	1.103	0.796
28	5	6	166	0.2698	1.494	0.8337
28	20	7	676	0.3405	1.349	0.6932
29	5	10	880	0.2417	1.69	0.7339
29	20	17	3489	0.3128	1.635	0.5771
30	5	3	225	0.7964	0.425	0.3869
30	20	10	2088	0.3079	1.445	0.6275
31	5	6	209	0.2524	1.523	0.8503
31	20	12	853	0.2261	1.699	0.6838
32	5	7	460	0.4216	1.189	0.611
32	20	10	518	0.2329	1.719	0.7466
33	5	2	83	0.521	0.672	0.9695
34	5	5	52	0.605	0.8601	0.5344
35	5	3	59	0.3456	1.081	0.9839
36	5	1	167	1	0	0
36	20	11	1670	0.2959	1.646	0.6865
37	5	7	128	0.2781	1.537	0.7899
37	20	8	1317	0.1785	1.829	0.8797
38	5	2	222	0.8214	0.3231	0.4661
39	5	9	414	0.2152	1.716	0.7812
39	20	11	2660	0.3211	1.547	0.6453
40	5	9	557	0.1738	1.92	0.8737
40	20	11	1342	0.2395	1.767	0.7367
41	5	10	339	0.2672	1.695	0.7361
42	5	7	282	0.2917	1.467	0.7537

ID	Profun. (m)	Riqueza	Densidad (col/1000m ²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
43	5	6	133	0.3805	1.262	0.7045
43	20	10	2137	0.3308	1.472	0.6394
44	5	2	30	0.5089	0.6842	0.9871
44	20	9	837	0.2173	1.793	0.8159
45	20	10	541	0.165	1.995	0.8665
46	5	8	97	0.194	1.846	0.8878
46	20	13	1250	0.1956	1.894	0.7383
47	5	7	374	0.2981	1.445	0.7426
47	20	11	679	0.1617	1.995	0.8321
48	5	6	276	0.4662	1.144	0.6382
48	20	14	2242	0.2482	1.764	0.6686
49	20	14	1672	0.2178	1.918	0.7267
50	5	7	142	0.224	1.652	0.8492
50	20	6	1677	0.4295	1.011	0.5644
51	20	11	2253	0.2948	1.535	0.6401
52	5	7	417	0.6321	0.824	0.4234
52	20	10	512	0.247	1.662	0.7217
53	5	6	5643	0.9479	0.148	0.0826
54	5	1	133	1	0	0
54	20	10	195	0.1464	2.095	0.9097
55	5	5	159	0.823	0.4323	0.2686
56	5	3	249	0.6696	0.6055	0.5511
57	5	2	56	0.7551	0.4101	0.5917
58	5	4	259	0.4282	1.064	0.7674
59	5	4	179	0.8719	0.3196	0.2305
60	5	11	2291	0.2267	1.806	0.7531
61	5	6	467	0.5071	1.032	0.5758
61	20	5	214	0.3037	1.325	0.8233
62	5	8	8122	0.4591	1.127	0.5418
62	20	10	2589	0.2298	1.694	0.7357
63	5	3	167	0.4493	0.881	0.8019
64	20	7	2851	0.3989	1.087	0.5585
65	5	1	33	1	0	0
66	20	7	2242	0.4453	1.045	0.5368
67	5	3	33	0.3333	1.099	1
68	5	5	3740	0.5602	0.6942	0.4313
69	5	3	568	0.659	0.6405	0.583
69	20	5	2278	0.4139	1.007	0.6259

ID	Profun. (m)	Riqueza	Densidad (col/1000m²)	Dominancia (S)	Diversidad (H')	Equitatividad (J)
70	5	2	60	0.5556	0.6365	0.9183
71	5	1	50	1	0	0
72	20	6	2119	0.9122	0.235	0.1312
73	5	6	11996	0.4954	0.7977	0.4452
73	20	8	3603	0.3943	1.21	0.5819
74	5	4	361	0.5924	0.7822	0.5642
74	20	6	471	0.3705	1.258	0.7023
75	5	3	58	0.343	1.085	0.9872
75	20	9	538	0.4079	1.288	0.5861
76	20	4	917	0.373	1.157	0.8344
77	5	3	304	0.34	1.088	0.9908
78	5	5	497	0.4869	0.9306	0.5782
79	20	9	3034	0.2704	1.477	0.6721
80	5	6	1199	0.4031	1.064	0.5936
80	20	6	4431	0.4106	1.049	0.5856
81	5	6	16331	0.6275	0.6317	0.3526
82	5	5	277	0.3831	1.173	0.7291
83	5	3	166	0.6617	0.6364	0.5793
84	5	3	1800	0.5056	0.7385	0.6722
84	20	5	2058	0.3695	1.108	0.6884
85	5	3	5466	0.5391	0.7252	0.6601

Anexo IV. Metadatos de densidad por especie en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I. Nombres de las especies se presentan en códigos, con las tres primeras letras del nombre del género y el epíteto específico.

ESPECIE	ID de localidades												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
EUG AUR	252	98	365	284	477	643	158	789	62	0	733	133	36
EUG EXC	198	0	0	0	55	17	20	148	0	26	45	40	43
EUG MUL	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0
HET PAP	107	419	500	234	88	429	495	262	117	6	312	6	157
LEP RIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP1	110	16	30	8	11	45	70	264	46	126	108	0	14
LEP SP2	3	6	3	0	0	25	0	118	145	0	287	113	64
LEP SP3	10	0	0	0	0	0	0	0	12	0	29	0	45
MUR PLA	93	410	145	158	144	344	16	163	1120	0	587	226	115
MUR AUS	2368	1555	190	702	223	547	70	1008	809	53	541	260	169
MUR FRU	45	259	26	99	111	102	0	41	684	0	541	113	30
MUR SP1	0	36	20	5	44	58	0	0	16	0	54	0	30
MUR SP2	294	472	345	715	679	592	370	585	71	6	545	53	150
MUR SP3	0	0	0	14	11	0	0	0	91	0	20	0	0
MUR SP4	13	6	0	0	0	0	0	0	162	6	662	260	1816
MUR SP5	50	130	25	41	33	14	25	103	9	6	125	33	20
MUR SP6	71	12	37	37	22	25	4	51	66	0	66	0	44
MUR SP7	25	13	4	25	0	6	0	2	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	10	20	27	56	17	0	53	8	0	20	66	4
MUR SP10	8	42	36	86	44	32	0	55	137	0	75	6	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	0	0	0	0	0	31	0	0	20	0	0	0	0
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXI	10	30	20	61	122	0	0	0	8	0	0	0	0
PAC EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC PUL	0	16	3	16	0	287	0	8	62	0	45	0	0
PSA TER	187	58	50	105	155	126	108	38	326	6	100	326	825
PSA SP1	54	140	29	358	144	200	66	70	87	0	125	333	49

ESPECIE	ID de localidades												
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
EUG AUR	325	377	355	339	8	0	28	183	44	5	25	75	0
EUG EXC	105	77	15	37	0	0	108	11	0	0	0	0	0
EUG MUL	0	20	3	0	0	0	0	0	29	11	14	27	0
HET PAP	51	109	100	25	125	8	19	11	33	22	290	412	0
LEP RIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0
LEP SP1	16	83	0	45	0	0	0	11	0	0	8	8	0
LEP SP2	183	459	4164	175	0	0	28	0	25	0	518	376	156
LEP SP3	8	192	86	96	0	16	23	0	0	5	5	0	0
MUR PLA	1482	736	793	160	416	25	421	11	191	377	364	583	0
MUR AUS	199	424	246	71	383	175	675	11	298	222	691	401	23
MUR FRU	446	412	244	93	183	16	89	0	58	55	379	96	0
MUR SP1	134	88	15	295	16	0	19	0	0	0	0	0	0
MUR SP2	458	430	315	120	91	0	14	38	0	0	72	35	0
MUR SP3	93	63	0	865	283	0	0	0	129	27	13	0	0
MUR SP4	22541	1655	4	929	58	1000	0	5	0	0	4138	8	0
MUR SP5	186	125	265	49	16	41	4	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	78	329	31	83	0	0	0	0	0	4	0	0
MUR SP7	0	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	1533	94	4	0	0
MUR SP9	16	117	16	20	16	0	42	0	0	0	7	14	0
MUR SP10	216	86	65	11	41	8	9	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	4	0
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXI	0	0	0	0	25	0	0	0	8	5	0	19	33
PAC EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC PUL	0	0	0	0	0	0	4	0	29	5	0	100	21
PSA TER	211	317	379	68	41	25	102	5	25	5	40	183	0
PSA SP1	16	160	62	31	8	0	0	0	0	0	0	12	0

ESPECIE	ID de localidades												
	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
EUG AUR	0	8	104	37	27	19	0	3	0	56	266	0	93
EUG EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG MUL	0	58	447	112	187	91	0	0	16	81	63	0	27
HET PAP	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP RIG	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	16
LEP SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP2	71	16	4	0	0	277	0	3	0	187	2	200	109
LEP SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR PLA	0	183	1832	208	246	78	0	3	16	838	335	0	1411
MUR AUS	16	400	592	859	201	194	33	0	0	134	177	22	319
MUR FRU	0	16	319	913	299	204	0	0	0	41	55	0	172
MUR SP1	0	0	12	35	3	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP2	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
MUR SP3	0	0	4	125	0	37	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP4	0	0	7	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP7	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	0	14	12	38	0	0	0	0	4	0	0	22
MUR SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	0	16	244	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXI	0	0	135	0	15	43	50	40	25	68	319	0	125
PAC EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC SP1	0	0	0	3	3	20	0	0	0	0	25	0	66
PAC PUL	6	133	570	0	32	4	0	0	0	179	200	0	271
PSA TER	0	0	13	0	4	0	0	0	0	235	0	0	427
PSA SP1	33	0	25	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0

ESPECIE	ID de localidades												
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
EUG AUR	95	13	0	61	16	12	25	41	29	18	0	258	16
EUG EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG MUL	56	12	11	25	44	125	40	66	53	48	33	27	12
HET PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP RIG	0	0	0	0	0	0	9	0	185	0	14	0	328
LEP SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP2	319	41	93	33	283	12	44	15	2	0	3	55	0
LEP SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR PLA	573	13	8	1114	61	12	396	48	354	275	708	1008	9
MUR AUS	383	156	32	255	245	137	302	29	1000	672	876	613	157
MUR FRU	22	0	0	0	22	75	23	11	120	194	11	169	99
MUR SP1	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0
MUR SP2	25	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
MUR SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0
MUR SP4	0	0	0	40	0	0	0	0	118	45	0	0	0
MUR SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
MUR SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
MUR SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0
PAC AGA	50	47	5	46	0	62	58	263	315	131	31	8	44
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200
PAC EXI	119	37	114	489	72	25	229	213	236	69	46	52	14
PAC EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC SP1	38	2	16	0	33	37	63	226	60	62	61	16	22
PAC PUL	133	2	0	196	88	37	136	130	31	109	33	16	18
PSA TER	81	8	0	5	0	0	12	0	0	0	0	0	0
PSA SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIE	ID de localidades												
	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
EUG AUR	2	20	0	0	0	0	0	47	10	4	0	0	0
EUG EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG MUL	6	17	2	11	0	20	4	66	0	350	0	0	0
HET PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
LEP RIG	5492	133	144	0	48	0	4	75	332	5393	88	212	33
LEP SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP2	0	0	0	0	0	0	0	888	0	20	0	4	0
LEP SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR PLA	0	20	0	0	0	0	4	188	0	5	0	0	0
MUR AUS	16	11	0	0	0	0	0	508	0	100	0	0	0
MUR FRU	0	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
MUR SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP4	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	105	33	1	0	0	0	0	244	54	1184	66	1063	0
PAC ARE	0	3	0	0	0	0	0	0	65	1016	0	0	0
PAC EXI	17	14	5	200	8	156	166	163	66	1422	0	0	0
PAC EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1432	0
PAC SP1	0	0	0	0	0	0	0	83	143	400	11	117	0
PAC PUL	0	51	5	36	0	58	0	16	10	810	0	4	0
PSA TER	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0
PSA SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIE	ID de localidades												
	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
EUG AUR	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0
EUG EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG MUL	4	0	0	0	0	0	0	56	0	4	0	0	0
HET PAP	0	0	0	0	0	0	4	0	0	12	0	0	0
LEP RIG	135	11	2563	1710	40	50	37	7189	44	23	225	83	137
LEP SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP2	0	0	0	0	0	0	4	36	0	4	0	0	0
LEP SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR PLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR AUS	4	0	15	11	0	0	0	352	0	50	0	0	4
MUR FRU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
MUR SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	1341	11	1125	738	20	0	4	5682	530	108	122	102	316
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXM	641	0	11	380	0	0	2023	2095	138	325	491	118	16
PAC SP1	64	11	26	5	0	0	0	181	90	29	77	0	0
PAC PUL	50	0	0	0	0	0	45	0	22	33	0	0	20
PSA TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESPECIE	ID de localidades						
	79	80	81	82	83	84	85
EUG AUR	4	0	0	0	0	0	0
EUG EXC	0	0	0	0	0	0	0
EUG MUL	4	0	0	0	0	30	0
HET PAP	20	0	0	0	0	0	0
LEP RIG	463	768	12424	85	16	1036	3633
LEP SP1	0	0	0	0	0	0	0
LEP SP2	0	23	0	12	0	0	0
LEP SP3	0	0	0	0	0	0	0
MUR PLA	0	0	0	0	0	0	0
MUR AUS	12	8	16	0	0	12	133
MUR FRU	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP1	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP2	0	0	4	0	0	0	0
MUR SP3	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP4	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP5	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP6	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP7	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP8	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP9	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP10	0	0	0	0	0	0	0
MUR SP11	0	0	0	0	0	0	0
PAC AGA	1045	2199	3596	146	133	2039	1700
PAC ARE	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXI	0	0	0	0	0	0	0
PAC EXM	1038	2428	217	16	16	738	0
PAC SP1	181	196	71	15	0	0	0
PAC PUL	262	5	0	0	0	0	0
PSA TER	0	0	0	0	0	0	0
PSA SP1	0	0	0	0	0	0	0

Anexo V. Metadatos de densidad por especie según profundidad en los sitios de muestreo. Numeración de los sitios (ID) según Anexo I. Nombres de las especies se presentan en códigos, con las tres primeras letras del nombre del género y el epíteto específico.

		ID de localidad													
		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	
SP.	PROF.	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	
EUG	AUR	122	131	3	96	38	328	25	259	0	478	42	602	58	
EUG	EXC	29	169	0	0	0	0	0	0	11	44	8	10	21	
EUG	MUL	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
HET	PAP	3	104	42	378	17	483	0	235	0	89	8	421	13	
LEP	RIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LEP	SP1	79	32	3	13	13	18	8	0	0	11	17	28	63	
LEP	SP2	3	0	0	7	0	3	0	0	0	0	0	25	0	
LEP	SP3	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MUR	PLA	0	94	28	383	25	120	32	126	0	144	4	340	0	
MUR	AUS	867	1501	517	1039	42	149	185	518	46	178	117	431	54	
MUR	FRU	4	41	0	260	4	23	0	99	0	111	0	103	0	
MUR	SP1	0	0	0	37	0	20	0	5	0	44	0	59	0	
MUR	SP2	108	186	181	292	163	183	135	581	35	644	84	508	188	
MUR	SP3	0	0	0	0	0	0	0	14	0	11	0	0	0	
MUR	SP4	13	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MUR	SP5	30	20	67	63	13	13	25	17	11	22	4	10	8	
MUR	SP6	0	71	0	13	0	38	4	33	0	22	0	25	0	
MUR	SP7	0	25	6	8	0	4	25	0	0	0	0	7	0	
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MUR	SP9	0	0	0	10	0	21	0	28	12	44	0	18	0	
MUR	SP10	0	8	0	43	0	37	0	87	0	44	0	32	0	
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAC	AGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	23	0	
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAC	EXI	0	10	8	22	0	20	0	62	0	122	0	0	0	
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PAC	PUL	0	0	0	17	0	3	0	17	0	0	0	288	0	
PAC	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PSA	TER	38	150	22	37	13	38	0	106	0	156	0	127	13	
PSA	SP1	21	34	0	141	0	29	8	351	0	144	0	200	4	

		ID de localidad												
		7	8	8	9	9	10	11	11	12	12	13	13	14
SP.	PROF.	20	5	20	5	20	5	5	20	5	20	5	20	5
EUG	AUR	100	318	472	4	58	0	363	371	0	133	4	33	17
EUG	EXC	0	107	42	0	0	27	29	17	7	33	32	12	25
EUG	MUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	0	0
HET	PAP	483	38	225	63	54	7	75	238	7	0	19	138	25
LEP	RIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP1	8	163	102	38	8	127	96	13	0	0	10	4	8
LEP	SP2	0	118	0	129	17	0	283	4	113	0	58	7	183
LEP	SP3	0	0	0	0	13	0	0	29	0	0	0	46	8
MUR	PLA	17	31	133	354	767	0	275	313	127	100	3	112	217
MUR	AUS	17	638	371	488	321	53	458	83	27	233	108	61	25
MUR	FRU	0	4	38	51	633	0	96	446	13	100	6	25	0
MUR	SP1	0	0	0	8	8	0	0	54	0	0	0	30	0
MUR	SP2	183	284	302	47	25	7	354	192	53	0	27	123	0
MUR	SP3	0	0	0	92	0	0	0	21	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	54	108	7	92	571	27	233	599	1218	875
MUR	SP5	17	58	46	9	0	7	104	21	33	0	17	3	75
MUR	SP6	4	5	47	50	17	0	8	58	0	0	4	40	0
MUR	SP7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	37	17	0	8	0	8	13	0	67	0	4	0
MUR	SP10	0	6	50	92	46	0	21	54	7	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	0	8	0	63	0	0	42	4	0	0	0	0	0
PAC	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	TER	96	25	13	98	229	7	63	38	93	233	313	513	133
PSA	SP1	63	18	53	63	25	0	29	96	0	333	0	49	0

		ID de localidad												
		14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	20	20	21
SP.	PROF.	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5	5	20	5
EUG	AUR	308	17	361	46	310	57	283	0	8	0	0	29	183
EUG	EXC	80	74	3	8	7	19	19	0	0	0	108	0	11
EUG	MUL	0	0	20	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
HET	PAP	27	10	100	0	100	0	25	50	75	8	0	19	11
LEP	RIG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP1	8	64	19	0	0	13	33	0	0	0	0	0	11
LEP	SP2	0	442	17	3371	793	147	28	0	0	0	0	29	0
LEP	SP3	0	40	152	0	87	15	82	0	0	17	0	24	0
MUR	PLA	1266	106	631	213	581	139	21	17	400	25	103	319	11
MUR	AUS	174	187	237	38	209	23	48	217	167	175	285	390	11
MUR	FRU	447	0	413	25	219	14	79	0	183	17	8	81	0
MUR	SP1	134	0	89	0	16	288	8	0	17	0	0	19	0
MUR	SP2	458	113	317	67	249	48	73	0	92	0	0	14	39
MUR	SP3	93	0	64	0	0	313	553	8	275	0	0	0	0
MUR	SP4	21667	732	924	4	0	311	619	0	58	1000	0	0	6
MUR	SP5	111	94	31	150	115	28	22	8	8	42	0	5	0
MUR	SP6	0	0	78	0	329	28	4	0	83	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	8	43	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	17	0	118	0	17	5	15	0	17	0	0	43	0
MUR	SP10	217	10	76	0	66	4	7	8	33	8	0	10	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
PAC	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	TER	78	19	298	229	150	39	29	8	33	25	50	52	6
PSA	SP1	17	0	161	4	58	18	13	8	0	0	0	0	0

		ID de localidad												
		22	22	23	24	24	25	25	26	27	28	28	29	29
SP.	PROF.	5	20	20	5	20	5	20	5	5	5	20	5	20
EUG	AUR	19	25	6	0	25	4	72	0	0	0	8	29	75
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	21	8	11	6	8	2	25	0	0	17	42	69	378
HET	PAP	8	25	22	4	286	3	410	0	0	0	0	0	0
LEP	RIG	0	0	0	0	0	0	41	0	0	8	0	0	0
LEP	SP1	0	0	0	3	5	6	3	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	17	8	0	0	519	7	369	157	71	0	17	0	4
LEP	SP3	0	0	6	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	58	133	378	21	344	9	575	0	0	8	175	14	1818
MUR	AUS	90	208	222	216	476	141	260	23	17	58	342	153	440
MUR	FRU	0	58	56	0	379	12	85	0	0	0	17	0	320
MUR	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
MUR	SP2	0	0	0	26	47	5	31	0	0	0	0	17	12
MUR	SP3	71	58	28	0	13	0	0	0	0	0	0	0	4
MUR	SP4	0	0	0	0	4138	0	8	0	0	0	0	0	7
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
MUR	SP8	542	992	94	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	0	0	8	0	15	0	0	0	0	0	14
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	3	33	0	0	0	4	0	0	0	17	0	158	86
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	8	0	6	0	0	19	0	33	0	0	0	77	59
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	29	0	6	0	0	100	0	22	7	58	75	356	214
PAC	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	TER	0	25	6	0	41	0	184	0	0	0	0	3	11
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	13	0	33	0	0	4	21

		ID de localidad												
		30	30	31	31	32	32	33	34	35	36	36	37	37
SP.	PROF.	5	20	5	20	5	20	5	5	5	5	20	5	20
EUG	AUR	14	23	8	19	0	19	0	3	0	0	56	17	250
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	11	101	54	134	14	78	0	0	17	0	82	3	60
HET	PAP	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	RIG	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	0	0	0	0	278	0	0	3	0	167	21	3	0
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	0	209	77	170	18	60	0	3	17	0	838	0	335
MUR	AUS	200	660	39	162	99	96	33	0	0	0	134	25	152
MUR	FRU	0	914	0	299	0	204	0	0	0	0	42	0	56
MUR	SP1	0	35	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	125	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	13	0	38	0	0	0	0	0	0	4	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	0	8	8	39	4	50	40	25	0	69	58	261
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	0	0	23	10	4	0	0	0	0	0	180	8	192
PAC	SP1	0	4	0	3	8	12	0	0	0	0	0	14	11
PSA	TER	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	236	0	0
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0

		ID de localidad												
		38	39	39	40	40	41	42	43	43	44	44	45	46
SP.	PROF.	5	5	20	5	20	5	5	5	20	5	20	20	5
EUG	AUR	0	4	89	0	96	14	0	4	57	0	17	13	4
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	0	6	22	29	28	13	11	0	26	0	44	125	0
HET	PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	RIG	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	200	110	0	100	219	42	93	8	25	0	283	13	8
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	0	17	1394	17	557	14	9	0	1115	0	61	13	18
MUR	AUS	22	47	272	158	225	157	32	29	226	13	233	138	14
MUR	FRU	0	0	172	0	22	0	0	0	0	0	22	75	0
MUR	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	11	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	0	0	0	50	0	47	6	13	34	0	0	63	8
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	119	6	104	15	38	114	75	415	0	72	25	0
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	0	88	183	58	75	3	0	4	192	17	72	38	0
PAC	SP1	0	0	67	33	6	3	17	0	0	0	33	38	33
PSA	TER	0	6	422	8	74	8	0	0	6	0	0	0	6
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ID de localidad												
		46	47	47	48	48	49	50	50	51	52	52	53	54
SP.	PROF.	20	5	20	5	20	20	5	20	20	5	20	5	5
EUG	AUR	21	13	28	4	25	18	0	0	258	0	17	3	0
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	40	0	67	18	36	49	0	33	28	3	10	6	0
HET	PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	RIG	4	0	0	183	2	0	14	0	0	328	0	5493	133
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	36	7	8	0	2	0	3	0	56	0	0	0	0
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	379	27	22	0	354	275	9	700	1008	6	4	0	0
MUR	AUS	289	7	23	23	978	672	32	844	614	24	134	17	0
MUR	FRU	24	0	11	0	121	195	0	11	169	0	100	0	0
MUR	SP1	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	0	119	46	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	51	167	97	25	291	131	31	0	8	39	6	106	0
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	188	0	0
PAC	EXI	229	53	160	23	214	69	47	0	53	4	11	18	0
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	PUL	136	0	130	0	31	109	0	33	17	0	19	0	0
PAC	SP1	31	100	127	0	61	63	6	56	17	0	23	0	0
PSA	TER	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ID de localidad												
		54	55	56	57	58	59	60	61	61	62	62	63	64
SP.	PROF.	20	5	5	5	5	5	5	5	20	5	20	5	20
EUG	AUR	21	0	0	0	0	0	47	0	10	0	4	0	0
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	17	2	12	0	20	4	67	0	0	133	218	0	0
HET	PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
LEP	RIG	0	144	0	48	0	4	75	323	9	5257	137	89	213
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	0	0	0	0	0	0	889	0	0	8	13	0	4
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	21	0	0	0	0	4	189	0	0	0	5	0	0
MUR	AUS	12	0	0	0	0	0	508	0	0	0	101	0	0
MUR	FRU	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
MUR	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	33	2	0	0	0	0	244	54	0	1185	0	67	1064
PAC	ARE	4	0	0	0	0	0	0	20	45	120	896	0	0
PAC	EXI	14	6	200	8	156	167	164	7	60	1067	356	0	0
PAC	EXM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1432
PAC	PUL	52	5	37	0	58	0	17	10	0	94	717	0	4
PAC	SP1	0	0	0	0	0	0	83	53	90	258	142	11	118
PSA	TER	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ID de localidad												
		65	66	67	68	69	69	70	71	72	73	73	74	74
SP.	PROF.	5	20	5	5	5	20	5	5	20	5	20	5	20
EUG	AUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	0	4	0	0	0	0	0	0	0	21	36	0	0
HET	PAP	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
LEP	RIG	33	135	11	2563	454	1256	40	50	38	7050	139	28	17
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	28	0	0
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	AUS	0	4	0	15	0	11	0	0	0	167	186	0	0
MUR	FRU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	0	1342	11	1125	56	683	20	0	4	4642	1040	271	260
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXM	0	642	0	11	58	322	0	0	2023	108	1987	54	84
PAC	PUL	0	50	0	0	0	0	0	0	46	0	0	0	22
PAC	SP1	0	65	11	26	0	6	0	0	0	0	181	8	82
PSA	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		ID de localidad													
		75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85
SP.	PROF.	5	20	20	5	5	20	5	20	5	5	5	5	20	5
EUG	AUR	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	EXC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EUG	MUL	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	30	0
HET	PAP	0	13	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	RIG	24	0	225	83	138	464	455	314	12424	86	16	708	329	3633
LEP	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LEP	SP2	0	4	0	0	0	0	15	8	0	13	0	0	0	0
LEP	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	PLA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	AUS	0	50	0	0	4	13	0	8	17	0	0	0	13	133
MUR	FRU	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
MUR	SP3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUR	SP11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	AGA	17	92	122	103	317	1046	600	1599	3597	146	133	1066	974	1700
PAC	ARE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAC	EXM	0	325	492	118	17	1038	110	2318	218	17	17	26	712	0
PAC	PUL	0	33	0	0	21	263	6	0	0	0	0	0	0	0
PAC	SP1	17	13	78	0	0	181	13	184	71	15	0	0	0	0
PSA	TER	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PSA	SP1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0