



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



LA ICTIOFAUNA ASOCIADA AL MUELLE DE
PUNTA EL LIMANTUR, EN SANTA ROSALÍA,
BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

NURIA TORREJÓN ARELLANO

LA PAZ, B.C.S., JUNIO DE 2017



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 23 del mes de Marzo del 2017 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"LA ICTIOFAUNA ASOCIADA AL MUELLE DE PUNTA EL LIMANTUR,
SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

TORREJÓN

ARELLANO

NURIA

Apellido paterno

materno

nombre(s)

Con registro:

A	1	5	0	1	4	1
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRIA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DRA. MARÍA DINORAH HERRERO PEREZRUL
Directora de Tesis

DR. JOSÉ MANUEL BERGÉS SOUZA
Director de Tesis

DR. ERNESTO AARÓN CHÁVEZ ORTIZ

MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

DR. ANDRÉS MIGUEL CISNEROS MONTEMAYOR

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ



I.P.N.
CICIMAR
DIRECCIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 01 del mes de Junio del año 2017

El (la) que suscribe BM. NURIA TORREJÓN ARELLANO Alumno (a) del Programa

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro A150141 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DRA. MARÍA DINORAH HERRERO PEREZRUL Y DR. JOSÉ MANUEL BORGES SOUZA

y cede los derechos del trabajo titulado:

"LA ICTIOFAUNA ASOCIADA AL MUELLE DE PUNTA EL LIMANTUR,

SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: nta26@hotmail.com - dainoper@hotmail.com - jmborges@hotmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

BM. NURIA TORREJÓN ARELLANO

Nombre y firma del alumno

Dedicatoria

A mis abuelos, papás y hermano

Agradecimientos

Al apoyo académico que me ha brindado el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR. De igual forma agradezco el apoyo económico al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT.

Por las observaciones, sugerencias y todo el conocimiento compartido agradezco a todos y cada uno de los miembros de mi comité: Dra. María Dinorah Herrero Pérezrul, Dr. José Manuel Borges Souza, Dr. Ernesto Chávez, Dr. Andrés Cisneros Montemayor y M.C. Gustavo de la Cruz Agüero.

A la Minera y Metalúrgica El Boleo SAPI de CV por permitirme utilizar los datos para la realización de esta tesis, a su personal en campo por el apoyo en la obtención de los datos y en especial a Marco Medina y Mario Díaz por formar parte de este proyecto.

A Antonia, Anabelle, Pilar y José Manuel, la familia cicimareña que hizo la diferencia con su apoyo y cariño. En especial a Pablo por su cariño, paciencia y apoyo incondicional.

A todas y cada una de las personas que colaboraron de alguna manera con esta tesis: Gina, Leo, Paco, Gaby, Sergio, Ale, Peter, Pet y Angie.

Contenido

Índice de Figuras.....	VIII
Índice de Tablas.....	X
Glosario.....	XI
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XV
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
3. Justificación.....	7
4. Objetivos.....	8
4.1 Objetivo general.....	8
4.2 Objetivos particulares.....	8
5. Área de estudio.....	9
6. Metodología.....	13
6.1 Trabajo de campo.....	13
6.2 Análisis de datos.....	16
6.2.1 Índices Ecológicos.....	16
6.2.2 Gremio alimenticio.....	18
6.2.3 Índice de Complejidad.....	18
6.2.4 Biomasa existente debajo del muelle.....	19
6.2.5 Análisis estadísticos.....	19
7. Resultados.....	21
7.1 Atributos comunitarios.....	23
7.1.1 Abundancia.....	23
7.1.2 Riqueza.....	25
7.1.3 Diversidad y Equidad.....	26
7.1.4 Tallas.....	28
7.1.5 Biomasa.....	30
7.2 Gremio alimenticio.....	35
7.3 Índice de complejidad.....	40
7.3.1 Tipo de Sustrato.....	40

7.3.2 Índice de Rugosidad	40
7.3.3 Porcentaje de Área	41
7.4 Biomasa existente en la zona centro	43
8. Discusión.....	45
9. Conclusiones.....	53
10. Literatura citada	54
Anexo	63

Índice de Figuras

Figura 1. Terminal marítima El Boleo en Santa Rosalía, B.C.S, México.	11
Figura 2. Vista aérea de la terminal marítima El Boleo.	12
Figura 3. Ubicación de sitios de muestreo en el muelle El Boleo por zona y por estrato de profundidad.	14
Figura 4. Batimetría del Muelle tomado de la Manifestación de Impacto Ambiental.	14
Figura 5. Abundancia promedio y desviación estándar por A) campaña de muestreo B) zona y C) estrato de profundidad.	25
Figura 6. Riqueza de especies promedio y desviación estándar por A) campaña de muestreo B) zona y C) estrato de profundidad.	26
Figura 7. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por campaña de muestreo.	27
Figura 8. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por zona de estudio.	27
Figura 9. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por estrato de profundidad.	28
Figura 10. Número de organismos por tallas promedio durante las tres campañas de muestreo.	29
Figura 11. Biomasa de peces en las zonas de estudio.	31
Figura 12. Biomasa de peces distribuida por estratos de profundidad.	31
Figura 13. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie para las zonas de estudio y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.	32
Figura 14. Valores de disimilitud de la biomasa de peces por campaña de muestreo A) Abril 2015 y Julio 2014 B) Abril 2015 y Diciembre 2014, y C) Julio 2014 y Diciembre 2014.	33
Figura 15. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie, por estrato de profundidad y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.	34

Figura 16. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie, por estrato de profundidad y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.	35
Figura 17. Número de especies registradas de acuerdo con su tipo de alimentación.	36
Figura 18. Riqueza de especies por tipo de alimentación por campaña de muestreo A) julio 2014, B) diciembre 2014 y C) abril 2015 y por estrato de profundidad.	37
Figura 19. Riqueza de especies por tipo de alimentación por: campaña de muestreo A) julio 2014, B) diciembre 2014 y C) abril 2015 y por zona.	38
Figura 20. Biomasa estimada por tipo de alimentación en las tres zonas estudio por campaña de muestreo: A) Julio 2014, B) Diciembre 2014 y C) Abril 2015.	39
Figura 21. Biomasa (columna) y riqueza de especies (línea) por estrato de profundidad.	40
Figura 22. Índice de complejidad por estrato de profundidad.....	42
Figura 23. Biomasa promedio y desviación estándar por estrato de profundidad en la zona centro.	43

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de intervalos de talla para clasificar a los peces en el área de estudio.	15
Tabla 2. Listado taxonómico de la ictiofauna del muelle El Boleo, Santa Rosalía, Baja California Sur, México.	21
Tabla 3. Porcentaje de tipo de hábitat (TH), índice de rugosidad (IR), área total e índice de complejidad (ICAA) de la zona centro del muelle por estrato de profundidad.	41
Tabla 4. Cálculo de la biomasa por zona, por campaña de muestreo y por estrato de profundidad, así como la estimación del área del muelle.	44

Glosario

Abundancia: Número de organismos presentes en un área determinada (Krebs, 2009).

Arrecife: Desde un punto de vista ecológico es cualquier estructura sumergida que provee de un sustrato para el crecimiento de vida marina (Thomson *et al.*, 2000).

Arrecife artificial: Estructura sumergida, situada en el fondo marino de manera deliberada para asemejar algunas características de un “arrecife natural” (Seaman, 2000).

Biomasa: Materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

Carnívoro: Organismo que obtiene su energía y requerimiento nutricional a través de una dieta que consiste principal o exclusivamente del consumo de animales.

Complejidad de hábitat: Medida que incluye el índice de rugosidad, tipo de sustrato y el área de la estructura, en este caso del muelle El Boleo.

Comunidad: Grupo de poblaciones de especies que viven en un área determinada.

Diversidad: Valor que representa la riqueza de especies y la distribución de la abundancia entre ellas.

Equidad: Estimador de la homogeneidad en la distribución de la abundancia de las especies.

Herbívoros: Organismos que consumen material vegetal.

Ictiofauna: Fauna correspondiente al grupo de los peces.

Nivel trófico: Posición en la que se encuentra una determinada especie en la cadena trófica, dicha posición está determinada por la manera en que obtiene su energía con respecto a la fuente de base (Gerking, 1994).

Omnívoro: Se refiere a un animal que se alimenta de material animal y vegetal.

Peces de arrecife: Aquellos que su vida está íntimamente asociada con el sustrato arrecifal con fines de alimentación, refugio y/o reproducción (Thomson *et al.*, 2000).

Residente: una especie que vive a lo largo de todo el año en un hábitat particular o localidad.

Riqueza específica: Número de especies presentes.

Rugosidad: Se refiere a un atributo de la complejidad estructural que el sustrato presenta en su plano horizontal (Luckhurst & Luckhurst, 1978).

Resumen

Los peces son atraídos hacia estructuras artificiales ya que ofrecen refugio, alimento y sombra, entre otros. Para este estudio se describió la comunidad de peces que se asociaron al muelle El Boleo, en Santa Rosalía, B.C.S., en tres campañas de muestreo: julio y diciembre de 2014 y en abril de 2015. El área de estudio fue seccionada en zonas: Norte (ZN), Centro, donde se encuentra la construcción del muelle (ZC) y Sur (ZS), a diferentes estratos de profundidad (2, 4, 7 y 12 m). La abundancia se estimó a partir de 71 transectos de banda (30x2 m, original y réplica por sitio), cubriendo un área total de 4,260 m². La riqueza de especies, abundancia y biomasa fueron comparados entre campañas de muestreo, zonas y estratos de profundidad, utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Se calculó la complejidad del área utilizando el índice de rugosidad, el área física de la construcción del muelle y el tipo de sustrato. En total, se cuantificaron 16,691 individuos pertenecientes a 25 familias, 42 géneros y 51 especies. Las especies más abundantes fueron *Microlepidotus inornatus*, *Abudefduf troschelii* y *Balistes polylepis*. La abundancia fue diferente estadísticamente en la ZC y el estrato de 2 m; mientras que las ZN y ZS registraron valores más bajos. El valor más alto se obtuvo para diciembre 2014 (6,315 ind.) y el menor para abril 2015. La riqueza de especies también fue estadísticamente diferente, siendo julio 2014 el que registró la mayor riqueza y abundancia (25 especies y 4,715 individuos, respectivamente). La diversidad solo presentó diferencias estadísticas en el estrato de 12 m, con el valor más bajo. La mayoría de los peces tuvieron tallas de adulto, con un promedio de 13 cm de longitud; sin embargo, se observaron algunos juveniles (~5 cm). La biomasa total para el muelle fue de 1.47 kg/m², y fue significativamente más alta en la ZC (2.63 kg/m²) y en el estrato de 7 m (1.43 kg/m²). En general, predominaron peces con hábitos carnívoros (34 especies), seguidos por omnívoros (12), herbívoros (2), planctófagos (2), y los detritívoros con solo una especie. La ZC y el estrato profundo (excepto 12 m) mostraron el índice de complejidad más alto (0.33). La estructura física y el estrato somero del muelle El Boleo (2, 4 y 7 m) parecen influir en la complejidad de la comunidad íctica. El muelle El Boleo se comporta como un arrecife artificial, ya que la

mayoría de las especies observadas son consideradas comunes en los arrecifes del Gofo de California; sin embargo, debido a la presencia de algunas especies en tránsito de aguas abiertas, también podríamos decir que el muelle está siendo un atractor de biomasa de peces en vez de productor.

Abstract

The fishes are attracted to artificial structures since they offer shelter, food, and shade, to mention some. This study described the fish community associated to El Boleo pier, in Santa Rosalía, B.C.S., in three field campaigns: July and December 2014 and April 2015. The study area was divided into three zones: North (ZN), Center, where the pier is (ZC) and South (ZS), at different depth strata (2, 4, 7 and 12 m). Abundance was estimated from 71 belt transects (30x2 m, original and replica per site), covering a total area of 4,260 m². Species richness, abundance, and biomass were compared between campaigns, zones and depth strata through non-parametric Kruskal-Wallis Test. We calculated the complexity of the area using rugosity index, the area of the physical construction of the pier and substrate type. We counted a total of 16,691 individuals belonging to 25 families, 42 genera, and 51 species. The species *Microlepidotus inornatus*, *Abudefduf troschelii* and *Balistes polylepis* were the most abundant. The abundance of fish showed statistical differences for ZC and 2 m stratum, while ZN and ZS registered low values. Abundance was higher in December 2014 (6,315 ind.) and lower in April 2015. Species richness was also statistically different; July 2014 was the highest richness and abundance (25 species and 4,715 individuals, respectively). Diversity was different only for the 12 m strata, with the lowest value. Most of the fishes had adult sizes, with 13 cm in average length, but some juveniles (~5 cm) were observed. The total biomass for the pier was 1.47 kg/m² and it was significantly higher in ZC (2.63 kg/m²) and at the 7 m stratum (1.43 kg/m²). In general, fishes with carnivore habits (34 species) predominated in the study area, followed by omnivores (12), herbivores (2), planktivores (2), and detritivores with only one. The ZC and depth strata (other than 12 m) showed the highest Complexity level (0.33). The physical structure and the shallow strata of the Pier El Boleo (2, 4, and 7 m) have the strongest influence by increasing the complexity of the fish community. The pier El Boleo behaves as an artificial reef, since most of the observed species are considered typically from reefs in the Gulf of California, however, because of the presence of some species in transit from open waters, we could also say that the Pier is also attracting fish biomass rather than producing it.

1. Introducción

Los peces son los vertebrados más diversos del planeta; se estima que existen cerca de 34,055 especies vivientes, aunque se siguen describiendo nuevas especies (Eschmeyer & Fong, 2016). Colonizan cuerpos de agua dulce, salobre y salada, como lagos, ríos, oasis, estuarios y océanos alrededor del mundo (Helfman *et al.*, 2009); el grupo presenta una gran diversidad morfológica, fisiológica y de comportamientos (Lagler *et al.*, 1984). La importancia biológica de los peces se basa en que tienen representantes en todos los niveles tróficos, por lo tanto, pueden controlar la distribución y abundancia de otras especies en el sistema que se encuentren (Helfman *et al.*, 2009). Los peces realizan gran parte de la transferencia de energía dentro de las redes tróficas de los sistemas arrecifales y la exportan hacia los ecosistemas adyacentes (Lagler *et al.*, 1984). Actualmente representan un importante recurso económico, ya que se capturan de manera comercial, deportiva y con fines de acuariofilia (Nelson, 2006), lo que ha llevado a numerosas especies a ser sobreexplotadas.

La distribución y abundancia de los peces está influenciada por la heterogeneidad del hábitat, su dinámica y exposición a las corrientes (Galván-Villa *et al.*, 2010). Asimismo, se asocian a diversos tipos de sustrato para su alimentación, refugio y reproducción (Allen & Robertson, 1994). En particular la comunidad de peces asociados a zonas arrecifales, es considerada una de las más variables y complejas de la naturaleza (Sale, 1991), con alta diversidad y abundancia (Arreola & Elorduy, 2002). Su distribución tiende a ser agregada (Chávez & Beaver, 2007) y esto puede atribuirse a las características y complejidad de cada hábitat (Carr & Hixon, 1997). El conocimiento de la ictiofauna en aguas costeras es de gran importancia, ya que es base para estudios sobre pesquerías ribereñas (Abitia *et al.*, 1990).

Se ha observado que los peces son atraídos hacia las estructuras artificiales fijas (plataformas petroleras, marinas), objetos arrojados al mar (llantas) o bien objetos flotantes (plásticos o maderas). Esto está relacionado con la búsqueda de sombra, refugio o alimento (Allen & Robertson, 1994). Incluso, existen ciertas especies que

tienden a formar grupos que se orientan y sitúan con respecto a la estructura (Bayle *et al.*, 2001). Considerando este comportamiento de asociación, en diversos países se han diseñado, construido e instalado estructuras artificiales con el objetivo de atraer especies de interés comercial (Meza, 2009). Los arrecifes artificiales también se han utilizado como herramienta para la restauración de los hábitats marinos y recuperación de la cobertura coralina (Carr & Hixon, 1997; Rilov & Benayahu, 2000; Bayle *et al.*, 2001; Rosales *et al.*, 2009). De igual forma, proporcionan sustrato para el asentamiento y refugio de gran variedad de peces e invertebrados (Bayle *et al.*, 2001; Andaloro *et al.*, 2011; Murtaugh & Hernández, 2014).

Los arrecifes artificiales se construyen con diversos materiales: barcos hundidos, bloques, tubos, troncos de madera, carrocerías de automóviles y estructuras prefabricadas de concreto, fibra de vidrio o plástico (Seaman, 2007; Rosales *et al.*, 2010). El éxito de un arrecife artificial está dado por dos factores: el ambiente (luz, profundidad, corrientes y sedimentación) y la morfología del arrecife (tamaño, orientación, superficie). En conjunto, estos factores se consideran determinantes para una mejor colonización de organismos y la atracción de especies (Walsh, 1985; Allen & Robertson, 1994; Rilov & Benayahu, 2000; Walker *et al.*, 2007). El Gobierno de Baja California Sur ha promovido proyectos turísticos que consisten en la creación de arrecifes artificiales mediante el hundimiento de embarcaciones, dentro de la Bahía de la Paz. Con este motivo en 1999 se hundieron los barcos Fang Ming y LAPAS No.3 y posteriormente se solicitó la donación del Buque Cañonero C-59 que fue hundido dentro del Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo (SEMARNAT, 2004).

Recientemente, Minera y Metalurgia El Boleo, construyó un muelle de tipo T con pilotes de acero. Dicha empresa se localiza al norte de la ciudad de Santa Rosalía, en la porción septentrional de la costa en el Golfo de California del estado de Baja California Sur. El muelle tiene una extensión de 350 metros aguas adentro. Su base está cimentada con rocas de diferente tamaño, que van de 30 cm hasta alcanzar un metros de diámetro (MIA Proyecto 09027, 2009). Sin embargo, a pesar que esta estructura artificial está construida en el mar, no se ha evaluado el efecto que puede tener sobre los peces. Conociendo que los muelles, marinas y plataformas atraen a

los peces, este trabajo pretende crear una línea base sobre la ictiofauna asociada al muelle de la minera el Boleo.

2. Antecedentes

Existen diversos factores que limitan la distribución de los peces, en particular la variación anual de la temperatura, y otros factores físicos como el tipo de sustrato; áreas rocosas, arrecifales y zonas arenosas además de estuarios y lagunas que pueden ocupar grandes extensiones dentro del Golfo. También la salinidad y las corrientes influyen fuertemente en la distribución y abundancia de los peces (Walker, 1960; Castro Aguirre *et al.*, 1995). Las costas del continente y de la península de Baja California que bordean al Golfo de California, difieren en sus rasgos fisiográficos; la costa peninsular es en su mayoría rocosa, aunque existen pequeñas áreas sedimentarias. La parte continental posee grandes áreas estuarino-lagunares y playas arenosas con escasas zonas rocosas (Fisher *et al.*, 1964; Castro Aguirre *et al.*, 1995).

Por su parte, los arrecifes del Golfo de California son de tipo rocosos, algunas veces con parches coralinos de variable dimensión. De las 800 especies de peces reportadas para el Golfo, 271 son propias de este tipo de ambientes arrecifales (Thomson *et al.*, 2000). Fernández-Rivera Melo (2006), observó que en general no hay diferencias en la composición de las asociaciones de peces arrecifales entre las comunidades del norte y del sur del Golfo, desde Bahía de los Ángeles, B.C. hasta la zona de Los Cabos, B.C.S. Sin embargo, detectó que en Santa Rosalía, B.C.S., los valores de abundancia suelen ser mayores. El autor sugiere que esto se debe a que en la región existen zonas de alta productividad.

Existen diversos estudios sobre estructura comunitaria de la ictiofauna arrecifal a lo largo del Golfo de California, principalmente en: isla San José (Villegas-Sánchez *et al.*, 2009; Barjau *et al.*, 2011), Cabo Pulmo (Álvarez-Philip, 2004; Moreno-Sánchez, 2009), Bahía de La Paz (Pérez-España *et al.*, 1996; Aburto-Oropeza & Balart, 2001; Arreola-Robles & Elorduy-Garay, 2002) y Loreto (Campos-Dávila *et al.*, 2005). En estos estudios se analizan factores ambientales como la variación térmica entre temporadas, además de otros factores como la profundidad y complejidad del hábitat, los cuales contribuyen a las diferencias en la composición y distribución de la ictiofauna.

Se ha mencionado que parte del éxito de los arrecifes artificiales se debe a la complejidad del hábitat que presentan. Entre las primeras investigaciones ecológicas que existen, Molles (1978) compara la riqueza y la composición de especies, sin encontrar diferencias entre arrecifes naturales y artificiales en Bahía San Carlos, Sonora. Arreola y Elorduy (2001) y Sánchez-Alcántara (2007), en Bahía de la Paz, B.C.S., observaron diferencias significativas en la riqueza y diversidad de especies, con valores más altos en los arrecifes naturales. La diferencia en los resultados de los estudios antes mencionados, se atribuye al tamaño, complejidad y profundidad de los arrecifes. Así mismo, Carr y Hixon (1997), experimentando en arrecifes artificiales con réplicas que tuvieran dimensiones y condiciones de aislamiento similares de arrecifes naturales, encontraron una mayor riqueza en los arrecifes naturales.

En contraste, Rilov & Benayahu (2000), en su estudio realizado en el Mar Rojo, observaron que la abundancia y riqueza de peces fue significativamente más alta en el arrecife artificial al compararlo con tres arrecifes naturales. Los autores atribuyen esta diferencia a la estructura vertical del arrecife artificial, misma que ofrece mayor variedad de nichos para especies bentónicas y pelágicas.

Walker y colaboradores (2007) realizaron un estudio en la costa este de Australia, donde evaluaron cómo influyen las variables ambientales y la complejidad estructural del arrecife artificial sobre los procesos de colonización comunitaria. En este estudio observaron que en las primeras etapas después del hundimiento de las estructuras existe una rápida colonización de epibiontes, que es la base para que las comunidades de peces se establezcan de manera permanente.

La instalación de arrecifes artificiales se basa en la suposición de que incrementan la capacidad de carga para algunas especies. Rosales y colaboradores (2010) plantean dos hipótesis para explicar el efecto que tienen los arrecifes artificiales sobre la biomasa de peces asociada a ellos. La primera considera que producen biomasa al incrementar las tasas de reclutamiento de distintas especies. La segunda plantea que al menos a mediano plazo, sólo son concentradores de biomasa, con constantes cambios en el ensamblaje y abundancia de las especies. En el caso de que los arrecifes artificiales funcionen como entes productivos serían capaces de ser

autosustentables en el tiempo. En caso de que sean atractivos de los organismos de los arrecifes cercanos, propiciarían la redistribución de las poblaciones, haciéndolas más susceptibles a la mortalidad por pesca o a la mortalidad natural (Bohnsack, 1989; Carr & Hixon, 1997).

Con el fin de entender cómo funcionan los arrecifes artificiales se han realizado varios estudios en el mundo. Bayle y colaboradores (2001) estudiaron si un arrecife artificial tiene un efecto de producción o atracción sobre la ictiofauna en la reserva marina de Tabarca en Alicante, España. Para ello, analizaron la estructura de tallas del reclutamiento íctico y observaron una baja contribución de tallas pequeñas y de juveniles, con lo que concluyeron que el arrecife funcionaba como una estructura de atracción de organismos adultos en vez de una estructura de producción, donde abundan reclutas y juveniles.

También existen estructuras que, aunque su fin no es ser un arrecife artificial, se comportan como tal, como son los muelles o las plataformas petroleras o gaseras. Se realizó un estudio en este tipo de estructuras en las plataformas petroleras en el Golfo de México (SIGEA, 2014), donde observaron que la complejidad y el tamaño de las estructuras sumergidas influyen en la composición de los peces, al ser más diversa y abundante donde había mayor complejidad estructural, concluyendo que estas plataformas funcionan como un arrecife artificial.

En 2009, previo a la construcción del Muelle de Transición de Construcción a Operación y Amarradero de Espera, para la compañía Minera y Metalúrgica El Boleo SAPI de C.V., se realizó la Manifestación de Impacto Ambiental solicitada por las autoridades. Dicho trabajo presenta un listado de las especies de peces identificadas en el área donde se construyó el muelle. Esta información es la única referencia para conocer como estaba conformada la comunidad de peces previo a la construcción del muelle.

3. Justificación

Se sabe que las estructuras artificiales en el mar atraen una gran cantidad de peces, ya que proporcionan protección contra los depredadores, alimento y refugio para la reproducción. En 2009, previo a la construcción del Muelle de Transición de Construcción a Operación y Amarradero de Espera, para la compañía Minera y Metalúrgica El Boleo SAPI de C.V., se realizó la Manifestación de Impacto Ambiental solicitada por las autoridades. Dicho trabajo representa una oportunidad para entender el proceso mediante el cual los peces comienzan a asociarse a una estructura artificial en un periodo definido, en este caso, el muelle El Boleo. Por lo tanto, el presente trabajo pretende caracterizar a los peces que se asociaron a la estructura del muelle.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Caracterizar la comunidad de peces asociada al muelle El Boleo durante el periodo 2014-2015.

4.2 Objetivos particulares

- Calcular la abundancia, riqueza de especies, diversidad y biomasa de los peces en el muelle El Boleo.
- Determinar la complejidad de los hábitats asociados al muelle.
- Describir como está organizada la comunidad de peces asociada al muelle a partir de los indicadores ecológicos, la biomasa y tipo de alimentación.

5. Área de estudio

La ciudad de Santa Rosalía, cabecera del Municipio de Mulegé en Baja California Sur, se ubica en la porción central de la costa occidental del Golfo de California. Entre los años 1930's y los 1960's fue un importante centro minero, para después centrar su economía en la pesca del calamar (MIA Proyecto 09027, 2009), sin embargo, la minería se reactivó en 2010. Se encuentra en la región central del Golfo de California, la cual se caracteriza por tener cuencas profundas, amplitud de mareas pequeñas y corrientes superficiales con dirección noroeste en invierno y sureste en verano, ocasionadas por el patrón estacional del viento. Las corrientes generadas por los vientos son más importantes que las generadas por mareas. La circulación superficial en el golfo se ha atribuido principalmente al régimen estacional de vientos; sin embargo, se han desarrollado modelos que indican que la termodinámica y la circulación estacional en el Golfo de California no está dominada por procesos locales (vientos y flujo de calor por la superficie), sino por el forzamiento del Océano Pacífico. Debido a esto, en el verano se detecta un flujo hacia el norte a lo largo de la costa y en invierno el flujo se invierte y se dirige hacia el sur (Álvarez-Borrego & Lara-Lara, 1991). La alineación de las corrientes es de forma casi perpendicular a la línea de costa con un ángulo aproximado de 90°. El comportamiento de las corrientes es netamente diurno para aguas abiertas. En el área de estudio las corrientes presentan mayores velocidades en la época fría, mientras que en la época cálida los eventos máximos coinciden con los meses de agosto a septiembre, cuando ocurren eventos naturales extraordinarios como huracanes (Roden & Emilsson, 1980).

El tipo de marea en la zona es diurna, con un rango de marea anual de 1.63 m, un marcado ciclo estacional con elevaciones máximas en los meses de verano (agosto) y mínimas en invierno (febrero). En el Golfo de California el régimen de olas concuerda con los vientos regionales caracterizados por una alternancia estacional de NW y NNW durante el invierno y del SE o SSE durante verano, con periodos cortos y alturas relativamente pequeñas. En la zona el oleaje es altamente dependiente de la acción del viento. En general, durante época invernal Santa Rosalía está influenciada por

eventos de oleaje local, ya que el oleaje distante no alcanza a penetrar desde la boca del Golfo hasta ese punto (MIA Proyecto 09027, 2009).

La temperatura del agua presenta una marcada variación con valores de 16°C de febrero a marzo y de 31°C en agosto, con un promedio anual de 23.34°C, mientras que la salinidad presenta variaciones mínimas. Esta región se caracteriza por zonas de surgencias estacionales en ambas costas, y debido a ello se presenta una fuerte estacionalidad en la temperatura superficial (Escalante *et al.*, 2013).

Las concentraciones de clorofila *a* registradas en la costa ubicada frente a Santa Rosalía, oscilan entre 0 y 0.45 µg/L, por lo que se ha definido como un sistema oligotrófico, ya que el intervalo de esa condición es de 0 a 5 µg/L. La media anual de los nutrientes presenta valores de nitratos de ~1.21 µM, fosfatos ~0.75 µM y silicatos ~4.5 µM (MIA Proyecto 09027, 2009).

El muelle El Boleo se localiza al norte de Santa Rosalía, entre los 27.38°N y 112.30°W. La costa donde se localiza el muelle es recta y expuesta, de aproximadamente 1 km de longitud y con alineación noroeste. La estructura de emisión colinda al norte con la ensenada “El Aterrizaje”, al sur con la “Punta El Limantur” y al este con el Golfo de California (Fig. 1) (MIA Proyecto 09027, 2009).

El muelle mide a lo largo de la parte marina 350 m, está dividido en tres zonas con diferente superficie según su funcionalidad para el atraque de los barcos y tiene un área total de 3,771.96 m² (Fig. 2). Cuenta con 180 pilotes de acero de dos metros de diámetro y una altura de 11.8 m con una separación entre ellos de 4.5 m (MIA Proyecto 09027, 2009).

La sección intermareal del muelle se caracteriza por ser un ambiente rocoso que presenta cantos rodados de un diámetro aproximado de hasta 20 cm; a partir de la zona sub-mareal y hasta los siete metros, las rocas alcanzan un tamaño máximo de 60 cm de diámetro. La zona submareal tiene poco declive, encontrándose una profundidad máxima de 3 m a una distancia de 50 m perpendicular a la línea de costa. Entre estas dos zonas rocosas se presenta un ambiente arenoso-rocoso en el área de estudio. A mayor profundidad predomina el ambiente arenoso con algunas rocas de

dimensión variada (MIA Proyecto 09027, 2009). En el sustrato arenoso del norte y sur se distribuyen macroalgas de manera estacional.

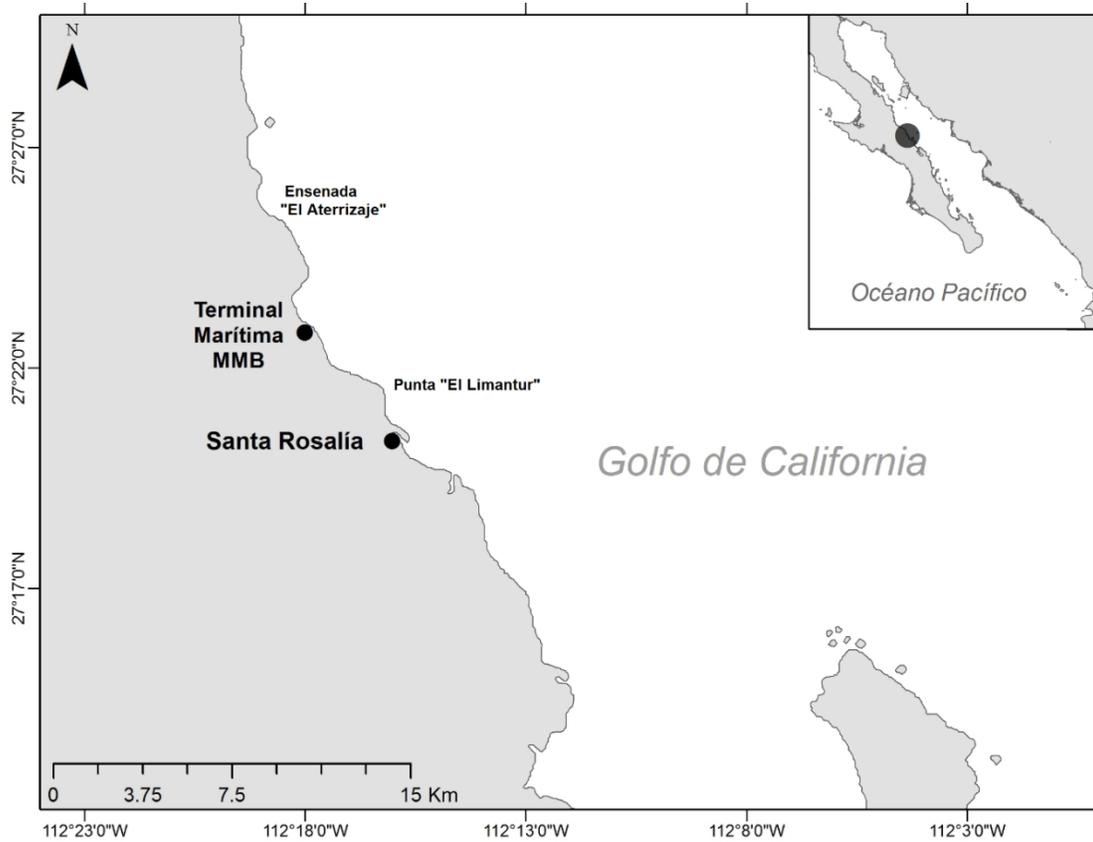


Figura 1. Terminal marítima El Boleo en Santa Rosalía, B.C.S, México.



Figura 2. Vista aérea de la terminal marítima El Boleo.

6. Metodología

6.1 Trabajo de campo

Los datos que dan sustento a este proyecto son resultado del monitoreo biológico que realiza la compañía Minera y Metalúrgica El Boleo SAPI de C.V. como parte de las condicionantes de la MIA Proyecto 09027.

Se realizaron tres campañas de muestreo correspondientes a julio y diciembre del 2014 y abril del 2015. Se ubicaron 12 puntos de muestreo (Fig. 3) en el área de estudio a cuatro estratos de profundidad: 2, 4, 7 y 12 metros, de acuerdo con las isobatas encontradas debajo del muelle (Fig. 4). Los puntos de muestreo se agruparon en tres zonas perpendiculares a la línea de costa, Zona Norte (ZN), Zona Centro (ZC) y Zona Sur (ZS). La ZC es donde se ubica la estructura del muelle, mientras que la ZN y la ZS nos sirven como referencia, ya que no cuentan con una estructura física.

En cada punto de muestreo se realizó un transecto de 30 x 2 m con su réplica, orientados paralelos a la costa y utilizando buceo autónomo, para un total de 24 censos que cubren un área aproximada de 4,320 m² analizados en todo el periodo de muestreo. Cabe mencionar que los buceos se llevaron a cabo por el mismo observador para evitar el sesgo en la toma de datos.

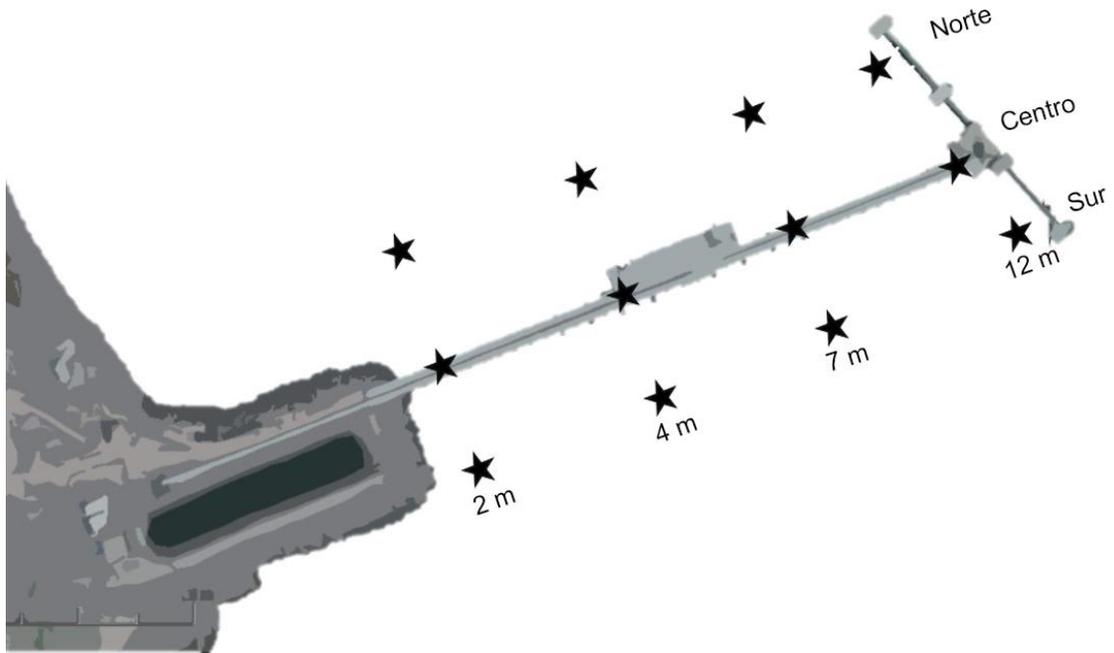


Figura 3. Ubicación de sitios de muestreo en el muelle El Boleo por zona y por estrato de profundidad.

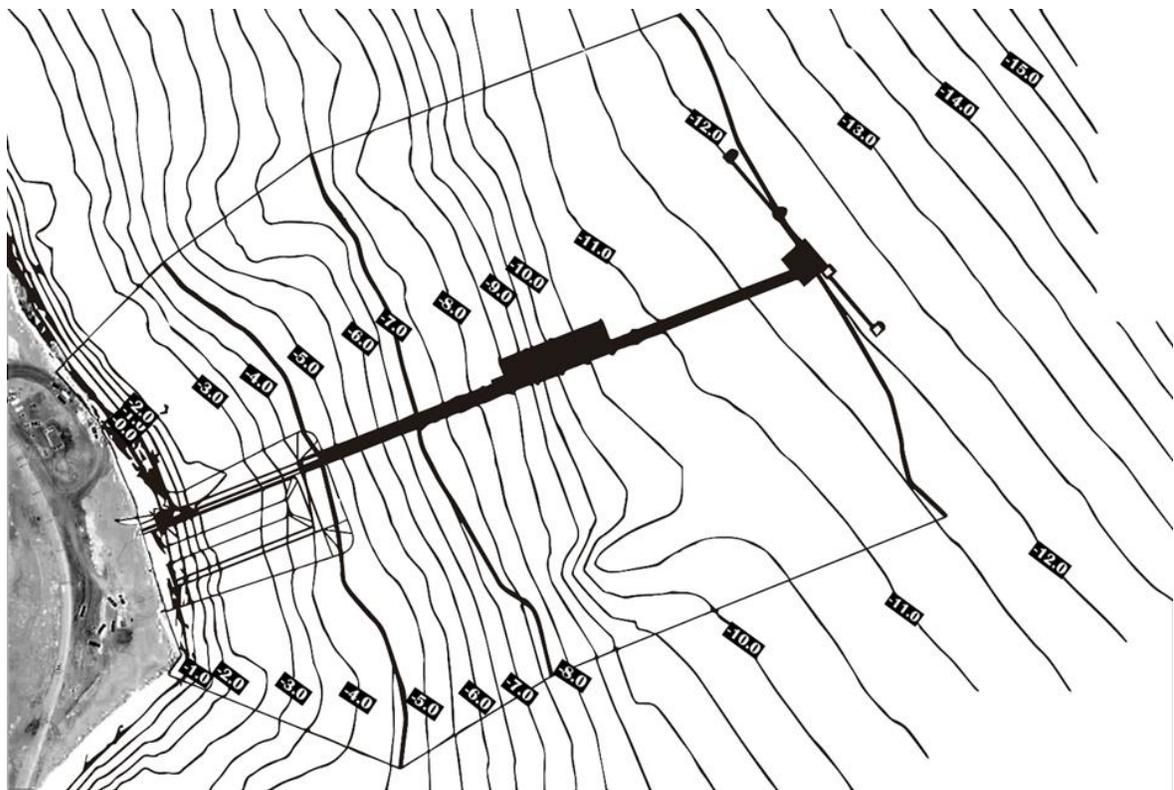


Figura 4. Batimetría del Muelle tomado de la Manifestación de Impacto Ambiental.

La cuantificación de peces se realizó utilizando la técnica de censos visuales de acuerdo al Protocolo de Monitoreo del Parque Nacional Bahía de Loreto y Parque Nacional Cabo Pulmo, descritos con mayor detalle en Fernández-Rivera Melo *et al.*, (2012). Esta técnica consiste en un barrido visual en una ventana imaginaria de dos metros de ancho y entre 0 y 2 metros del fondo en la columna de agua. El buzo nada a una velocidad constante a lo largo del transecto (30 metros) deteniéndose cada dos metros. Durante las pausas se anotan todos los peces que atraviesan la ventana imaginaria, y a los peces crípticos se les cuenta mientras se despliega el transecto. Dentro de estos transectos también se registró el tipo de sustrato en cada metro del transecto considerando las siguientes categorías: arena (<0.5 cm), canto rodado (>15 cm -1 m) y roca (>1 m). Se estimó visualmente la talla de los peces, utilizando una regla de referencia en la tabla de registro. Para ello, el autor consideró un criterio con 11 categorías (Tabla 1).

Tabla 1. Criterios de intervalos de talla para clasificar a los peces en el área de estudio.

Categoría	Intervalo (cm)
I	<5
II	6-10
III	11-20
IV	21-30
V	31-40
VI	41-50
VII	51-60
VIII	61-70
IX	71-80
X	81-90
XI	>100

Para calcular la complejidad del hábitat se requiere el índice de rugosidad, es decir, qué tan sinuoso o plano es el contorno del suelo de un sitio dado y del tipo de

sustrato. Para el presente estudio se calculó empleando la computadora de buceo (Suunto D4), manteniéndola muy cerca del fondo, esto a lo largo del transecto. La computadora registró el perfil de la altura del sustrato encontrando dentro del transecto. Este perfil se representa con una gráfica que se analizó en el programa CPCe 3.6 (Coral Point Count w/excel extensions; Kholer & Gill, 2006) donde se obtuvo la distancia del contorno.

6.2 Análisis de datos

6.2.1 Índices Ecológicos

Con base en los datos que se obtuvieron de cada censo se estimó la abundancia (N) y riqueza total de especies de peces (S) por zona, por nivel de profundidad y por campaña de muestreo.

Con base en la riqueza y abundancia de especies por sitios, por nivel de profundidad y por campaña de muestreo, se calcularon los siguientes índices comunitarios utilizando el programa Primer v6.0 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*) (Clarke & Warwick, 2001).

La diversidad de Shannon-Wiener (H') proporciona datos sobre la comunidad al considerar en conjunto tanto el número de especies como la abundancia de cada una (relación entre el número de especies y su abundancia relativa) y es el más utilizado en los trabajos de ecología (Ludwig & Reynolds, 1988). Se expresa de la siguiente manera:

$$H' = -\sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

Dónde: N = número total de individuos de todas las especies en el censo

n_i = número de individuos de la especie i en un censo

La equidad de Pielou (J') provee información estandarizada sobre la proporción de la abundancia entre las especies. Este índice toma valores de 0 a 1, y se interpreta considerando que a mayor equidad se obtiene un valor de uno (Brower & Zar, 1977). Su expresión algebraica es:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Dónde: H' = índice de Shannon-Wiener

S = número de especies

La biomasa fue estimada siguiendo el criterio propuesto por Marks & Klomp (2003) para peces, considerando su cálculo a partir de la regresión peso-longitud que proviene de la ecuación general (Haddon, 2011):

$$W = a * L^b$$

Dónde: W = peso (g)

L = talla promedio del intervalo de categorías (cm)

a y b = parámetros de la función alométrica

Los parámetros a y b para cada especie se obtuvieron de la base de datos Fishbase (Froese & Pauly, 2016) y de proyectos de investigación no publicados, como Ramírez-Ortíz, del Centro de Investigación Científica de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Ayala-Bocos, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y Fernández-Rivera Melo, de Comunidad y Biodiversidad Asociación Civil (COBI AC) (com.pers.).

6.2.2 Gremio alimenticio

Se realizó una clasificación por tipo de alimentación de todos los organismos, quedando de la siguiente manera: carnívoros, omnívoros, herbívoros, planctófagos y detritívoros, siguiendo los criterios de Robertson y Allen (2015). Adicionalmente se calculó la biomasa para cada tipo, y se realizó una sub-clasificación que considera el uso del hábitat: de fondo, de fondo/columna de agua y pelágico. Se comparó la biomasa por tipo y uso del hábitat por zona, estrato y campaña de muestreo.

6.2.3 Índice de Complejidad

Se consideró definir un índice de complejidad del arrecife artificial (ICAA) utilizando la siguiente fórmula (Sánchez-Caballero *et al.*, 2017):

$$ICAA = \frac{\%TH + \%IR + \%IA}{3}$$

Dónde %TH = Porcentaje de tipo de hábitat

%IR = Porcentaje del índice de rugosidad

%IA = Porcentaje del índice del área

El ICAA se calculó para cada estrato. Este índice toma valores de 0 a 1, considerando que a mayor complejidad del hábitat se obtiene un valor más cercano a uno. El porcentaje del índice de complejidad del hábitat se obtuvo calculando el número de apariciones de cada tipo de sustrato dividiendo entre el número de observaciones totales. Sumando el dato obtenido por estrato, y después convirtiéndolo a porcentaje.

El cálculo del índice de rugosidad se realizó dividiendo la distancia del contorno, calculada en el programa CPCe 3.6, entre la distancia lineal, que fue de 30 m

(distancia del transecto). El promedio que se obtuvo se estandarizó, tomando el resultado como índice de rugosidad. El índice toma valores del 0 al 1, donde el valor más cercano a 1 se considera como la mayor complejidad (McCormick, 1994).

Para el cálculo del área total se tomaron en cuenta dos datos, el área superficial del muelle y el área sumergida de cada pilote. El área superficial se obtuvo del mapa batimétrico del documento MIA Proyecto 09027, donde, tomando en cuenta la escala y profundidades basadas en el mapa batimétrico del muelle (Fig. 4), se calculó el área del muelle para cada estrato (2, 4, 7 y 12 m). Posteriormente se utilizó el área total del muelle como referencia para calcular el porcentaje de cada área por estrato.

Los porcentajes para cada área y para índice de rugosidad se dividieron entre 100 para que el valor del ICAA fluctuara entre 0 y 1.

6.2.4 Biomasa existente debajo del muelle

Se calculó la biomasa existente para la ZC por campaña de muestreo y por estrato de profundidad. Esto se hizo con base en los datos de biomasa estandarizada en kg/m² de peces en 480 m², equivalentes a los 8 transectos analizados. Se estimó la biomasa existente en términos de estrato y área total del muelle (3,771.96 m²).

6.2.5 Análisis estadísticos

Una vez obtenidos los valores para los atributos e índices ecológicos por zona, profundidad y campaña de muestreo, se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1999) para detectar diferencias entre la mediana de las variables. Cuando se obtuvieron diferencias significativas, se utilizó prueba *a posteriori* de Dunn para detectar su origen. Los análisis se llevaron a cabo en el programa STATISTICA versión 8.0.

Los datos de biomasa (transformados en raíz cuarta) se utilizaron para crear una matriz de similitud de Bray-Curtis por zona, campaña de muestreo y estrato de profundidad, trazados con el método de agrupamiento promedio no ponderado

(UPGMA) (Clarke & Warwick, 2001). El resultado se expresó en un dendrograma que agrupa las variables por índice de similitud. Se aplicó un análisis de similitud porcentual (SIMPER) con un límite de similitud de 90%, para detectar las especies que tuvieron mayor peso para diferenciar a los grupos (Clarke & Warwick, 2001; Clarke & Gorley, 2006). Estos análisis fueron realizados en el programa Primer v6.0 (*Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research*).

7. Resultados

En tres campañas de muestreo se realizaron 71 transectos abarcando un área de muestreo de 1,440 m² en cada campaña, es decir, 4,320 m² de área total para todo el estudio. Se contabilizó un total de 16,691 individuos pertenecientes a 25 familias, 42 géneros y 51 especies (Tabla 2). Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron: *Serranidae*, *Haemulidae* y *Pomacentridae* con cinco especies cada una, seguidas por *Lutjanidae* y *Labridae* con cuatro especies por familia.

Tabla 2. Listado taxonómico de la ictiofauna del muelle El Boleo, Santa Rosalía, Baja California Sur, México.

Phylum

Chordata

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	
Chondrichthyes	Rajiformes	Urolophidae	<i>Urobatis</i>	<i>Urobatis concentricus</i> (Osburn & Nichols, 1916)	
				<i>Urobatis halleri</i> (Cooper, 1863)	
Actinopterygii	Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax</i>	<i>Gymnothorax castaneus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	
			<i>Muraena</i>	<i>Muraena lentiginosa</i> (Jenyns, 1842)	
	Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil</i>	<i>Mugil</i> sp.	
		Perciformes	Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i>	<i>Sphyraena</i> sp.
	Acanthuridae		<i>Prionurus</i>	<i>Prionurus punctatus</i> (Gill, 1862)	
	Serranidae			<i>Alphestes</i>	<i>Alphestes immaculatus</i> (Breder, 1936)
				<i>Mycteroperca</i>	<i>Mycteroperca rosacea</i> (Streets, 1877)
					<i>Mycteroperca prionura</i> (Rosenblatt & Zahuranec, 1967)
				<i>Paralabrax</i>	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Steindachner 1868)
				<i>Serranus</i>	<i>Serranus psittacinus</i> (Valenciennes, 1846)
Carangidae			<i>Seriola</i>	<i>Seriola lalandi</i> (Valenciennes, 1833)	
			<i>Caranx</i>	<i>Caranx caballus</i> (Günther, 1868)	
Lutjanidae			<i>Hoplopagrus</i>	<i>Hoplopagrus guentherii</i> (Gill, 1863)	
			<i>Lutjanus</i>	<i>Lutjanus argentiventris</i> (Peters, 1869)	

Continua

Orden	Familia	Género	Especie
			<i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869)
			<i>Lutjanus novemfasciatus</i> (Gill, 1862)
	Haemulidae	<i>Haemulon</i>	<i>Haemulon sexfasciatum</i> (Gill, 1862)
			<i>Haemulon maculicauda</i> (Gill, 1862)
			<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
		<i>Microlepidotus</i>	<i>Microlepidotus inornatus</i> (Gill, 1862)
		<i>Anisostremus</i>	<i>Anisostremus interruptus</i> (Gill, 1862)
	Kyphosidae	<i>Kyphosus</i>	<i>Kyphosus</i> sp.
		<i>Girella</i>	<i>Girella simplicidens</i> (Osburn & Nichols, 1916)
		<i>Hermosilla</i>	<i>Hermosilla azurea</i> (Jenkins & Evermann, 1889)
	Mullidae	<i>Mulloidichthys</i>	<i>Mulloidichthys dentatus</i> (Gill, 1862)
	Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i>	<i>Chaetodon humeralis</i> (Günther, 1860)
	Pomacanthidae	<i>Holocanthus</i>	<i>Holocanthus passer</i> (Valenciennes, 1846)
		<i>Pomacanthus</i>	<i>Pomacanthus zonipectus</i> (Gill, 1862)
	Pomacentridae	<i>Abudefduf</i>	<i>Abudefduf troschelii</i> (Gill, 1862)
		<i>Microspathodon</i>	<i>Microspathodon dorsalis</i> (Gill, 1862)
		<i>Stegastes</i>	<i>Stegastes rectifranum</i> (Gill, 1862)
			<i>Stegastes acapulcoensis</i> (Fowler, 1944)
		<i>Chromis</i>	<i>Chromis atrilobata</i> (Gill, 1862)
	Labridae	<i>Bodianus</i>	<i>Bodianus diplotaenia</i> (Gill, 1862)
		<i>Halichoeres</i>	<i>Halichoeres dispilus</i> (Günther, 1864)
			<i>Halichoeres nicholsi</i> (Jordan & Gilbert, 1882)
		<i>Thalassoma</i>	<i>Thalassoma lucasanum</i> (Gill, 1862)
	Chaenopsidae	<i>Chaenopsis</i>	<i>Chaenopsis alepidota</i> (Gilbert, 1890)
	Sparidae	<i>Calamus</i>	<i>Calamus brachysomus</i> (Lockington, 1880)
	Sciaenidae	<i>Pareques</i>	<i>Pareques viola</i> (Gilbert, 1898)
	Scaridae	<i>Nicholsina</i>	<i>Nicholsina denticulata</i> (Evermann & Radcliffe, 1917)
	Apogonidae	<i>Apogon</i>	<i>Apogon pacificus</i> (Herre, 1935)
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena</i>	<i>Scorpaena mystes</i> (Jordan & Starks, 1895)
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Fistularia</i>	<i>Fistularia commersonii</i> (Rüppell, 1838)
Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes</i>	<i>Balistes polylepis</i> (Steindachner, 1876)
	Diodontidae	<i>Diodon</i>	<i>Diodon holocanthus</i> (Linnaeus, 1758)
	Tetraodontidae	<i>Canthigaster</i>	<i>Canthigaster punctatissima</i> (Günther, 1870)
		<i>Sphoeroides</i>	<i>Sphoeroides annulatus</i> (Jenyns, 1842)
			<i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner, 1870)

7.1 Atributos comunitarios

7.1.1 Abundancia

Con respecto a nivel de familia, la más abundante fue *Haemulidae* con 7,333 individuos; seguido por *Pomacentridae* con 4,779 y *Labridae* con 379. En la Figura 5 se presentan las especies que agrupan el 99% de la abundancia total. La especie más abundante fue *Microlepidotus inornatus*, con 6,114 individuos; seguido de *Abudefduf troschelii* con 3,303 y *Balistes polylepis* con 1,279. Estas tres especies representaron el 64% de los individuos registrados (Fig. 5). En contraste, se observaron cinco especies con mínima abundancia (un solo individuo), mientras que la abundancia del resto de las especies varió entre 15 y 200 individuos.

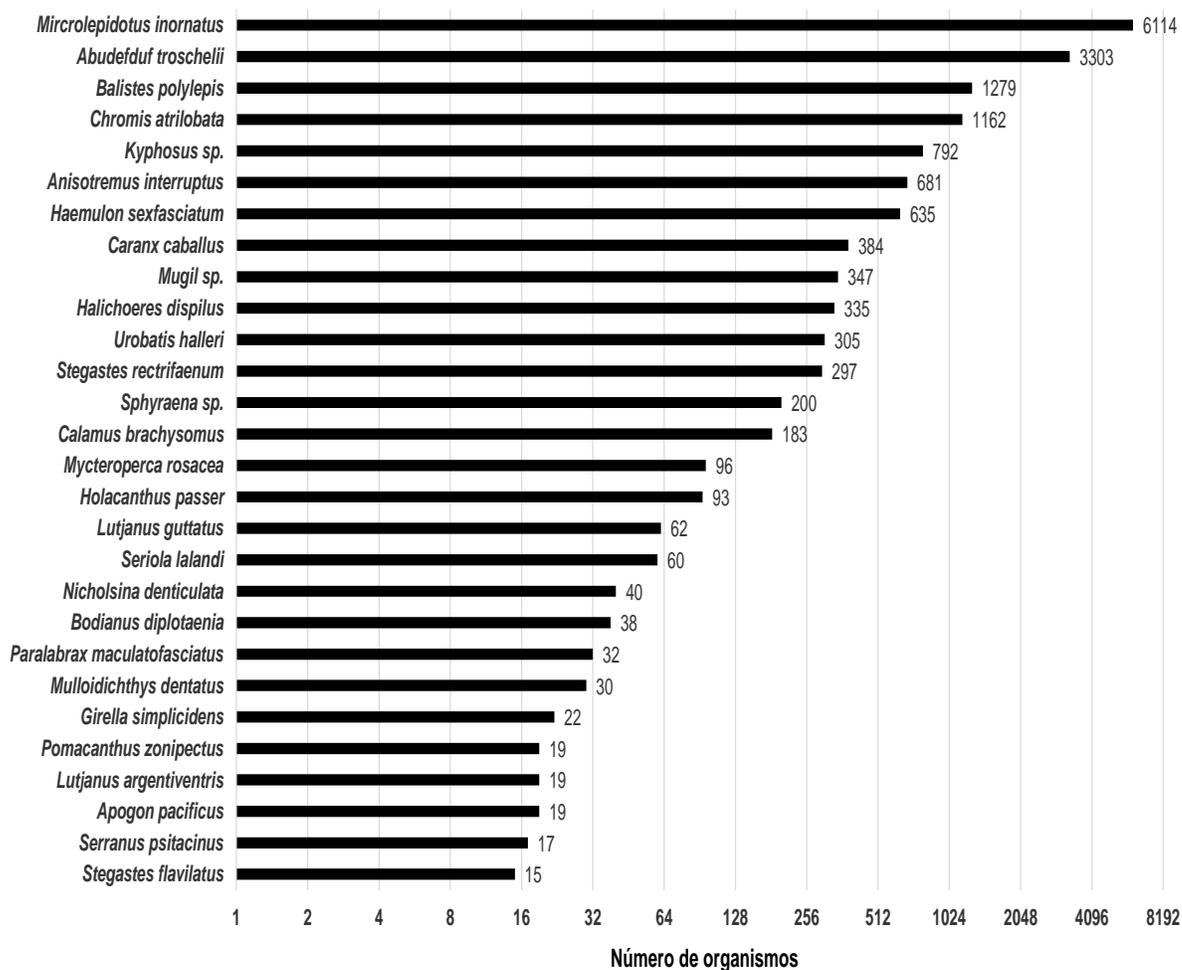


Figura 5. Distribución de la abundancia total de peces.

Los valores promedio de la abundancia por campaña de muestreo fueron similares. Diciembre presentó el valor de abundancia promedio más alto (526 ± 209.07 individuos), seguido de julio (464 ± 161.39) y abril (392 ± 188.33) (Fig. 6A); no se detectaron diferencias significativas (KW, $H_{(2,36)} = 1.374$; $p = 0.5$). Las especies más abundantes en la campaña de diciembre fueron *Microlepidotus inornatus* y *Abudefduf troschelii* (3,595 y 666 individuos, respectivamente), en julio *Balistes polylepis* y *Chromis atrilobata* con 1,204 y 1,100 individuos, respectivamente, y en abril fue *Microlepidotus inornatus* con 1,477 individuos (Anexo: Tablas B, C, D).

Los promedios de abundancia por zona presentaron valores extremos, registrado el valor más alto en la ZC (1064 ± 227 individuos), en las ZN y ZS 152 ± 41 individuos y 165 ± 52 individuos, respectivamente (Fig. 6B). Se encontraron diferencias significativas en la abundancia (KW, $H_{(2,36)} = 14.07$, $p = 0.0009$). La prueba *a posteriori* mostró que la ZC es diferente con respecto a las ZS y ZN, ya que las mayores abundancias de peces siempre se registraron en el centro. En la ZC las especies más abundantes fueron *Microlepidotus inornatus*, *Abudefduf troschelii* y *Balistes polylepis*, en la ZN *Microlepidotus inornatus* y en la ZS *Balistes polylepis* y *Abudefduf troschelii* (Anexo: Tablas B, C, D).

La mayor abundancia promedio se registró en el estrato de dos metros con un valor promedio de 666 ± 226 individuos y el valor promedio más bajo lo registró el estrato de doce metros con 93 ± 44.12 individuos (Fig. 6C). Se observaron diferencias significativas por estratos de profundidad (KW, $H_{(3,36)} = 8.94$, $p = 0.0301$). De acuerdo a la prueba *a posteriori* el estrato de 12 metros es diferente con respecto a los estratos de dos, cuatro y siete metros. En este sitio se registró la menor abundancia. Las especies más abundantes registradas en el estrato de dos metros fueron *Abudefduf troschelii* con 2,220 individuos y en el estrato de 12 metros *Balistes polylepis* con 553 individuos (Anexo: Tablas B, C, D).

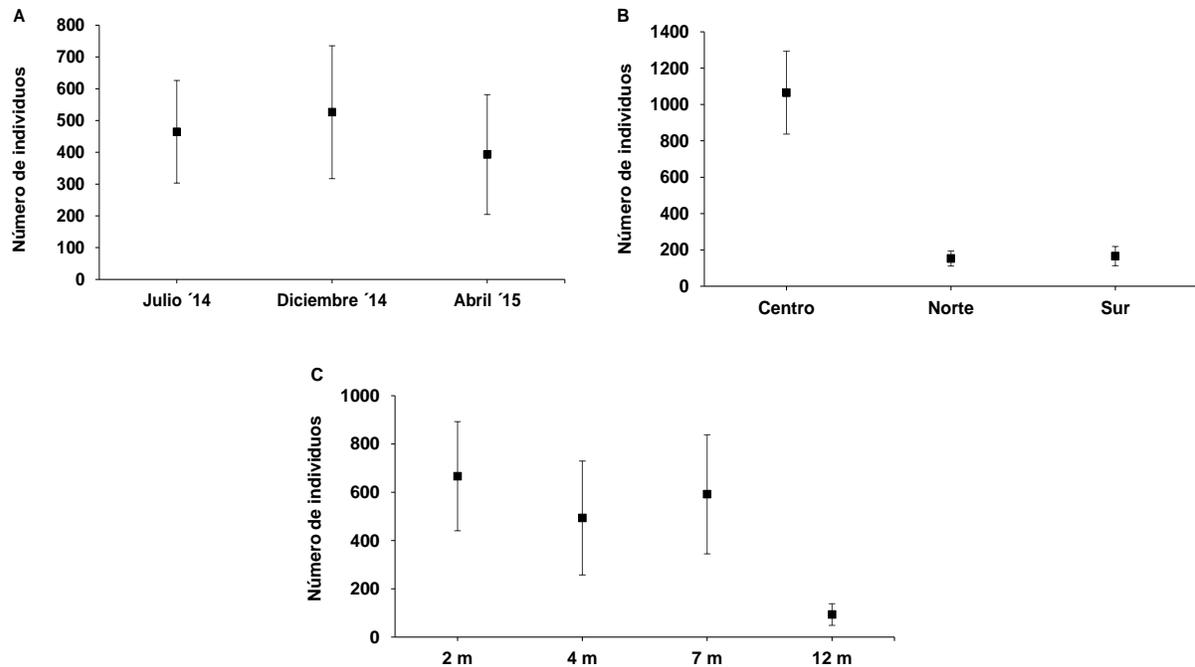


Figura 6. Abundancia promedio y desviación estándar por A) campaña de muestreo B) zona y C) estrato de profundidad.

7.1.2 Riqueza

El valor promedio más alto de riqueza se registró en la campaña de julio (11.75 ± 1.61 especies), y los promedios más bajos en diciembre y abril (<8 especies) (Fig. 7A). Al comparar la variación temporal de la riqueza, se observaron diferencias significativas (KW, $H_{(2,36)} = 6.584$, $p = 0.0372$). De acuerdo a la prueba *a posteriori*, estas diferencias se presentaron entre la campaña de julio con respecto a la campaña de diciembre y abril, ya que estas últimas tuvieron un menor número de especies en las campañas de diciembre y abril.

El valor promedio de riqueza fue mayor en la ZC (12.5 ± 1.78 especies), con respecto al norte y sur con valores promedio alrededor de las 7 especies (Fig. 7B). Cabe resaltar que las tres zonas presentaron 17 especies en común (Anexo: Tablas B, C, D). En la escala espacial se presentaron diferencias significativas (KW, $H_{(2,36)} = 7.62$, $p = 0.022$), entre la ZC con respecto a las otras dos zonas como lo indicó la prueba *a posteriori*, ya que el mayor número de especies se encontraron en la ZC.

El índice de riqueza presentó poca variación entre los tres primeros estratos ya que entre dos y cuatro metros de profundidad, el promedio de especies que se observó fue de 10.88 ± 1.83 y 10 ± 1.41 especies, respectivamente (Fig. 7C). En comparación, los estratos de siete y 12 metros presentaron un promedio menor a 9 especies. Los estratos de profundidad también registraron diferencias (KW, $H_{(3,36)} = 9.512$; $p = 0.02$) entre los tres primeros estratos con respecto al estrato de 12 m, como indicó la prueba *a posteriori*, ya que este último registró un número bajo de especies.

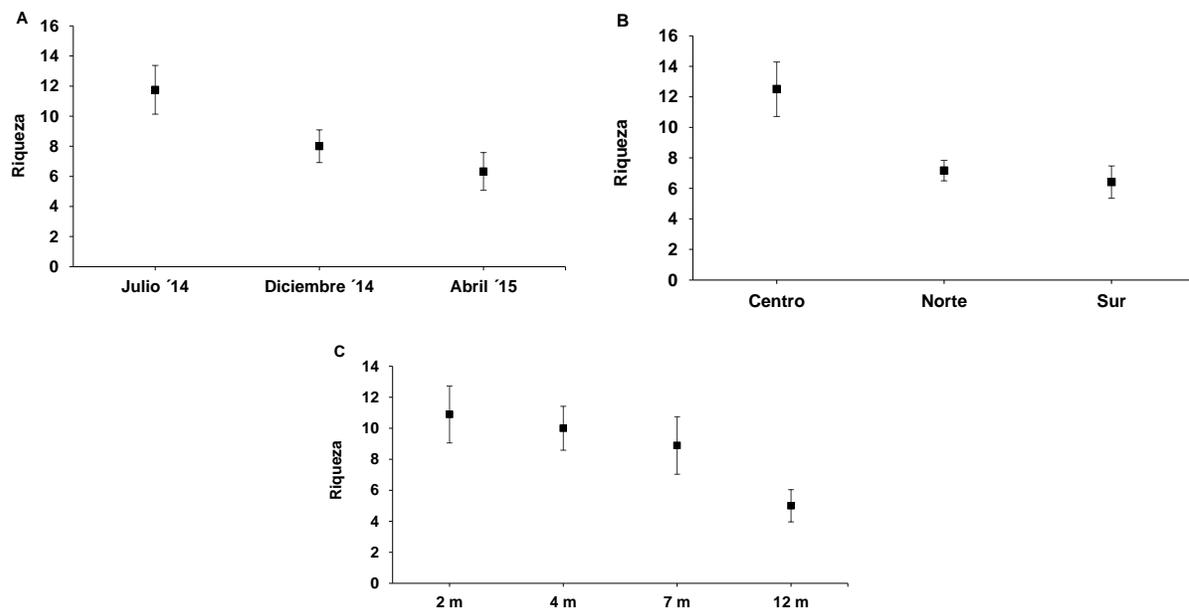


Figura 7. Riqueza de especies promedio y desviación estándar por A) campaña de muestreo B) zona y C) estrato de profundidad.

7.1.3 Diversidad y Equidad

El mayor valor promedio de diversidad se registró en julio (1.82 ± 0.22 natos/individuo) y fue disminuyendo entre la primera y la tercera campaña de muestreo (Fig. 8A). La variación temporal de la diversidad no mostró diferencias significativas (KW, $H_{(2,36)} = 3.2181$; $p = 0.2001$).

El mes de diciembre presentó el valor promedio más alto de equidad (0.58 ± 0.06), y el más bajo fue en abril (0.45 ± 0.07 , Fig. 8B). La equidad tampoco mostró diferencias entre las campañas de muestreo (KW, $H_{(2,36)} = 1.6353$; $p = 0.4415$).

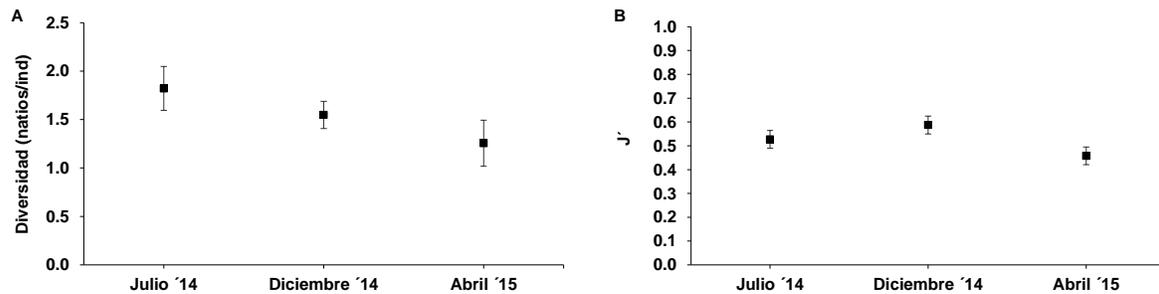


Figura 8. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por campaña de muestreo.

A pesar de que los valores entre zonas fueron similares, en ambos casos la ZN fue la que obtuvo los valores más altos en diversidad (1.71 ± 0.13 natsios/individuo) (Fig. 9A) y en equidad (0.61 ± 0.3) (Fig. 9B). No se obtuvieron diferencias significativas entre zonas para los índices de diversidad (KW, $H_{(2,36)} = 1.2358$, $p = 0.5391$) y equidad (KW, $H_{(2,36)} = 4.6537$, $p = 0.0976$).

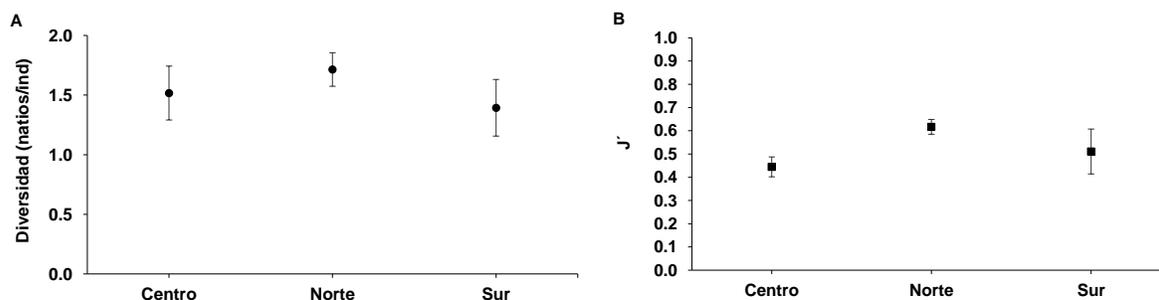


Figura 9. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por zona de estudio.

El valor promedio de diversidad de los estratos someros de dos (1.85 ± 0.18 natsios/individuos) y cuatro metros (1.98 ± 0.21 natsios/individuo) fue mayor con respecto al estrato más profundo (1.03 ± 0.21 natsios/individuo) (Fig. 10A). Por estrato de

profundidad el índice de diversidad fue el único atributo que mostró diferencias significativas (KW, $H_{(3,36)} = 10.3031$, $p = 0.01$), entre los tres primeros estratos con respecto al estrato de 12 m, el cual mostró la diversidad más baja.

El valor promedio de equidad más alto fue a los cuatro metros de profundidad (0.63 ± 0.06), mientras que el más bajo fue a los siete metros (0.43 ± 0.07) (Fig. 10B). La equidad no presentó diferencias significativas entre estratos de profundidad (KW, $H_{(3,36)} = 4.8770$; $p = 0.1810$).

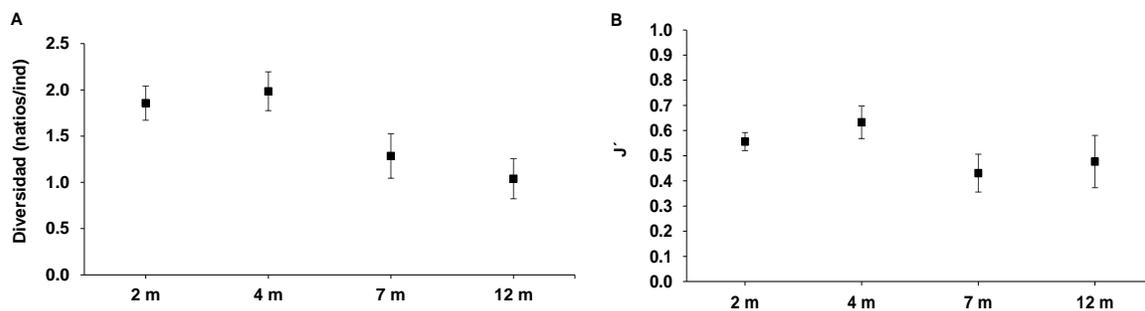


Figura 10. Valores medios y desviación estándar de A) diversidad y B) equidad por estrato de profundidad.

7.1.4 Tallas

La talla máxima de la ictiofauna en el muelle El Boleo fue de 68 cm, la mínima de 5 cm y el intervalo con mayor número de individuos fue entre 10 y 15 cm en todas las campañas de muestreo. El intervalo de talla de 68 cm, que fue el más elevado, sólo se registró en julio con dos individuos de *Gymnothorax castaneus*, seguido por el intervalo de 48 cm con 200 individuos del genero *Sphyraena sp.* en diciembre (Anexo: Tabla I). El promedio de tallas menores se registró en julio, lo que se asocia con la observación frecuente de juveniles de las familias *Pomacentridae*, *Haemulidae* y *Scaridae*, con tallas menores a 5 cm. En contraparte, en diciembre se registró el mayor promedio de tallas (48 ± 7.384) debido a un cardumen de *Sphyraena sp.* (Fig. 11). Dado que los datos de frecuencia de tallas presentaron diferentes niveles de magnitud, se les calculó el logaritmo natural para su representación gráfica.

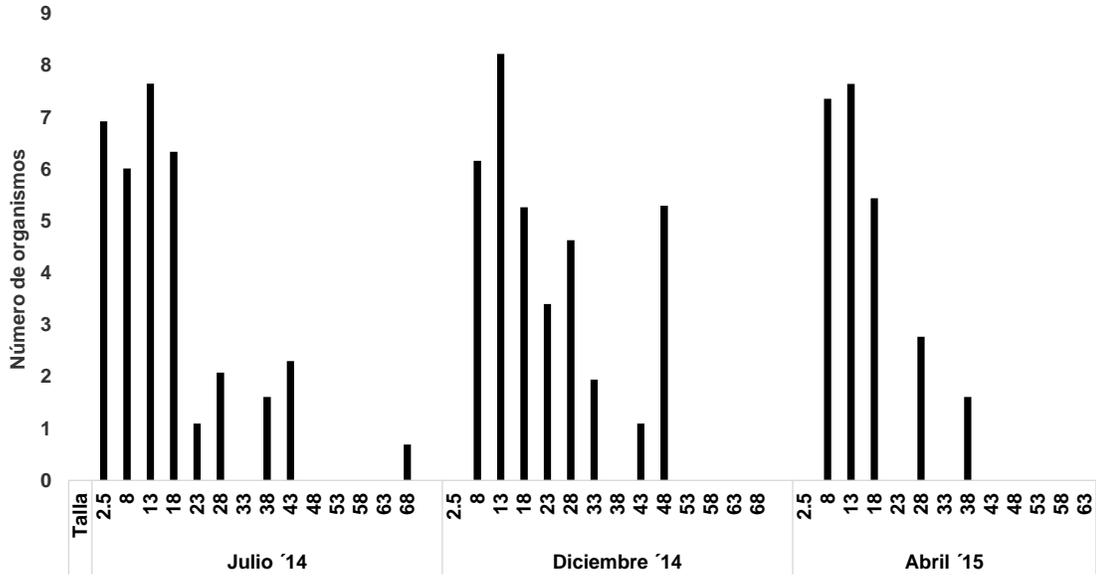


Figura 11. Número de organismos por tallas promedio durante las tres campañas de muestreo.

7.1.5 Biomasa

El valor promedio más alto se presentó en la campaña de diciembre (17.30 ± 5.9 kg/m²), con respecto a los otros dos, la ZC siempre tuvo valores promedio más altos que las ZN y ZS (Fig. 12). En la campaña de abril se observaron los valores más bajos (Fig. 13), sin embargo, la biomasa de peces por campaña de muestreo no mostró diferencias significativas (KW, $H_{(2,70)} = 1.4242$; $p = 0.4906$).

La ZC fue la que presentó el valor más alto, en la campaña de diciembre (2.63 kg/m²), debido a que fue donde se registraron los mayores cardúmenes de las especies *Microlepidotus inornatus*, *Chromis atrilobata*, *Kyphosus sp.* y *Sphyraena sp.* (Fig. 12). El análisis por zonas presentó diferencias significativas (KW, $H_{(2,70)} = 27.8545$; $p = 0.0004$).

La campaña de diciembre registró el valor más alto y el más bajo de biomasa por estrato; el más alto se registró en el estrato de siete metros con 1.43 kg/m² y el más bajo a los doce metros con 0.04 kg/m² (Fig. 13). Con respecto a la profundidad, también se encontraron diferencias significativas entre los estratos (KW, $H_{(3,70)} = 9.092$; $p = 0.0281$). De acuerdo a la prueba *a posteriori* el estrato de 12 m mostró diferencias respecto a los otros tres estratos, con la biomasa más baja.

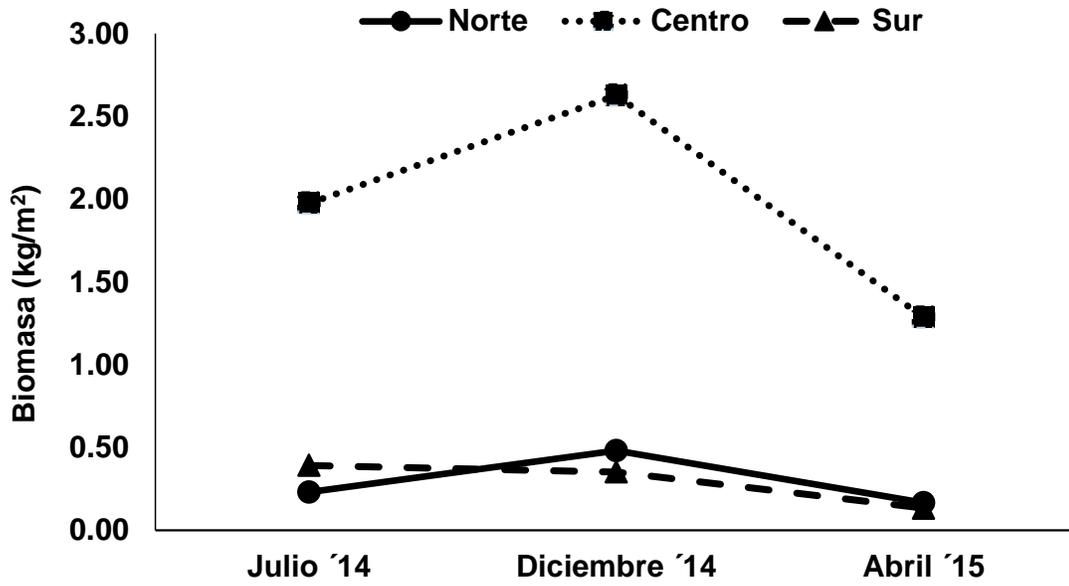


Figura 12. Biomasa de peces en las zonas de estudio.

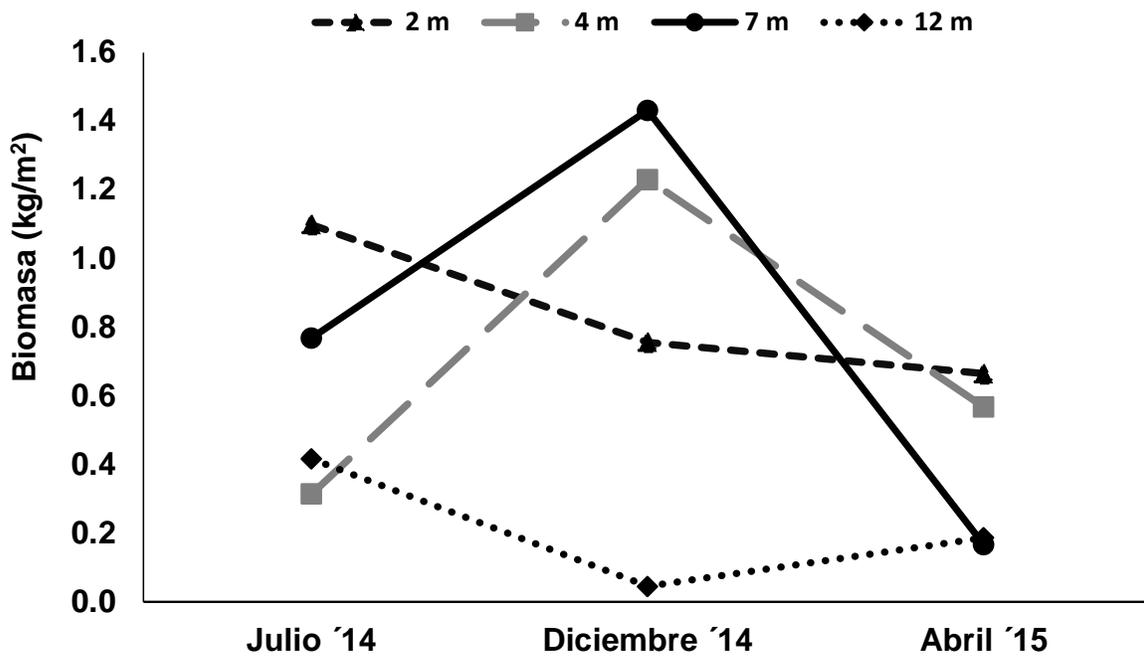


Figura 13. Biomasa de peces distribuida por estratos de profundidad.

El dendrograma de agrupamiento (Fig. 14), construido a partir de la información de biomasa por especie, arrojó la presencia de tres grupos, el primero conformado por las tres campañas de la ZC; mientras que, el segundo y el tercero agrupan a la ZN y ZS. Esto indica que para la ZC, donde se encuentra el muelle, la composición de ictiofauna se mantiene relativamente constante en las tres campañas de muestreo, mientras que las otras dos zonas si se ven afectadas por la temporalidad (Fig. 14).

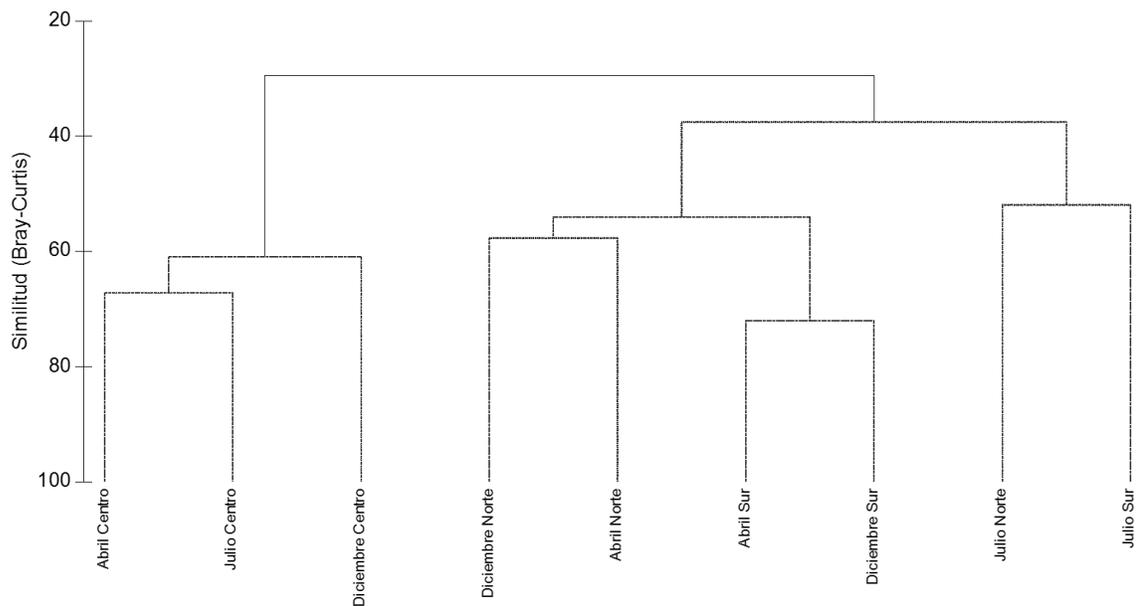


Figura 14. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie para las zonas de estudio y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.

Basados en la biomasa por especie, se identificaron las especies que tuvieron mayor contribución entre las campañas de muestreo (Fig. 15). *Balistes polylepis* fue la especie que marcó la mayor contribución de disimilitud entre los meses de abril y julio con un 12.13%; mientras que para abril y diciembre fue *Haemulon sexfasciatum* con 8.03%, así como entre julio y diciembre *Kyphosus sp.* con 8.25% (Fig. 15).

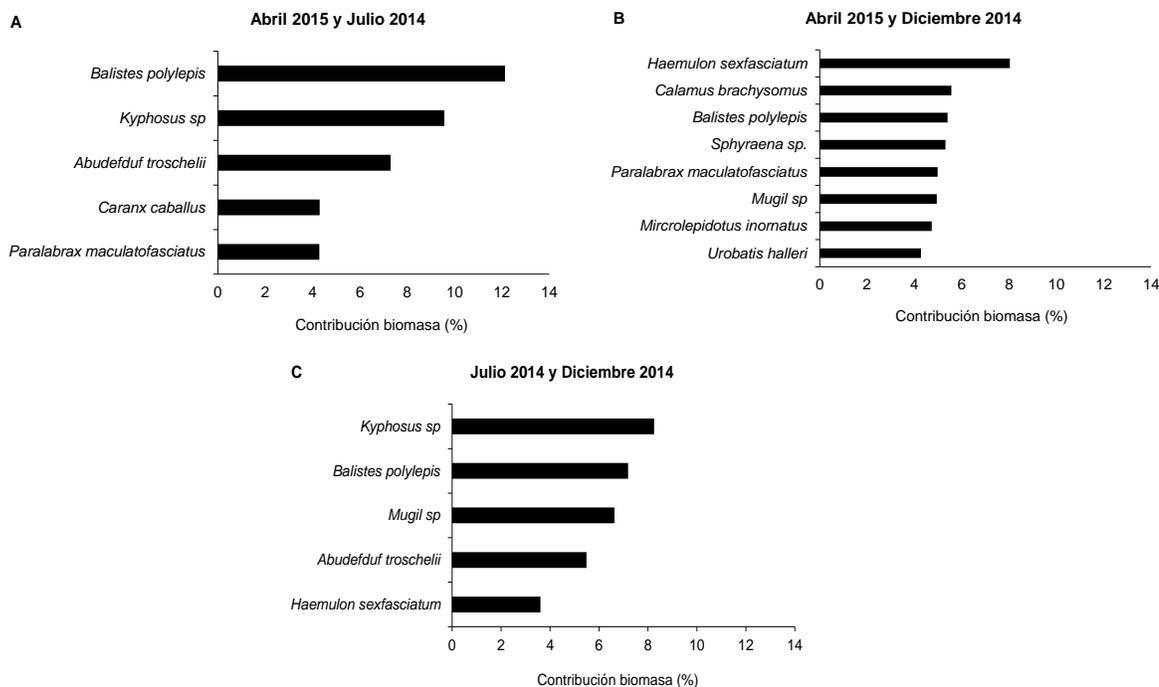


Figura 15. Valores de disimilitud de la biomasa de peces por campaña de muestreo A) Abril 2015 y Julio 2014 B) Abril 2015 y Diciembre 2014, y C) Julio 2014 y Diciembre 2014.

En el dendrograma de agrupamiento basado en la biomasa de especies por campaña de muestreo en cada estrato de profundidad, se identificaron cuatro grupos: el primero formado por el estrato de 12 metros para las tres campañas de muestreo, el segundo integrado por los estratos de dos y cuatro metros de las tres campañas de muestreo (excepto el estrato dos en julio), mientras que el tercero formó principalmente por el estrato de siete metros de los tres meses de muestreo (Fig. 16).

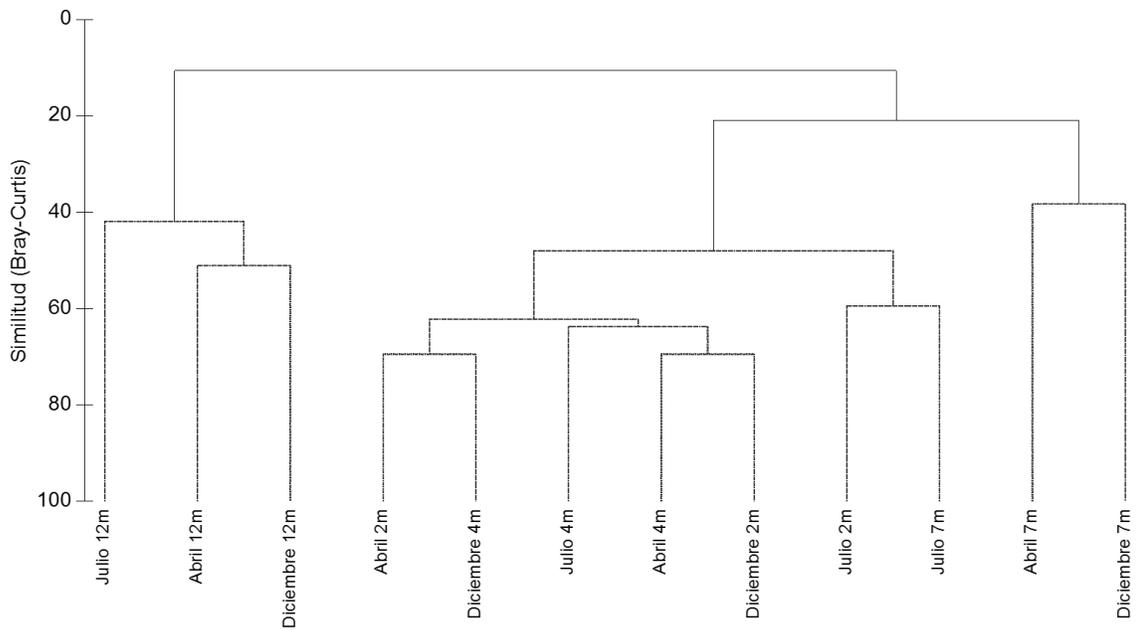
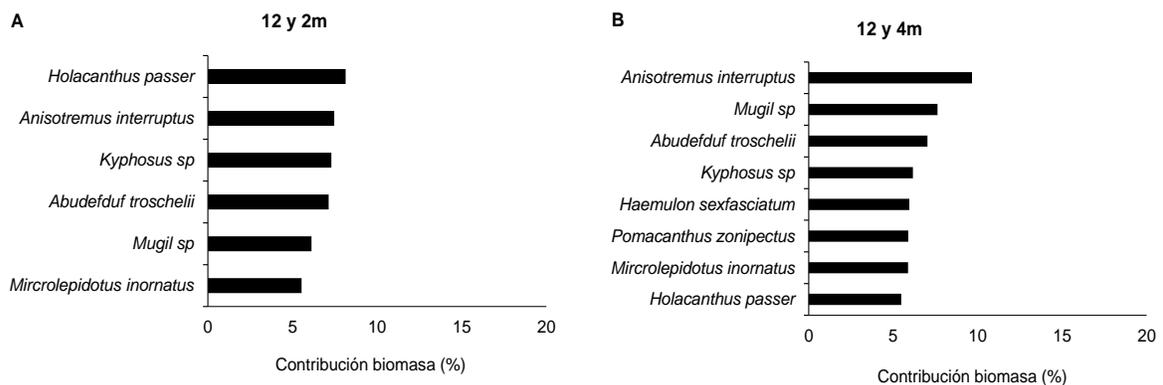


Figura 16. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie, por estrato de profundidad y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.

Se identificaron las especies cuya biomasa presentó la mayor contribución para la disimilitud entre los estratos de profundidad, éstas fueron *Holacanthus passer* con 8.3% entre los estratos de 12 y dos metros; *Anisostremus interruptus* fue la especie que presentó el mayor porcentaje de disimilitud en tres estratos (entre los 12 y cuatro metros; dos y siete metros y entre cuatro y siete metros (9.6%, 8.28% y 11.14%, respectivamente) *Microlepidotus inornatus* tuvo porcentajes altos entre los estratos de dos y cuatros metros y 12 y siete metros (12.7 y 16.6% respectivamente) (Fig. 17).



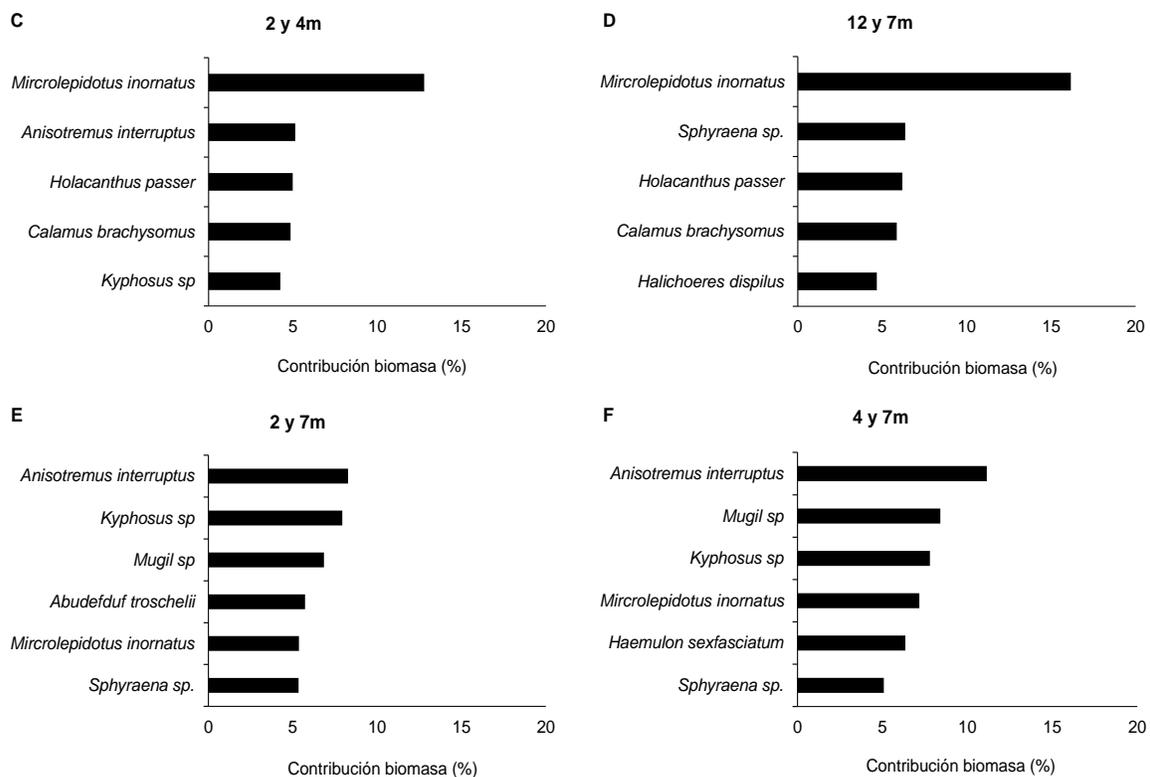


Figura 17. Diagrama de agrupamiento construido a partir de la biomasa por especie, por estrato de profundidad y por campaña de muestreo en el muelle El Boleo.

7.2 Gremio alimenticio

De las 51 especies registradas, el grupo de los carnívoros fue el más numeroso con 34, seguido por los omnívoros con 12. Por su parte las categorías de herbívoros y planctófagos sólo presentaron dos y los detritívoros estuvieron representados por una sola especie, *Mugil sp.* (Fig. 18).

Los omnívoros fueron los más abundantes con 10,978 individuos, seguido por los carnívoros (Anexo: Tabla J). Así mismo, los planctófagos también presentaron abundancias altas, lo que se relaciona con la presencia de especies formadoras de cardúmenes, como *Chromis atrilobata*, que formó grupos de hasta 1,162 individuos. Caso contrario fue el de los herbívoros, con especies como *Prionurus punctatus*, que sólo presentó un individuo (Anexo: Tabla H).

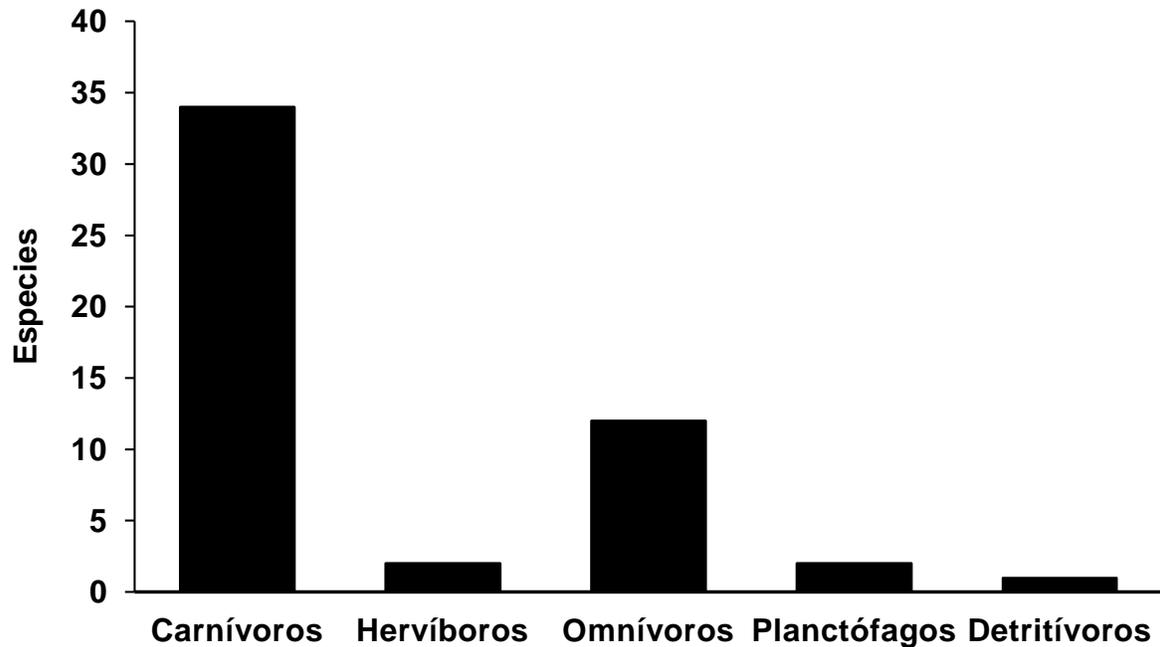


Figura 5. Número de especies registradas de acuerdo con su tipo de alimentación.

El grupo de los carnívoros siempre estuvo presente en los cuatro estratos de profundidad durante el período analizado. En las tres campañas de muestreo, el estrato de dos metros fue en el que se presentó la mayor cantidad de especies por tipos de alimentación, siendo los omnívoros el que presentó mayor riqueza (Fig. 19).

Las especies carnívoras fueron las más frecuentes en el área de estudio en todas las campañas de muestreo, seguidas por las omnívoras. En la ZC fue donde se registró el mayor número de grupos según su tipo de alimentación, mientras que la ZS tuvo el menor valor (Fig. 20).

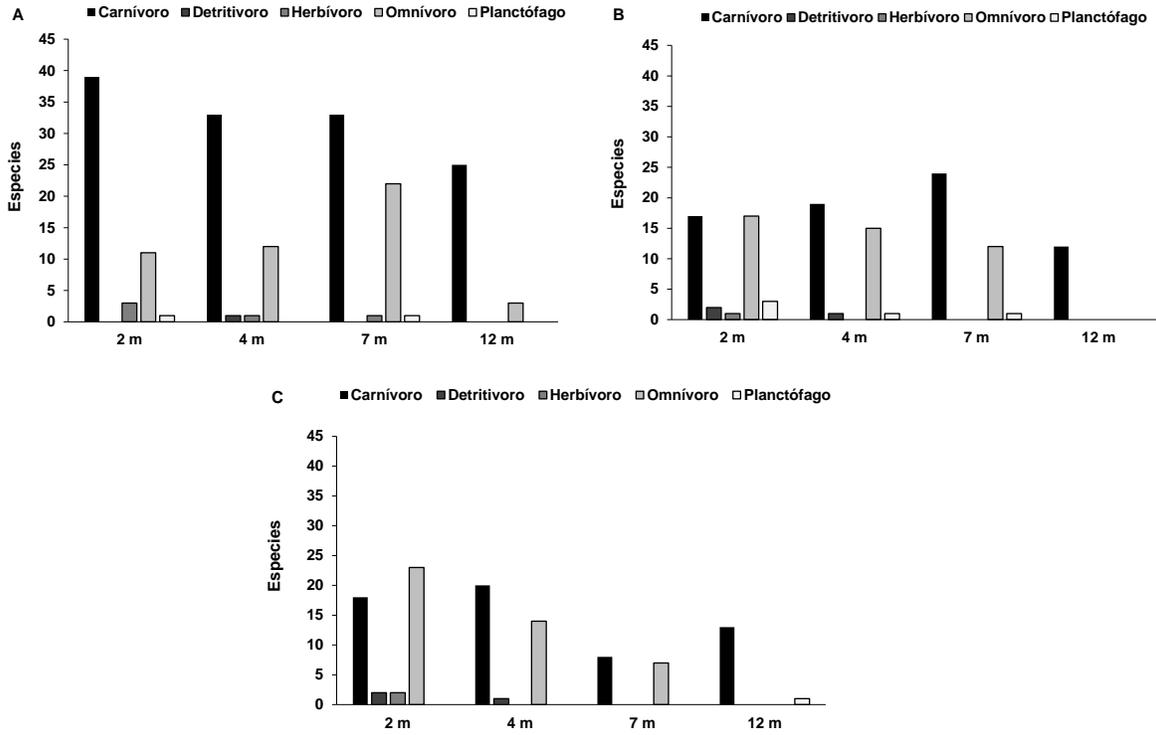


Figura 69. Riqueza de especies por tipo de alimentación por campaña de muestreo A) julio 2014, B) diciembre 2014 y C) abril 2015 y por estrato de profundidad.

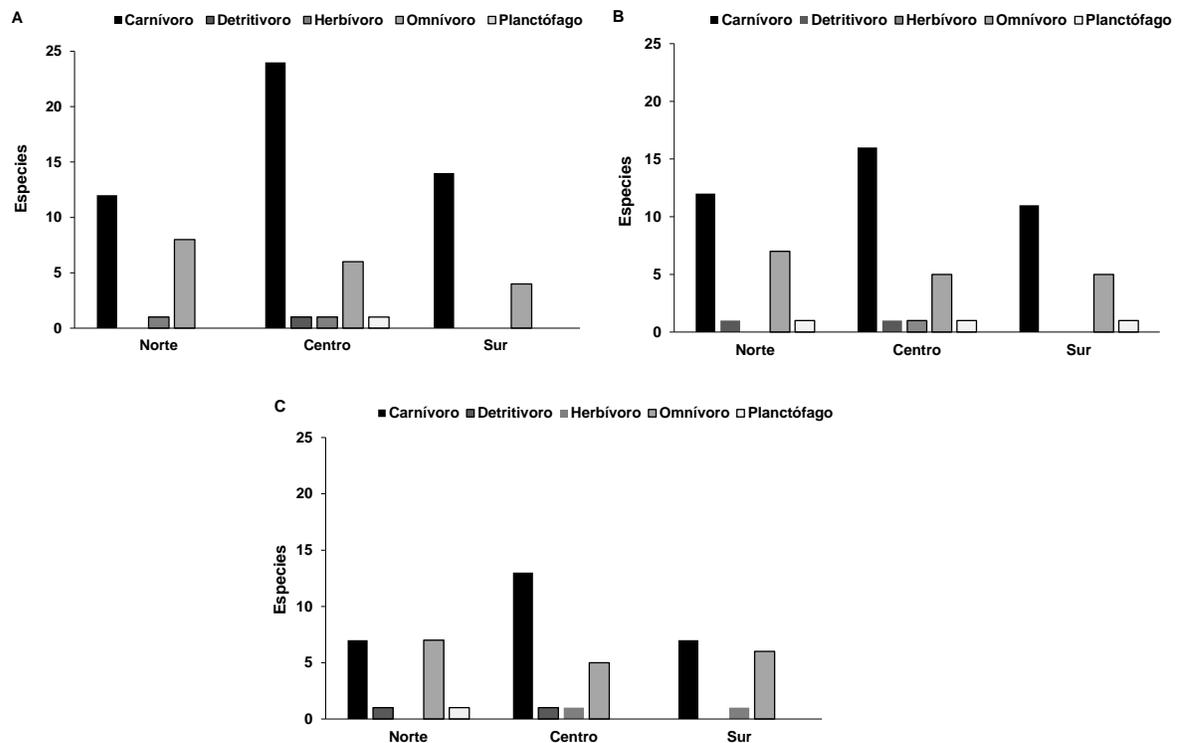


Figura 7. Riqueza de especies por tipo de alimentación por: campaña de muestreo A) julio 2014, B) diciembre 2014 y C) abril 2015 y por zona.

Se obtuvieron los datos de biomasa por zona para cada grupo de acuerdo a su tipo de alimentación. Se observó que los valores más altos de biomasa siempre fueron en la ZC, aunque varió la composición trófica entre meses. En julio, el valor de la biomasa más alto fue el de los carnívoros, debido a la presencia de especies de talla >30 cm como *Bodianus diplotaena*, *Mycteroperca prionura* y *Lutjanus novemfasciatus* (Anexo: Tabla E). Por su parte, en el mes de diciembre, dominaron los omnívoros, representados por especies como *Mircrolepidotus inornatus*, *Haemulon steindachneri*, *Holacanthus passer* y *Kyphosus sp.*, excepto por la especie carnívora barracuda *Sphyraena sp.* con un cardumen de 200 individuos (Anexo: Tabla B). De manera general, en abril disminuyeron los valores de biomasa, aunque los omnívoros siguieron siendo el grupo con los valores más altos (Fig. 21).

En el caso de los detritívoros, éstos tuvieron alta representación en las campañas de julio y diciembre, debido a la presencia del género *Mugil sp.*, cuya biomasa fue mayor en comparación con los herbívoros y planctófagos (Fig. 21).

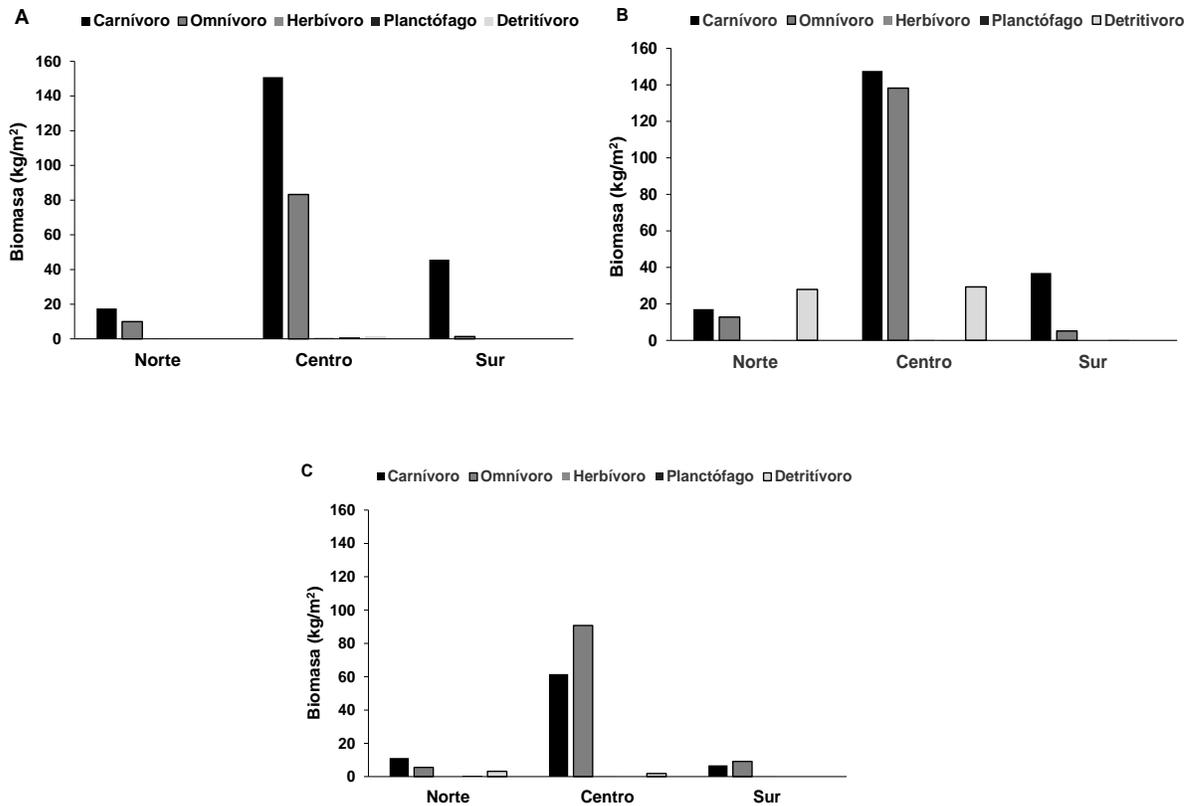


Figura 8. Biomasa estimada por tipo de alimentación en las tres zonas estudio por campaña de muestreo: A) Julio 2014, B) Diciembre 2014 y C) Abril 2015.

Los estratos de profundidad presentaron diferentes valores de riqueza y biomasa entre sí. La riqueza de especies fue mayor en el estrato de dos metros con 34 especies, descendiendo hasta 20 especies en el estrato de 12 metros. Lo mismo con los valores de biomasa, en el estrato más somero fue de 1.91 kg/m² y disminuyó a 0.45 kg/m² en el estrato más profundo (Fig. 22).

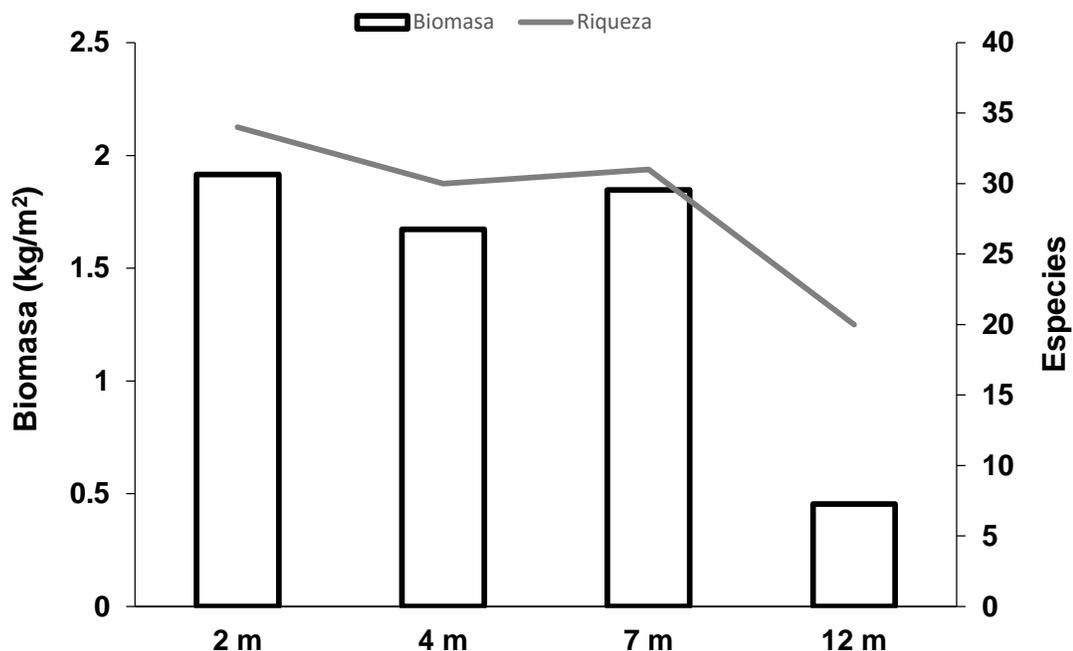


Figura 9. Biomasa (columna) y riqueza de especies (línea) por estrato de profundidad.

7.3 Índice de complejidad

7.3.1 Tipo de Sustrato

Se identificaron tres tipos de sustrato a lo largo del área de estudio: arena, canto rodado y roca. En las ZN y ZS, la arena y el canto rodado se encontraron en proporciones muy parecidas (49% y 50%, respectivamente), mientras que en la ZC estuvieron presentes los tres tipos de sustrato (arena 63%; canto rodado 13% y roca 24%). En esta zona, a los dos metros es notable la presencia de grandes rocas que actúan como soporte del muelle, aumentando la complejidad del sistema en cuanto a diversidad de hábitat se refiere.

7.3.2 Índice de Rugosidad

Se calculó el índice de rugosidad para los cuatro estratos de profundidad, donde se obtuvo el valor más alto para el estrato de dos metros. Aquí predominaron las rocas (mayores a 1 m de diámetro), mientras que el valor más bajo fue en el estrato de 12 m, dominando la arena. En los estratos de cuatro y siete metros se obtuvieron valores

intermedios (0.24 y 0.16 respectivamente) de rugosidad; cabe mencionar que en el estrato de siete metros se observó una zona de transición de sustrato de canto rodado a arena.

7.3.3 Porcentaje de Área

El estrato que tuvo una menor área fue el de dos metros con 46 m², mientras que el estrato más profundo registró un área de 1,640 m², debido a que después de los cuatro metros el declive de la pendiente aumenta. Al área total se le sumó la superficie sumergida de los pilotes. La distribución de 180 pilotes a lo largo del muelle no es homogénea, el estrato de dos metros tiene dos pilotes, el de cuatro metros tiene 22, el de los siete metros con 38 y el de los 12 metros cuenta con 116 pilotes.

Se calculó el índice del tipo de hábitat, índice de rugosidad y el índice de área para cada estrato de profundidad de la ZC, ya que es donde se encuentra la estructura física del muelle. La suma de estos tres índices nos dio como resultado el índice de complejidad. Los índices de sustrato y rugosidad obtuvieron los valores más altos para el estrato de dos metros (0.4 y 0.580 respectivamente), y los valores más bajos fueron para el estrato de 12 metros (0.1 en sustrato y 0.03 en rugosidad). En contraparte, el índice de área presentó el valor más bajo en el estrato más somero (0.008) y el más alto en el estrato más profundo (0.601) (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de tipo de hábitat (TH), índice de rugosidad (IR), área total e índice de complejidad (ICAA) de la zona centro del muelle por estrato de profundidad.

Estrato	% TH	%IR	%Área	ICAA
2 m	0.4	0.580	0.008	0.329
4 m	0.3	0.240	0.097	0.212
7 m	0.2	0.160	0.292	0.217
12 m	0.1	0.030	0.601	0.244

El índice de complejidad fue más alto para el estrato de dos metros (0.33), debido a que el porcentaje de área fue menor y el tipo de sustrato predominante fue roca. A los 12 metros se obtuvo un valor medio en el índice de complejidad (0.24), ya que es el área más grande, con el mayor número de pilotes y donde solo se identificó arena. En los estratos de cuatro y siete metros se calculó un ICCA = 0.21 (Fig. 23) que fue el valor más bajo, a pesar de que el área del estrato de los siete metros es más grande; en ambos predominó el canto rodado.

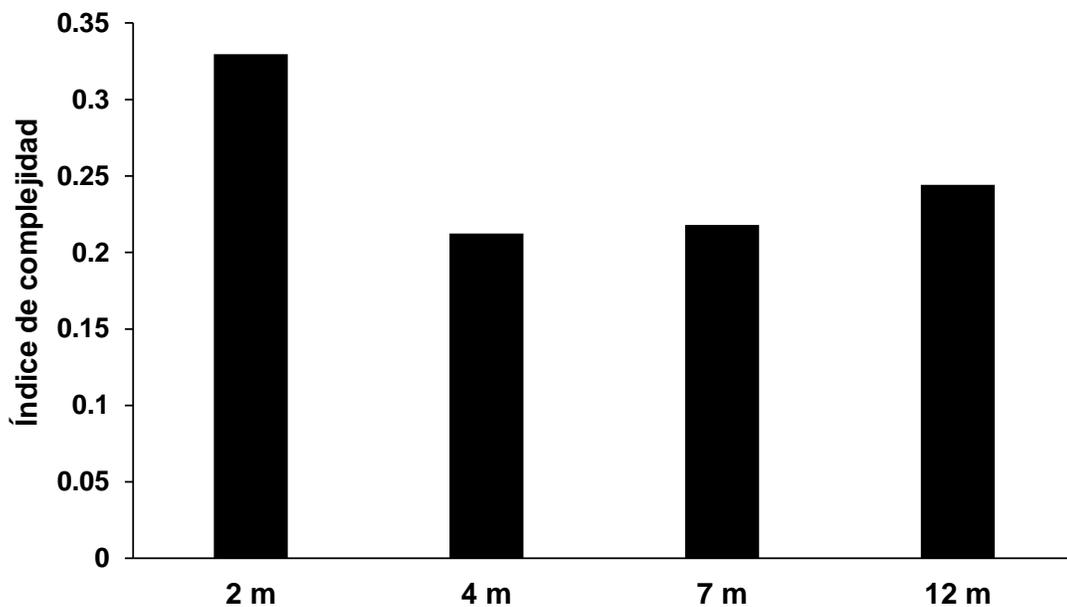


Figura 23. Índice de complejidad por estrato de profundidad.

7.4 Biomasa existente en la zona centro

Al extrapolar la biomasa de cada estrato al área de sombra calculada debajo de la estructura (120 m^2), se obtuvo el número máximo de individuos en el área debajo del muelle. La biomasa promedio mostró diferencias por estrato de profundidad (KW, $H_{(3,70)} = 9.092$, $p = 0.0281$). El valor de biomasa fue mayor para la profundidad de dos metros con $17.77 \pm 4.91 \text{ kg}/120\text{m}^2$ y menor para los doce metros con $4.56 \pm 1.49 \text{ kg}/120\text{m}^2$ (Fig. 24), quienes marcaron las diferencias. Esto indica que hay una mayor biomasa en el estrato de dos metros que en el de 12 metros.

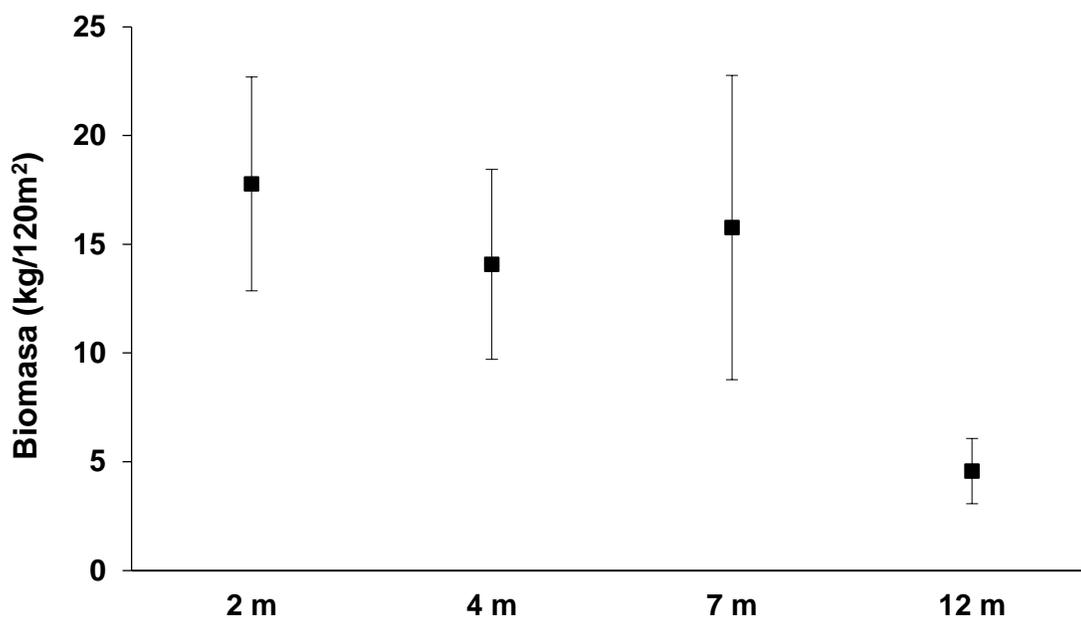


Figura 24. Biomasa promedio y desviación estándar por estrato de profundidad en la zona centro.

Se realizaron los cálculos del área total de cada estrato y la biomasa por transecto y la total del área para obtener el cálculo de la biomasa existente en el área del muelle. El estrato de dos metros fue el de menor área (46 m²) sin embargo obtuvo mayores valores de biomasa, a diferencia del estrato de 12 metros, con los valores más bajos y que cuenta con un área mayor (1,640 m²) (Tabla 4).

Tabla 4. Cálculo de la biomasa por zona, por campaña de muestreo y por estrato de profundidad, así como la estimación del área del muelle.

	Estrato (m)	Área total (m²)	Biomasa/ transecto (kg/120 m²)	Biomasa total	Biomasa (Kg/m²)
Campaña Julio 2014	2	46	10.983	4.232	0.092
	4	414	3.143	10.764	0.026
	7	1245	7.685	79.680	0.064
	12	1640	4.159	57.400	0.035
Campaña Diciembre 2014	2	46	7.556	2.898	0.063
	4	414	12.302	42.228	0.102
	7	1245	14.310	148.155	0.119
	12	1640	0.448	4.920	0.003
Campaña Abril 2015	2	46	6.643	2.530	0.055
	4	414	5.673	19.458	0.047
	7	1245	1.664	17.430	0.014
	12	1640	1.866	26.240	0.016

El 54% de los peces se observaron asociados al fondo, mientras que el 46% de las especies presentes se consideran asociadas a la columna de agua. Adicionalmente, en el mes de diciembre se registró un 33% de especies de afinidad pelágica, lo que se atribuye al cardumen de barracudas *Sphyraena sp.* que sólo se presentó en esta campaña de muestreo (Anexo:Tabla C).

8. Discusión

En general, los ensamblajes de peces arrecifales presentan una alta variabilidad en abundancia, riqueza y diversidad (Sale, 2015). En este caso los atributos comunitarios de abundancia y riqueza que se utilizaron para la caracterización de los ensamblajes nos permitieron diferenciar entre las tres zonas en las que se dividió el área de estudio. Los valores más altos de abundancia y riqueza se detectaron en la ZC, debajo del muelle y fueron estadísticamente diferentes entre las zonas. Es posible que la sombra junto con la complejidad estructural que genera el muelle, parecen tener una influencia directa sobre estos indicadores. Así mismo, en el estudio que realizaron Bayle y colaboradores (2001) concluyeron que el arrecife funcionaba como una estructura de atracción de organismos adultos.

Desde la década de los años 1960's se sabe que los peces se asocian a todo tipo de estructuras artificiales, utilizándolos como refugio y protección; donde los depredadores buscan presas debajo de dichas estructuras. Además, pueden utilizar el sustrato para propósitos de reproducción (Hunter & Mitchell, 1967, 1968); y se han observado agregaciones de juveniles y adultos de especies tanto arrecifales como pelágicas (Riera *et al.*, 1999; Addis *et al.*, 2006). Algunas especies son atraídas por la naturaleza sólida de las estructuras (Andaloro *et al.*, 2011). Las estructuras artificiales pueden ser utilizadas por los peces con el fin de orientarse o navegar, sin obtener directamente alimento o refugio (Bohnsack & Sutherland, 1985), incluso se utilizan como estación de limpieza (Gooding & Magnuson, 1967). En El Boleo se observó que la sombra del muelle juega un papel importante como protección para los organismos. Se ha observado que los peces suelen moverse hacia zonas de sombra, porque así pueden ver mejor las zonas circundantes iluminadas (Bohnsack & Sutherland, 1985); por ejemplo, la sombra de la estructura hace que el zooplancton sea más visible para los peces (Gooding & Magnuson, 1967). Peces con coloraciones oscuras suelen permanecer cercanos a los objetos que dan sombra, para pasar desapercibidos a los depredadores o a las presas, mientras que los de coloración clara reflejan la luz haciéndolos más visibles (Denton & Nicol, 1965; Lythgoe, 1968). Este efecto,

denominado de “espejo”, está asociado con la compresión lateral de los organismos (Lagler *et al.*, 1984), los peces con cuerpos esbeltos reflejan de manera más intensa la luz horizontal (Helfman, 1981), lo cual no ocurre bajo la sombra.

En el área de estudio, solo la ZC presentó sombra, debido a la estructura del muelle (Fig. 3), dado que el muelle tiene un área de 3,771.96 m² (MIA Proyecto 09027, 2009), puede considerarse una sombra de gran tamaño. Cabe mencionar que entre las familias de peces con efecto espejo que se registraron en la zona centro, identificamos principalmente a la familia Haemulidae, a la que pertenece la especie más abundante de este estudio, *Microlepidotus inornatus* (Fig. 5).

La mayoría de las variables analizadas presentaron los valores más altos en la ZC, como la abundancia (Fig. 6), riqueza (Fig. 7), biomasa (Fig. 12) y gremio alimenticio. Sin embargo, la sombra por sí sola no explica todos los resultados, ya que la diversidad y equidad, no presentaron diferencias entre las zonas (Fig. 9).

Hay que recordar que en este estudio, la complejidad se refiere a la combinación del tamaño de la estructura física y número de pilotes que la componen, la sombra que produce y el tipo de sustrato presente en el fondo del muelle. Se sabe que las áreas que tienen mayor complejidad, presentan una biota asociada más diversa y abundante (Rilov & Benayahu, 2000; Álvarez-Philip, 2004; Delgadillo-Garzón & García, 2009; Andaloro *et al.*, 2011). Se ha demostrado que los peces colonizan rápidamente las estructuras artificiales, incluso después de pocas horas de su deposición, principalmente adultos y sub adultos (Walsh, 1985; Bohnsack, 1989). La complejidad del hábitat provee refugio contra depredadores y favorece el asentamiento de las algas, lo que ocasiona un incremento en especies herbívoras y la presencia de invertebrados (Martin-Smith, 1993; Gratwicke & Speight, 2005; Álvarez Filip *et al.*, 2009) de los cuales se alimentan muchos peces. Entre más compleja sea la estructura que presenta el fondo será mayor el número de oquedades y sustratos potenciales para refugio y reproducción. La pérdida de complejidad estructural puede ocasionar que la diversidad disminuya, en particular para peces de hábitos especialistas (Álvarez Filip *et al.*, 2009). A mayor heterogeneidad estructural del hábitat, mayor abundancia y riqueza de peces (Arreola-Robles & Elorduy-Garay, 2002; Galván-Villa *et al.*, 2010; Carr & Hixon, 2011).

Una característica del muelle, que agrega complejidad a la estructura, es la presencia de los pilotes que la sostienen. Estas estructuras, al extenderse a lo largo de la columna de agua, no sólo influyen en la abundancia, también en la presencia de peces asociados al fondo, de media agua e incluso de mar abierto. Para este último caso tenemos como ejemplo la barracuda, que pertenece al género *Sphyraena sp.*, registrada solo en la campaña de diciembre del 2014 (Fig. 5, Anexo: Tabla C). Lo que llama la atención es que al no ser una especie típicamente arrecifal y ser transitoria, es posible que se acercara al muelle en busca de alimento. Moffitt y colaboradores (1989) y Molles (1978) reportaron que el tamaño y la altura de las estructuras artificiales es importante para atraer especies en tránsito, muchas de las cuales son depredadores, lo que puede tener un impacto importante en la estructura comunitaria. Esto puede provocar variaciones a lo largo de las épocas, ya que puede incrementar la variabilidad de datos como la abundancia (Rountree, 1990). En este estudio se observó que el ICCA, la ZC y el estrato de 2 m, tuvieron una influencia fuerte en la abundancia y la distribución de las especies (Fig. 6, Tabla 3).

El rayadillo, *Microlepidotus inornatus*, especie que se encuentra tanto en arrecifes como en fondos arenosos (Villegas-Sánchez *et al.*, 2009) y que se ha registrado como una especie arrecifal dominante en lugares como Loreto (Campos-Dávila *et al.*, 2005), fue la más abundante registrada en el muelle. Parece preferir la estructura del muelle como protección, ya que se encontró con mayor frecuencia en la ZC que en las ZN y ZS. Es de hábitos omnívoros y costeros que se asocia a arrecifes (Robertson & Allen, 2015), y al tener una alimentación generalista, puede encontrar alimento todo el año, por lo que su presencia no se considera rara.

El mulegino, *Abudefduf troschelii*, es una especie común y dominante en los arrecifes rocosos del Golfo de California, tanto en época cálida como en fría (Campos-Dávila *et al.*, 2005; Fernández-Rivera Melo, 2006; Villegas-Sánchez *et al.*, 2009; Barjau *et al.*, 2011). En el muelle, se le encontró usualmente cerca de la superficie o a media agua, observándose en prácticamente en todas las zonas, campañas de muestreo y estratos de profundidad. Fue el segundo lugar de abundancia (Fig. 5) y se considera omnívora (Robertson & Allen, 2015). Cabe mencionar que en este trabajo se

encontraron tallas pequeñas (5 cm) en la parte más somera de las ZN y ZS, pero no en la ZC. En las ZN y ZS predominaron los cantos rodados de pequeñas dimensiones, mientras que en el centro, predominaron rocas de mayor tamaño. Los muleginos suelen construir nidos sobre la superficie de las rocas (Thomson *et al.*, 2000), lo que podría explicar la presencia de estos juveniles en estas zonas. Se ha sugerido que las oquedades o pequeños agujeros para refugiarse ayudan de manera importante a la supervivencia de juveniles (Beets, 1989; Bohnsack *et al.*, 1994; Pickering & Whitmarsh, 1997). De acuerdo con Carr & Hixon (1997) los fondos rocosos tienen potencial reproductivo, ya que aportan refugio para la puesta. Se encuentran y sobreviven más reclutas en estructuras de tamaño pequeño y mayor complejidad que en las grandes (Bayle *et al.*, 2001). Es posible que esta especie se vea atraída por la complejidad del sustrato, en particular recovecos que puede utilizar para reproducción.

Otra especie identificada en el área de estudio, fue la damisela de Cortés *Stegastes rectrifaenum*, que apareció en las tres zonas, tanto adultos como juveniles y en todas las campañas de muestreo; es una especie territorialista que defiende su área contra todo invasor. En particular, compete con el mulegino (Pérez España, *et al.*, 1996) por el espacio en las zonas someras del muelle, donde ya se indicó que predominan cantos rodados que utilizan como refugio para hacer sus nidos (Thomson *et al.*, 2000). La damisela de Cortés, al igual que el mulegino, parece tener mayor preferencia por la complejidad del sustrato.

El cochito o *Balistes polylepis* fue la tercera especie más abundante y se presentó en las tres campañas de muestreo, todas las zonas y estratos de profundidad. Esta especie es carnívora en los ambientes arrecifales rocosos donde se considera como un depredador residente, se puede encontrar asociado al fondo como a media agua (Robertson & Allen, 2015). Esta especie representa un recurso económico importante. Es posible que el cochito esté en el área de estudio para alimentarse, y no parece afectarle ni la complejidad del sustrato ni la estructura del muelle.

Respecto a la riqueza, el número de especies registradas en este estudio fue similar a lo reportado para arrecifes rocosos del Golfo de California. Campos-Dávila y colaboradores (2005), registraron 66 especies en el Parque Nacional de Loreto; Pérez-

España y colaboradores (1996) registraron 86 especies en Bahía de la Paz. Aburto-Oropeza & Balart (2001) y Arreola-Robles & Elorduy-Garay (2002) reportaron en Isla Espíritu Santo, 102 y 88 especies respectivamente. En el muelle El Boleo se observaron 51 especies, considerando la fauna registrada en los estudios antes mencionados, el muelle del Boleo concentra un porcentaje importante de especies arrecifales. En particular para el golfo, de las 800 especies registradas, 271 son peces arrecifales, de las cuales el 14% se encuentra presente en el muelle El Boleo. Castro Aguirre y colaboradores (1995) y Thomson (1979), consideran al golfo como una zona con alta diversidad de peces, no solo por su gran variedad de hábitats, sino también por la compleja historia geológica y oceanográfica de la región, diversidad que también se ve influenciada por los cambios drásticos de temperaturas en el Golfo de California. De acuerdo con lo anterior, podemos considerar al muelle El Boleo como un sitio con alta diversidad y riqueza de especies gracias a su complejidad, a pesar de ser un área relativamente pequeña.

Se ha observado que las estructuras artificiales atraen a peces de diferente talla, dependiendo del tamaño y el volumen de éstas (Rosales *et al.*, 2010). El muelle El Boleo concentró en su mayoría organismos dentro del intervalo de 10 y 15 cm de longitud total, que se consideraron como adultos, con un máximo de 68 cm, mientras que los más pequeños tuvieron una talla de 2.5 cm y se consideraron juveniles. En la parte somera del muelle se detectó la presencia de algunos individuos jóvenes de las familias Scaridae, Haemulidae y Pomacentridae; a esta última pertenece *Abudefduf troscheli*, una de las especies más abundantes en el área. El estrato de dos metros está conformado por roca y cantos rodados, así como la cobertura de algas más elevada, lo que puede favorecer la presencia de juveniles. En la ZC, en el estrato de dos metros, la especie que presentó la talla más grande fue la morena verde *Gymnothorax castaneus*, que es carnívora. Quizá esto se pueda explicar por la presencia de grandes rocas donde puede esconderse. Al parecer esta especie tiene preferencia por la complejidad y la sombra del muelle, ya que apareció con mayor frecuencia en la ZC y en el estrato con mayor índice de complejidad. Se puede considerar como una especie esporádica ya que no estuvo presente en todo el período de estudio.

El conocer el tipo de alimentación y saber cuántos de estos grupos tróficos están presentes en el muelle El Boleo nos permite ver como se comporta la ictiofauna que se asocia a esta estructura artificial. Esto es relevante, ya que un gremio dominante es capaz de modificar la distribución y abundancia de otras especies en el sistema, como es el caso de los carnívoros. En general, en el muelle fueron más abundantes las especies con hábitos carnívoros, seguidos por omnívoros, herbívoros, planctófagos y los detritívoros con solo una (Fig. 18). A pesar de que hubo más carnívoros, los omnívoros estuvieron presentes en todas las campañas de muestreo, lo cual puede explicarse ya que estos pueden encontrar alimento todo el año, mientras que el resto de los gremios dependen de la disponibilidad y estacionalidad de su alimento.

La presencia de los herbívoros (*Prionurus punctatus* y *Nicholsina denticulata*) estuvo relacionada con la presencia de algas cafés, rojas y verdes (Phaeophyta, Rhodophyta y Chlorophyta, respectivamente), en particular en la campaña de julio de 2014, cuando se observaron asociadas a los estratos de 2 y 4 m de profundidad, independientemente de las zonas. No se observaron macroalgas a partir del estrato de 4 m y hasta los 12 m, ni en el resto de las campañas de muestreo, lo cual parece ser común para estas macroalgas (Espinosa-Avalos, 1993) y se ha observado que la herbivoría es más común en hábitats templados que en los tropicales (Helfman *et al.*, 2009).

El patrón de dominancia de carnívoros-omnívoros-herbívoros se ha observado en los ensamblajes de peces de zonas arrecifales del Golfo de California y del Pacífico Mexicano (Álvarez-Filip & Reyes-Bonilla, 2006; Moreno-Sánchez, 2009; Aparicio-Cid, 2014). Sin embargo, hay que tomar en cuenta que estos estudios se realizaron en lugares protegidos donde no se pesca, como el caso del muelle.

La ZC del muelle fue la que concentró mayor número de individuos por tipo de alimentación y también presentó los valores más altos de biomasa, lo que sigue reflejando que la estructura tiene una fuerte influencia sobre la ictiofauna asociada al muelle.

En el caso del gremio de los carnívoros, se obtuvo la mayor riqueza de especies, sin embargo, entre las campañas de muestreo no siempre fueron las mismas (Anexo:

Tabla A). Se sabe que los peces, al desplazarse constantemente de un lugar a otro, especialmente entre arrecifes naturales y artificiales, pueden ocasionar variaciones en la riqueza, distribución y abundancia de las especies locales y residentes (Walsh, 1985).

La ictiofauna asociada al muelle del Boleo parece estarse consolidando como una comunidad arrecifal, ya que podemos encontrar especies con abundancias importantes, una diversidad alta en proporción al tamaño del área y la presencia de individuos juveniles que indican un posible uso reproductivo en áreas cercanas. Puede considerarse como una estructura atractora de biomasa más que productora. Un arrecife tradicional se considera un productor de biomasa, ya que actúa como reservorios de adultos reproductores y exportadores de larvas hacia otros sitios. Por otra parte, un atractor de biomasa posee en su mayoría organismos adultos, hay poca evidencia de reproducción y hay muchas especies en tránsito (Grossman *et al.*, 1997; Rosales *et al.*, 2010). Conocer la abundancia, supervivencia, movimiento y talla, ayuda a distinguir entre atracción y producción (Brinckhill *et al.*, 2005). También se deben tener en consideración las condiciones tróficas y heterogeneidad espacial.

La abundancia de los peces que se encuentran alrededor de arrecifes naturales o estructuras artificiales varía por diferentes periodos, dependiendo de la edad, la época reproductiva, las características y localización del arrecife (Bohnsack & Sutherland, 1985). Algunos autores lo asocian con una mayor disponibilidad de alimento, por ejemplo, con el incremento de organismos bentónicos y macroalgas de los que se pudiesen estarse alimentando los peces (Pickering & Whitmarsh, 1997).

Por lo tanto, determinar si el muelle El Boleo se comporta como productor o captador de biomasa es difícil. Sin embargo, algunos indicadores nos sugieren que está funcionando como atractor que no contribuye con el incremento de la producción total del sistema. Simplemente se produce una redistribución de peces (Osenberg *et al.*, 2002), como la presencia de especies en tránsito, organismos adultos y una alta predominancia de omnívoros. Por otro lado, la presencia de juveniles de talla pequeña parece indicar que algunas de las especies se están empezando a reproducir en el área o cerca de ella (familias Haemulidae, Scaridae, Anexo: Tabla I). Con esto se puede

pensar que en un futuro el muelle pueda consolidarse y empezar a funcionar como un exportador de biomasa.

Podemos concluir que El muelle El Boleo funciona como una estructura donde se agregan los peces y conforman una comunidad relativamente bien establecida, con especies de abundancias importantes, una diversidad alta en proporción al tamaño del área y presencia de juveniles que indican un posible uso reproductivo en el área o zonas cercanas.

9. Conclusiones

La estructura del muelle El Boleo, junto con la complejidad del hábitat y la profundidad, tienen un efecto en la presencia de peces.

La ZC presentó diferencias en los atributos comunitarios de abundancia, riqueza y biomasa, siendo mayores respecto a las zonas adyacentes.

Las especies más abundantes fueron *Mircrolepidotus inornatus*, *Abudefduf troschelii* y *Balistes polylepis*.

Los organismos de hábitos carnívoros presentaron el mayor número de especies, mientras que los más abundantes fueron los omnívoros.

La comunidad de peces es similar a la registrada en arrecifes rocosos a lo largo del Golfo de California.

El muelle funciona como un atractor, principalmente de peces arrecifales.

10. Literatura citada

- Abitia-Cárdenas, L.A., Rodríguez-Romero, J., & Galván-Magaña, F. 1990. Observaciones tróficas de tres especies de peces de importancia comercial de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Inv. Mar. CICIMAR*. 5 (1): 55-61.
- Aburto-Oropeza, O. & E.F. Balart. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Marine Ecology*, 22 (4): 283-305.
- Addis, P., Cau, A., Massutí, E., Merella, P., Sinopoli, M. & F. Andaloro. 2006. Spatial and temporal changes in the assemblage structure of fishes associated to fish aggregation devices in the Western Mediterranean. *Aquatic Living Resources* 19, 149–160.
- Allen G. & R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. University of Hawaii Press. Honolulu. 327 p.
- Álvarez-Borrego, S. & R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: Case, T. J., Cody, M.L. y Ezcurra, E. (eds.) *Island biogeography in the Sea of Cortez*. Editorial University of California Press. Primera Edición. California. 508:26-30
- Álvarez-Filip, F. 2004. *Influencia del Hábitat Sobre las Asociaciones de Peces en el Arrecife Coralino de Cabo Pulmo, BCS*. México. Tesis de Maestría, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Ensenada, BCS, México. 102 p.
- Álvarez-Filip, L. & H. Reyes-Bonilla. 2006. Comparison of community structure and functional diversity of fishes at Cabo Pulmo coral reef, Western Mexico between 1987 and 2003. Pp: 216-225 In: Suzuki Y. (Ed.), *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*. Okinawa, Japan.
- Álvarez-Filip, L., Dulvy, N.K., Gill, J.A., Côté, I.M. & A. R. Watkinson. 2009. Flattening of Caribbean coral reefs: region-wide declines in architectural complexity. *Proc. R. Soc. B* 276, 3019–3025.

- Andaloro F., Castriota, L., Ferraro, M.; Romeo, T., G. Sarà & P. Consoli. 2011. Evaluación de las comunidades de peces asociadas con plataformas gaseras: Evidencia de una técnica de censos visuales y estudios pesqueros experimentales. *Ciencias Marinas*. 37 (1): 1-9.
- Aparicio-Cid, C. 2014. Diversidad morfológica de peces arrecifales del Pacífico mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. 96 p.
- Arreola-Robles, J.L. & J.F Elorduy-Garay. 2002. Reef fish diversity in the region of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 70(1): 1-18.
- Barjau, E., Rodríguez-Romero, J., Galván, F., Gutiérrez, F. & J. López .2012. Estructura temporal y espacial de la comunidad de peces arrecifales de la Isla San José, Golfo de California, México. *Revista Biología Tropical*. 60 (2): 649-667.
- Bayle-Sempere, J.T., Ramos-Esplá, A.A. & J. A. Palazón. 2001. Análisis del efecto producción-atracción sobre la ictiofauna litoral de un arrecife artificial alveolar en la reserva marina de Tabarca (Alicante). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*. 17 (1-2): 73-85.
- Beets, J. 1989. Experimental evaluation of fish recruitment to combinations of fish aggregating devices and benthic artificial reefs. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 973-983.
- Bohnsack, J.A. 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference? *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 631-645.
- Bohnsack, J.A. & D.L. Sutherland. 1985. Artificial reef research: a review with recommendations for future priorities. *Bulletin of Marine Science*, 37(1): 11-39
- Bohnsack, J.A., Harper, D.E., McClellan & D.B. & M. Hulsbeck. 1994. Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Eastern Florida, USA. *Bulletin of Marine Science*, 55 (2-31): 796-823.
- Brower, J. & J. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. WMBrown Company Publishers, USA, 194 p.

- Campos-Dávila L, Cruz-Escalona V.H, Galván-Magaña F, Abitia-Cárdenas A, Gutiérrez-Sánchez F.J. & E.F. Balart. 2005. Fish assemblages in a Gulf of California marine reserve. *Bulletin of Marine Science*, 77: 347-362.
- Carr, M.H & M.A Hixon. 1997. Artificial reefs; the importance of comparisons with natural reefs. *Fisheries*, 22: 28-33.
- Castro-Aguirre, J.L., Balart, E.F & J. Arvizu-Martínez. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 5(1-2): 57-78.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd ed. PRIMER-E, Plymouth. 176 p.
- Clarke, K. R. & R.N. Gorley. 2006. *PRIMER V6: User Manual/Tutorial*. 6th Ed. Plymouth, PRIMER-E.
- Chávez, E.A. & C.R. Beaver. 2007. Peces de los arrecifes. pp 149-161. En Tunnell J. W., Chávez, E.A. & K. Withers. 2007. *Arrecifes coralinos del sur del Golfo de México*. Texas A&M University Press. 350 pp.
- Delgadillo-Garzón, O. & Camilo B. García. 2009. Impacto de dos arrecifes artificiales en la pesca artesanal diurna del Golfo de Morrosquillo, Caribe de Colombia. *Revista Biología Tropical*, 57 (4): 993-1007.
- Denton, E. J. & J. A. C. Nicol. 1965. A reflexion of light by external surfaces of the herring, *Clupea harengus*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 45 (3): 711-738.
- Escalante, F., Valdez-Holguín, J.E., Álvarez-Borrego, S. & J.R. Lara-Lara. 2013. Variación temporal y espacial de temperatura superficial del mar, clorofila a y productividad primaria en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 39(2): 203–215.
- Eschmeyer, W. N. & Fong, J. D. SPECIES BY FAMILY/SUBFAMILY. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>). Electronic version accessed 27 10 2016.

- Espinosa-Avalos, J. 1993. Macroalgas marinas del Golfo de California. pp 328-357 En Biodiversidad Marina y Costera de México. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (eds.). Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México, 865 pp.
- Fernández-Rivera Melo, F. J. 2006. Estructura comunitaria de peces arrecifales en el oeste del Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz. B. C. S. 94 p.
- Fernández-Rivera Melo, F.J.; A. Hernández-Velasco; M. Luna; A. Lejbowicz & A. Sáenz-Arroyo. 2012. Protocolo de monitoreo para reservas marinas del Golfo de California. Comunidad y Biodiversidad A.C. Programa Península de Baja California. La Paz BCS, México. 56 p.
- Fisher, R.L., Rusnak, G.A. & F.P. Shepard. 1964. Submarine topography of Gulf of California. *Memories American Association. Petroleum Geologists*, 3:76-92.
- Froese, R. & D. Pauly. Editors. 2016. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2016).
- Galván-Villa, C.M., Arreola-Robles, J.L., Ríos-Jara E. & F.A. Rodríguez-Zaragoza. 2010. Ensamblajes de peces arrecifales y su relación con el hábitat bentónico de la Isla Isabel, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45 (2): 311-324.
- Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. E. U. A. 416 p.
- Gooding R.M. & Magnuson J.J. 1967. Ecological significance of drifting objects to pelagic fishes. *Pacific Science*, 21: 1-36.
- Granneman, J.E. & M.A. Steele. 2014. Fish growth, reproduction, and tissue production on artificial reefs relative to natural reefs. *ICES Journal of Marine Science*, 71(9): 2494–2504.
- Gratwicke, B. & M. R. Speight. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66: 650–667.

- Grossman, G.D, Jones, G.P. & W. J. Seaman, Jr. 1997. Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. *Special Issue on Artificial Reef Management*, 22 (4):17-23.
- Haddon, M. 2011. *Modeling and Quantitative methods in fisheries*. 2^a Ed. Champ & Hall/CRC, Boca Raton, 465 p.
- Helfman, G.S. 1981. The advantage to fishes of hovering in shade. *Copeia*, 1981 (2): 392-400.
- Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E. & B.W. Bowen. 2009. *The diversity of fishes. Biology, evolution and ecology*. 2^a Ed. Wiley-Blackwell. Malaysia. 737 p.
- Hunter J.R. & C.T. Mitchell. 1967. Association of fishes with flotsam in the offshore water of Central America. *Fishery Bulletin*. 66: 13-29.
- Hunter J.R. & C.T. Mitchell. 1968. Field experiments on the attraction of fish to floating objects. *Journal Du Conseil, Marine Science*, 31: 427-434.
- Kohler, K.E. & S.M. Gill. 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, 32 (9): 1259-1269.
- Krebs, C. J. 2009. *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance*. 6^a Ed. Benjamin Cummings Press. USA. 655 p.
- Lagler, K., Bardach, J., Miller, R. & D. May Passino. 1984. *Ictiología*. México. AGT Editors. 489 p.
- Lythgoe, J. N. 1968. Visual pigments and visual range underwater. *Vision research*, 8(8): 997-1012.
- Luckhurst. E & K. Luckhurst. 1978. Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*, 49: 317-323.

- McCormick, M. I. 1994. Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with tropical reef fish assemblage. *Marine Ecology Progress Series*. 112: 87-96.
- Marks K.W. & K.D. Klomp. 2003. Fish biomass conversion equations. *Atoll Research Bulletin*, 496: 625-628 pp.
- Martin-Smith, K.M. 1993. Abundance of mobile epifauna: the role of habitat complexity and predation by fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 174 (2): 243-260.
- Meza, L. 2009. Los arrecifes naturales y artificiales como una alternativa al cambio climático global. Tesis de maestría. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Ticomán, Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México. 108 p.
- MIA-P Muelle de Transición de Construcción a Operación y Amarradero de Espera Proyecto 09027, Minera y Metalúrgica del Boleo SAPI de C.V., Diciembre 2009, Santa Rosalía, Baja California Sur.
- Moffitt, R.B., Parrish, F.A. & J.J. Polovina. 1989. Community structure, biomass and productivity of deepwater artificial reefs in Hawaii. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 616-630.
- Molles, Jr, M. C. 1978. Fish species diversity on model and natural reef patches: experimental insular biogeography. *Ecological Monographs*, 48: 289–305.
- Moreno-Sánchez, X. G. 2009. Estructura y organización trófica de la ictiofauna del arrecife de los frailes, B.C.S. México Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 161 p.
- Murtaugh, M.P. & L. Hernández. 2014. Inventario de la macro-fauna reclutada sobre sustrato artificial suspendido en Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:402-413.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the World*. 4ª Ed. John Wiley & Sons, Inc. USA. 601 p.

- Osenberg, C.W., St. Mary, C.M, Wilson, J.A. & W.J. Lindberg. 2002. A quantitative framework to evaluate the attraction-production controversy. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S214-S221.
- Pérez-España, H., Galván-Magaña F. & L.A. Abitia-Cárdenas.1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del Suroeste del Golfo de California, México. *Ciencias Marinas* 22(3): 273-294.
- Pickering, H. & D. Whitmarsh. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the 'attraction versus production' debate, the influence of design and its significance for policy. *Fisheries Research*, 31: 39-59.
- Riera, F., Grau, A., Grau, A.M., Pastor, E., Quetglas, A. & S. Pou. 1999. Ichthyofauna associated with drifting floating objects in the Balearic Islands (western Mediterranean). *Scientia Marina*, 63 (3-4): 229-235.
- Rilov, G. & Y. Benayahu. 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology*, 136: 931-942.
- Robertson, D.R. & G.R. Allen. 2015. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. <http://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages>.
- Roden, J. I. & I. Emilson. 1980. Oceanografía física del Golfo de California. Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. *Contribución*, 90: 67 p.
- Rosales, A., Ron, E. & G. Pérez-Castresana. 2010. ¿Atracción o Producción en Hábitats Artificiales? Una Revisión. Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 2-6 p.
- Rountree, R.A. 1990. Community structure of fishes attracted to shallow water fish aggregation devices off South Carolina, U.S. A. *Environmental Biology of Fishes*, 29: 241-262.
- Sale, P.F. 2015. The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press. 374 p.

- Sánchez-Alcántara, I. 2007. Comparación de los peces asociados a un arrecife artificial y uno natural, en isla Espíritu Santo, Bahía de la Paz. B. C. S, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz. B. C. S. 88 p.
- Sánchez-Caballero, C.A.; Borges-Souza, J.M.; G. De La Cruz-Agüero, G., & S.C.A. Fers. 2017. Links between fish community structure and habitat complexity of a rocky reef in the Gulf of California threatened by development: Implications for mitigation measures. *Ocean & Coastal Management* 137: 96-106.
- SEMARNAT. 2004. Manifestación de impacto ambiental Arrecife artificial en la Bahía de San Gabriel, B.C.S. mediante el hundimiento del Ex-Cañonero C-59 "Francisco Márquez". 62 p. <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgira/Docs/documentos/bcs/estudios/2004/03BS2004T0001.pdf>.
- Sistemas Integrales de Gestión Ambiental S.C (SIGEA). 2014. Caracterización de la biota marina asociada a las plataformas petroleras en la SONDA de Campeche. ced/2860/201409220045572860.1er. Reporte. México. 72 p.
- Seaman, W. 2000. Artificial reef evaluation: With application to natural marine habitats. CRC Press. U.S.A. 246 pp.
- Seaman, W. Jr. 2007. Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystems and fisheries. *Hydrobiologia*, 580: 143-155.
- Thomson, D.A., Findley, L.T. & A.N. Kerstitch. 1979. Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Arizona Press. USA. 302 p.
- Thomson, D.A., Findley L. T. & A.N. Kerstitch. 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez. University of Texas Press (Revised Ed.).USA. 353 p.
- Villegas-Sánchez, C.A., Abitia-Cárdenas, L.A., Gutiérrez-Sánchez, F.J. & F. Galván-Magaña. 2009. Rocky-reef fish assemblages at San José Island, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 169-179 pp.
- Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology*, 9(3/4): 123-133 pp.

Walker, S.J., Schlacher, T.A. & M.A. Schlacher-Hoenlinger. 2007. Spatial heterogeneity of epibenthos on artificial reefs: fouling communities in the early stages of colonization on an East Australian shipwreck. *Marine Ecology*, 28: 1-11.

Walsh, W.J. 1985. Reef fish community dynamics on small artificial reefs: the influence of isolation, habitat structure, and biogeography. *Bulletin of Marine Science*, 36(2): 357-376.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs. 672 p.

Anexo

Tabla A. Presencia (*) y ausencia () de las especies encontradas durante las campañas de muestreo.

Especie	jul-14	dic-14	abr-15
<i>Abudefduf troschelii</i>	*	*	*
<i>Alphestes immaculatus</i>	*	*	
<i>Anisotremus interruptus</i>	*	*	*
<i>Apogon pacificus</i>			*
<i>Balistes polylepis</i>	*	*	*
<i>Bodianus diplotaenia</i>	*	*	*
<i>Calamus brachysomus</i>	*	*	*
<i>Caranx caballus</i>	*	*	
<i>Canthigaster punctatissima</i>		*	
<i>Chaenopsis alepidota</i>	*		
<i>Chaetodon humeralis</i>	*	*	
<i>Chromis atrilobata</i>	*	*	
<i>Diodon holocanthus</i>	*	*	*
<i>Fistularia commersonii</i>	*	*	
<i>Girella simplicidens</i>	*		*
<i>Gymnothorax castaneus</i>	*		*
<i>Haemulon maculicauda</i>	*		
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	*	*	*
<i>Haemulon steindachneri</i>	*		
<i>Halichoeres dispilus</i>	*	*	*
<i>Halichoeres nicholsi</i>	*		
<i>Hermosilla azurea</i>	*		
<i>Holacanthus passer</i>	*	*	*
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	*	*	
<i>Kyphosus sp</i>	*	*	*
<i>Lutjanus argentiventris</i>	*	*	
<i>Lutjanus guttatus</i>		*	
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	*		
<i>Microspathodon dorsalis</i>			*
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	*	*	*
<i>Mugil sp</i>	*	*	*
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	*	*	
<i>Muraena lentiginosa</i>		*	
<i>Mycteroperca prionura</i>	*		
<i>Mycteroperca rosacea</i>	*	*	*

Continuación.

Especie	jul-14	dic-14	abr-15
<i>Nicholsina denticulata</i>	*		*
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	*	*	
<i>Pareques viola</i>	*		
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	*	*	
<i>Prionurus punctatus</i>		*	
<i>Scorpaena mystes</i>	*	*	*
<i>Seriola lalandi</i>	*		
<i>Serranus psitacinus</i>	*	*	*
<i>Sphoeroides annulatus</i>		*	
<i>Sphoeroides lobatus</i>	*	*	
<i>Sphyraena sp.</i>		*	
<i>Stegastes flavilatus</i>		*	
<i>Stegastes rectrifraenum</i>	*	*	
<i>Thalassoma lucasanum</i>			*
<i>Urobatis concentricus</i>		*	
<i>Urobatis halleri</i>	*	*	*
Total	40	36	22

Tabla B. Abundancia de las especies encontradas durante la campaña de muestreo de Julio de 2014.

Especie	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
<i>Abudefduf troschelii</i>	0	0	0	122	136	0	320	26	0	122	1	0
<i>Alphestes immaculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0
<i>Anisotremus interruptus</i>	0	0	0	0	0	0	87	0	0	150	0	0
<i>Balistes polylepis</i>	350	3	200	79	53	193	52	8	1	69	30	175
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0	0	0	3	0	2	5	0	0	7	0	0
<i>Calamus brachysomus</i>	26	4	1	4	12	9	8	5	8	2	0	3
<i>Caranx caballus</i>	0	14	0	0	0	0	0	0	0	350	0	0
<i>Chaenopsis alepidota</i>	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetodon humeralis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chromis atrilobata</i>	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100	0	0
<i>Diodon holocanthus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Fistularia commersonii</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Girella simplicidens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0
<i>Gymnothorax castaneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
<i>Haemulon maculicauda</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	22	0	1	80	0	17	36	0	9	46	104	41
<i>Thalassoma lucasanum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Halichoeres dispilus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Halichoeres nicholsi</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hermosilla azurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0
<i>Holacanthus passer</i>	0	0	0	3	1	1	2	0	0	10	0	0
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	0
<i>Kyphosus sp</i>	1	0	0	29	0	0	1	0	0	15	0	0
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	0	7	0	0
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0	0	0	445	246	1	0	0	0	350	0	0
<i>Mugil sp</i>	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca prionura</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11	0	0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	1	0	0	9	0	4	27	8	1	5	0	4
<i>Nicholsina denticulata</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	34	0
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	3	0	6	0	0	2	1	1	2	1	3	0
<i>Pareques viola</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0	0	0	1	2	0	0	1	0	3	0	0
<i>Scorpaena mystes</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Seriola lalandi</i>	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serranus psitacinus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Stegastes rectrifaeum</i>	1	0	0	11	7	4	1	2	4	0	5	6
<i>Urobatis halleri</i>	1	6	0	5	3	3	1	3	1	5	0	0

Tabla C. Abundancia de las especies encontradas durante la campaña de muestreo de Diciembre de 2014

Especie	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
<i>Abudefduf troschelii</i>	0	0	0	25	0	0	54	10	0	327	0	250
<i>Alphestes immaculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Anisotremus interruptus</i>	0	0	0	0	0	0	64	0	0	125	0	0
<i>Balistes polylepis</i>	0	0	0	8	0	5	1	0	50	9	1	0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0
<i>Calamus brachysomus</i>	4	0	0	4	8	19	0	7	34	0	0	1
<i>Caranx caballus</i>	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthigaster punctatissima</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetodon humeralis</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chromis atrilobata</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	17	10	0	30
<i>Diodon holocanthus</i>	0	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0
<i>Fistularia commersonii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	0	0	0	7	0	2	6	40	10	6	0	0
<i>Halichoeres dispilus</i>	0	0	0	0	109	3	0	51	110	0	0	0
<i>Holacanthus passer</i>	0	0	0	4	0	0	11	0	0	9	0	7
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Kyphosus sp</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	190	131	48
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lutjanus guttatus</i>	0	0	0	62	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0	0	0	150	0	0	192	175	0	0	0	0
<i>Mugil sp</i>	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	140	0
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	0	0	0	1	0	0	25	0	0	0	0	0
<i>Muraena lentiginosa</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0	0	0	1	0	0	5	0	0	14	0	2
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1	8	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Prionurus punctatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Scorpaena mystes</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
<i>Serranus psitacinus</i>	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sphoeroides annulatus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
<i>Sphyraena sp.</i>	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stegastes flavilatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
<i>Stegastes rectrifaeum</i>	0	0	0	0	54	0	0	21	26	0	41	69
<i>Urobatis concentricus</i>	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Urobatis halleri</i>	0	41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla D. Abundancia de las especies encontradas durante la campaña de muestreo en Abril de 2015.

Especie	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
<i>Abudefduf troschelii</i>	0	0	0	0	0	0	390	0	0	1150	0	370
<i>Anisotremus interruptus</i>	0	0	0	0	0	0	147	0	0	8	0	0
<i>Apogon pacificus</i>	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balistes polylepis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	2	0	0
<i>Calamus brachysomus</i>	11	0	0	0	1	3	0	2	1	0	4	0
<i>Diodon holocanthus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Fistularia commersonii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Girella simplicidens</i>	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0
<i>Gymnothorax castaneus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	0	0	0	0	0	0	132	0	0	36	0	40
<i>Halichoeres dispilus</i>	0	0	0	0	23	0	0	0	11	0	25	0
<i>Holacanthus passer</i>	0	0	0	0	1	0	12	0	0	27	1	4
<i>Kyphosus sp</i>	0	0	0	0	0	0	163	55	0	18	35	104
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Microspathodon dorsalis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0	0	0	600	0	0	1	5	0	872	0	1
<i>Mugil sp</i>	0	0	0	0	0	0	65	0	0	2	20	0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0	0	0	0	0	0	4	6	0	1	0	4
<i>Nicholsina denticulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0	0	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0
<i>Scorpaena mystes</i>	2	1	0	0	1	0	0	0	2	2	0	0
<i>Serranus psitacinus</i>	0	0	0	0	7	0	0	0	2	0	0	0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Stegastes rectrifaenum</i>	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	6	31
<i>Thalassoma lucasanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Urobatis halleri</i>	59	4	2	89	0	0	0	0	0	78	2	1

Tabla E. Calculo de biomasa por transecto, Julio de 2014

	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
							19871.					
<i>Abudefduf troschelii</i>	0.0	0.0	0.0	3079.9	2450.5	0.0	5	468.5	0.0	4490.4	2.2	0.0
<i>Alphesthes immaculatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.8	2651.0	0.0	0.0
<i>Anisotremus interruptus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7881.0	0.0	0.0	52143.6	0.0	0.0
	24036.		13735.			13222.					2060.	3900.
<i>Balistes polylepis</i>	3	206.0	0	6574.5	1123.9	9	1619.3	448.9	21.2	9847.1	3	7
										434171.		
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0.0	0.0	0.0	230.6	0.0	3045.9	290.8	0.0	0.0	3	0.0	0.0
	18335.	5071.			13319.	12336.		4795.	7673.			2877.
<i>Calamus brachysomus</i>	0	5	7041.8	6306.3	2	9	4371.7	8	3	4387.9	0.0	5
<i>Caranx caballus</i>	0.0	409.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29531.3	0.0	0.0
<i>Chaenopsis alepidota</i>	1.8	0.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chaetodon humeralis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chromis atrilobata</i>	0.0	0.0	0.0	1278.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1364.7	0.0	0.0
<i>Diodon holocanthus</i>	73.9	0.0	0.0	175.2	0.0	0.0	0.0	0.0	73.9	0.0	0.0	0.0
<i>Fistularia commersonii</i>	0.0	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Girella simplicidens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	819.8	0.0	0.0
<i>Gymnothorax castaneus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	183.6	2961.8	0.0	0.0
<i>Haemulon maculicauda</i>	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

				17771.								
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	5602.5	0.0	271.8	8	0.0	107.9	4487.4	0.0	57.1	5881.1	660.3	751.6
<i>Haemulon steindachneri</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Halichoeres dispilus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	0.0	1.8	14.7	0.0	0.0	0.0
<i>Halichoeres nicholsi</i>	14.7	0.0	0.0	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	123.3
<i>Hermosilla azurea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2107.7	0.0	0.0
<i>Holacanthus passer</i>	0.0	0.0	0.0	673.7	115.0	1569.3	558.7	0.0	0.0	40110.8	0.0	0.0
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	230.9	0.0	0.0	364.8	5.7	0.0
<i>Kyphosus sp</i>	74.6	0.0	0.0	2164.5	0.0	0.0	346.5	0.0	0.0	1119.6	0.0	0.0
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	525.5	0.0	0.0	977.5	0.0	0.0
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	391.5	0.0	0.0
				30477.	10371.							
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0.0	0.0	0.0	2	9	12.9	0.0	0.0	0.0	14756.8	0.0	0.0
<i>Mugil sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2065.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	0.0	0.0	0.0	194.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mycteroperca prionura</i>	0.0	0.0	0.0	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	303.0	0.0	0.0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	97.3	0.0	0.0	823.0	0.0	1070.1	1111.2	244.2	41.4	318.7	0.0	165.5
<i>Nicholsina denticulata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	68.2	0.0	163.8	0.0	0.0	726.6	81.8	0.0
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	205.5	0.0	411.1	0.0	0.0	5.1	68.5	68.5	40.6	68.5	7.6	0.0
<i>Pareques viola</i>	0.0	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0.0	0.0	0.0	469.9	1377.6	0.0	0.0	469.9	0.0	6426.0	0.0	0.0
<i>Scorpaena mystes</i>	0.0	66.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Seriola lalandi</i>	0.0	0.0	0.0	3273.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Serranus psitacinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	134.7	0.0
<i>Stegastes rectrifaenum</i>	2.6	0.0	0.0	28.2	17.9	10.2	2.6	5.1	10.2	0.0	12.8	15.4
<i>Urobatis halleri</i>	27.6	184.4	0.0	118.3	121.3	101.7	27.6	63.2	8.0	195.4	0.0	0.0

Tabla F. Calculo de biomasa por transecto, Diciembre de 2014

	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
<i>Abudefduf troschelii</i>	0.0	0.0	0.0	450.5	0.0	0.0	973.0	180.2	0.0	5892.1	0.0	4504.6
<i>Alphestes immaculatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.4	0.0
<i>Anisotremus interruptus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22247.9	0.0	0.0	18812.6	0.0	0.0
<i>Balistes polylepis</i>	0.0	0.0	0.0	549.4	0.0	106.0	21.2	0.0	1060.2	285.8	21.2	0.0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0.0	0.0	0.0	1282.6	0.0	0.0	67.7	0.0	0.0	1751.9	0.0	0.0
<i>Calamus brachysomus</i>	3836.7	0.0	0.0	3836.7	8908.1	18224.1	0.0	4733.2	33846.4	0.0	0.0	959.2
<i>Caranx caballus</i>	1687.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Canthigaster punctatissima</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chaetodon humeralis</i>	0.0	291.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Chromis atrilobata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	0.0	21.7	136.5	0.0	409.4
<i>Diodon holocanthus</i>	0.0	175.2	0.0	0.0	73.9	221.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Fistularia commersonii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	0.0	0.0	0.0	872.6	0.0	249.3	747.9	1075.9	415.4	3463.8	0.0	0.0
<i>Halichoeres dispilus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	1461.1	18.2	0.0	102.5	193.1	0.0	0.0	0.0
<i>Holacanthus passer</i>	0.0	0.0	0.0	1117.3	0.0	0.0	5674.3	0.0	0.0	24527.1	0.0	805.2
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	615.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Kyphosus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5586.2	0.0	0.0	30899.1	9880.2	3582.7
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.0	0.0	0.0	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	0.0	0.0
<i>Lutjanus guttatus</i>	0.0	0.0	0.0	2924.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0.0	0.0	0.0	63243.5	0.0	0.0	80951.6	7378.4	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mugil sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36216.8	0.0	0.0	0.0	35168.6	0.0
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	0.0	0.0	0.0	48.6	0.0	0.0	352.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Muraena lentiginosa</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	91.4	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0.0	0.0	0.0	97.3	0.0	0.0	120.0	0.0	0.0	316.6	0.0	82.8
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	68.5	548.1	0.0	0.0	0.0	0.0	162.4	0.0	2.5	0.0	0.0	40.6
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4284.0	0.0	0.0	469.9	0.0	0.0
<i>Prionurus punctatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	358.5	0.0	0.0
<i>Scorpaena mystes</i>	158.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	317.3	0.0	158.6	0.0
<i>Serranus psitacinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	29.3	29.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0.0	0.0	67.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sphoeroides annulatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	228.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Sphyraena sp.</i>	0.0	0.0	0.0	200880.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Stegastes flavilatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	327.8	0.0
<i>Stegastes rectrifaenum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	442.4	0.0	0.0	53.7	66.5	0.0	580.3	176.6
<i>Urobatis concentricus</i>	0.0	82.7	66.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Urobatis halleri</i>	0.0	1130.3	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabla G. Calculo de biomasa por transecto, Marzo de 2015

	12 C	12 N	12 S	7 C	7 N	7 S	4 C	4 N	4 S	2 C	2 N	2 S
<i>Abudefduf troschelii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7027.2	0.0	0.0	20721.3	0.0	6666.9
<i>Anisotremus interruptus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35609.9	0.0	0.0	1204.0	0.0	0.0
<i>Apogon pacificus</i>	0.0	360.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Balistes polylepis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.2	0.0	0.0
<i>Bodianus diplotaenia</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	982.6	0.0	0.0	40.1	0.0	0.0
<i>Calamus brachysomus</i>	24133.6	0.0	2194.0	0.0	298.8	1556.8	0.0	1918.3	298.8	0.0	7541.1	0.0
<i>Diodon holocanthus</i>	175.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	249.1	0.0	0.0	0.0
<i>Fistularia commersonii</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.8	0.0
<i>Girella simplicidens</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	181.7	20.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Gymnothorax castaneus</i>	317.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14938.8	0.0	0.0	4634.6	0.0	4986.0
<i>Halichoeres dispilus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	325.4	0.0	0.0	0.0	97.0	0.0	43.9	0.0
<i>Holacanthus passer</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	115.0	0.0	3962.9	0.0	0.0	7408.1	115.0	460.1
<i>Kyphosus sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26551.4	4105.1	0.0	1856.3	2612.4	7762.4
<i>Lutjanus argentiventris</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Microspathodon dorsalis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	488.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	0.0	0.0	0.0	25297.4	0.0	0.0	42.2	210.8	0.0	36765.5	0.0	42.2
<i>Mugil sp</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2755.1	0.0	0.0	84.8	4119.8	0.0
<i>Mycteroperca rosacea</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	221.4	219.3	0.0	97.3	0.0	165.5
<i>Nicholsina denticulata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	163.8	0.0	68.2

<i>Pomacanthus zonipectus</i>	0.0	0.0	0.0	141.0	0.0	0.0	4416.7	0.0	0.0	2513.9	0.0	0.0
<i>Scorpaena mystes</i>	225.5	66.8	0.0	0.0	158.6	0.0	0.0	0.0	695.3	317.3	0.0	0.0
<i>Serranus psitacinus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	95.9	0.0	0.0	0.0	27.4	0.0	0.0	0.0
<i>Sphoeroides lobatus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	149.4	0.0
<i>Stegastes rectrifaenum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	48.3	0.0	91.4	668.8
<i>Thalassoma lucasanum</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.6	0.0
<i>Urobatis halleri</i>	0.0	2951.3	132.3	2453.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4279.4	132.3	27.6

Tabla H. Abundancia, porcentaje, gremio y hábito de los peces contabilizados en el muelle El Boleo.

Especie	Abundancia	%	Gremio	Hábito
<i>Abudefduf troschelii</i>	3303	19.79	Omnívoro	Arrecifal
<i>Alphestes immaculatus</i>	5	0.03	Carnívoro	Arrecifal
<i>Anisotremus interruptus</i>	681	4.08	Carnívoro	Arrecifal
<i>Apogon pacificus</i>	19	0.11	Planctófago	Arrecifal
<i>Balistes polylepis</i>	1279	7.66	Carnívoro	Arrecifal
<i>Bodianus diplotaenia</i>	38	0.23	Carnívoro	Arrecifal
<i>Calamus brachysomus</i>	183	1.10	Carnívoro	Arrecifal
<i>Caranx caballus</i>	1	0.01	Carnívoro	Pelágico
<i>Canthigaster punctatissima</i>	384	2.30	Omnívoro	Arrecifal
<i>Chaenopsis alepidota</i>	6	0.04	Carnívoro	Demersal
<i>Chaetodon humeralis</i>	4	0.02	Carnívoro	Arrecifal
<i>Chromis atrilobata</i>	1162	6.96	Planctófago	Arrecifal
<i>Diodon holocanthus</i>	11	0.07	Carnívoro	Arrecifal
<i>Fistularia commersonii</i>	5	0.03	Omnívoro	Arrecifal
<i>Girella simplicidens</i>	22	0.13	Carnívoro	Demersal
<i>Gymnothorax castaneus</i>	4	0.02	Carnívoro	Arrecifal
<i>Haemulon maculicauda</i>	1	0.01	Carnívoro	Arrecifal
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	635	3.80	Carnívoro	Arrecifal
<i>Haemulon steindachneri</i>	1	0.01	Omnívoro	Demersal
<i>Halichoeres dispilus</i>	335	2.01	Omnívoro	Arrecifal
<i>Halichoeres nicholsi</i>	3	0.02	Carnívoro	Arrecifal
<i>Hermosilla azurea</i>	13	0.08	Carnívoro	Pelágico
<i>Holacanthus passer</i>	93	0.56	Omnívoro	Arrecifal
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	8	0.05	Carnívoro	Arrecifal
<i>Kyphosus sp</i>	792	4.75	Omnívoro	Arrecifal
<i>Lutjanus argentiventris</i>	19	0.11	Carnívoro	Arrecifal
<i>Lutjanus guttatus</i>	62	0.37	Carnívoro	Arrecifal
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	1	0.01	Carnívoro	Arrecifal
<i>Microspathodon dorsalis</i>	2	0.01	Carnívoro	Arrecifal
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	6114	36.63	Omnívoro	Arrecifal
<i>Mugil sp</i>	347	2.08	Detritívoro	Pelágico
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	30	0.18	Carnívoro	Arrecifal
<i>Muraena lentiginosa</i>	2	0.01	Carnívoro	Arrecifal
<i>Mycteroperca prionura</i>	12	0.07	Carnívora	Arrecifal
<i>Mycteroperca rosacea</i>	96	0.58	Carnívoro	Arrecifal
<i>Nicholsina denticulata</i>	40	0.24	Herbívoro	Arrecifal
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	32	0.19	Carnívoro	Arrecifal

Continuación.

Especie	Abundancia	%	Gremio	Hábito
<i>Pareques viola</i>	3	0.02	Carnívoro	Arrecifal
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	19	0.11	Omnívoro	Arrecifal
<i>Prionurus punctatus</i>	1	0.01	Herbívoro	Arrecifal
<i>Scorpaena mystes</i>	13	0.08	Carnívoro	Demersal
<i>Seriola lalandi</i>	60	0.36	Carnívoro	Demersal
<i>Serranus psitacinus</i>	17	0.10	Carnívoro	Arrecifal
<i>Sphoeroides annulatus</i>	4	0.02	Carnívoro	Arrecifal
<i>Sphoeroides lobatus</i>	5	0.01	Carnívoro	Demersal
<i>Sphyraena sp.</i>	200	0.02	Carnívoro	Pelágico
<i>Stegastes flavilatus</i>	15	1.20	Omnívoro	Arrecifal
<i>Stegastes rectrifanum</i>	297	0.09	Omnívoro	Arrecifal
<i>Thalassoma lucasanum</i>	3	1.78	Omnívoro	Arrecifal
<i>Urobatis concentricus</i>	4	0.02	Carnívoro	Demersal
<i>Urobatis halleri</i>	305	0.02	Carnívoro	Demersal

Tabla I. Abundancia de las especies en cada campaña de muestreo y su intervalo de tallas.

Especie	jul-15	Intervalo Talla (cm)	dic-15	Intervalo Talla (cm)	abr-16	Intervalo Talla (cm)
<i>Abudefduf troschelii</i>	727	5 - 15	666	10	1910	10
<i>Alphestes immaculatus</i>	4	20 - 30	1	10		
<i>Anisotremus interruptus</i>	237	10 - 20	189	15 - 20	255	10 - 15
<i>Apogon pacificus</i>					19	5 - 10
<i>Balistes polylepis</i>	1204	10 - 30	74	10 - 15	1	10
<i>Bodianus diplotaenia</i>	17	5 - 50	12	10 - 40	9	10 - 20
<i>Calamus brachysomus</i>	82	10 - 30	77	10 - 20	24	10 - 20
<i>Caranx caballus</i>	364	10 - 15	20	15		
<i>Canthigaster punctatissima</i>	0		1	5		
<i>Chaenopsis alepidota</i>	6	5				
<i>Chaetodon humeralis</i>	1	10	3	15		
<i>Chromis atrilobata</i>	1100	8 - 10	62	5 - 10		
<i>Diodon holocanthus</i>	3	15 - 20	5	10 - 15	3	15 - 20
<i>Fistularia commersonii</i>	2	25	1	50	2	40
<i>Girella simplicidens</i>	12	15			10	10
<i>Gymnothorax castaneus</i>	3	50 - 100			1	60
<i>Haemulon maculicauda</i>	1	10				
<i>Haemulon sexfasciatum</i>	356	5 - 25	71	10 - 15	208	10 - 20
<i>Haemulon steindachneri</i>	1	15				
<i>Halichoeres dispilus</i>	3	5 - 10	273	5 - 10	59	5 - 10
<i>Halichoeres nicholsi</i>	3	10 - 20				
<i>Hermosilla azurea</i>	13	20				
<i>Holacanthus passer</i>	17	15 - 35	31	15 - 35	45	15 - 35
<i>Hoplopagrus guentherii</i>	7	10 - 20	1	30		
<i>Kyphosus sp</i>	46	15 - 25	372	10 - 35	374	15 - 20
<i>Lutjanus argentiventris</i>	16	15 - 30	2	10	1	15
<i>Lutjanus guttatus</i>			62	10 - 15		
<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	1	30				
<i>Microspathodon dorsalis</i>					2	20
<i>Mircrolepidotus inornatus</i>	1042	10 - 20	3595	15 - 20	1477	15 - 20

Continuación.

Especie	jul-15	Intervalo Talla (cm)	dic-15	Intervalo Talla (cm)	abr-16	Intervalo Talla (cm)
<i>Mugil sp</i>	20	20	240	20 - 30	87	15 - 25
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	4	15	26	10 - 15		
<i>Muraena lentiginosa</i>			2	20 - 40		
<i>Mycteroperca prionura</i>	12	10 - 15				
<i>Mycteroperca rosacea</i>	59	10 - 30	22	10 - 20	15	10 - 20
<i>Nicholsina denticulata</i>	38	5 - 30			2	15 - 20
<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	19	10 - 15	13	10 - 20		
<i>Pareques viola</i>	3	5				
<i>Pomacanthus zonipectus</i>	7	15 - 50	3	30 - 50	9	20 - 40
<i>Prionurus punctatus</i>			1	20		
<i>Scorpaena mystes</i>	1	15	4	15 - 20	8	15 - 30
<i>Seriola lalandi</i>	60	15				
<i>Serranus psitacinus</i>	2	10	6	5 - 10	9	10
<i>Sphoeroides annulatus</i>			4	10 - 15	1	
<i>Sphoeroides lobatus</i>	2	15	1	15	1	20
<i>Sphyraena sp.</i>			200	60		
<i>Stegastes flavilatus</i>			15	5 - 10		
<i>Stegastes rectrifanum</i>	41	5	211	5 - 10	45	5 - 10
<i>Thalassoma lucasanum</i>					3	10
<i>Urobatis concentricus</i>			4	15 - 20		
<i>Urobatis halleri</i>	28	10 - 20	42	15	235	10 - 30

Tabla J. Abundancia, riqueza de especies y densidad en peso por gremio trófico.

Gremio	Abundancia	Especies	Biomasa (kg/120m ²)
Carnívoros	4144	34	495.15
Herbívoros	41	2	1.19
Omnívoros	10978	12	356.15
Planctófagos	1181	2	1.05
Detritívoros	347	1	63.62

Tabla K. Tabla de gremios alimenticios.

Gremio alimenticio	Dieta	Temporalidad	Hábitat	Sustrato donde se alimenta	Área de desove	Especie	
Carnívoro	Piscívoro	Transitorio	Pelágico	Columna de agua	Columna	<i>Sphyraena sp</i>	
	Gusanos móviles bentónicos	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondo	<i>Anisotremus interruptus</i> <i>Haemulon sexfasciatum</i>	
	Gasterópodos/bivalvos móviles						
	bentónicos	Residente	De fondo	Arena	Fondo	<i>Mulloidichthys dentatus</i>	
	Crustáceos móviles bentónicos						
	Peces óseos	Residente	De fondo	Roca	Columna	<i>Mycteroperca prionura</i> <i>Mycteroperca rosacea</i> <i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	
	Crustáceos móviles bentónicos						
	Peces óseos						
	Pulpos/calamares/sepias	Crustáceos móviles bentónicos	Residente	De fondo	Columna de agua	Fondo	<i>Scorpaena mystes</i>
			Residente	De fondo	Columna de agua	Fondo	<i>Serranus psitacinus</i>
		Crustáceos móviles bentónicos	Residente	De fondo/ Columna	Columna de agua	Fondo	<i>Seriola lalandi</i> <i>Caranx caballus</i>
			Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondo	<i>Lutjanus guttatus</i> <i>Hoplopagrus guentherii</i>
		Peces óseos	Residente	De fondo	Roca	Fondo	<i>Lutjanus argentiventris</i>
			Residente	De fondo	Roca	Fondo	<i>Calamus brachysomus</i> <i>Diodon holocanthus</i>
Estrellas de mar/pepinos	Residente	De fondo	Roca	Columna			
/anémonas	Residente	De fondo	Roca	Columna			
Gasterópodos/bivalvos							

Gremio alimenticio	Dieta	Temporalidad	Hábitat	Sustrato donde se alimenta	Área de desove	Especie
	móviles bentónicos Crustáceos móviles bentónicos	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondo	<i>Bodianus diplotaenia</i>
	Gusanos sésiles Moluscos sésiles Crustáceos sésiles	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Columna	<i>Girella simplicidens</i>
	Ectoparásitos Microalgas bentónicas Macroalgas bentónicas	Residente	De fondo/ Columna	Arena	Columna	<i>Hermosilla azurea</i>
	Pulpos/calamares/sepias Gusanos móviles bentónicos Gasterópodos/bivalvos móviles bentónicos Crustáceos móviles bentónicos Peces óseos	Residente	De fondo	Roca	Nacen vivos	<i>Urobatis halleri</i>
	Esponjas/ascidias/briozoa Gusanos sésiles Moluscos sésiles Crustáceos sésiles Estrellas de mar/pepinos /anémonas Gusanos móviles bentónicos Gasterópodos/bivalvos móviles	Residente	De fondo	Roca	Fondo	<i>Balistes polylepis</i>

Gremio alimenticio	Dieta	Temporalidad	Hábitat	Sustrato donde se alimenta	Área de desove	Especie
	bentónicos Crustáceos móviles bentónicos Peces óseos					
Omnívoros	Zooplancton					
	Larvas pelágicas de peces Huevos pelágicos de peces	Residente	De fondo/ Columna	Roca/ columna	Fondo	<i>Abudefduf troschelii</i>
	Gusanos móviles bentónicos Crustáceos móviles bentónicos Ectoparásitos Microalgas bentónicas	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondo	<i>Holacanthus passer</i>
	Gusanos móviles bentónicos Gasterópodos/bivalvos móviles bentónicos Crustáceos móviles bentónicos	Residente	De fondo	Arena	Columna	<i>Halichoeres dispilus</i>
	Zooplancton Gusanos sésiles Moluscos sésiles Crustáceos sésiles Larvas pelágicas de peces Microalgas bentónicas Macroalgas bentónicas	Residente	De fondo/ Columna	Arena	Columna	<i>Kyphosus sp</i>
Zooplancton						

Gremio alimenticio	Dieta	Temporalidad	Hábitat	Sustrato donde se alimenta	Área de desove	Especie
	Gasterópodos/bivalvos móviles bentónicos Crustáceos móviles bentónicos	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondo	<i>Mircrolepidotus inornatus</i>
	Esponjas/ascidias/briozoa Corales suaves/hidroides Estrellas de mar/pepinos/anemonas Ectoparásitos Microalgas bentónicas	Residente	De fondo/ Columna	Roca	Fondol	<i>Pomacanthus zonipectus</i>
	Gusanos sésiles Crustáceos sésiles Crustáceos móviles bentónicos Microalgas bentónicas	Residente	De fondo	Roca	Fondo	<i>Stegastes flavilatus</i> <i>Stegastes rectrifaenum</i>
Herbívoro	Microalgas bentónicas Macroalgas bentónicas	Residente	De fondo	Roca	Columna	<i>Nicholsina denticulata</i>
Planctívoro	Zooplancton Huevos pelágicos de peces	Residente Residente	Columna de agua De fondo	Columna de agua	Fondo Boca	<i>Chromis atrilobata</i> <i>Apogon pacificus</i>
Detritívoro	Fitoplancton Huevos pelágicos de peces Detritus Microalgas bentónicas	Residente	De fondo/ columna de agua	Arena	Columna	<i>Mugil sp.</i>

