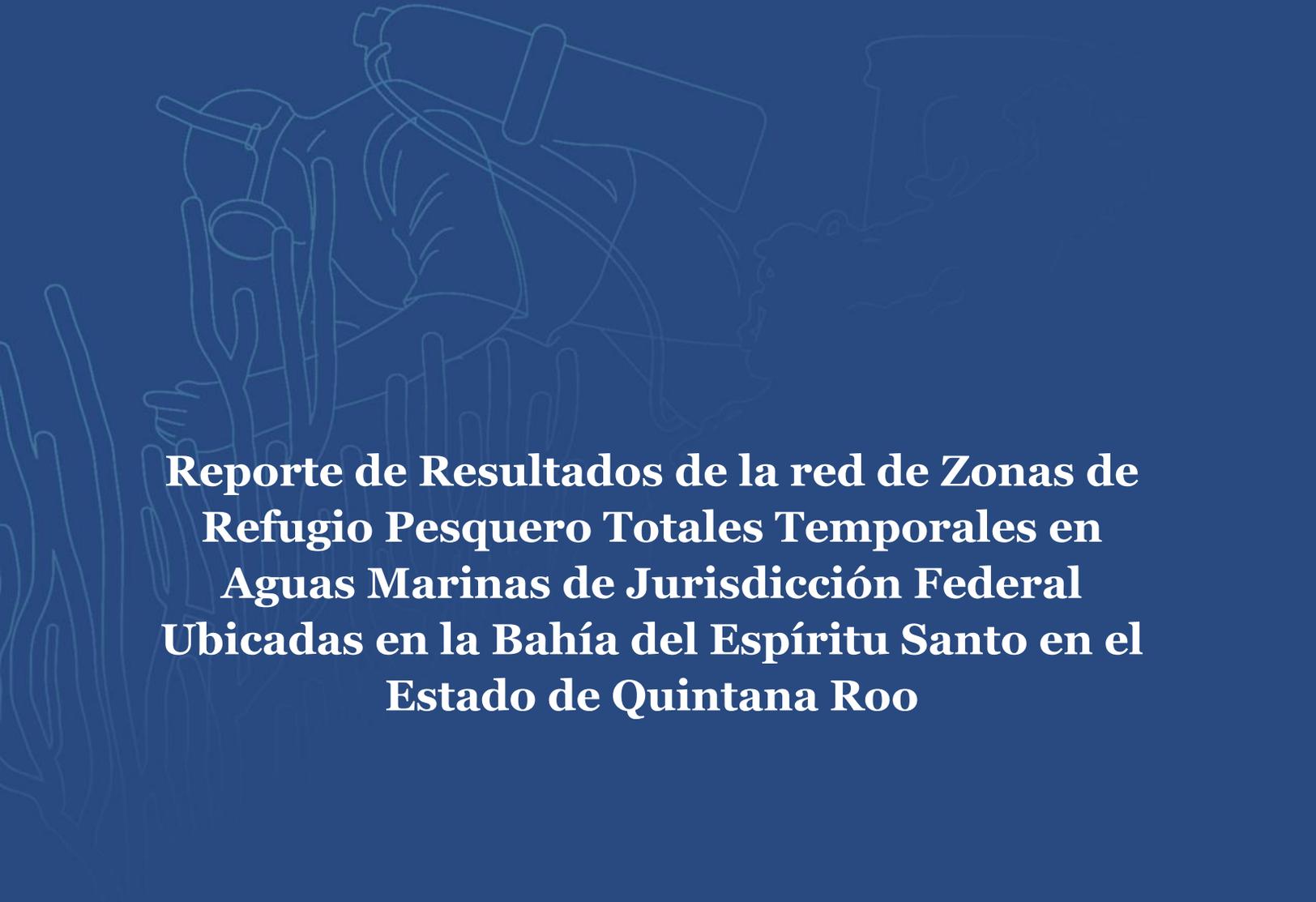




**COBI**

Comunidad y Biodiversidad



**Reporte de Resultados de la red de Zonas de  
Refugio Pesquero Totales Temporales en  
Aguas Marinas de Jurisdicción Federal  
Ubicadas en la Bahía del Espíritu Santo en el  
Estado de Quintana Roo**

Comunidad y Biodiversidad, A.C.

Consejo de administración de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L.

Socios, aspirantes y personal técnico y administrativo de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L.

Hombres y mujeres del grupo de monitoreo comunitario y capitanes de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel S.C. de R.L.

Esta publicación debe citarse como:

Caamal, J. 2022. Reporte de Resultados de la Red de Zonas de Refugio Pesquero Totales Temporales en Aguas Marinas de Jurisdicción Federal Ubicadas en la Bahía del Espíritu Santo en el Estado de Quintana Roo. Comunidad y Biodiversidad A.C. Guaymas, Sonora, México.



## Contenido

Contenido.....	1
Índice de figuras .....	2
Índice de tablas .....	3
Resumen .....	4
Introducción .....	5
Metodología .....	7
Fortalecimiento de capacidades.....	7
Actividades de monitoreo .....	8
Monitoreo biológico .....	8
Monitoreo oceanográfico.....	9
Marcaje de langosta.....	9
Resultados.....	10
Monitoreo biológico .....	10
Información general .....	10
ZRP El cabezo .....	13
ZRP Gallineros.....	17
ZRP La poza.....	21
ZRP San Román Norte y San Román Sur .....	22
ZRP Punta Loria .....	26
Monitoreo de temperatura de Mar .....	29
ZRP Gallineros.....	29
ZRP Mimis.....	30
ZRP Punta Loria .....	31
Marcaje de langosta .....	31
Conclusiones.....	32

## Índice de figuras

Figura 1 Integrantes de la SCPP Cozumel, firmando el primer acuerdo de renovación de las ZRP en 2017. Maria Elena, Quintana Roo.....	5
Figura 2 Polígonos de ZRP promovidos por la SCPP Cozumel, en Maria Elena Quintana.....	6
Figura 3 Sitios de monitoreo dentro y fuera de las ZRP en Maria Elena, Quintana Roo.....	10
Figura 6 Abundancia de invertebrados en ZRP y sitios control, Maria Elena, Quintana Roo.....	12
Figura 7 Especies de corales más abundantes en las ZRP y sus sitios control, Maria Elena Quintana Roo.....	12
Figura 8 Porcentaje de cobertura bentónica general de ZRP y sitios control, Maria Elena Quintana Roo.....	13
Figura 9 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP El cabezo y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	14
Figura 10 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en ZRP El cabezo y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	14
Figura 11 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP El cabezo, Maria Elena Quintana Roo.....	15
Figura 12 Densidad de langosta espinosa del caribe ( <i>P. argus</i> ), en la ZRP y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	15
Figura 13 Densidad de caracol rosado ( <i>L. gigas</i> ), en la ZRP y su sitio control, Maria Elena, Quintana Roo.....	16
Figura 14 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP el cabezo, Maria Elena Quintana Roo.....	16
Figura 15 Porcentaje de cobertura del sustrato en las ZRP el cabezo, Maria Elena Quintana Roo.....	17
Figura 16 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP Gallineros y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	18
Figura 23 Grupos de peces registrados con buceo errante durante 2019 y 2021 en la ZRP la poza, Maria Elena Quintana Roo.....	21
Figura 26 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP San Román Norte y Sur, Maria Elena Quintana Roo.....	23
Figura 28 Densidad de caracol rosado ( <i>L. gigas</i> ), en AZP San Román y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	24
Figura 27 Densidad de langosta espinosa del caribe ( <i>P. argus</i> ), en ZRP San Román y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	24
Figura 30 Porcentaje de cobertura del sustrato en la ZRP San Román, Maria Elena Quintana Roo.....	25
Figura 29 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP San Roman, Maria Elena Quintana Roo.....	25
Figura 31 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	26
Figura 33 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	27
Figura 32 Índice de diversidad de Shannon Weiner en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.....	27

Figura 35 Densidad de caracol rosado (*L. gigas*), en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena quintana Roo. .... 28

Figura 34 Densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*), en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena quintana Roo ..... 28

Figura 36 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo..... 29

Figura 37 Porcentaje de cobertura del sustrato en la ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo..... 29

Figura 38 Registro de temperatura promedio cada dos semanas en la ZRP Gallineros, en el periodo mayo 2017 a octubre 2021, Maria Elena Quintana Roo..... 30

Figura 39 Registro de temperatura promedio cada dos semanas en la ZRP mimis, en el periodo mayo 2017 a octubre 2021, Maria Elena Quintana Roo. .... 30

Figura 40 Registro de temperatura promedio por cada día de registro en la ZRP Punta Loria, en el periodo marzo 2018 a abril 2019, Maria Elena Quintana Roo. ....31

### Índice de tablas

Tabla 1 Lista de participantes y nivel de capacitación técnica.....7

Tabla 2 Descripción de metodologías de monitoreo submarino ..... 8

Tabla 3 Sitios de monitoreo, metodología utilizada y número de transectos por método ..... 9

Tabla 4 Sitios y cantidad de marcas colocadas en langosta espinosa del caribe .....31

## Resumen

La Sociedad de Producción Pesquera Cozumel (SCPP Cozumel), quien aprovecha de manera sostenible diversas especies marinas en el Estado de Quintana Roo, solicitó el decreto de una red de ocho Zonas de Refugio Pesquero (ZRP) para proteger de la pesca 1048.76 hectáreas en las aguas colindantes de la comunidad de María Elena. El decreto se publicó en noviembre de 2012<sup>1</sup>, siendo el fruto de una colaboración entre la cooperativa pesquera con otras organizaciones como Comunidad y Biodiversidad AC<sup>2</sup> y la Alianza Kanan Kay<sup>3</sup>. En 2022 se cumplen 10 años de vigencia de esta red de ZRP. Durante este tiempo, los integrantes del grupo de monitoreo de la SCPP Cozumel formado por mujeres y hombres de la cooperativa, han participado en campañas de trabajo para recolectar datos biofísicos, que sirvieron para hacer el reporte técnico que sustentó el primer proceso de solicitud de permanencia<sup>4</sup>, y que actualmente está sirviendo para elaborar el presente reporte, que acompañará la próxima solicitud del segundo periodo de permanencia, fomentando de esta manera la ciencia ciudadana.

Los resultados indican que a pesar de que las ZRP de la SCPP Cozumel son pequeñas, están observándose resultados muy positivos en cuanto a la densidad de langosta espinosa del Caribe (*Panulirus argus*). Esta es la especie de mayor importancia para la SCPP Cozumel, así como la de mayor importancia económica del sector pesquero en el Caribe mexicano. También se han observado resultados positivos en la abundancia de especies de peces de la familia de pargos y chac chic (nombres comunes regionales para la familia de Lutjanidos y Haemulidos). La biomasa de aumenta en mayor cantidad dentro de las ZRP, en comparación con los sitios control, tanto en especies de peces como por ejemplo el grupo de los pargos, e invertebrados como la langosta y el caracol rosado. En los peces en general se ha registrado hasta 138% más biomasa respecto a la línea base levantada en 2013, y en especies de interés comercial hasta 77% más respecto a la línea base. El presente reporte refleja una participación activa y empoderamiento de los integrantes de la SCPP Cozumel, hacia las ZRP. Además se trata de un caso de éxito de una solución de manejo pesquero, que está siendo ejemplo para inspirar a otros grupos interesados para que repliquen esta herramienta de manejo.

El presente reporte sustenta la petición de la SCPP Cozumel, en la cual solicita la permanencia de la red de ocho ZRP Totales Temporales en la Bahía de Espíritu Santo por un periodo de cinco años.

---

<sup>1</sup> [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5506189&fecha=30/11/2017](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5506189&fecha=30/11/2017)

<sup>2</sup> <https://cobi.org.mx/>

<sup>3</sup> <https://fmcn.org/es/proyectos/alianza-kanan-kay>

<sup>4</sup> [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5506189&fecha=30/11/2017](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5506189&fecha=30/11/2017)

## Introducción

En 2017 se llevó a cabo el primer proceso de solicitud de permanencia de la red de Zonas de Refugio Pesquero (ZRP) Totales Permanentes, ubicadas en aguas marinas de jurisdicción federal en el área de Sian Kaan, dentro de la Bahía Espíritu Santo en el Estado de Quintana Roo (Figura 1). En noviembre de 2022 se cumplirán 10 años del decreto, y la SPCP Cozumel solicitará un tercer periodo de vigencia para, El Cabezo, Gallineros, La Poza, San Román Norte, San Román Sur, Punta Loria, Punta Niluc y Mimis, con una superficie de 1,048 hectáreas (Figura 2).

Desde 2012 esta cooperativa pesquera ha participado activamente en el proceso de levantamiento de datos biofísicos, colaborando en campañas de monitoreo submarino desde 2013, para recolectar datos de peces de interés ecológico y comercial, corales duros y blandos, especies de invertebrados clave, y del tipo de sustrato, además de datos de temperatura de mar dentro de ZRP. Cabe resaltar, que por motivos de las restricciones sanitarias derivadas de la COVID19, no se realizó monitoreo en 2020, y en 2021 solo se recolectaron datos de peces e invertebrados clave, sin embargo, se cuentan con datos suficientes para hacer el análisis de biomasa, abundancia y diversidad (Shannon Weiner).

La SPCP Cozumel, integro un grupo de hombres y mujeres ligados a esta (socios/as, aspirantes a socios/as y/o empleados/as), para formar un grupo de monitoreo comunitario, que tiene como objetivo generar datos para crear ciencia ciudadana, misma que ha servido para elaborar el reporte técnico que sustentó la primera solicitud de permanencia de ocho ZRP en 2017. Con el apoyo técnico de Comunidad y Biodiversidad (COBI), la SPCP Cozumel ha realizado un manejo destacable dejando en claro que la participación efectiva de los usuarios de los recursos pesqueros, es clave para el éxito de esta herramienta de manejo pesquero.



Figura 1 Integrantes de la SPCP Cozumel, firmando el primer acuerdo de renovación de las ZRP en 2017. Maria Elena, Quintana Roo

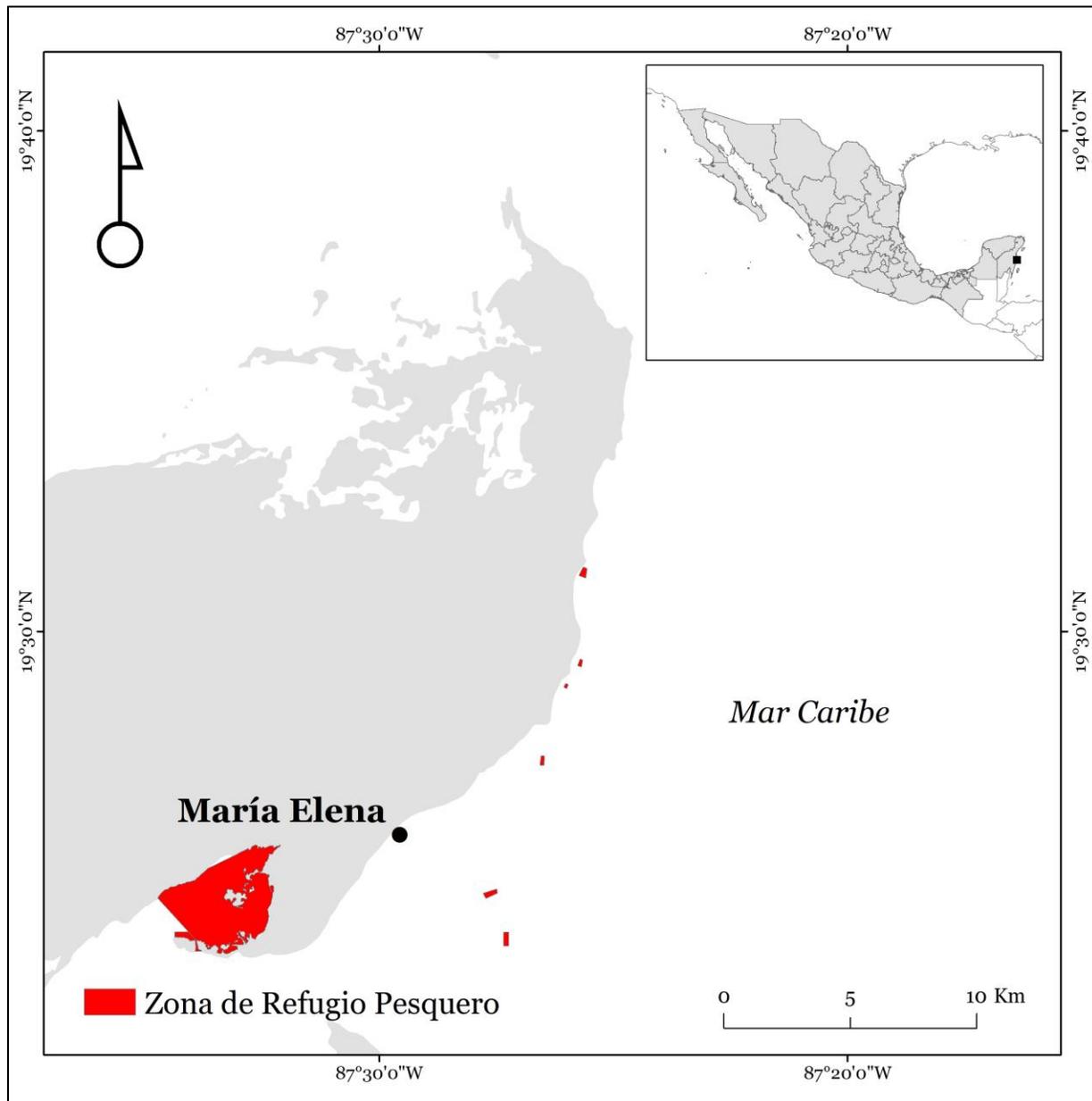


Figura 2 Polígonos de ZRP promovidos por la SCPP Cozumel, en María Elena, Quintana Roo.

## Metodología

### Fortalecimiento de capacidades

Para hacer la colecta de datos biológicos dentro de las ZRP se utilizó el buceo autónomo (SCUBA). En 2013, COBI capacitó y certificó a seis pescadores de la SCPP Cozumel en buceo autónomo hasta nivel avanzado y primeros auxilios por la agencia PADI<sup>5</sup>. Además, certificó a tres de estos monitores en la especialidad *Fish Refuge Research Diver*. Esta fue la primera generación de buzos monitores de la SCPP Cozumel. En 2016, se une al grupo de trabajo la primera mujer, además de otros cinco hombres. Fueron capacitados hasta nivel de buceo avanzado y la especialidad de buceo *Fish Spawning Agregations* por la agencia PADI. Entre 2013 y 2021 han participado 11 hombres y una mujer como buzos monitores para colectar datos biológicos, además se ha tenido el apoyo por parte de los directivos para la logística de las campañas de monitoreo, aunado a lo anterior, los socios de la cooperativa han apoyado activamente proporcionando embarcaciones, siendo capitanes o marineros en las actividades. Los integrantes del grupo de monitoreo también han tenido entrenamiento para programar instrumentos para registrar temperatura de mar, así como recolecta de ADN ambiental a través de colecta de muestras de tejido, y marcaje de langosta.

Tabla 1 Lista de participantes y nivel de capacitación técnica

Nombre	Nivel de buceo PADI	ADN Ambiental	Marcaje langosta	Estado
Pablo Catzim	Avanzado, Fish Refuge Research Diver	x	x	Activo
José Chan	Avanzado, Fish Refuge Research Diver		x	Activo
Jesús Tun	Avanzado, Fish Refuge Research Diver		x	Activo
Lizbeth Tamayo	Avanzado, Fish Spawning Agregations	x	x	Activa
Sergio Ochoa	Avanzado			Activo
Martín Leon	Avanzado			Activo
Carlos Tziu	Avanzado			Activo
Pablo Catzim Castillo	Avanzado	x	x	Activo
Geovani Solís	Avanzado			Activo
Mario Góngora	Open water			Retirado
Noe Castellanos	Open water			Retirado
Pedro Cruz	Open water			Retirado

<sup>5</sup> Professional Association of Diving Instructors. PADI es la agencia de certificación de buceo recreativo más ampliamente reconocida a nivel internacional.

## Actividades de monitoreo

### Monitoreo biológico

Desde el decreto de las ZRP se han colectado datos biológicos de peces de interés comercial y ecológico (transectos y buceo errante), corales, tipo de sustrato e invertebrados clave. Las personas certificadas en buceo autónomo, fueron entrenadas para trabajar en pareja, de tal manera que una persona hace monitoreo de peces y sustrato (PCU), y la segunda persona corales e invertebrados. En la tabla 2, se presenta un resumen de la metodología, misma que se puede consultar en el protocolo de monitoreo para reservas marinas<sup>6</sup>, publicado por COBI en 2018. Con el objeto de tener información con la cual comparar los datos recolectados dentro de las ZRP, se establecieron sitios de monitoreo en las áreas de pesca (fuera de ZRP), denominados sitios control. En las ZRP y en sus sitios control, se aplica la misma metodología de monitoreo, así como la misma cantidad de transectos, además, el levantamiento de datos de ambos sitios se hace el mismo día. Esto permite comparar resultados para evaluar el impacto de las ZRP sobre los recursos pesqueros y la biodiversidad marina.

Tabla 2 Descripción de metodologías de monitoreo submarino

Técnica	Método	Observaciones
Peces	Transecto de banda. El buzo nada 30 metros horizontales, registra peces en una banda de 2 metros de ancho y alto.	Se identifican especies de peces de interés comercial y ecológico. Se estiman tallas y abundancias.
Especies Comerciales	Buzo Errante. Una pareja de buzos nada 30 minutos alrededor del sitio. Registran peces e invertebrados.	Se identifican y estiman tallas de peces e invertebrados de mayor interés comercial en la zona.
Corales	El buzo registra todos los corales que tocan la línea del transecto de 30 metros.	Se identifican, miden y estiman daños y enfermedades de los corales duros.
Cobertura Béntica	Transecto de punto intercepción. El buzo registra el tipo de cobertura del fondo del mar cada 25 cm en el transecto de 30 metros, de acuerdo a categorías de grupos bénticos definidas con base en su rol ecológico.	Se identifica el tipo de sustrato que se encuentra exactamente debajo de los puntos marcados en la línea del transecto.
Invertebrados	Transecto de banda. El buzo nada 30 metros horizontales y registra los invertebrados en una banda de 2 metros de ancho.	Se identifican especies y grupos de invertebrados claves de la lista de monitoreo. Hay especies comerciales y de importancia ecológica.

Se realizan 10 transectos de peces, 10 de invertebrados, seis de corales y seis de cobertura béntica. También se realiza el monitoreo de especies comerciales mediante la técnica de buzo errante. Los polígonos en los cuales se recolectaron datos son: El Cabezo, Gallineros, La Poza, San Román Norte, San Román Sur y Punta Loria en la categoría de ZRP. El Cabezo CTL, Gallineros CTL, San Román CTL y Punta Loria CTL en la categoría de sitios control. Los meses de muestreo son, enero y mayo 2013, marzo en los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, abril 2016 y octubre 2021.

<sup>6</sup> <https://cobi.org.mx/protocolo-de-monitoreo-para-reservas-marinas-mexico/>

Tabla 3 Sitios de monitoreo, metodología utilizada y número de transectos por método

Sitio	Categoría	Metodología	Tipo de censo (número de transectos)
El Cabezo	ZRP	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
Gallinero	ZRP	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
La Poza	ZRP	Buceo errante	Peces e invertebrados (1)
San Román Norte	ZRP	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
San Román Sur	ZRP	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
Punta Loria	ZRP	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
El Cabezo CTL	Control	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
Gallinero CTL	Control	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)
Punta Loria CTL	Control	Transecto de banda	Peces (10), corales (6), invertebrados (10), PCU (6)

### Monitoreo oceanográfico

A partir de mayo de 2017, se inició el monitoreo de la temperatura del agua de mar en las ZRP Gallineros, Mimis y Punta Loria, dos de ellas están en la laguna arrecifal y la tercera está en la Bahía de Espíritu Santo. Se colocaron registradores Hobo U22-001. Los sensores se colocaron entre los tres y ocho metros de profundidad. Fueron instalados en bases de concreto colocadas en fondos de arena. Estas bases no están fijas en el fondo, y podrán retirarse una vez que la colecta de datos de temperatura sea finalizada.

### Marcaje de langosta

Se realizó el marcaje de langosta espinosa del Caribe (*P. argus*) dentro de las ZRP con la finalidad de registrar el desplazamiento del recurso pesquero, de las ZRP hacia los sitios de pesca. El marcaje se realizó con dispositivos T-bar, las cuales se colocaron entre la cola y el cefalotórax de la langosta. Se registró la posición de captura y liberación, longitud del cefalotórax, sexo del organismo, así como la apariencia física del organismo. Las actividades fueron autorizadas con el permiso de pesca de fomento PPF/DGOPA-039/21 con vigencia del 12 de julio de 2021 al 12 de julio del 2022.

## Resultados

### Monitoreo biológico

#### Información general

Se realizaron campañas de monitoreo entre 2013 y 2021. Cabe señalar que en 2020 no se realizaron actividades de monitoreo debido a las restricciones sanitarias por la COVID-19, y en 2021 solo se registraron datos de peces e invertebrados ya que aún se continuaba con las restricciones por la pandemia y se redujo la cantidad de gente en el periodo de monitoreo. Se identificaron 120 especies y se contabilizaron 35,868 organismos entre peces, invertebrados, tipo de sustrato y corales en las ZRP, El Cabezo, Gallineros, San Román Norte, San Román Sur y Punta Loria, todo lo anterior en 592 transectos de banda, lo que equivale a 17 kilómetros lineales, o 35,520 m<sup>2</sup>. Se han recolectado 193,397 datos de temperatura en las ZRP Mimis, Gallineros y Punta Loria desde 2017. Las temperaturas oscilan entre 24 y 35 °C. Se marcaron 153 langostas dentro de las ZRP El cabezo, Gallineros y Punta Loria, de estas solo seis han sido recapturadas en áreas de pesca aledañas a los polígonos de estas ZRP.

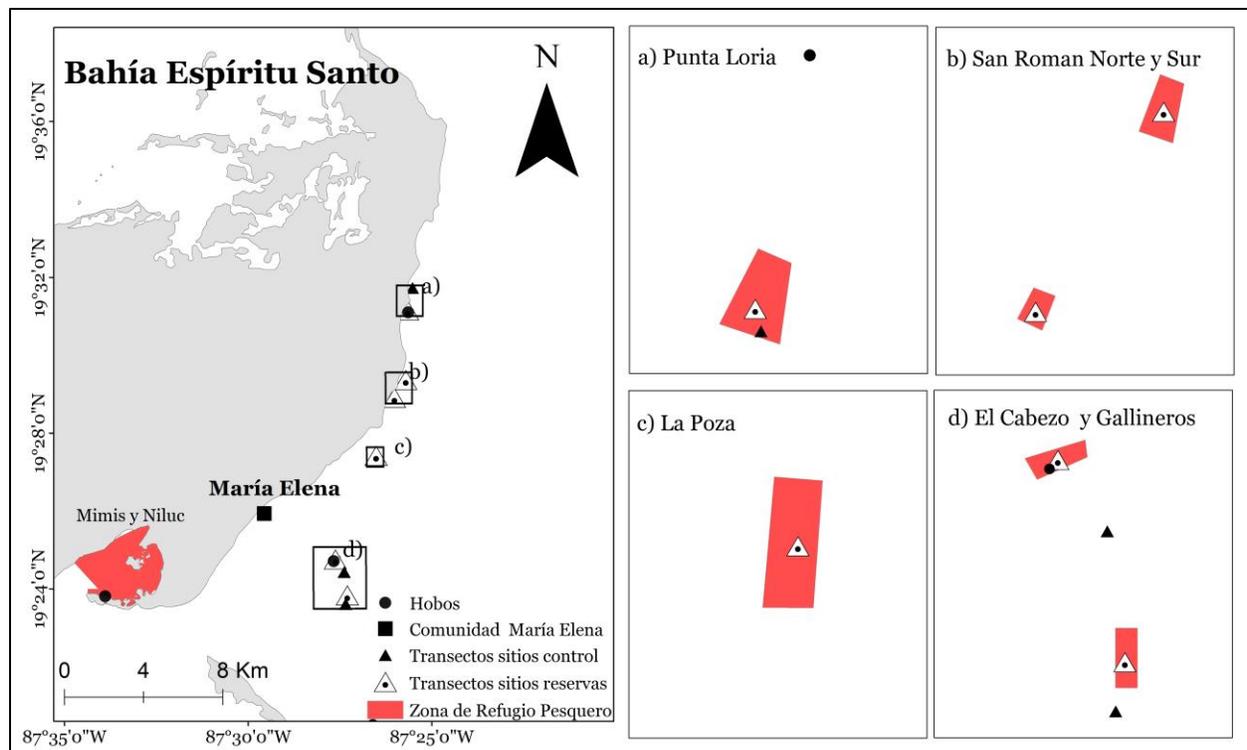


Figura 3 Sitios de monitoreo dentro y fuera de las ZRP en Maria Elena, Quintana Roo.

### Peces

En nueve campañas de monitoreo se recolectaron datos en 592 transectos de peces, en los cuales se identificaron 83 especies, adicional a esto, algunos organismos se integraron en nueve grupos, entre ambos se contabilizaron 31,187 peces. En los datos recolectados en el periodo 2013-2021, la biomasa de peces dentro de las ZRP es mayor que los sitios control. Se han registrado aumentos del 11 al 138% en comparación con la línea base, teniendo un promedio de 68% de aumento (Figura 4). Al agrupar las especies de interés comercial (pargo, mero y chac chi), se registran aumentos entre el 47 y 77%, con un promedio de 65% (Figura 5).

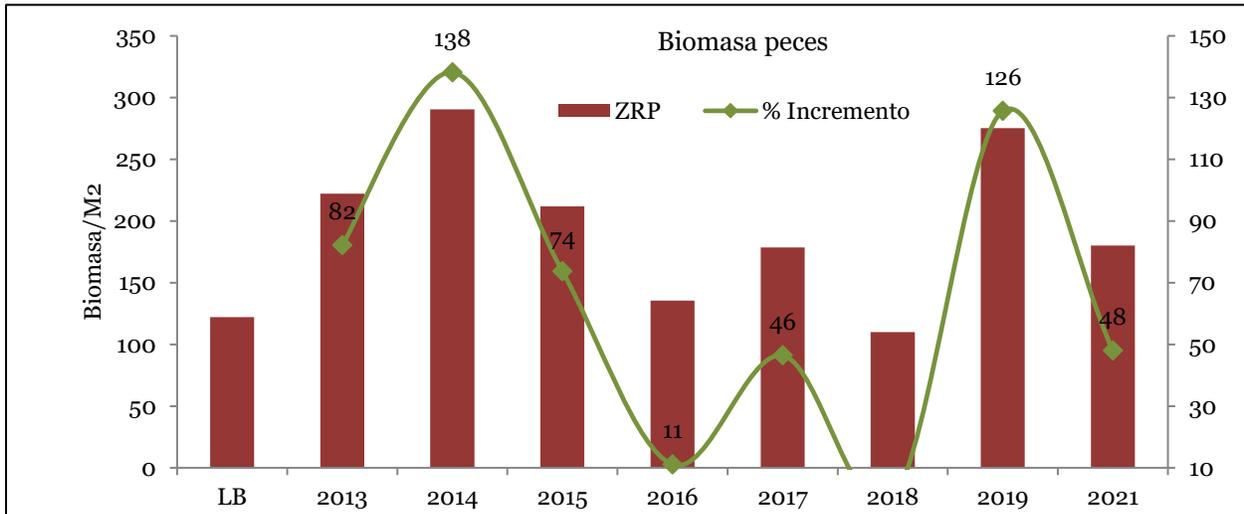


Figura 4 Biomasa total general de peces en ZRP, y el porcentaje de aumento de cada año, en comparación con la línea base. María Elena Quintana Roo.

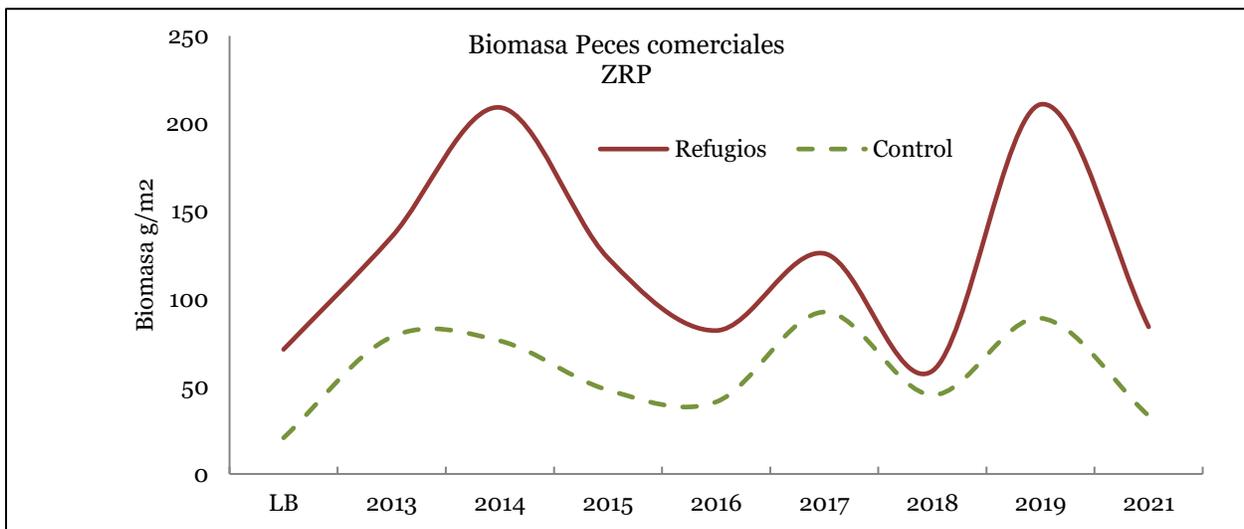


Figura 5 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP, y el porcentaje de aumento de cada año, en comparación con la línea base. María Elena, Quintana Roo.

### Invertebrados

Se recolectaron datos en 532 transectos y se registraron 2499 invertebrados. Para el caso de los invertebrados, algunos registros se hacen a nivel especie, y otros se agrupan; Las ZRP registran mayor abundancia de invertebrados (57.5% más) que los sitios control. La mayor abundancia de invertebrados está en el grupo de langosta que concentra el 36.9% de la abundancia total, erizos con el 35.2% y el caracol rosado con el 19.2%. En las ZRP como en los sitios control, estas tres categorías predominan (figura 6).

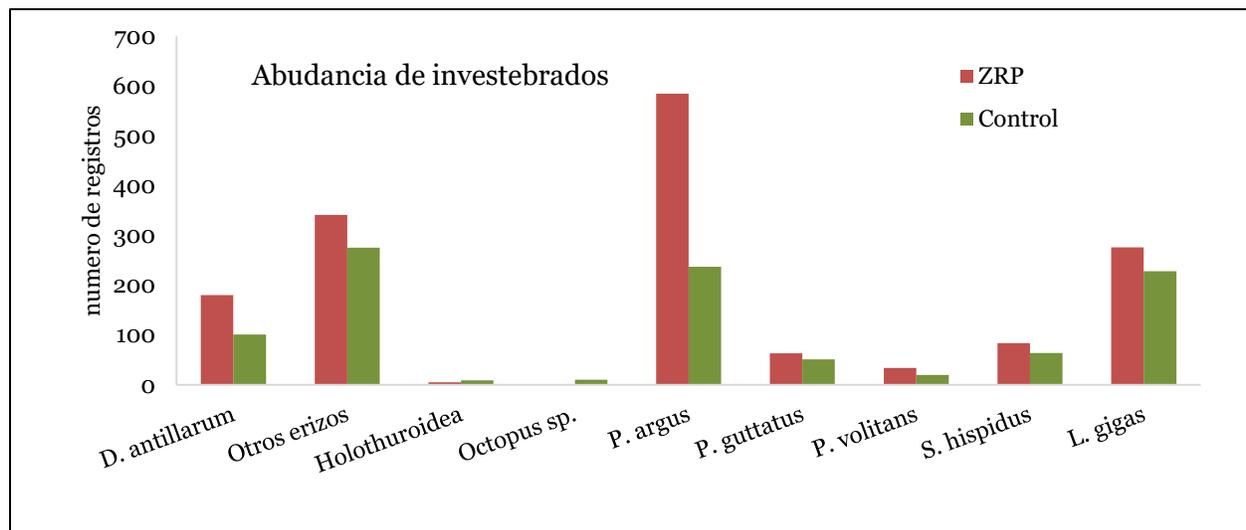


Figura 4 Abundancia de invertebrados en ZRP y sitios control, Maria Elena, Quintana Roo.

### Corales y cobertura bentónica

Se recolectaron datos de corales en 288 transectos, en los que se registraron 31 especies entre corales duros y blandos, 2,182 colonias de corales duros y 1,026 corales blandos. De las 22 especies de corales duros, seis especies registraron más de 150 colonias (60.9% de la abundancia total), y cinco especies están entre las 100 y 150 colonias (27.5% de la abundancia del total). En la figura 7 se presentan las 10 especies de corales más abundantes durante el periodo 2013 a 2020.

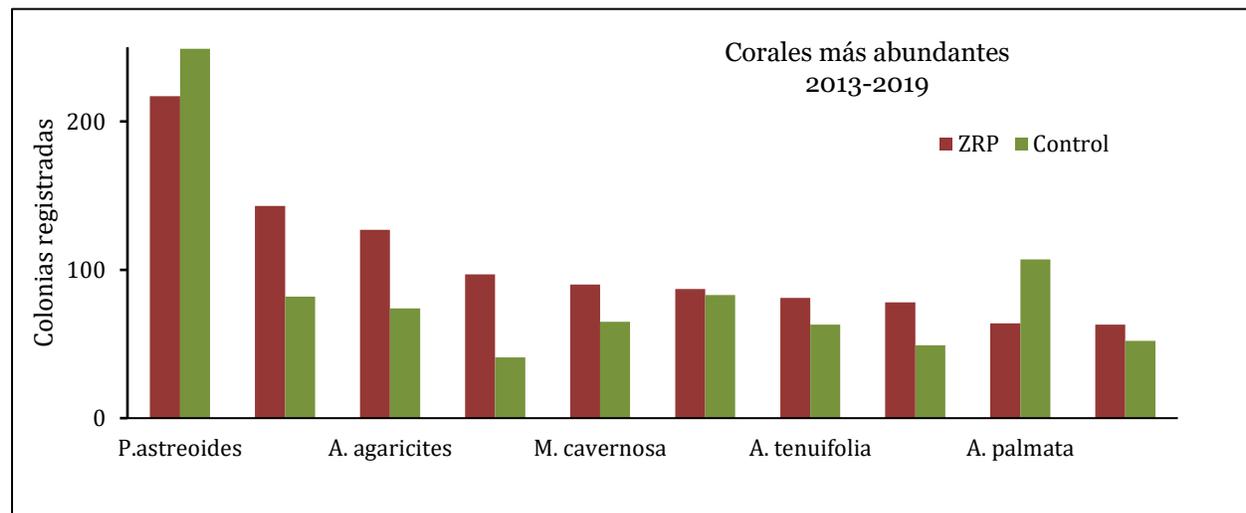


Figura 5 Especies de corales más abundantes en las ZRP y sus sitios control, Maria Elena Quintana Roo.

Se recolectaron datos de sustrato en 297 transectos, en los cuales se anotaron 664 registros de organismos distribuidos en 13 categorías de tipo de sustrato. En promedio, los corales duros representan el 22.4%, los corales blandos el 11.9%. Las macroalgas cubren el 46.55% (Figura 8).

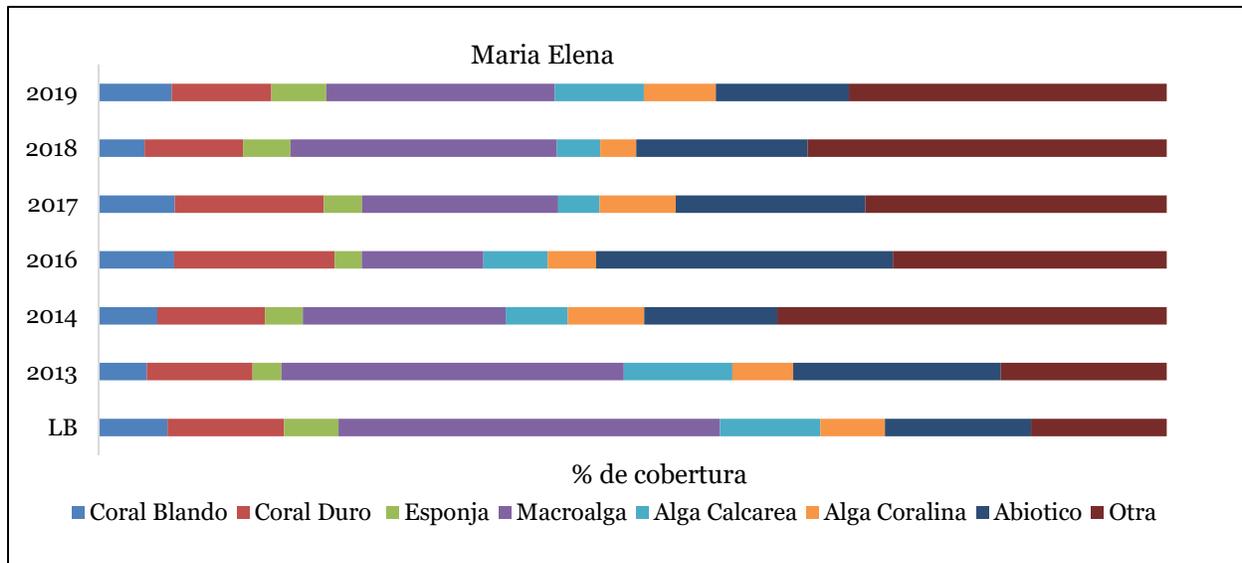


Figura 6 Porcentaje de cobertura bentónica general de ZRP y sitios control, Maria Elena Quintana Roo.

### ZRP El Cabezo

La ZRP El Cabezo es un parche de arrecife a una distancia de medio kilómetro de la cresta arrecifal, frente al quebrado de la Isla de Chal. Se encuentra rodeado por pastos marinos, se constituye principalmente de fragmentos de coral cuerno de alce; tiene una profundidad de 1 metro sobre la parte más alta del parche, y hasta cinco metros en los bordes. Debido a su cercana posición con el flujo de agua de la salida de la bahía, está expuesto a corrientes o eventos de turbidez. Tiene una dimensión de 505 metros de largo, por 186 metros de ancho, con una superficie de 9.36 hectáreas. Se han levantado datos de peces de interés comercial y de importancia ecológica, corales, invertebrados y tipo de sustrato empleando la metodología de transecto de banda.

### Peces

El promedio de peces registrados en El Cabezo es de 719 organismos, con un acumulado en nueve campañas de monitoreo, de 6474. El promedio en su sitio control es de 577 organismos y un acumulado de 5197. El número de especies que se han registrado esta entre las 23 y 32 especies para la ZRP, y en el sitio control ente 25 y 31 especies. La biomasa general oscila entre 118.16 y 55.48 g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 49.6 g/m<sup>2</sup>, en el caso del sitio control la biomasa este entre 22.02 y 64.34 g/m<sup>2</sup> con un promedio de 43.94 g/m<sup>2</sup>; la biomasa de especies comerciales (mero, pargo, chac chi) está entre el 12.72 y 89.89 g/m<sup>2</sup> para el cabezo, y 5.74 a 33.90 g/m<sup>2</sup> para el sitio control (Figura 9). El índice de diversidad Shannon-Wiener esta entre el 1.88 y 2.79 para el cabezo, con un promedio de 2.55; siendo ligeramente menor en el sitio control que va desde los 1.73 y 2.83, con un promedio de (Figura 10). Las dos familias de peces de interés comercial más abundantes, son la Haemulidae (Chac chi) y Lutjanidae (Pargos). En El cabezo, los Chac chi agrupan el 55.8% del total de peces en la talla de 11-20 cm y el 35.75 % en la talla de 6-10 cm, en el sitio control, el 54.1% esta en la talla 11-20 cm y el 37.3% en la talla 6-10 cm. La familia de los pargos agrupa el 57.3% del total de peces en la talla de 11-20 cm, el 23.4 % en la talla de 6-10 cm, y el 14.9% en la

talla 21-30 cm (Figura 11); en el sitio control, el 49.8% está en la talla 11-20 cm, el 30.1% en la talla 6-10 cm, y el 17.6% en la tallas 21-30 cm.

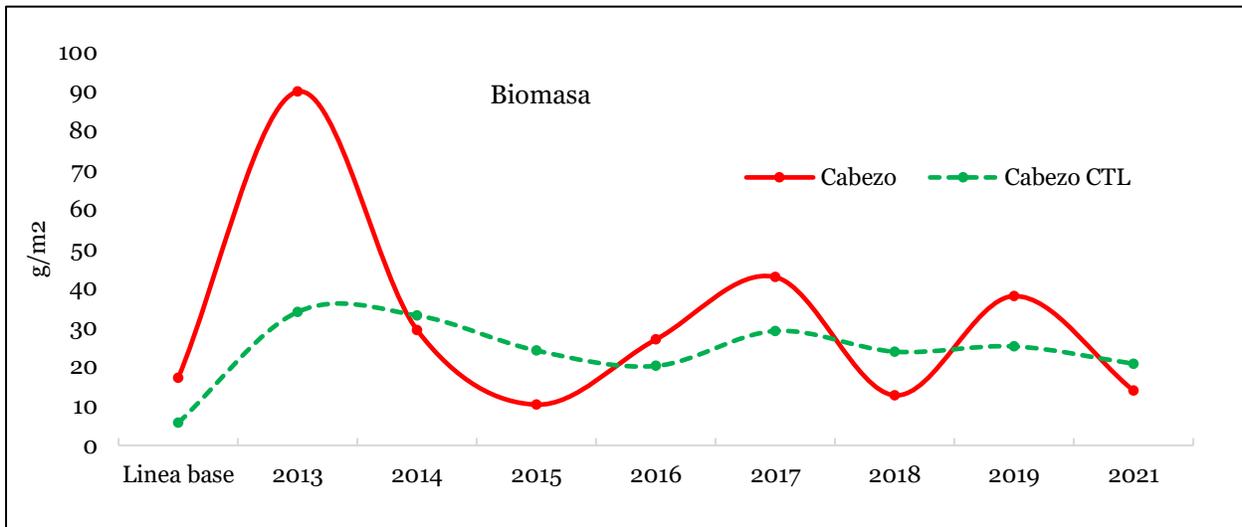


Figura 7 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP El cabezo y sitio control, Maria Elena, Quintana Roo.

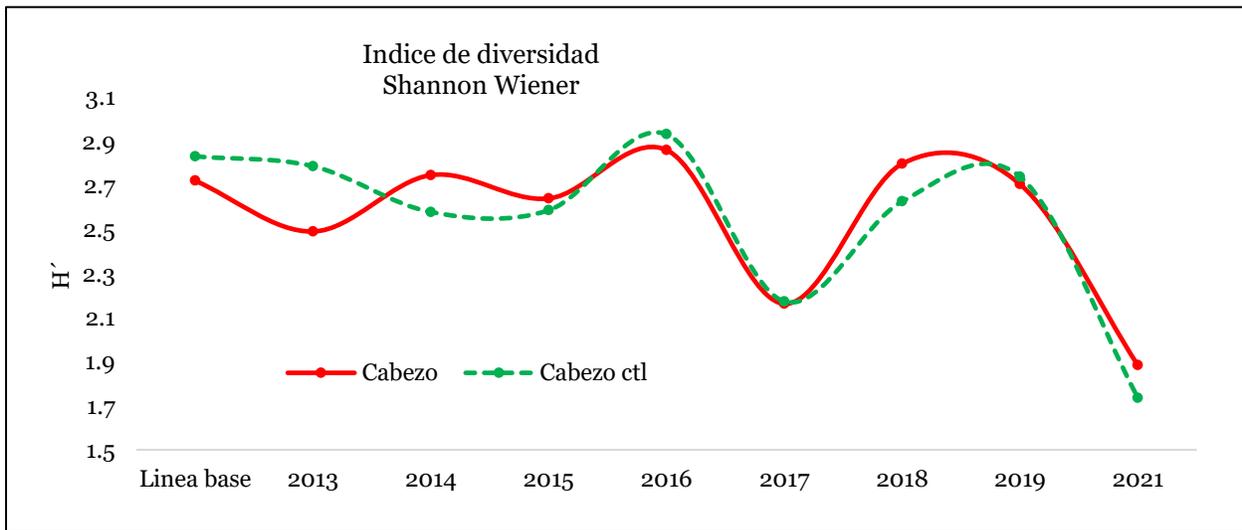


Figura 8 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en ZRP El cabezo y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

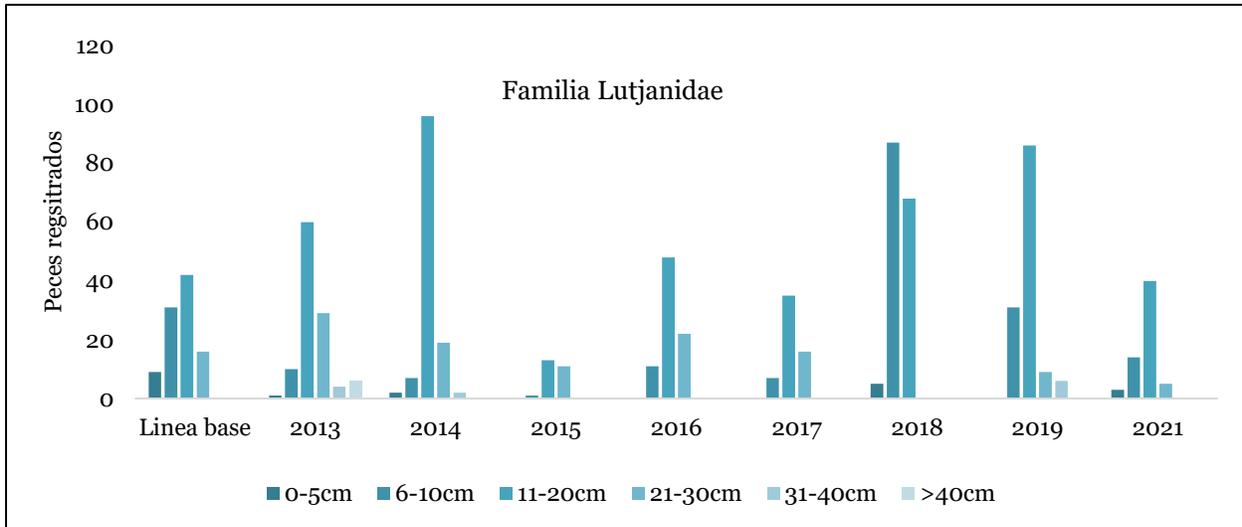


Figura 9 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP El cabezo, Maria Elena Quintana Roo.

### Invertebrados

En el registro de esta categoría, hay dos especies de interés comercial, la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) y el caracol rosado (*Lobatus gigas*). La pesquería de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) es la principal actividad en la comunidad de Maria Elena. La densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) va desde los 28 hasta los 683 ind/Ha en El cabezo con un promedio de 196 ind/Ha; en el sitio control va desde los 17 hasta los 617 ind/Ha con un promedio de 239 ind/Ha (Figura 12). En la campaña de monitoreo de 2013, no se registró ni una sola langosta en este sitio. En el caso del caracol rosado (*L. gigas*) la densidad en El cabezo osciló entre 33 y 333 ind/Ha, con un promedio de 117 ind/Ha; para el sitio control entre 17 y 383 ind/Ha, con un promedio de 70 ind/Ha (Figura 13).

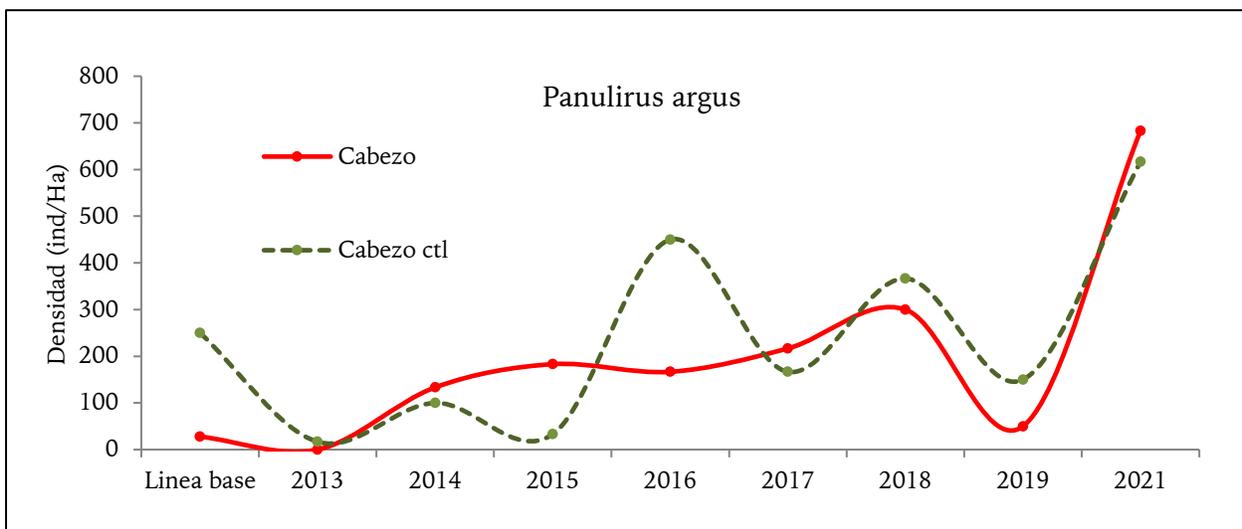


Figura 10 Densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*), en la ZRP y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo

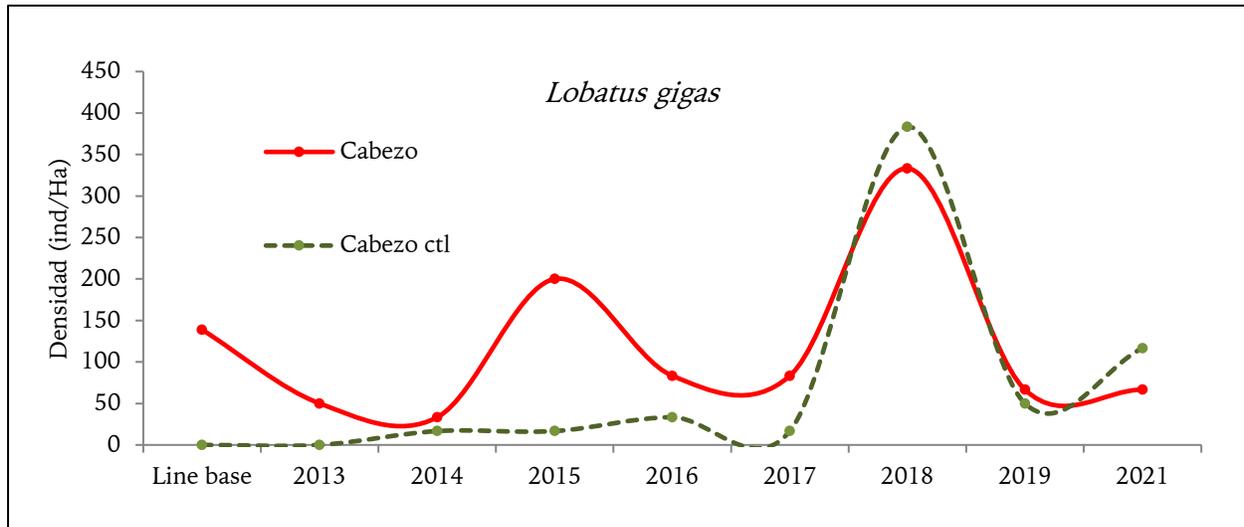


Figura 11 Densidad de caracol rosado (*L. gigas*), en la ZRP y su sitio control, Maria Elena, Quintana Roo.

### Corales y cobertura bentónica

En total, se han registrado 1115 colonias de corales en las campañas de monitoreo tanto en la ZRP como en el sitio control. Las especies de coral duro más abundantes para El cabezo son: *Porites astreoides*, *Millepora alcicornis*, *Agaricia tenuifolia*, *Millepora complanata*, *Montastrea cavernosa* y *Acropora palmata* (especie sujeta a protección especial<sup>7</sup>) (Figura 14). Las algas carnosas representan el 15.9% de la cobertura bentónica, los zoanthido el 15.1%, los corales duros el 11.6% y las algas rojas el 10.6% (Figura 15).

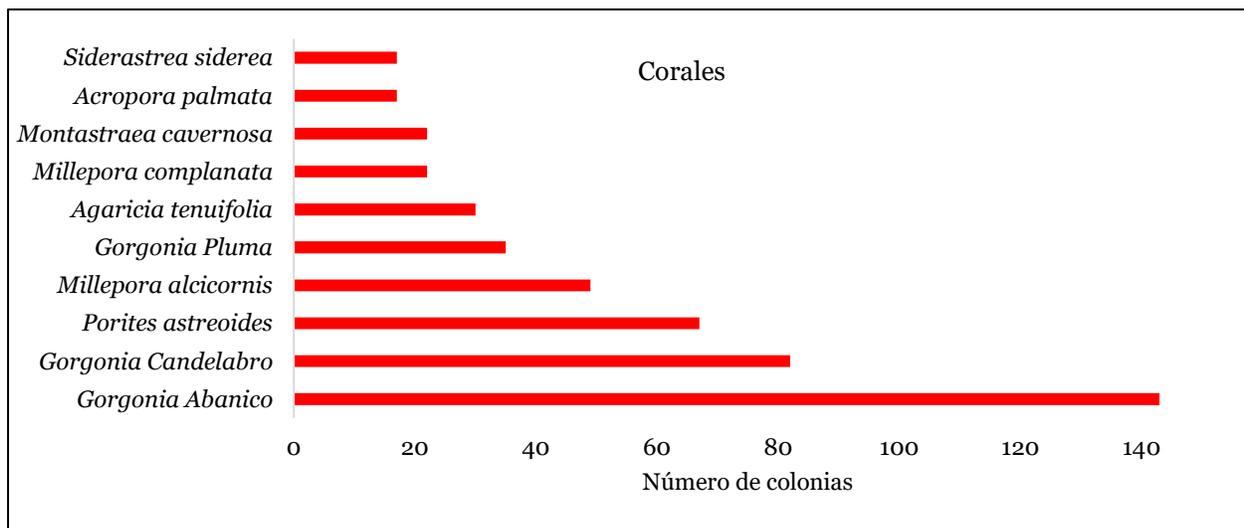


Figura 12 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP El cabezo, Maria Elena Quintana Roo.

<sup>7</sup> [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf)

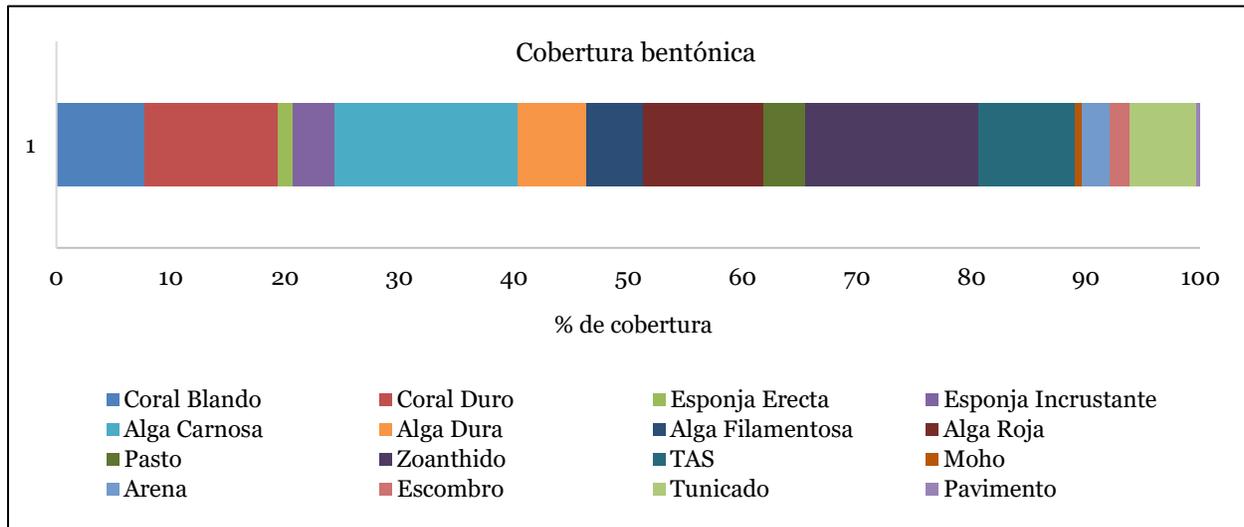


Figura 13 Porcentaje de cobertura del sustrato en las ZRP El cabezo, Maria Elena Quintana Roo.

### ZRP Gallineros

La ZRP Gallineros está ubicado en una zona de parches de arrecife dentro de la laguna arrecifal, dominado por el coral de montaña *Orbicella annularis* y rodeado por pastos marinos. Tiene una profundidad de entre 3 y 7 metros, por lo general con agua transparente y muy poca corriente, su cercanía con la barrera arrecifal, lo hace un sitio que por lo general es calmado. Las formaciones de arrecife lo hacen un buen refugio natural para la langosta y peces. Tiene una dimensión de entre 462 a 528 metros de largo, por 149 a 204 metros de ancho, con una superficie de 8.61 hectáreas. Se han levantado datos de peces de interés comercial y de importancia ecológica, corales, invertebrados y tipo de sustrato empleando la metodología de transecto de banda.

### Peces

El promedio de peces registrados en Gallineros es de 661 organismos, con un acumulado en nueve campañas de monitoreo, de 5955. El promedio en su sitio control es de 576 organismos y un acumulado de 5185. El número de especies que se han registrado esta entre las 25 y 34 especies para la ZRP, y en el sitio control entre 25 y 31 especies. La biomasa general oscila entre 150.56 y 22.53 g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 71.54 g/m<sup>2</sup>, en el caso del sitio control la biomasa este entre 102.29 y 14.94 g/m<sup>2</sup> con un promedio de 44.91 g/m<sup>2</sup>; la biomasa de especies comerciales (mero, pargo, chac chi) está entre el 130.72 y 13.57 g/m<sup>2</sup> para la ZRP, y 44.81.74 a 3.66 g/m<sup>2</sup> para el sitio control (Figura 16). El índice de diversidad Shannon-Wiener esta entre el 1.41 y 2.82 para Gallineros, con un promedio de 2.55; en el sitio control va desde los 1.89 y 2.96, con un promedio de 2.59 (Figura 17). Las dos familias de peces de interés comercial más abundantes, son la Haemulidae (Chac chi) y Lutjanidae (Pargos). En la ZRP, los Chac chi se agrupan de la siguiente manera, el 38.8 % en la talla de 6-10 cm, el 38.2% en la talla de 11-20 cm, y el 16.2% en la talla de 21-30 cm; en el sitio control, el 44.3% está en la talla 11-20 cm y el 37.5% en la talla 6-10 cm. La familia de los pargos se agrupa de la siguiente manera, 43.5% del total de peces en la talla de 11-20 cm y 34.9 % en la talla 21-30 cm (Figura 18); en el sitio control, el 44.9% está en la talla 11-20 cm, el 35.5% en la talla 6-11 cm, y el 15.7% en la talla 21-30 cm.

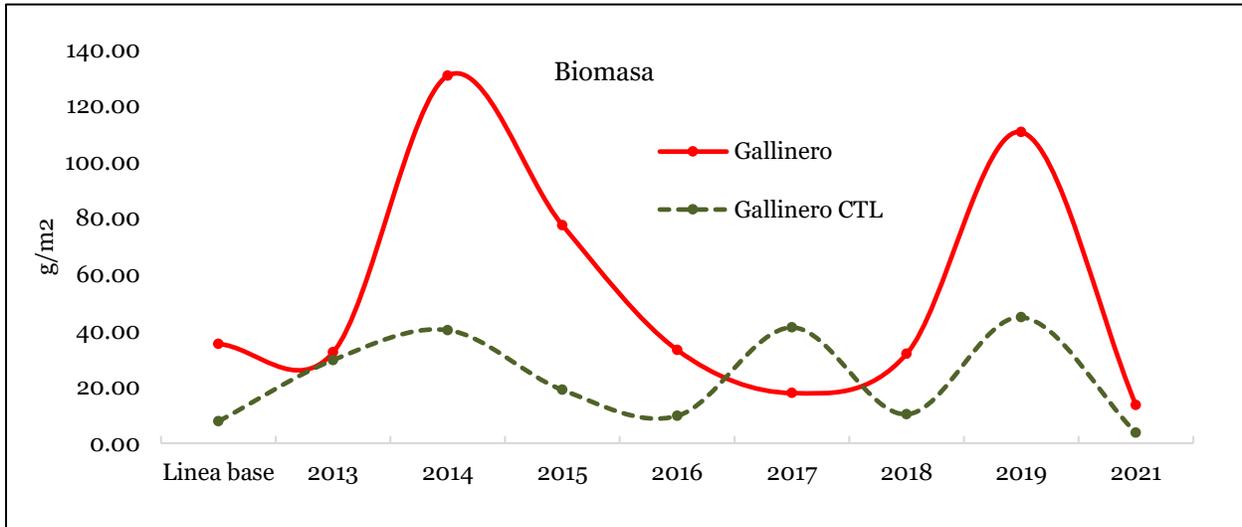


Figura 14 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP Gallineros y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

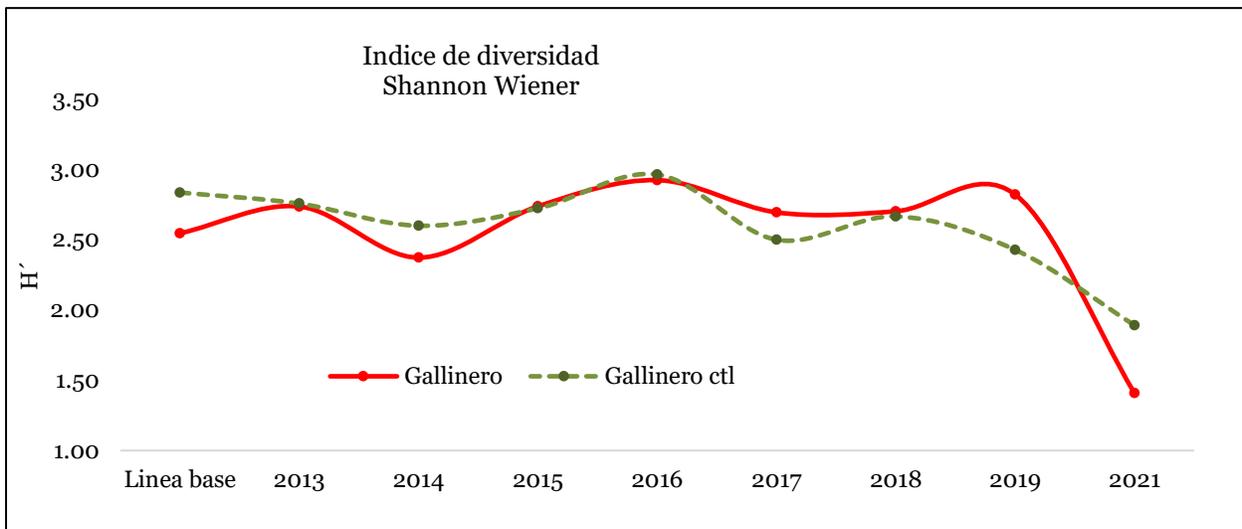


Figura 17 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en ZRP Gallineros y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

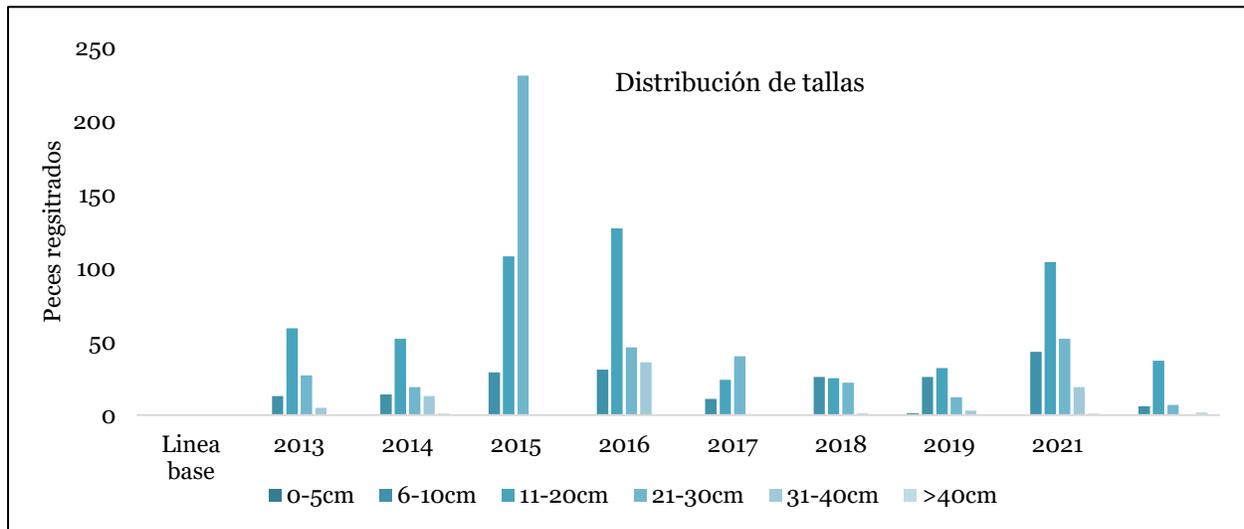


Figura 18 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP Gallineros y su sitio control, María Elena Quintana Roo.

### Invertebrados

En el registro de esta categoría, hay dos especies de interés comercial, la langosta espinosa del caribe (*Panulirus argus*) y el caracol rosado (*Lobatus gigas*). La pesquería de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) es la principal actividad en la comunidad de María Elena. La densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) va desde los 17 hasta los 500 ind/Ha, con un promedio de 320 ind/Ha; en el sitio control va desde los 17 hasta los 183 ind/Ha con un promedio de 83 ind/Ha (Figura 19). En la campaña de monitoreo de 2017, no se registró ni una sola langosta en el sitio control. En el caso del caracol rosado (*L. gigas*) la densidad en Gallineros osciló entre 50 y 533 ind/Ha, con un promedio de 320 ind/Ha; para el sitio control entre 83 y 972 ind/Ha, con un promedio de 408 ind/Ha (Figura 20).

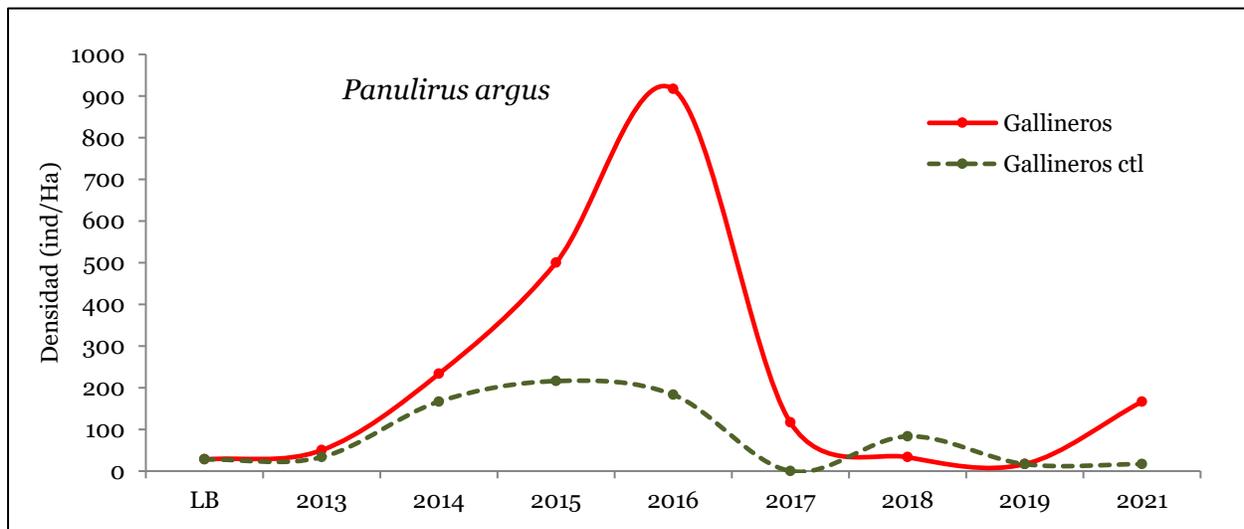


Figura 19 Densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*), en Gallineros y su sitio control, María Elena Quintana Roo

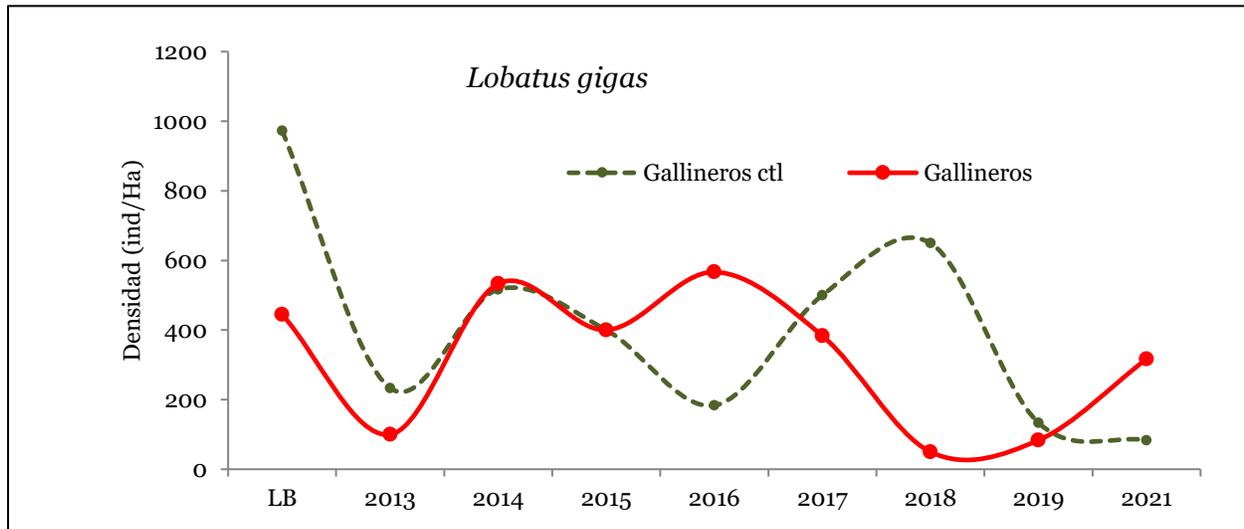


Figura 20 Densidad de caracol rosado (*L. gigas*), en Gallineros y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

### Corales y cobertura bentónica

En total, se han registrado 667 colonias de corales en las campañas de monitoreo tanto en la ZRP como en el sitio control. Las especies de coral duro más abundantes para El cabezo son: *Orbicella annularis*, *Orvicella faveolata* (ambas en la categoría de amanazadas<sup>8</sup>), *Agaricia agaricites*, *Montastrea cavernosa*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides* y *Pseudodiploria strigosa* (Figura 21). Este sitio está dominado por el pasto marino, que representa el 24.3% de la cobertura bentónica, la arena el 23.6%, escombros 14.5% y los corales duros el 10.4% (Figura 22). Cabe destacar que las algas están, entre el 1.4 y 7.3% de cobertura, según su categoría.

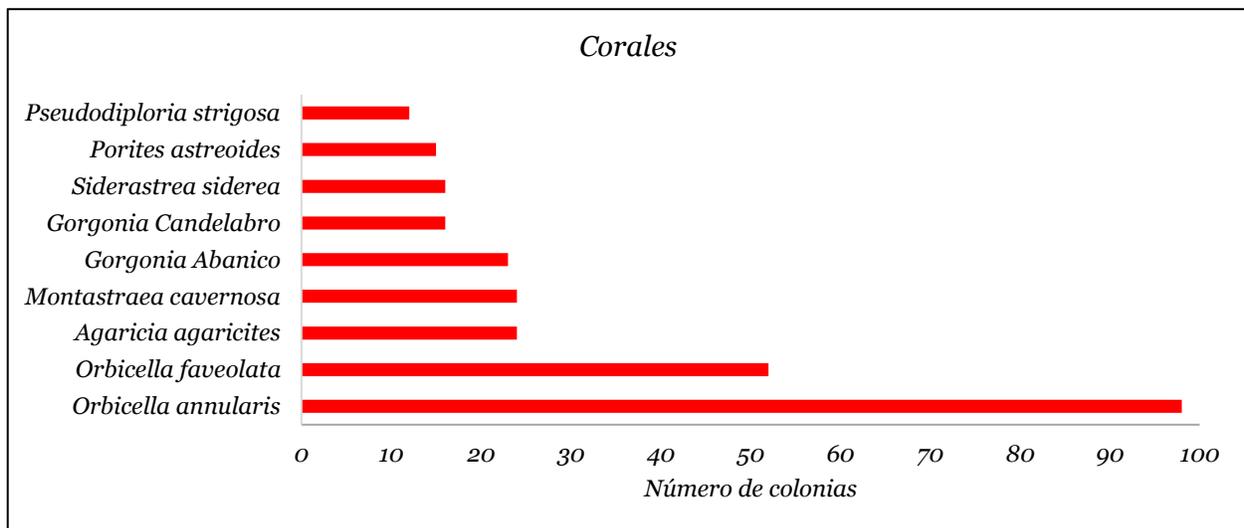


Figura 21 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP Gallineros, Maria Elena Quintana Roo.

<sup>8</sup> [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019)

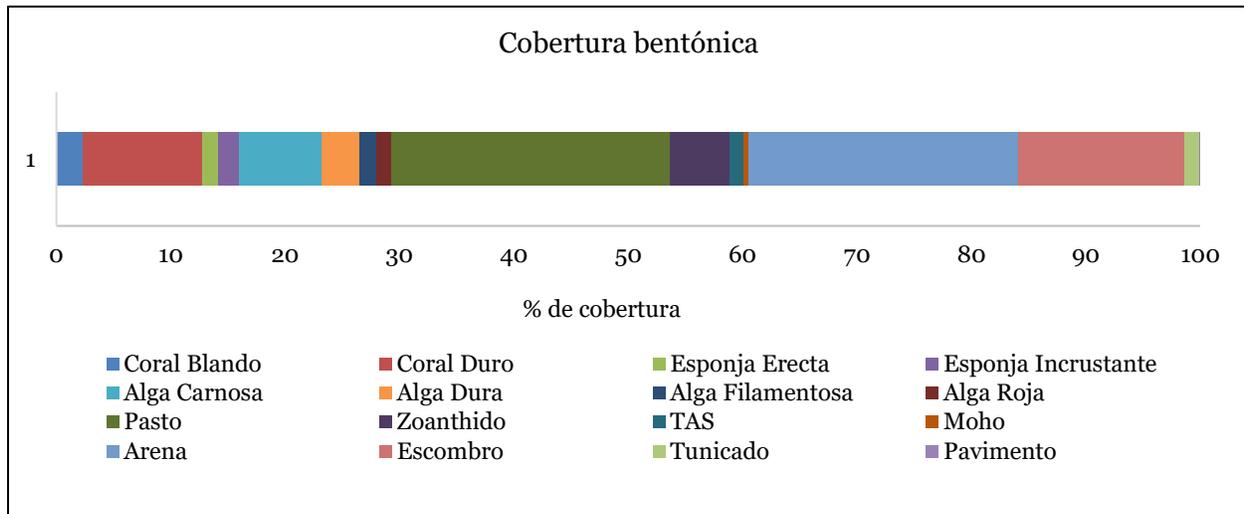


Figura 22 Porcentaje de cobertura del sustrato en las ZRP Gallineros, Maria Elena Quintana Roo.

### ZRP La Poza

La ZRP La Poza está ubicado junto a la barrera arrecifal, se constituye de pequeños parches de arrecife. Tiene una profundidad de entre 1 y 3 metros, por lo general con agua transparente y muy poca corriente. Tiene una dimensión de entre 339 a 347 metros de largo, por 128 a 139 metros de ancho, con una superficie de 4.52 hectáreas. Este sitio por estar pegado a la barrera de arrecife, ha presentado algunas complicaciones para realizar monitoreo, ya que el oleaje aumenta el riesgo de accidente para los monitores, y es necesario que el mar este muy calmado para levantar datos, por tal motivo solo hay datos de dos años de monitoreo (2019 y 2021). En este sitio solo se realiza monitoreo de peces comerciales con el método buceo errante con buceo libre.

### Peces

El promedio de peces registrados en La poza es de 287 organismos, con un acumulado en dos campañas de monitoreo, de 575. El registro de peces en 2019 fue de 275, y en 2021 271. Esta ZRP no tiene sitio control. La biomasa general oscila entre 25.81 y 107090.42 g/transecto, con un

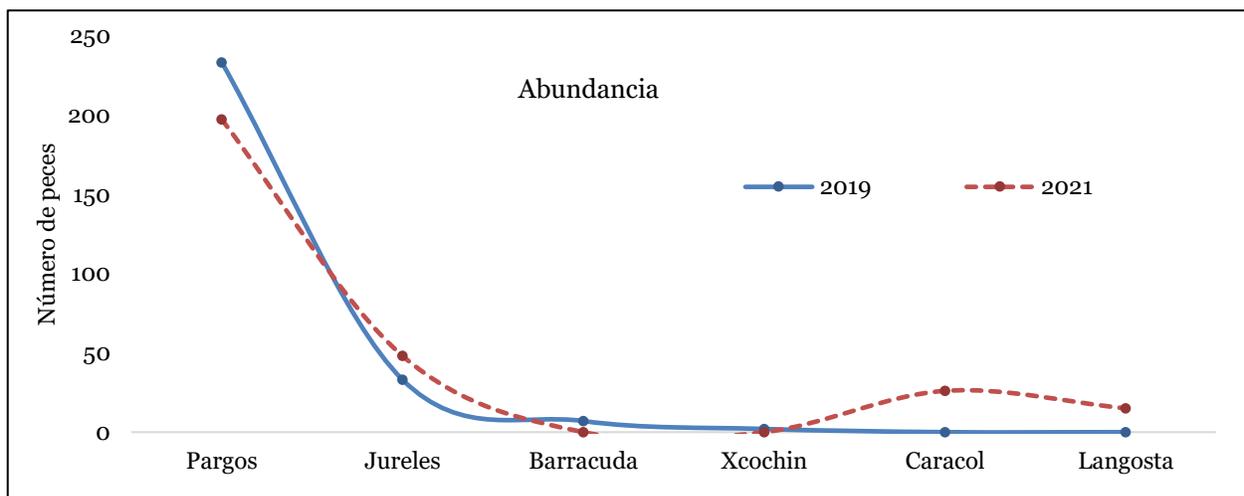


Figura 15 Grupos de peces registrados con buceo errante durante 2019 y 2021 en la ZRP la Poza, Maria Elena Quintana Roo.

promedio de 19470.98 g/transecto. La familia de peces más abundante en La poza, son los pargos, seguido de los jureles. Cabe destacar que en 2021 se registró langosta en este sitio. (Figura 23)

### ZRP San Román Norte y San Román Sur

Estas dos ZRP están a 250 metros de la costa, y el límite de ambos, colinda con la cresta arrecifal, lo anterior debido a que la distancia entre la costa y la barrera de arrecife es poca. Los refugios tienen una profundidad de entre 5 y 8 metros, y colindan con una salida en la barrera arrecifal que sirve de entrada y salida de agua, por tal motivo, la transparencia suele no ser tan buena en comparación con el cabezo o Gallineros, además por lo general hay corriente, este factor provocó que en 2013 no se levantaran datos en el sitio. Esta ZRP no tiene sitio control, ya que no se ha identificado un sitio lo suficiente parecido al refugio. La ZRP tiene parches de arrecife aislados de diferentes tamaños, así como área de pastizal y laja. El polígono sur tiene una dimensión de entre 148 a 158 metros de largo, por 85 a 114 metros de ancho, con una superficie de 1.62 hectáreas; el polígono norte tiene una dimensión de entre 207 a 256 metros de largo, por 107 a 154 metros de ancho, con una superficie de 3.32 hectáreas. Se han levantado datos de peces de interés comercial y de importancia ecológica, corales, invertebrados y tipo de sustrato empleando la metodología de transecto de banda.

### Peces

El promedio de peces registrados en ambos polígonos es de 547 organismos, con un acumulado en ocho campañas de monitoreo, de 4380. El número de especies que se han registrado está entre las 23 y 31. La biomasa general oscila entre 15.10 y 96.50 g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 43.57 g/m<sup>2</sup>; la biomasa de especies comerciales (mero, pargo, chac chi) está entre el 8.91 y 47.39 g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 21.31 g/m<sup>2</sup> (Figura 24). El índice de diversidad Shannon Wiener esta entre el 2.59 y 3.0 para Gallineros, con un promedio de 2.78 (Figura 25). Las dos familias de peces de interés comercial más abundantes, son la Haemulidae (Chac chi) y Lutjanidae (Pargos). En la ZRP, los Chac chi se agrupan de la siguiente manera; el 50.1 % en la talla de 11-20 cm, el 31.7% en la talla de 6-10 cm, y el 9.1% en la talla de 21-30 cm. La familia de los pargos se agrupa de la siguiente manera, 46.1% del total de peces en la talla de 11-20 cm, 37.7 % en la talla 6-10 cm y el 11.1% en la talla 21-30 cm (Figura 26).

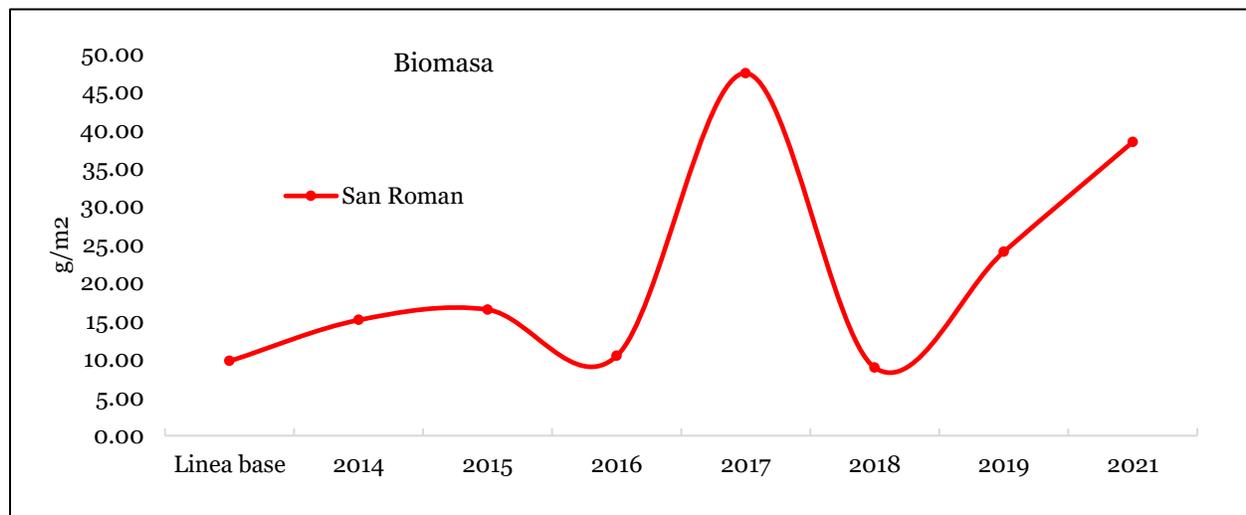


Figura 24 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP San Román Norte y Sur, Maria Elena Quintana Roo.

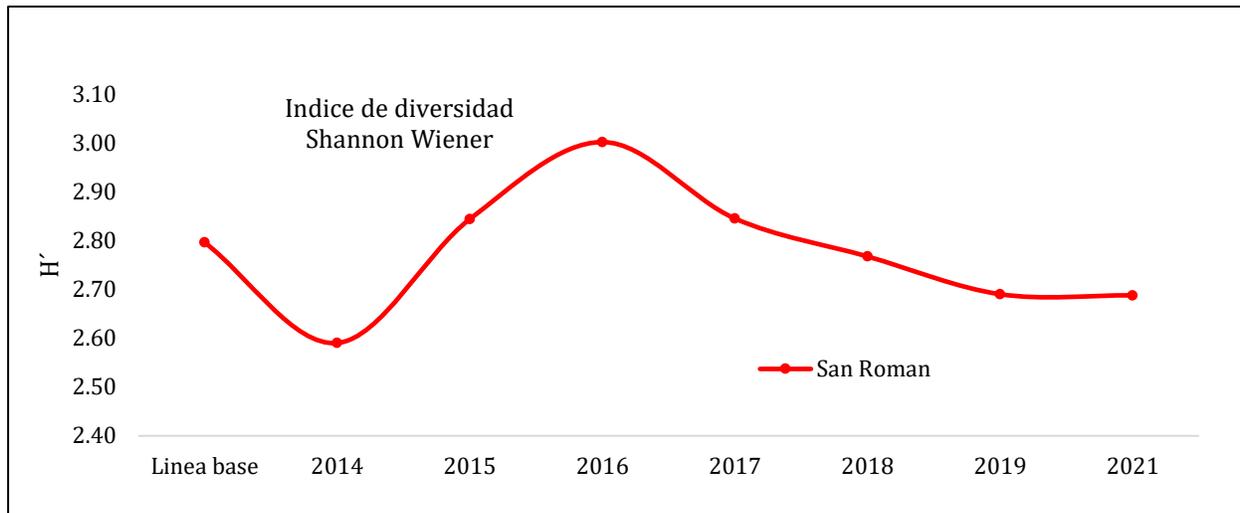


Figura 25 Índice de diversidad de Shannon-Wiener en ZRP San Román Norte y Sur, Maria Elena Quintana Roo.

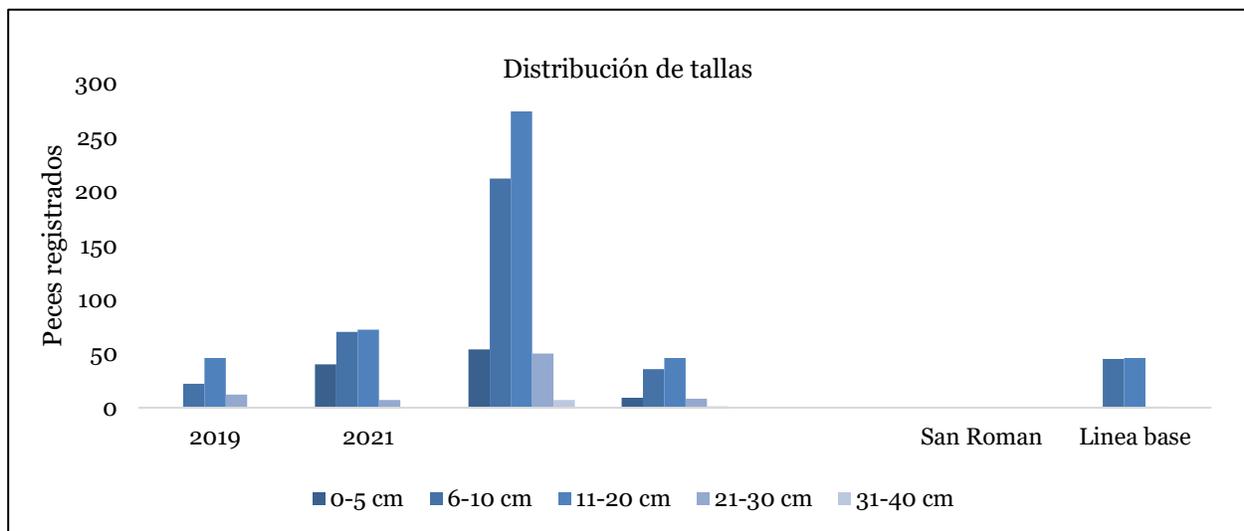


Figura 16 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP San Román Norte y Sur, Maria Elena Quintana Roo.

### Invertebrados

En el registro de esta categoría, hay dos especies de interés comercial, la langosta espinosa del caribe (*P. argus*) y el caracol rosado (*L. gigas*). La densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) va desde los 100 hasta los 1683 ind/Ha, con un promedio de 629 ind/Ha; (Figura 27). En el caso del caracol rosado (*L. gigas*) la densidad en de San Román osciló entre 17 y 100 ind/Ha, con un promedio de 33 ind/Ha; para el sitio control entre 117 y 200 ind/Ha, con un promedio de 152 ind/Ha (Figura 28).

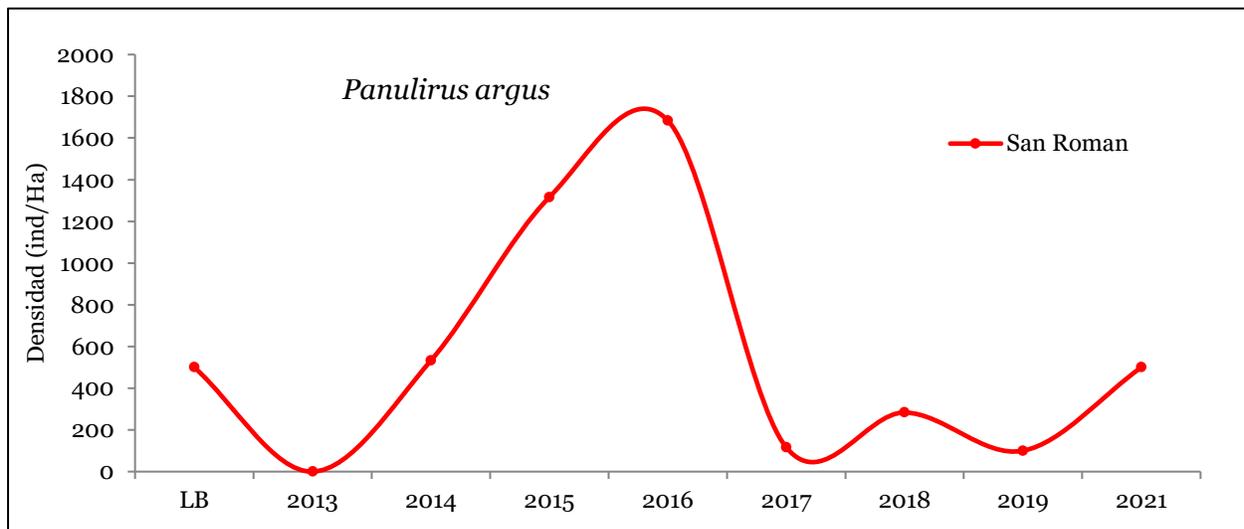


Figura 18 Densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*), en ZRP San Román y su sitio control, Maria Elena quintana Roo

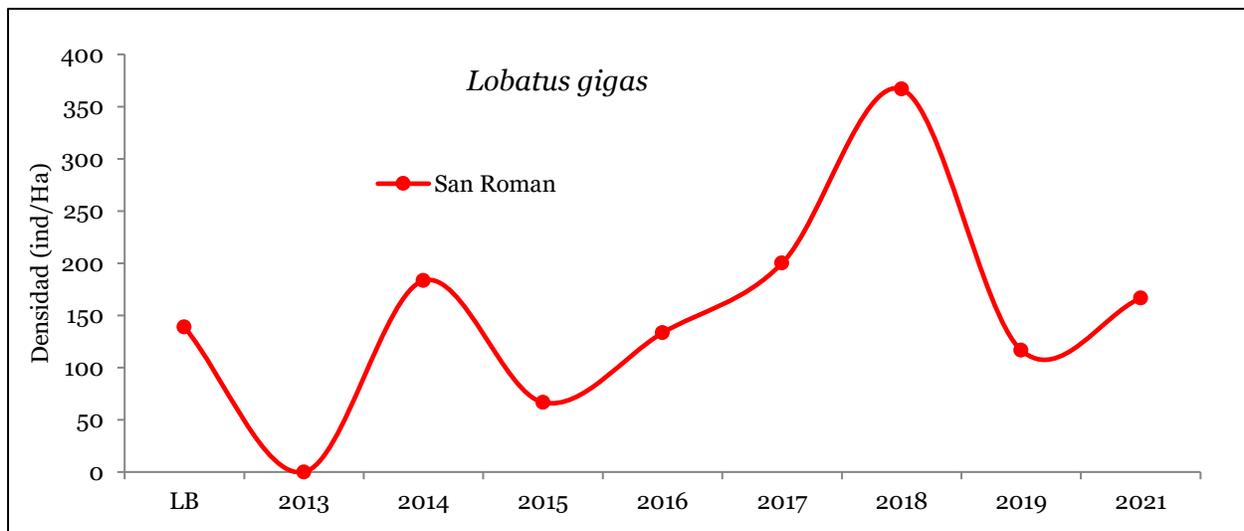


Figura 17 Densidad de caracol rosado (*L. gigas*), en AZP San Román y su sitio control, Maria Elena quintana Roo.

### Corales y cobertura bentónica

En total, se han registrado 332 colonias de corales en la ZRP. En 2013 y 2015 no se levantaron datos de corales. Las especies de coral duro más abundantes para el cabezo son: *Agaricia agaricites*, *Montastrea cavernosa*, *Acropora palmata*, *Millepora alcicornis*, *Pseudodiploria strigosa* y *Millepora complanata* (Figura 29). El zoanthido tiene una cobertura de 17.87%, las algas carnosas 17.78% y los corales duros 11.50% (Figura 30), el resto de las categorías están por debajo de 7.7%.

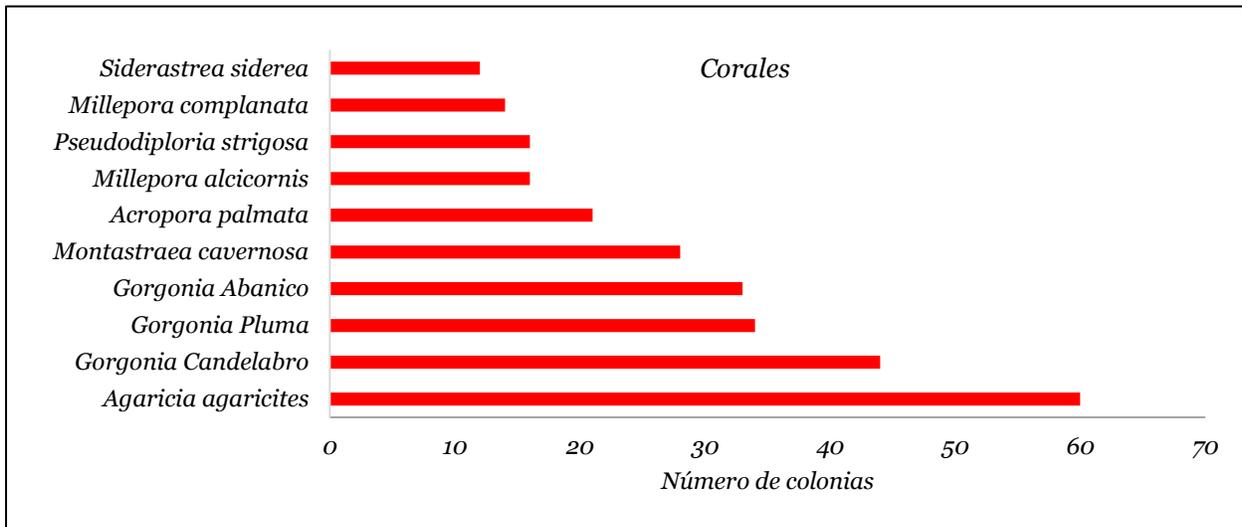


Figura 20 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP San Roman, Maria Elena Quintana Roo.

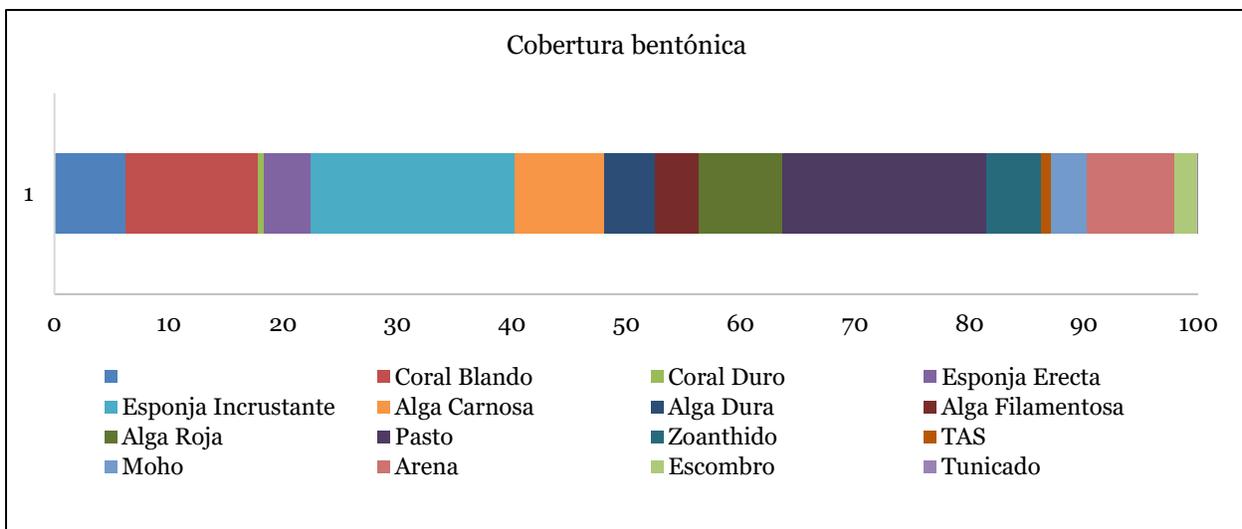


Figura 19 Porcentaje de cobertura del sustrato en la ZRP San Román, Maria Elena Quintana Roo.

### ZRP Punta Loria

La ZRP Punta Loria es el polígono más alejado de la comunidad hacia el lado norte de esta, se ubica dentro de la laguna arrecifal y está rodeado por pastos marinos. La ZRP es un parche de arrecife con una profundidad de 2 a 6 metros. Está cercano a la barrera arrecifal y a la costa. Por lo general no existe mucha corriente en el sitio, anqué, suele presentar marejada acompañado de poca visibilidad. Tiene una dimensión de entre 341 a 353 metros de largo, por 149 a 255 metros de ancho, con una superficie de 7.20 hectáreas. Se han levantado datos de peces de interés comercial y de importancia ecológica, corales, invertebrados y tipo de sustrato empleando la metodología de transecto de banda.

### Peces

El promedio de peces registrados en Punta Loria es de 337 organismos, con un acumulado en nueve campañas de monitoreo de 3038. El promedio en su sitio control es de 549 organismos y un acumulado de 4137. El número de especies que se han registrado esta entre 16 y 32 para la ZRP, y en el sitio control ente 22 y 31 especies. La biomasa general oscila entre 8.31 y 62.10 g/m<sup>2</sup>, con un promedio de 32.45 g/m<sup>2</sup>, en el caso del sitio control la biomasa este entre 22.26 y 65.42 g/m<sup>2</sup> con un promedio de 42.90 g/m<sup>2</sup>; la biomasa de especies comerciales (mero, pargo, chac chi) está entre el 5.40 y 38.27 g/m<sup>2</sup> para la ZRP, y 2.73 a 22.21 g/m<sup>2</sup> para el sitio control (Figura 31). El índice de diversidad Shannon-Wiener esta entre el 2.04 y 3.04 para Punta Loria, con un promedio de 2.56; en el sitio control va desde los 2.17 y 2.89, con un promedio de 2.48 (Figura 32). Las dos familias de peces de interés comercial más abundantes, son la Haemulidae (Chac chi) y Lutjanidae (Pargos). En la ZRP, los Chac chi se agrupan de la siguiente manera según el rango de talla; el 41.5 % en la talla de 11-20 cm, el 39.4% en la talla de 6-10 cm, y el 12.4% en la talla de 21-30 cm, en el sitio control, el 45.9% está en la talla 11-20 cm y el 35.5% en la talla 6-10 cm. La familia de los pargos se agrupa de la siguiente manera, 35.5% del total de peces en la talla de 11-20 cm, el 26.7 % en la talla 21–30 y 24% en la talla 6-10 cm (Figura 33); en el sitio control, el 37.2% está en la talla 11-20 cm, el 36.3% en la talla 6-10 cm, y el 8.8% en la talla 21-30 cm.

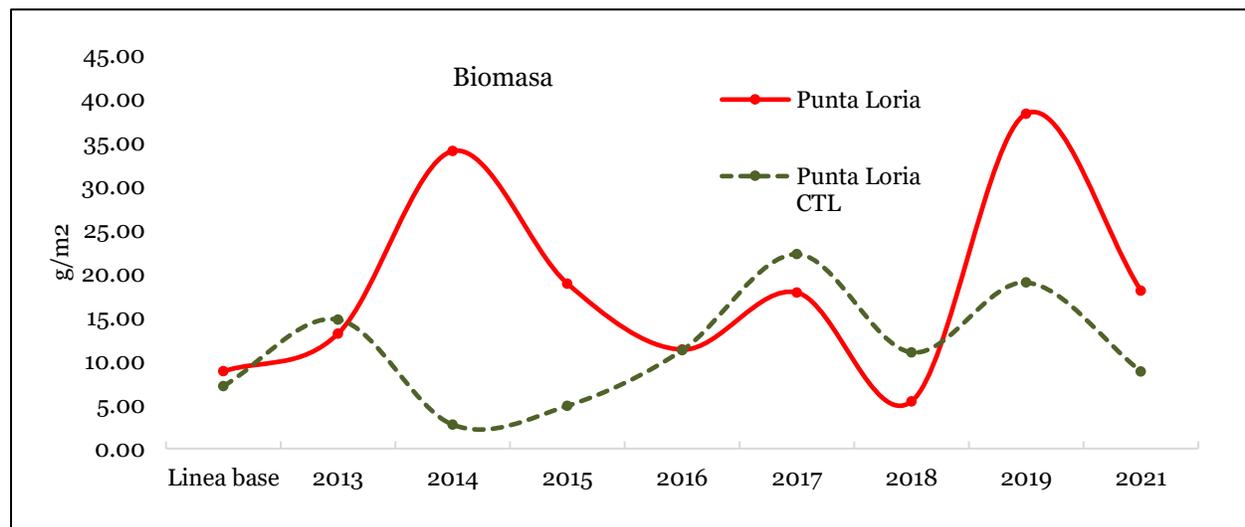


Figura 21 Biomasa de peces de interés comercial en ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

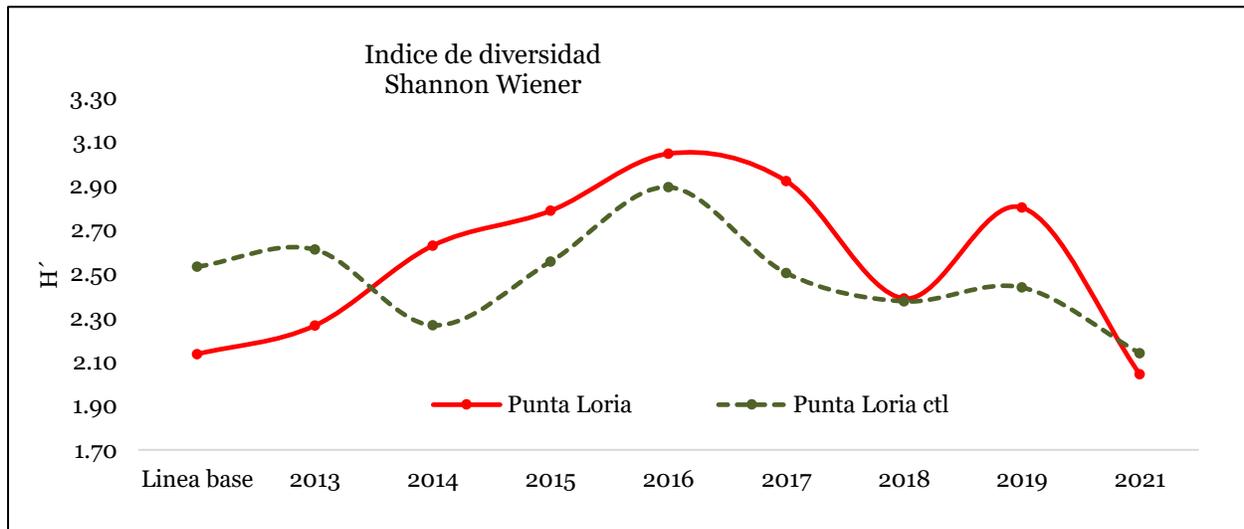


Figura 23 Índice de diversidad de Shannon Weiner en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

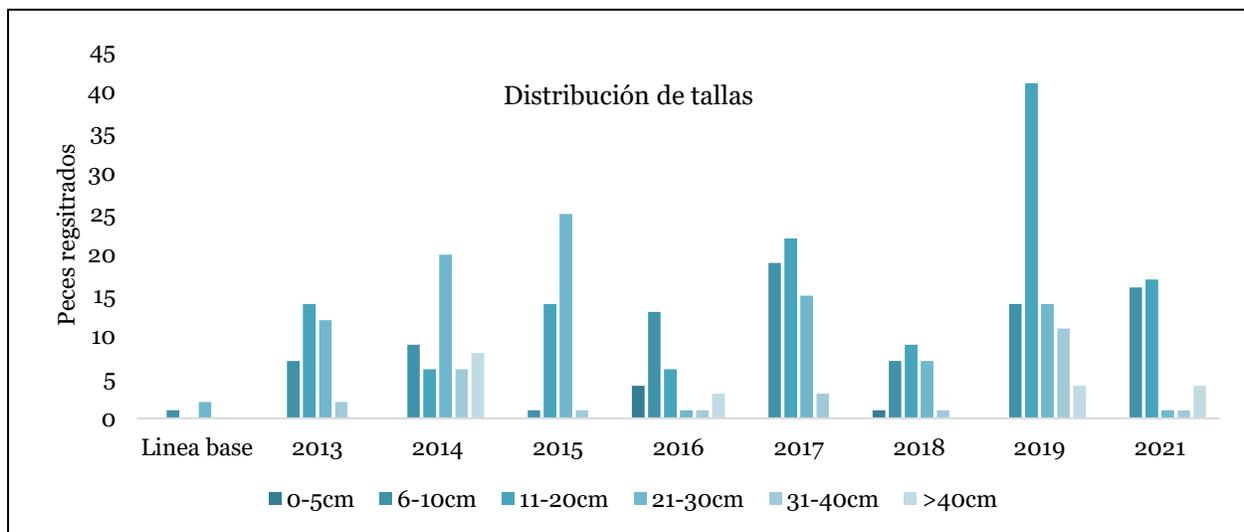


Figura 22 Número de peces según el rango de tallas en los peces de la familia de los Pargos, en la ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

### Invertebrados

En el registro de esta categoría, hay dos especies de interés comercial, la langosta espinosa del caribe (*P. argus*) y el caracol rosado (*L. gigas*). La densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*) va desde los 83 hasta los 183 ind/Ha, con un promedio de 126 ind/Ha; en el sitio control va desde los 50 hasta los 278 ind/Ha con un promedio de 142 ind/Ha (Figura 34). En la campaña de monitoreo de 2013, no se registró ni una sola langosta en el sitio control, en el 2019 ocurrió lo mismo en la ZRP. En el caso del caracol rosado (*L. gigas*) la densidad en Punta Loria osciló entre 17 y 100 ind/Ha, con un promedio de 33 ind/Ha; para el sitio control entre 17 y 217 ind/Ha, con un promedio de 56 ind/Ha (Figura 35).

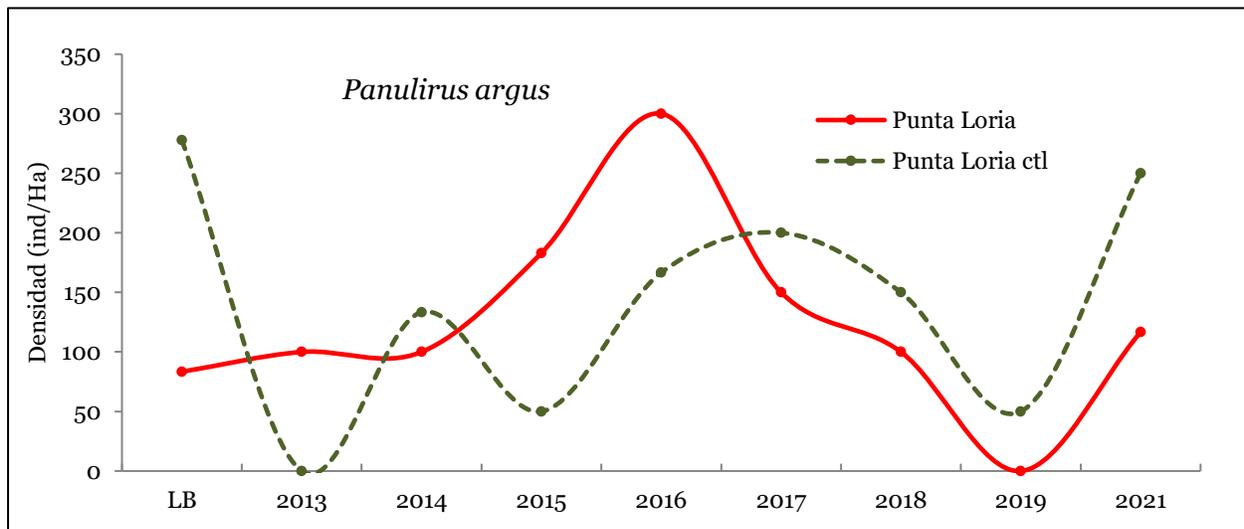


Figura 25 Densidad de langosta espinosa del caribe (*P. argus*), en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena quintana Roo

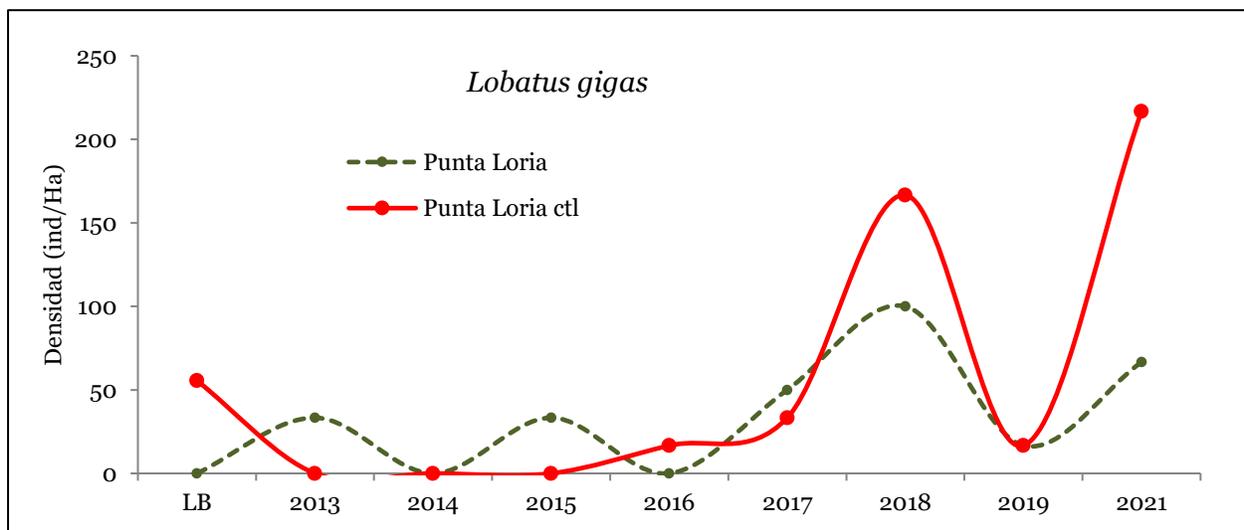


Figura 24 Densidad de caracol rosado (*L. gigas*), en ZRP Punta Loria y su sitio control, Maria Elena quintana Roo.

### Corales y cobertura bentónica

En total, se han registrado 1094 colonias de corales en las campañas de monitoreo tanto en la ZRP como en el sitio control. Las especies de coral duro más abundantes para Punta Loria son: *Porites astreoides*, *Pseudodiploria strigosa*, *Agaricia agaricites*, *Agaricia tenuifolia*, *Millepora complanata* y *Acropora palmata* (Figura 36). Este sitio está dominado por las algas carnosas, que representa el 19.8% de la cobertura bentónica, el zoanthido con 14.4% y los corales duros el 11.4% (Figura 37).

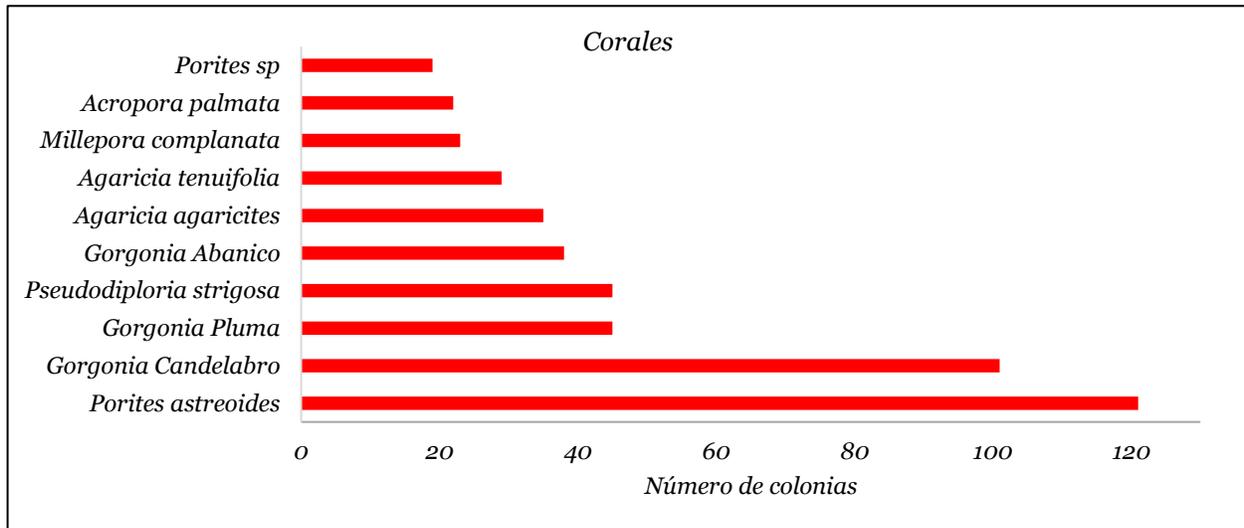


Figura 26 Especies de corales blandos y duros más abundantes en la ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

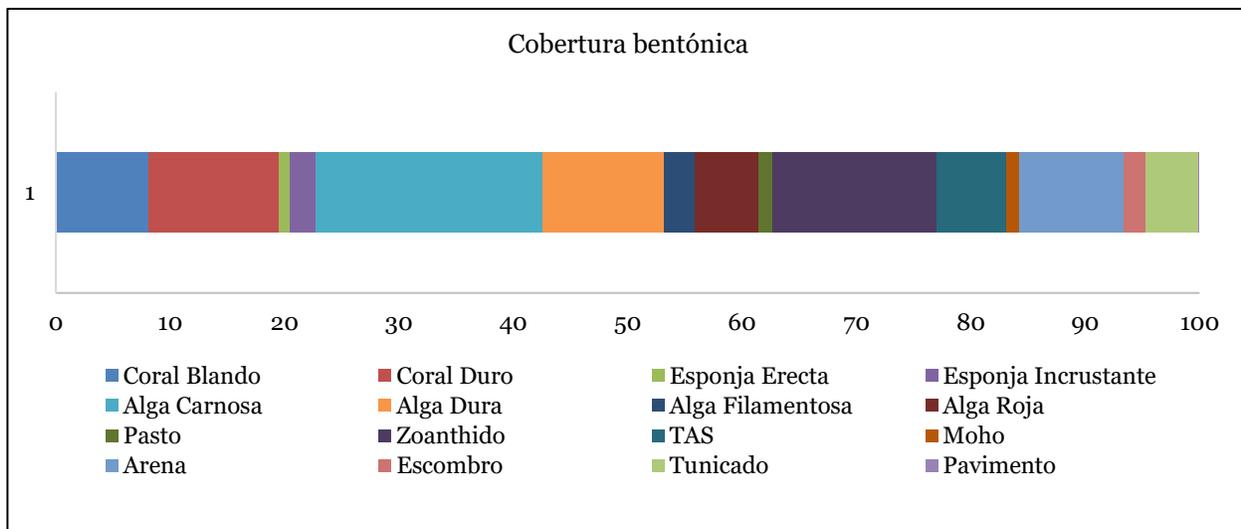


Figura 27 Porcentaje de cobertura del sustrato en la ZRP Punta Loria y sitio control, Maria Elena Quintana Roo.

### Monitoreo de temperatura de Mar

Se recuperaron los registros de dos sensores en la ZRP Mimis y Gallineros. Los datos de la ZRP Punta Loria, no ha sido posible recuperarlos. No se encontró el sensor en el sitio colocado. Es probable que los huracanes y tormentas de los últimos años la haya movido. Se espera hacer nuevas búsquedas para recuperar los datos.

### ZRP Gallineros

Se han obtenido 105,815 registros de temperatura entre mayo 2017 y octubre 2021. Se registraron temperaturas entre los 33 y 21 °C, y una temperatura promedio de 28.6 °C. Para representar los datos en el presente reporte, se realizó un promedio de temperatura de cada dos semanas. La

temperatura máxima en este promedio es de 31.3 °C la temperatura mínima es de 26.1 °C, con una media de 28.9 °C (Figura 38).

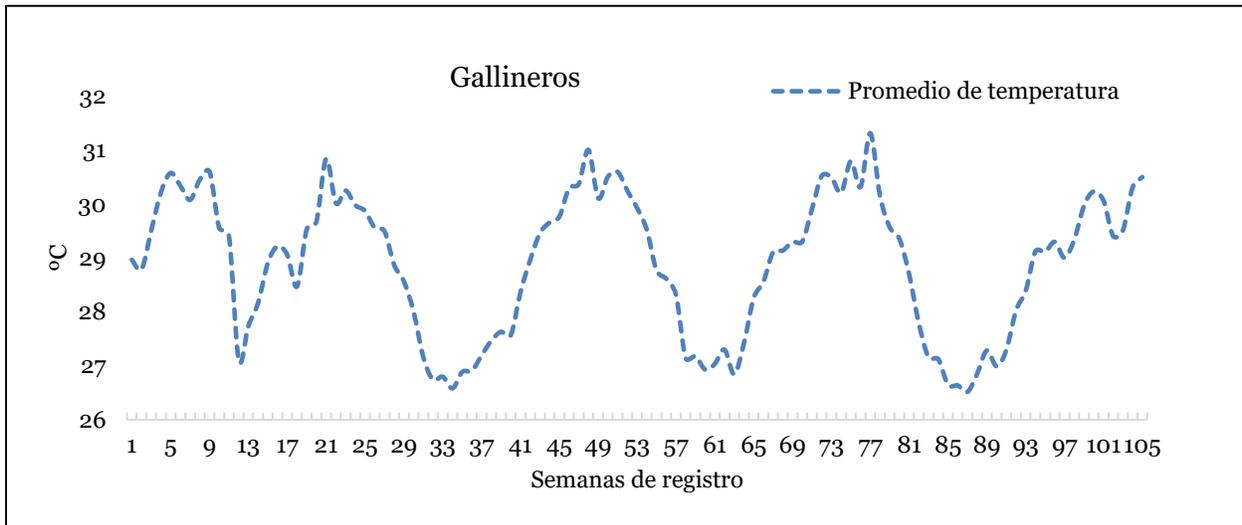


Figura 28 Registro de temperatura promedio cada dos semanas en la ZRP Gallineros, en el periodo mayo 2017 a octubre 2021, Maria Elena Quintana Roo

### ZRP Mimis

Se han obtenido 41189 registros de temperatura entre mayo 2017 y octubre 2021. Se registraron temperaturas entre los 33 y 20 °C, y una temperatura promedio de 29 °C. Para representar los datos en el presente reporte, se realizó un promedio de temperatura de cada dos semanas. La temperatura máxima en este promedio es de 31.1 °C la temperatura mínima es de 25.4 °C, con una media de 28.4 °C (Figura 39).

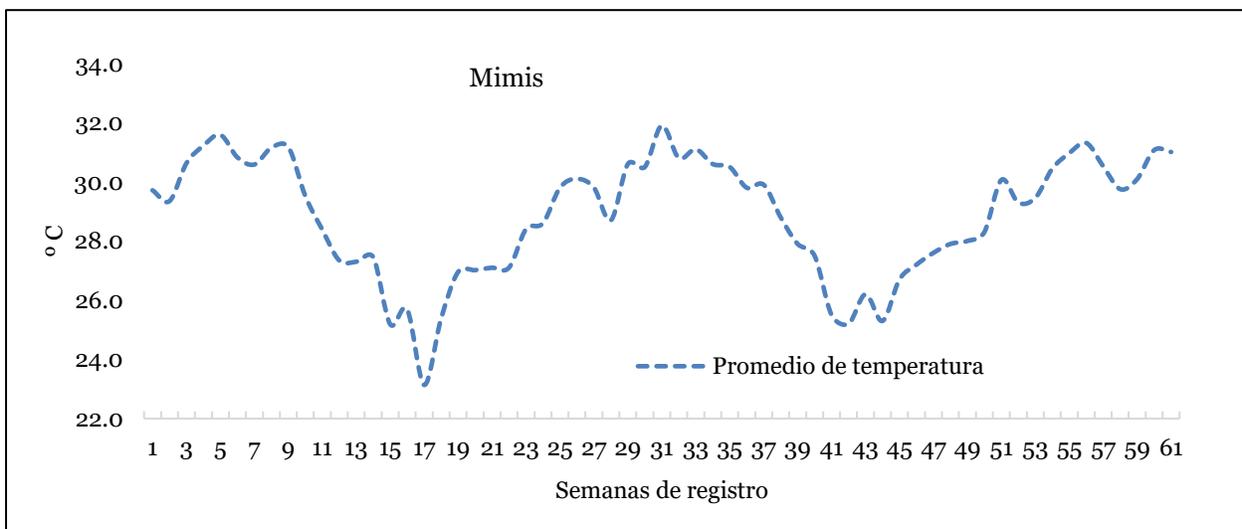


Figura 29 Registro de temperatura promedio cada dos semanas en la ZRP mimis, en el periodo mayo 2017 a octubre 2021, Maria Elena Quintana Roo.

### ZRP Punta Loria

Se han obtenido 19489 registros de temperatura entre marzo 2018 y abril 2019. Se registraron temperaturas entre los 33 y 20 °C, y una temperatura promedio de 29.1 °C. Para representar los datos en el presente reporte, se realizó un promedio de temperatura de cada día de registro. La temperatura máxima en este promedio es de 31.9 °C, la temperatura mínima es de 23.1 °C, con una media de 28.8 °C (Figura 40).

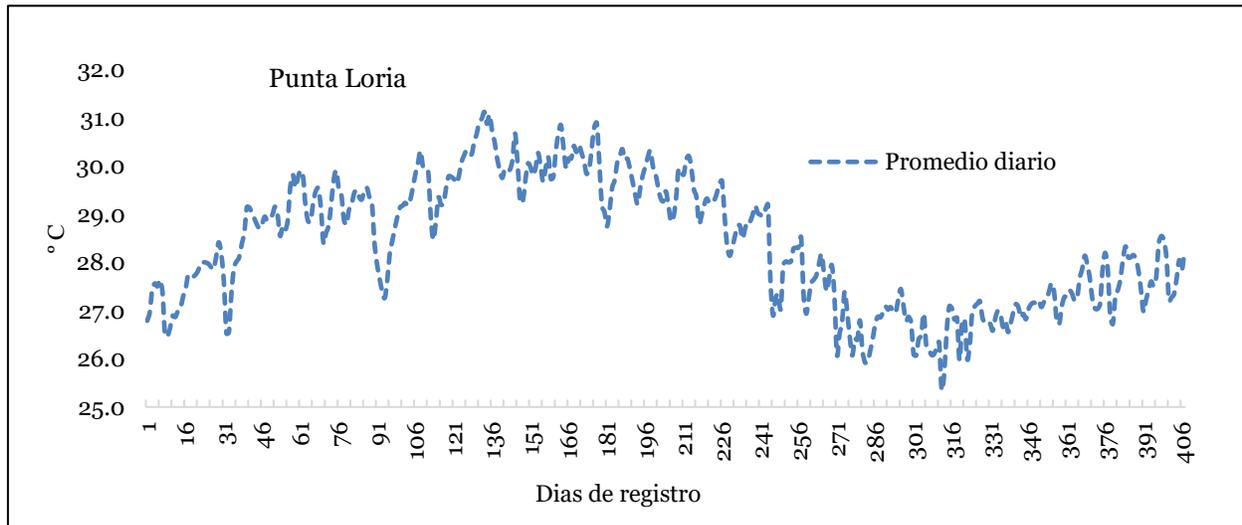


Figura 30 Registro de temperatura promedio por cada día de registro en la ZRP Punta Loria, en el periodo marzo 2018 a abril 2019, Maria Elena Quintana Roo.

### Marcaje de langosta

Se realizaron dos campañas de trabajo para marcar langosta espinosa del caribe (*P. argus*) entre octubre de 2021 y febrero de 2022. Se capturaron, marcaron y liberaron 178 langostas en las ZRP Gallineros, el cabezo, punta loria y La poza, y en el sitio control de punta loria (Tabla 4). Se colocaron marcas tipo T-Bar color verde con números consecutivos. Los monitores, monitoras y la directiva de la cooperativa pesquera, están apoyando para recolectar la información de recapturas. Como resultados preliminares, tenemos que, se han registrado seis langostas recapturadas (4h:2m) con tallas de 63 a 152 milímetros cefalotórax, estas fueron capturadas en zonas de pesca fuera de las ZRP, lo que hace notar el desplazamiento de las langostas hacia las áreas de pesca. El 60.78% de langostas marcadas son hembra, y el 39.22% machos. De las hembras, el 51.61% se registraron con parche o hueva, esto podría indicar que las ZRP representan sitios importantes para las hembras parchadas. Por ahora se continúa con la recolección de información para culminar con el análisis de los datos de marcaje y recaptura.

Tabla 4 Sitios y cantidad de marcas colocadas en langosta espinosa del caribe

Comunidad	Área	Langostas marcadas	Categoría
Maria Elena	El cabezo	68	ZRP
	Gallineros	34	ZRP
	Punta Loria	37	ZRP
	La poza	5	ZRP
	San Román	4	ZRP
	Punta Loria Ctl	30	Sitio control

## Conclusiones

Los resultados del presente reporte, hacen notar que la biomasa promedio general de peces en las ZRP, es mayor, en comparación con los sitios control, aun con la consideración, de que en tres campañas de monitoreo, se registró mayor biomasa en los sitios control respecto a las ZRP. También, destaca que la biomasa de peces de interés comercial, es mayor en todos los años de monitoreo, en las ZRP en comparación con los sitios control.

Los datos de biomasa general de peces en las ZRP indican que, en 2013 El cabezo tuvo el mayor registro de peces; en 2014, 2015, 2016, 2018 y 2019 Gallineros; y en 2017 y 2021, San Román. Respecto a la biomasa de especies de interés comercial en ZRP, 2013 El cabezo tiene el mayor registro, en 2014, 2015, 2016, 2018 y 2019 Gallineros, 2021 San Román; en 2017 gallineros y San Román, registran el mismo dato de biomasa. Gallineros es el polígono con más registros de mayor biomasa en esta red de ZRP.

La familia Lutjanidae (pargos), que son peces de interés comercial presentan entre el 11 y 21% de en la abundancia total en los diferentes polígonos de las ZRP. Además se han registrado la mayor concentración de peces en el rango de tallas 11-20 y 21-30 cm.

La familia Haemulidae (Chac chi), que son peces de interés comercial presentan entre el 17 y 41% de la abundancia total en los diferentes polígonos de las ZRP. El rango de talla con más registro de peces es 11-20cm, seguido de 6-10 cm.

La principal cobertura promedio bentónica dentro de las ZRP, está compuesta por algas carnosas (15.2%), zoanthido (13.2%) y de corales duros (11.2%). Punta Loria registra el mayor porcentaje de algas carnosas (19.8%), San Román registra el mayor porcentaje de cobertura de zoanthido (17.9%), El cabezo se tiene la mayor cobertura de corales dura (11.6%).

Los datos de densidad de langosta espinosa del Caribe (*P. argus*) indican que esta, es mayor en las ZRP en comparación con los sitios control. En 2013 Punta Loria tiene la mayor densidad, en 2014, 2015, 2016 San Román, 2017, 2018 y 2021 El cabezo.

Los datos de densidad promedio de caracol rosado (*L. gigas*), indican que en las ZRP hay más caracoles por unidad de superficie, en comparación con los sitios control, aunque en 2013 y 2018, los sitios control registraron mayor densidad que las ZRP. En 2013 Punta Loria tiene la mayor densidad; en 2014, 2015, 2016 San Román; 2017, 2018 y 2021 El cabezo.

Es recomendable elaborar un plan de financiero para mantener las acciones de monitoreo biofísico y vigilancia, en el cual, los directivos de la SCPP Cozumel, procuren fondos con instancias del gobierno federal y estatal, así como fundaciones privadas.

La SCPP Cozumel ha realizado un buen manejo de las ZRP, mostrando su compromiso y responsabilidad por 10 años, principalmente involucrándose en las acciones de monitoreo comunitario a través de la generación de ciencia ciudadana. Es deseable seguir fortaleciendo al grupo de monitoreo con los recursos y capacidades necesarias, para que puedan ser cada vez más autónomos en el levantamiento de datos para las futuras evaluaciones.

El establecimiento de la red ZRP es una medida de manejo pesquero que contribuye a la preservación de los hábitats y protección de los recursos pesqueros, por lo que se recomienda ampliar la vigencia de esta red ZRP en la localidad de Maria Elena.