



**Monitoreo Biológico  
De  
Zonas de Refugio Pesquero**

**Quintana Roo**

**2012-2018**



## Agradecimientos

Agradecemos a los presidentes, directivos, personal administrativo, socios, aspirantes, capitanes y buzos monitores comunitarios de las sociedades cooperativas pesqueras Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo, Pescadores del Banco Chinchorro, José María Azcorra, Cozumel y Pescadores de Vigía Chico, por toda la colaboración en las actividades de monitoreo ejecutadas en cada una de sus áreas de trabajo. Agradecemos el profesionalismo con el que desempeñaron cada actividad, así como el interés en dar continuidad a las Zonas de Refugio Pesquero.

Agradecemos a la administración de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Arrecifes Sian Ka'an, por las facilidades brindadas y la colaboración con el personal durante el trabajo dentro de los polígonos de estas áreas naturales protegidas.

Agradecemos al apoyo de las fundaciones MARFund, Oak Foundation, Summit Foundation, Walton Family Foundation y Sandler Foundation.



Esta publicación debe citarse como:

Caamal, J. y Acevedo A. 2019. Monitoreo Biológico de Zonas de Refugio Pesquero, Quintana Roo, 2012-2018. Comunidad y Biodiversidad A.C. Guaymas, Sonora, México.

## Contenido

Agradecimientos .....	2
Contenido.....	3
Introducción.....	4
Localización .....	5
Metodología .....	6
Buzos Monitores Comunitarios (BMC) .....	6
Monitoreo biológico comunitario .....	6
Verificación de datos.....	8
Resultados .....	10
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Vigía Chico. ....	10
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel. ....	11
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera José María Azcorra. ....	14
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo y Pescadores del Banco Chinchorro. ....	17
Conclusiones .....	20
Referencias.....	21

## Introducción

Las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea, son conocidas en México como Zona de Refugio (LGPAS 2007), o Zonas de Refugio Pesquero (DOF 2014).

En el estado de Quintana Roo se ha promovido el establecimiento de esta herramienta de manejo desde el año 2012. Hasta septiembre de 2018 se contaba con una red de 17 Zonas de Refugio Pesquero (ZRP). La superficie total de esta red equivale a 20,199.85 ha. Las modalidades de estas ZRP son: total temporal, total permanente y parcial temporal. Las comunidades, o en su caso, áreas de trabajo donde se han establecido son: Cancún, Akumal, Punta Allen, María Elena, Punta Herrero y Banco Chinchorro.

En todo este esfuerzo, los principales promotores de las ZRP han sido los usuarios directos de los recursos pesqueros. Pescadores ribereños integrados en ocho sociedades cooperativas de producción pesquera (cooperativa) han decidido impulsar y respetar esta medida. Cabe resaltar que los pescadores decidieron involucrarse en la recolección de datos que ponga de manifiesto el resultado. Por tal motivo cada cooperativa participante cuenta con un grupo de pescadores bien capacitados para recabar datos biofísicos de calidad, que han contribuido en la evaluación de las ZRP.

Comunidad y Biodiversidad (COBI) ha tenido la oportunidad de brindar apoyo técnico a siete cooperativas de Quintana Roo durante el proceso de recopilación de información y solicitud de establecimiento de las ZRP ante la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA). También ha otorgado capacidad técnica a los buzos monitores comunitarios de cada cooperativa para poder ejecutar los monitoreos anuales necesarios.

De 2012 a 2018 se han realizado alrededor de 30 campañas de monitoreo, en las que participaron al menos 80 pescadores. Se realizaron censos de peces de interés comercial y ecológico, corales duros, corales blandos, invertebrados y tipo de sustrato, con transectos de banda de 30 metros de largo en profundidades entre los tres y 15 metros. Se realizaron buceos errantes a profundidades entre los 20 y 25 metros para complementar registros de peces de interés comercial. En los puntos registrados como sitios de desove de Agregaciones Reproductivas de Peces (ARPs) se realizaron censos visuales para identificación, estimación de tallas y abundancias de peces.

Hasta el momento, los resultados hacen notar un ligero aumento en la biomasa y la abundancia general de peces. Este mismo efecto se está reflejando en las especies de peces de interés comercial. En el caso de la cobertura béntica los resultados no son muy alentadores, ya que indican una mayor cobertura de macroalgas, sobre todo en el área de Punta Herrero. Cabe señalar que, en el caso de los datos de langosta del Caribe, en Punta Herrero y María Elena se destaca el aumento de esta especie en algunos sitios.

## Localización

Los sitios de muestreo en el presente reporte se localizan en Zonas de Refugio Pesquero en la costa del estado de Quintana Roo. Los lugares de referencia son: Banco Chinchorro, dentro de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, y Punta Herrero, María Elena y Javier Rojo Gomez (Punta Allen), dentro de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y Arrecifes de Sian Ka'an (Figura 1). En los lugares mencionados hay seis cooperativas pesqueras que realizan actividades de pesca ribereña, principalmente captura de langosta del Caribe en los meses de julio a febrero.

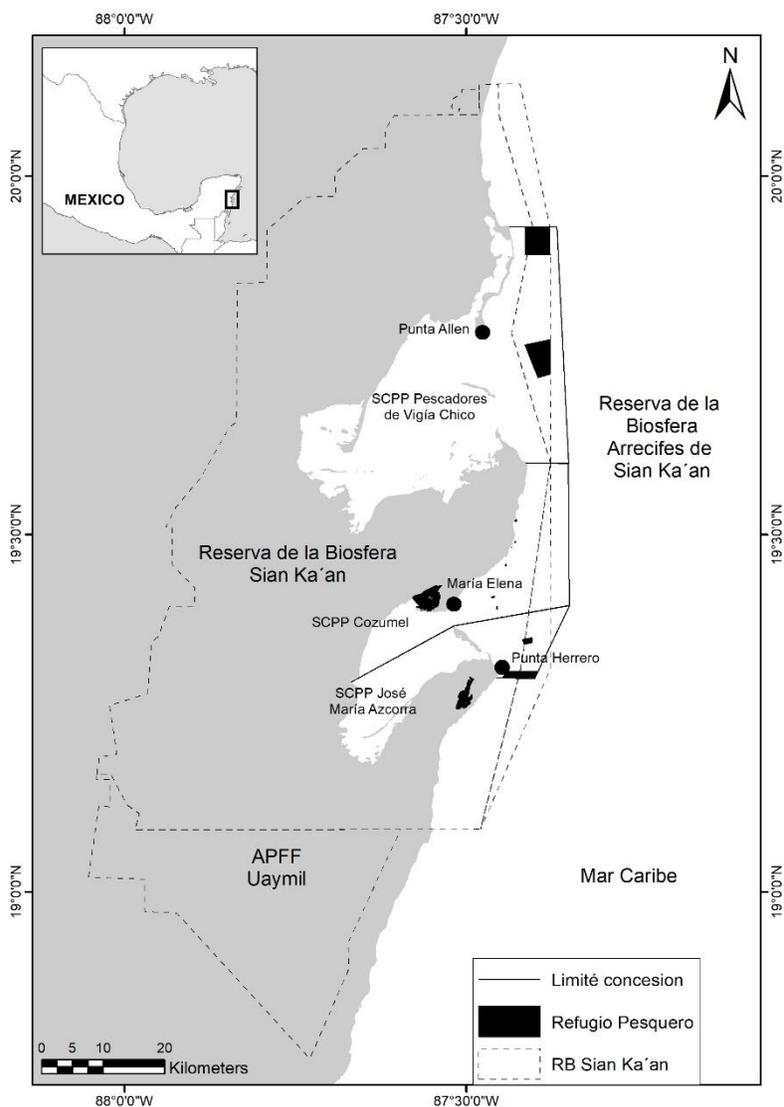


Figura 1. Comunidades y Zonas de Refugio Pesquero en las Reservas de la Biosfera Banco Chinchorro y Sian Ka'an.

## Metodología

COBI involucra a hombres y mujeres en la toma de datos durante las campañas de monitoreo en las comunidades con las que colabora, ya que consideramos que la participación comunitaria es una pieza importante en el proceso de empoderamiento de las acciones de conservación de sus recursos y que, además, generará una derrama económica por medio de un empleo temporal.

### Buzos Monitores Comunitarios (BMC)

En Quintana Roo se capacitaron hombres (75) y mujeres (seis) para la recolección de datos durante el monitoreo. Pescadores socios, aspirantes o personas con un fuerte vínculo con la cooperativa (hijas o esposas de socios) fueron convocados para formar parte del equipo de monitoreo. El proceso de entrenamiento inició con la certificación en buceo autónomo de cada integrante. En promedio cada BMC cuenta con el nivel de buzo avanzado avalado por la agencia internacional PADI. En pocos casos, sólo tienen la certificación de open water y en otros, los buzos han logrado completar el curso de buzo de rescate o dive master. Cabe destacar que en algunos casos los monitores obtuvieron certificaciones adicionales por cuenta propia. COBI ha proporcionado dos tipos de especialidades a los BMC, mismas que están registradas y avaladas por la agencia PADI: buzo monitor de refugios pesqueros y buzo monitor de agregaciones.

Buceo autónomo: Los cursos fueron impartidos por alguno de los dos instructores con los que cuenta COBI, quienes siguen los estándares establecidos por la agencia PADI. Fue requisito obligatorio que los participantes aprobaran los exámenes escritos y prácticos. Los participantes no cubren gastos de cursos ni de certificación.

### Monitoreo biológico comunitario

Capacitación técnica: Una vez concluida la certificación de buceo, inicia la capacitación técnica para el monitoreo biológico (Figura 2). Cada buzo se especializa en la ejecución de dos técnicas: peces y tipo de sustrato, o corales e invertebrados. Los transectos se realizan en parejas. Una vez que los BMC definen cuál es su rol, toman clases teóricas y prácticas de identificación de especies de peces de interés comercial y ecológico, así como de estimación de sus tallas. En el caso de los corales, aprenden a identificar la especie, determinar la altura y el diámetro de cada colonia. En invertebrados clave identifican las especies y en el tipo de sustrato logran registrar los grupos a los que pertenecen. Se realizan ejercicios en superficie y debajo del agua para reforzar el aprendizaje. A continuación, se describen brevemente las técnicas utilizadas. Para mayor detalle consultar el protocolo de monitoreo para reservas marinas (Hernandez et al. 2018).

1. *Censo de peces:* Para la caracterización de la comunidad de peces en los sitios de muestreo se utiliza el censo visual, empleando la técnica de transecto de banda. Se identifica la especie, y se estiman el tamaño y abundancia de todos los peces que se observan dentro del espacio que comprende una distancia de 1 m a cada lado del transecto (2 m de ancho total), 2 m de altura del fondo a la superficie y aproximadamente 3 m hacia el frente (largo del túnel imaginario), hasta recorrer los 30 m del transecto. El buzo debe nadar a una velocidad constante. El tiempo contemplado para realizarlo es de entre 6 y 8 minutos por transecto. El buzo registra todas las especies de peces presentes en el sitio, contemplando la lista de especies predeterminada. La talla aproximada se registra de acuerdo con estas seis categorías o intervalos de clase: 0 a 5 cm, 6 a 10 cm, 11 a 20 cm, 21 a 30 cm, 31 a 40 cm, y > 40

cm LT (longitud total). Si el pez registrado mide más de 40 cm LT, el buzo anotará la talla estimada.

2. *Buceo errante*: Es un buceo que dura 30 minutos. Con desplazamiento en zigzag se registran las especies de interés comercial observadas. Se anota la especie o nombre común, y se estiman la talla y la abundancia.
3. *Censo de Invertebrados*: Este muestreo está dirigido a la búsqueda y conteo de especies de invertebrados y especies bénticas de importancia ecológica y comercial. El muestreo se realiza contando todos los individuos observados en los transectos de banda de 2 m de ancho por 30 m de largo cada uno. El buzo a cargo de este muestreo debe realizar una inspección minuciosa en huecos, grietas y debajo de las colonias de coral, para localizar individuos ocultos. El buzo debe tener buen control de la flotabilidad para no golpear el fondo al estar tan cerca y para no espantar los organismos de interés.
4. *Cobertura béntica*: El método de muestreo utilizado se denomina “punto de intersección” y consiste en registrar la cobertura béntica que se observe debajo de puntos predeterminados en la línea de transecto. Se identifica y registra el tipo de cobertura biótica del sustrato que se observe cada 25 cm por debajo de la línea del transecto de 30 m.
5. *Comunidad coralina*: La caracterización de la comunidad coralina se realiza mediante el uso de un transecto de línea de 30 m de longitud. Se registra la especie de todas las colonias de coral duro (Scleractinia) que se encuentren por debajo de la línea del transecto, de tamaño igual o mayor a 4 cm de diámetro. Se registran su tamaño y condición: mortalidad parcial, infección por enfermedades, blanqueamiento y dominancia de otros organismos que afectan el crecimiento de las colonias.
6. *Agregaciones reproductivas de peces*: Se identifican las agregaciones reproductivas de peces con base en el comportamiento y coloración de los individuos. Se registran las especies de peces presentes en la agregación, su talla y la abundancia por especie.

En cada ZRP se realizan 10 transectos de peces, un buceo errante, 10 transectos de invertebrados, seis transectos de cobertura béntica y seis transectos de comunidad coralina. Para el monitoreo de agregaciones se siguen dos técnicas: 1) Buceos de búsqueda, los cuales consisten en detectar agrupaciones de peces con signos y comportamiento propios de una agregación de desove, en los sitios que están identificados como ARPs. 2) Buceos para conteo, estimación de tallas, caracterización de sitio, caracterización de la coloración y comportamiento de la población de peces agregada, así como registro del momento de desove.



Figura 2. Curso de buceo autónomo para pescadores (izquierda) y sesiones de entrenamiento en identificación de especies (derecha).

### Verificación de datos

Antes de cada monitoreo, los participantes toman sesiones teóricas y prácticas de actualización para verificar la calidad de los datos que registran. El curso refuerza lo aprendido durante la capacitación inicial y ofrece entrenamiento que ayuda a detectar las fortalezas y debilidades de cada participante, permitiéndonos apoyarlo para incrementar sus habilidades y mejorar la calidad del registro.

En el aula, se utilizan diapositivas con fotografías a color para practicar la identificación de todas las especies censadas. Además, se realizan buceos para practicar la identificación. El instructor trabaja con grupos de máximo tres personas por inmersión, en la cual se nada libremente y el instructor indica la especie para que el BMC la identifique y la anote en su hoja de práctica. Una vez en superficie se comparan las hojas del instructor con las de los BMC para detectar los aciertos de cada uno. Para la estimación de tallas se realizan cálculos visuales de objetos en la superficie, posteriormente se miden para que el BMC identifique si tiende a sobreestimar o subestimar las tallas. Al final se hace un buceo en el que se colocan figuras de peces de plástico a lo largo del fondo marino. El BMC nada hacia las figuras manteniendo una distancia de al menos dos metros de la figura y anota la talla estimada de todos los peces colocados. Al finalizar el buceo se miden los peces de plástico y se comparan con las tallas anotadas por el BMC (Figura 3).

Finalmente se hace una evaluación con transectos de prueba. El instructor y monitor trabajan juntos. El monitor hace un transecto normal y el instructor lo sigue, tomando los mismos datos. Al término del ejercicio se calcula el índice de similitud de Bray-Curtis entre ambos grupos de datos para evaluar el trabajo del BMC.

<p>Mal tiempo: En algunas ocasiones el mal tiempo no permitió completar la campaña de monitoreo y en algunos sitios no se pudo completar el levantamiento de datos.</p>	<p>Inclusión: del 2016 al 2018 se ha logrado incorporar seis mujeres a las actividades de monitoreo biológico, ligadas a tres cooperativas.</p>
<p>Sitios control: Cada ZRP tiene un sitio denominado “control”, que tiene condiciones similares, sin embargo este si está abierto a la pesca. Con esto ambos sitios pueden ser comparados y ver las posibles diferencias del impacto de la actividad pesquera.</p>	<p>Monitores de tiempo completo: Los BMC que participan en las campañas de monitoreo, dejan de pescar por el tiempo que dura el trabajo. En promedio participan seis días por campaña.</p>

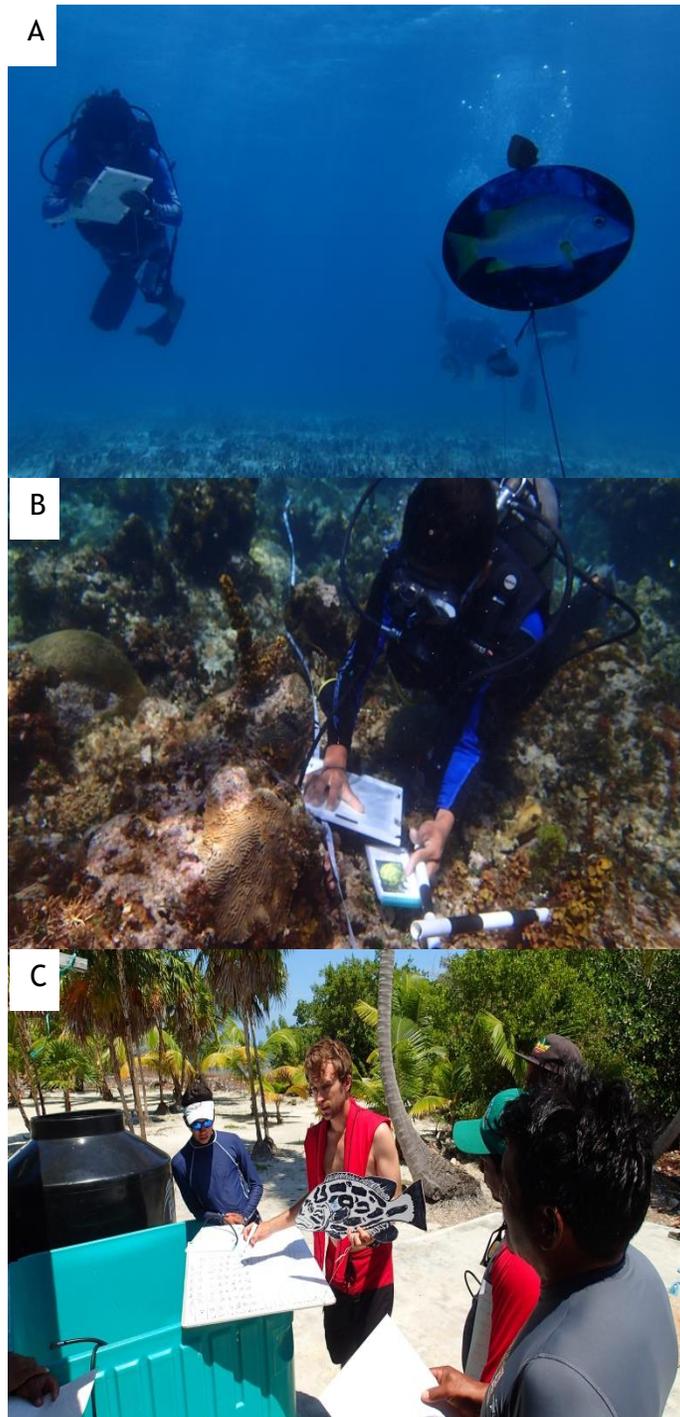


Figura 3. Estimación de tallas de peces (A), identificación de corales (B) y verificación de tallas de los peces fuera del agua (C).

## Resultados

### Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Vigía Chico.

Las ZRP dentro de la concesión de langosta de la cooperativa Pescadores de Vigía Chico, ubicadas frente a la comunidad Javier Rojo Gomez (Punta Allen), fueron decretadas el 23 de septiembre de 2016 (DOF 2016). Los polígonos conocidos como Punta San Juan (16.28 km<sup>2</sup>) y Niche Habin (15.82 km<sup>2</sup>) son ZRP con carácter de total temporal. En estos polígonos hay registros de dos puntos de agregación reproductiva de peces, en específico, de la especie mero del Caribe (*Epinephelus striatus*).

Con el apoyo de 11 BMC se han realizado al menos 13 campañas, dedicadas a la búsqueda y/o monitoreo de ARPs, de 2015 a 2018. Se han logrado verificar dos sitios donde se agrega la especie mero del Caribe (*E. striatus*). Se han registrado peces con cambio de coloración en cuerpo, vientres abultados y movimientos de cortejo, que son signos que se presentan previos al desove. En Niche Habin se han registrado entre 1,000 y 1,500 peces, de tallas entre 30 y 90 centímetros de longitud total (Figuras 4 y 5).

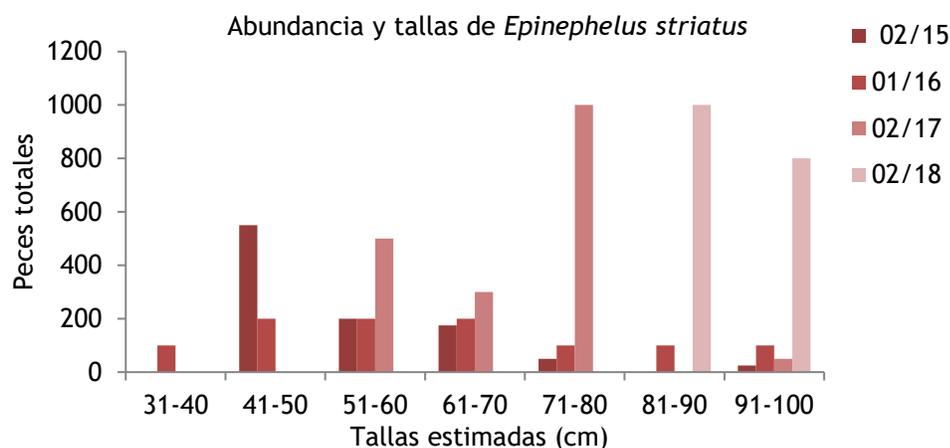


Figura 4. Distribución de abundancia por tallas de *Epinephelus striatus* en Punta Allen, Q, Roo, en las distintas campañas de monitoreo.

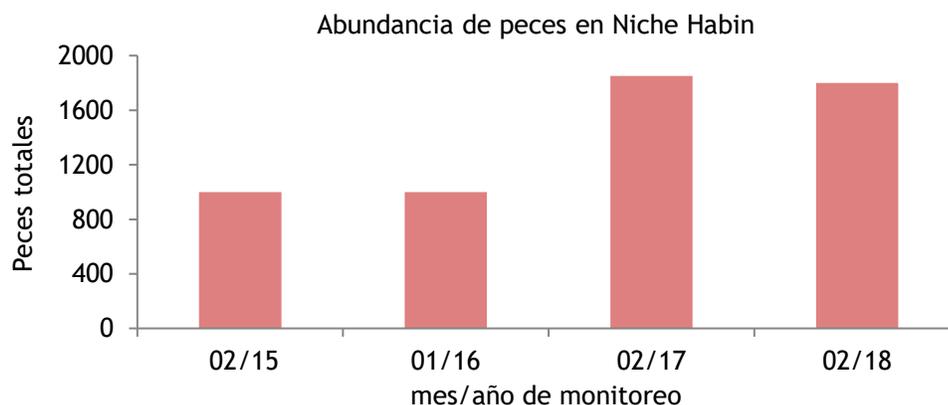


Figura 5. Abundancia máxima de *Epinephelus stiratus* en Niche Habin, Punta Allen, Q, Roo.

## Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Cozumel.

Las ZRP dentro del área de trabajo de la cooperativa Cozumel, ubicadas en la comunidad de María Elena, fueron decretadas el 30 de noviembre de 2012 (DOF 2013). Los polígonos conocidos como El Cabezo (0.09 km<sup>2</sup>), Gallineros (0.09 km<sup>2</sup>), La Poza (0.05 km<sup>2</sup>), San Román Norte (0.03 km<sup>2</sup>), San Román Sur (0.02 km<sup>2</sup>), Punta Loria (0.07 km<sup>2</sup>), Punta Niluc (0.16 km<sup>2</sup>) y Mimis (9.99 km<sup>2</sup>), son ZRP con carácter de total temporal. Con el apoyo de nueve BMC se realizaron monitoreos de 2012 a 2018. En algunos sitios no se pudo recabar datos por cuestiones climatológicas, como en el caso de La Poza, ya que es un sitio muy somero y durante las campañas el oleaje no permitió el acceso al sitio.

En todo este periodo de monitoreo se logró registrar: a) 21,103 peces en 452 transectos, b) 1,535 invertebrados en 350 transectos, c) 1,130 colonias de coral duro en 161 transectos, y d) 188 transectos de sustrato.

Peces: Se registraron entre 22 y 35 especies. El número de peces registrados por año en los sitios de monitoreo oscila entre 358 y 1,186. El índice de diversidad Shannon-Weiner es de 2.81 para los sitios de no pesca, por lo que se puede considerar como un sitio con alta diversidad. El porcentaje promedio de aumento en el número de peces, respecto a la línea base, es de 44%. La biomasa promedio es de 181 g/m<sup>2</sup> en los refugios (Figura 6). En el año posterior a la línea base se tuvo un aumento de biomasa, diversidad y abundancia de especies. Dentro de las especies comerciales, la familia de los pargos presenta el promedio de biomasa más alto (12.03 g/m<sup>2</sup>), seguida de la familia de los peces Chac-chi (11.85 g/m<sup>2</sup>) y los plateados (3.9 g/m<sup>2</sup>) (Figura 7).

Corales: De las 27 especies de corales duros en la lista de monitoreo, de 2012 a 2018, solo para 18 de ellas se registraron menos de dos colonias; para cinco especies se registraron más de 50 y el resto, está en más de dos y menos de 50. Las especies más abundantes en los refugios fueron *Porites astreoides*, *Orbicella annularis*, *Agaricia agaricites*, *Pseudodiploria strigosa*, *Millepora alcicornis* y *Acropora palmata*.

Invertebrados clave: La langosta del Caribe fue la más registrada dentro de los refugios (434 individuos/hectárea (Figura 8), seguida por los erizos (321 individuos/hectárea) y el caracol rosado (213 individuos/hectárea).

Cobertura béntica: Los datos de sustrato recabados dentro de los refugios indican una cobertura de 22.86% de macroalgas, 18.11% de elementos abióticos (escombro, pavimento y arena), 11.89% de coral duro y 7.76% de algas calcáreas (Figura 9).

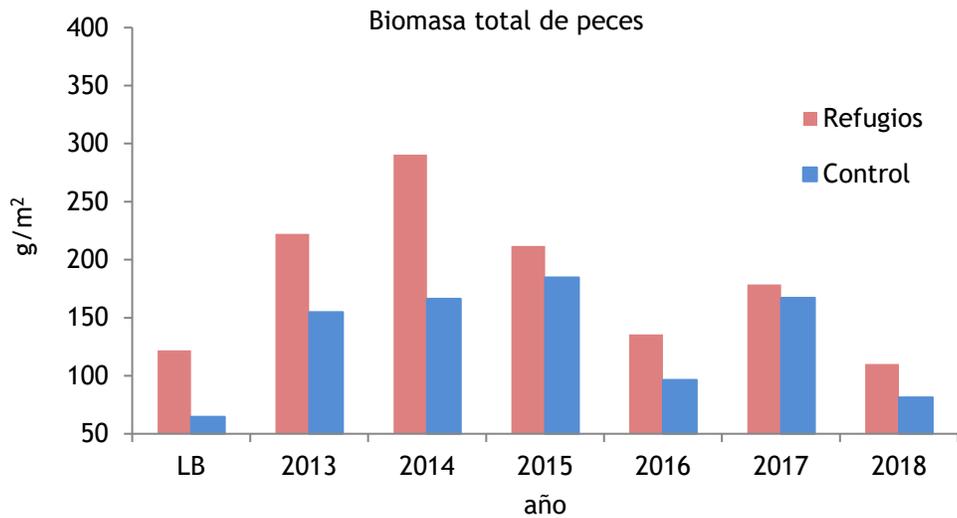


Figura 6. Biomasa total de peces registrados en las ZRP y sitios de control en María Elena, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

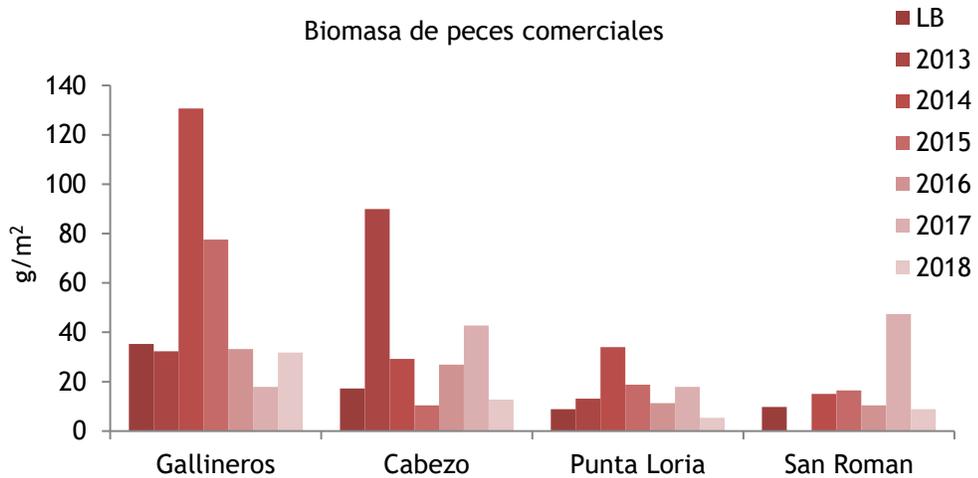


Figura 7. Biomasa de peces comerciales (Meros, Pargo y Chac-chi) registrada dentro de las ZRP en María Elena, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

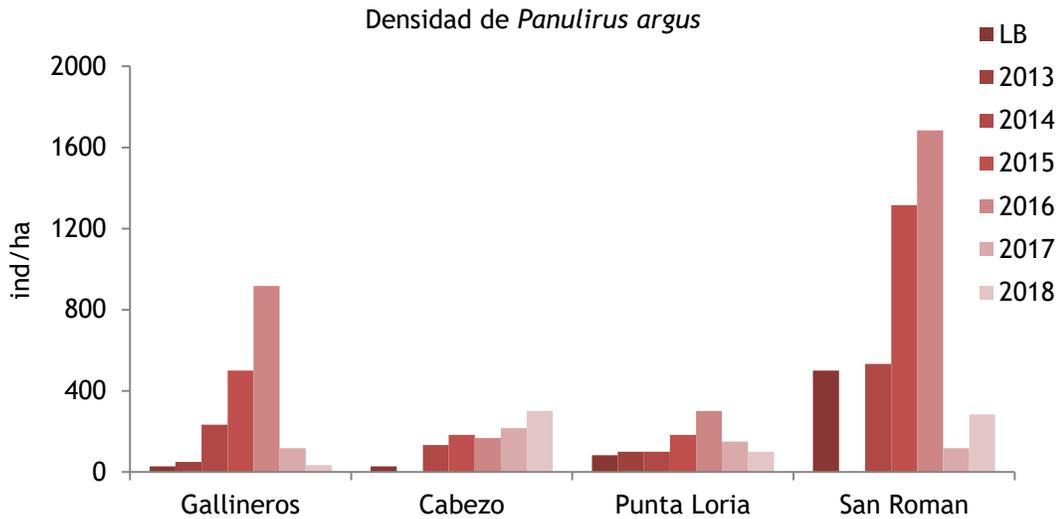


Figura 8. Densidad de langosta *Panulirus argus* registrada dentro de las ZRP en María Elena, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

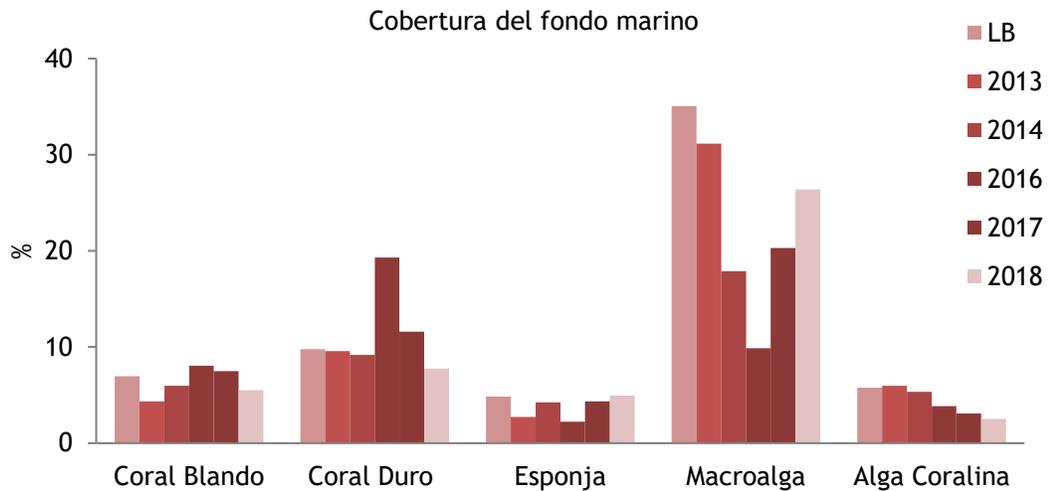


Figura 9. Porcentaje de cobertura béntica dentro de las ZRP en María Elena, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

## Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera José María Azcorra.

Las ZRP dentro del área de trabajo de la cooperativa Azcorra, ubicadas en la comunidad de Punta Herrero, fueron decretadas el 12 de septiembre de 2013 (DOF 2013). Los polígonos son: El faro (4.28 km<sup>2</sup>), El faro langosta (0.39 km<sup>2</sup>), Anegado de Chal (1.05 km<sup>2</sup>) y Laguna Canché Balam (5.54 km<sup>2</sup>). Con el apoyo de 12 BMC se realizaron monitoreos de 2013 a 2018, sin embargo, en algunos sitios no se pudo recabar datos debido a condiciones climatológicas adversas.

En todo el periodo de monitoreo se logró registrar: a) 26,291 peces en 363 transectos, b) 1,425 invertebrados en 193 transectos, c) 1,130 colonias de coral duro en 161 transectos, y d) 188 transectos de sustrato.

**Peces:** Se registraron entre 10 y 33 especies. El número de peces registrados por año en los sitios de monitoreo osciló entre 1,889 y 4,182. El índice de diversidad de Shannon-Wiener fue 1.8819 para los sitios de no pesca, por lo que se puede considerar como un sitio con alta diversidad. El porcentaje promedio de peces aumentó en un 28% con respecto a la línea base. La biomasa promedio en los refugios fue de 152.57 g/m<sup>2</sup> (Figura 10). Del 2013 a 2016 se registró mayor biomasa (figura 8). Dentro de las especies comerciales, la familia de los chacchi presentó la mayor biomasa promedio (110.45 g/m<sup>2</sup>), seguida por la familia de los pargos (23.59 g/m<sup>2</sup>) y los plateados (2.78 g/m<sup>2</sup>). El año con menor registro de biomasa en especies comerciales fue 2017 (Figura 9).

**Corales:** De las 27 especies de corales duros en la lista de monitoreo, de 2013 a 2018, solo para ocho de ellas se registraron menos de dos colonias, para ocho especies se registraron más de 50, y para el resto, más de dos y menos de 50. Las especies más abundantes en los refugios fueron *Porites sp.*, *Agaricia agaricites*, *Siderastrea siderea*, *Porites astreoides*, *Millepora alcicornis* y *Pseudodiploria strigosa*.

**Invertebrados clave:** En el caso de los invertebrados clave, el erizo diadema fue la más registrado dentro de los refugios (1024 individuos/hectárea), seguido por la langosta (135 ind/ha) y el caracol rosado (66 ind/ha). Solo 2017 tuvo menor densidad de langosta respecto a la línea base (Figura 11).

**Cobertura béntica:** Los datos de sustrato recabados dentro de los refugios, sugieren, una cobertura de 61.85% de macroalgas, 7.43% de coral duro, y 6.84% de algas coralinas (Figura 13).

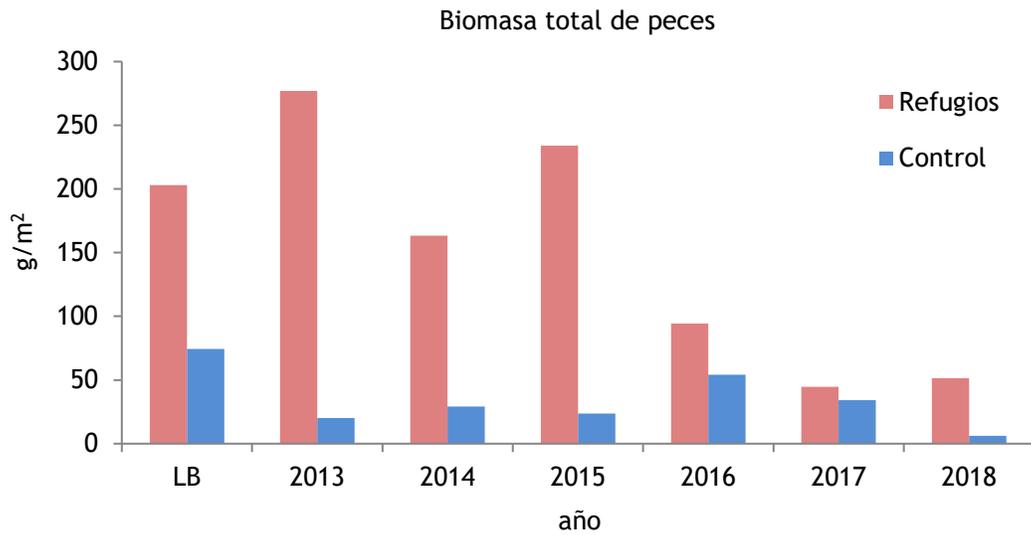


Figura 8. Biomasa total de peces registrados en las ZRP y sitios de control en Punta Herrero, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

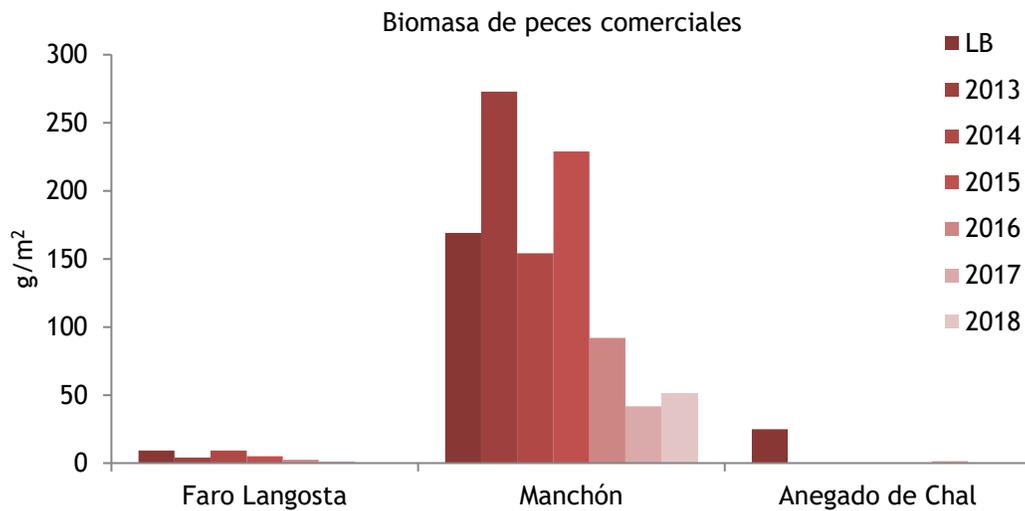


Figura 9. Biomasa de peces comerciales (Meros, Pargo y Chac-chi) registrada dentro de las ZRP en Punta Herrero, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

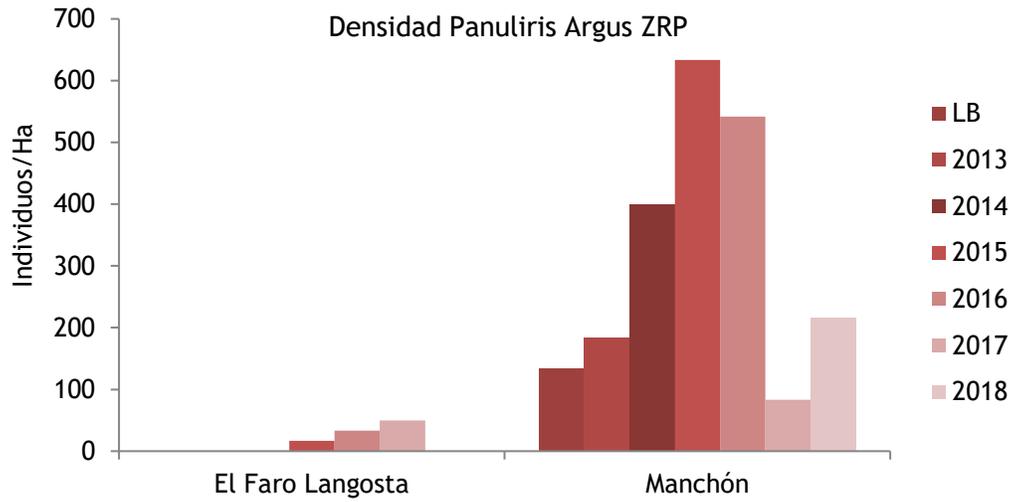


Figura 10. Densidad de langosta *Panulirus argus* registrada dentro de las ZRP en Punta Herrero, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

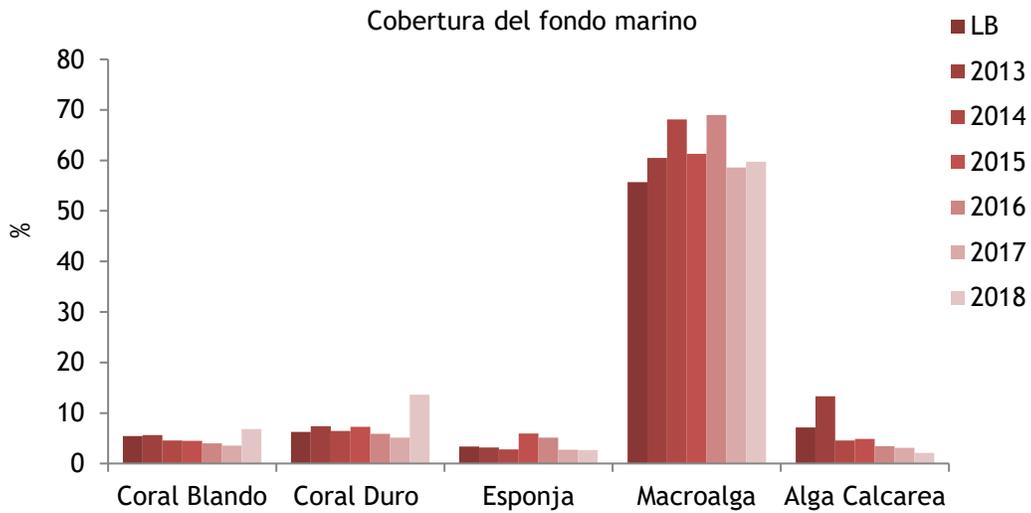


Figura 11. Porcentaje de cobertura béntica dentro de las ZRP en Punta Herrero, Q. Roo, desde que se estableció la línea base en 2012 (LB).

**Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Langosteros del Caribe, Andrés Quintana Roo y Pescadores del Banco Chinchorro.**

La ZRP dentro del área de trabajo de las cooperativas en cuestión está ubicada en el sitio conocido como Banco Chinchorro. El polígono conocido como 40 cañones (122.57 km<sup>2</sup>) fue decretado el 12 de septiembre de 2013 (DOF 2013). Por ser un caso particular de tener tres cooperativas involucradas, han participado hasta 20 BMC en las actividades de monitoreo de 2013 a 2018.

En todo este periodo de monitoreo se logró registrar: a) 24,633 peces en 120 transectos, b) 517 invertebrados en 120 transectos, c) 731 colonias de coral duro en 72 transectos, y d) 71 transectos de sustrato.

**Peces:** Se registraron entre 21 y 33 especies. El número de peces registrados por año en los sitios de monitoreo osciló entre 742 y 1,379. El índice de diversidad de Shannon-Weiner fue de 1.90 para los sitios de no pesca, por lo que se puede considerar como un sitio con alta diversidad. El número de peces aumentó en promedio un 16% con respecto a la línea base. La biomasa promedio fue de 86 g/m<sup>2</sup> en el refugio. Durante cuatro años posteriores a la línea base (2014-2017) se registró un aumento de biomasa (Figura 12), diversidad y abundancia de especies. Dentro de las especies comerciales, la familia de los pargos presentó la biomasa promedio más alta (61.43 g/m<sup>2</sup>), seguida por la familia de los Chac-chi (42.67 g/m<sup>2</sup>) y los meros (21.12 g/m<sup>2</sup>). Solo 2018 presentó menor biomasa de peces respecto a la línea base (figura13).

**Corales:** De las 27 especies de corales duros en la lista de monitoreo, de 2013 a 2018, solo para ocho de ellas se registraron menos de dos colonias; para tres especies se registraron más de 50, y para el resto, más de dos y menos de 50. Las especies más abundantes en el refugio fueron *Agaricia agaricites*, *Montastrea cavernosa*, *Orbicella annularis*, *Orbicella faveolata*, *Siderastrea siderea* y *Porites astreoides*.

**Invertebrados clave:** El camarón boxeador fue el invertebrado más registrado dentro de los refugios (215 ind/ha), seguido por el caracol rosado (122 ind/ha). 2015-2017 presentaron densidades de caracol rosado más altas respecto a línea base (Figura 14).

**Cobertura béntica:** Los datos de sustrato recabados dentro de los refugios indican una cobertura promedio de 27.15% de macroalgas, 37.96% de elementos abióticos (escombro, pavimento y arena), 16.32% de coral duro y 4.88% de algas calcáreas. Solo un año se presentó mayor cobertura de coral respecto a la línea base (Figura 15).

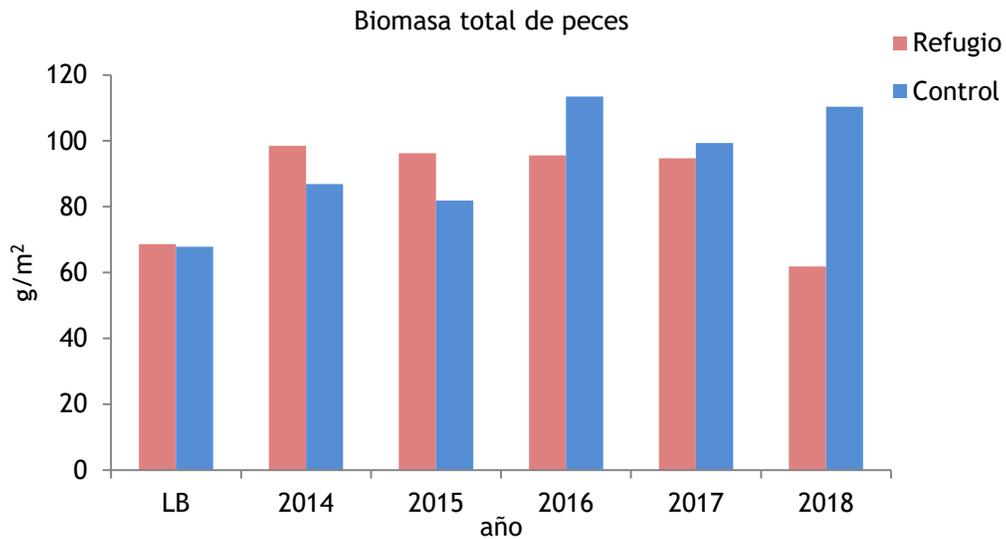


Figura 12. Biomasa total de peces registrados en la ZRP y sitio de control en Banco Chinchorro, Q. Roo, de 2013 (LB) a 2018.

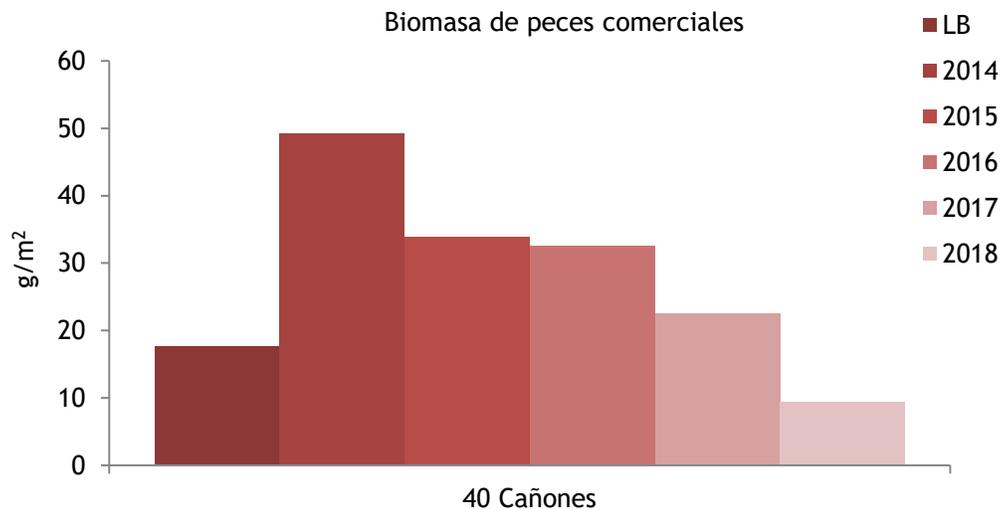


Figura 13. Biomasa de Meros, Pargo y Chachi (peces comerciales) registrada dentro de la ZRP en Banco Chinchorro, Q. Roo, de 2013 a 2018.

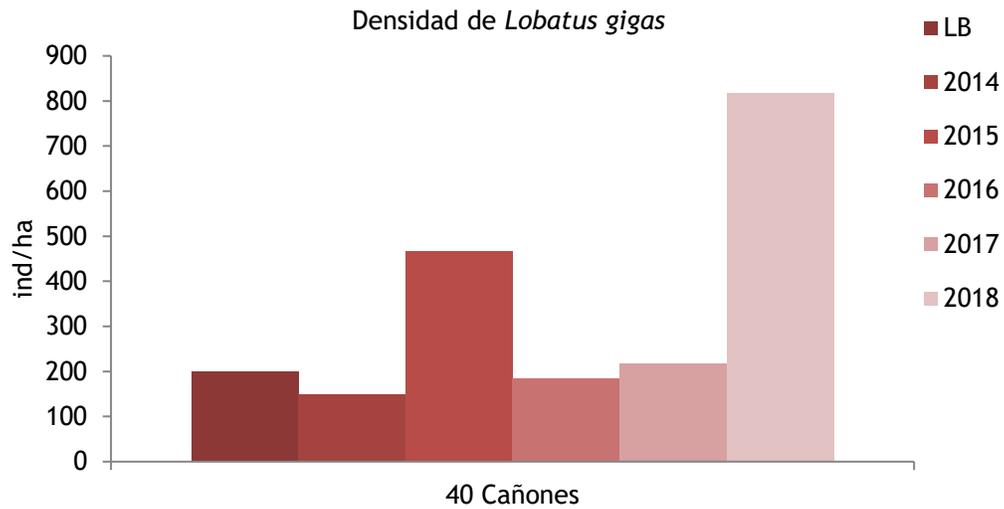


Figura 14. Densidad de caracol rosado (*Lobatus gigas*) registrada dentro de la ZRP en Banco Chinchorro, Q. Roo, de 2013 (LB) a 2018.

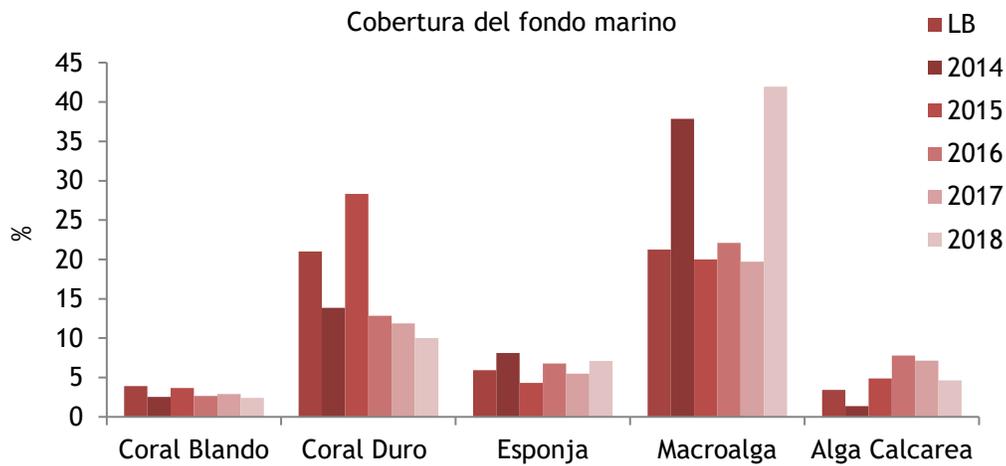


Figura 15. Porcentaje de cobertura béntica registrada dentro de la ZRP en Banco Chinchorro, Q. Roo, de 2013 (LB) a 2018.

## Conclusiones

Cada sociedad cooperativa pesquera participante cuenta con un equipo de buzos monitores comunitarios, con capacidad técnica de calidad y suficiente, para recolectar datos que sirvan en la evaluación de las ZRP establecidas en arrecifes coralinos.

La mayor abundancia de la población de meros ubicada en Punta Allen fue registrada en 2017 y 2018. Durante estos mismos periodos se registraron peces de mayor tamaño. Estos datos se recolectaron en meses pico de desove de esta especie, entre el cuarto y séptimo día posterior a la luna llena.

En María Elena la biomasa total de peces dentro de los refugios pesqueros aumentó durante cinco años posteriores a la línea base (2013-2017). En el caso del último año registrado en este reporte (2018), se nota una ligera disminución con respecto a la línea base. Por lo general, la tendencia fue un aumento de biomasa en promedio en un 59%. La abundancia de peces registrados en cada año posterior a la línea base siempre fue mayor; se registró un aumento promedio de 44%. Las familias de peces de interés comercial predominaron dentro de los refugios (chac-chis, pargos y plateados). La densidad de langosta dentro de los refugios aumentó en cuatro años posteriores a la línea base (2014-2016 y 2018). Se registró un aumento promedio de 115% en la densidad de langosta.

En Punta Herrero la biomasa total de peces dentro de los refugios pesqueros solo aumentó en dos años posteriores a la línea base (2014 y 2015). La causa no es clara, ya que no hay registros previos de mayor abundancia. Los pescadores mencionan que no son sitios con antecedentes de buena producción a lo largo de los años. Con estos datos se podría pensar que las características y condiciones del sitio lo perfilan como un área de tránsito de las especies y no un sitio donde se establezcan. Cabe destacar que, en estos aumentos de biomasa registrados, la familia de los Chac-chi (peces comerciales), presentaron los valores más altos. En contraparte, la abundancia de los peces siempre aumentó en comparación con la línea base. Se registró un aumento de la biomasa en promedio del 44%. La densidad de langosta dentro de los refugios aumentó en cinco años posteriores a la línea base (2013-2016 y 2018); en 2017 se registró la misma densidad que en la línea base (133 ind/ha). Se registró un aumento promedio de 170% en la densidad de langosta.

En Banco Chinchorro la biomasa total de peces dentro del refugio pesquero aumentó durante cuatro años consecutivos posteriores a la línea base (2014-2017). En el último año registrado en este reporte (2018), se notó una ligera disminución. Por lo general, la tendencia fue un aumento de biomasa en promedio 32% mayor que en la línea base. La abundancia de peces registrados en cada año posterior a la línea base siempre fue mayor, en promedio, un 16%. La densidad de caracol rosado registrada en el periodo de monitoreo dentro del refugio aumentó en promedio 90%.

Las Zonas de Refugio Pesquero establecidas en Banco Chinchorro, María Elena y Punta Allen, presentaron cambios en favor del crecimiento y reclutamiento de los recursos pesqueros, principalmente; por ello se puede considerar que están cumpliendo con su finalidad.

En Punta Herrero cambiaron los polígonos de las ZRP previamente establecidas, de cuatro polígonos pasó a uno. Esta decisión fue motivada por los resultados de monitoreo de agregaciones en la zona.

## Referencias

- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. 71 pp.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2012. Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en el área de Sian Ka'an, dentro de la Bahía Espíritu Santo en el Estado de Quintana Roo.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2013. Acuerdo por el que se establece una red de zonas de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en las áreas de Banco Chinchorro y Punta Herrero en el Estado de Quintana Roo.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. NORMA Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014. 10 pp.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2016. Acuerdo por el que se establece una red de dos zonas de refugio pesquero totales temporales en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en la Bahía de la Ascensión en el Estado de Quintana Roo.
- Hernández Velasco, A., Caamal, J., Suarez, A., Pérez Alarcón, F., y Fulton, S. 2018. Protocolo de Monitoreo para reservas marinas. Comunidad y Biodiversidad A.C., Guaymas, Sonora.