

5 AÑOS DE ZONAS DE REFUGIO

CORREDOR SAN COSME A PUNTA COYOTE: RESULTADOS ECOLÓGICOS





Debido a la importancia de la pesca artesanal en el Corredor San Cosme a Punta Coyote, el 16 de noviembre de 2012 se estableció una red de Zonas de Refugio (ZDR) con el objetivo de proteger y recuperar especies de importancia comercial, así como hábitats y etapas críticas de su ciclo de vida, para recuperar las capturas pesqueras. La red se conformó de 11 Zonas de Refugio con una vigencia de 5 años, en las cuales no se permitió ninguna actividad extractiva.

En 2017 se evaluó el funcionamiento de las zonas y se presentó una propuesta

para la renovación de las ZDR. Para esto se utilizaron diversos resultados, entre estos biológicos-ecológicos cuyos datos fueron obtenidos gracias al monitoreo submarino realizado en el Corredor desde 2012. Este trabajo ha sido en colaboración con buzos monitores comunitarios, autoridades, investigadores y organizaciones de la sociedad civil. Es así que el 15 de noviembre de 2017 se publicó el acuerdo por el cual se renueva la red de Zonas de Refugio con algunas modificaciones. De la misma forma, se pretende mantener el monitoreo de la red de Zonas de Refugio del

Corredor y por lo tanto seguir con el programa de monitoreo submarino. Así mismo, se incrementaron los sitios de monitoreo con la finalidad de evaluar las modificaciones que se realizaron en la nueva red de ZDR (expansión del área de San Marcial y establecimiento de la Brecha).

El presente documento tiene como objetivo mostrar resultados submarinos de 2012 a 2017, tal como se ha venido realizando año con año, así como establecer una línea base para las ZDR de San Marcial y la Brecha.



	Zonas de Refugio	
	2012	2017
Área total	1,700 h	6,966 h
Número total de ZDR	11	12
Categorías de ZDR	11 Zonas totales temporales	11 Zonas totales temporales, 1 Zona parcial temporal
Porcentaje del área de pesca	5.30%	21.20%

HÁBITATS PROTEGIDOS:



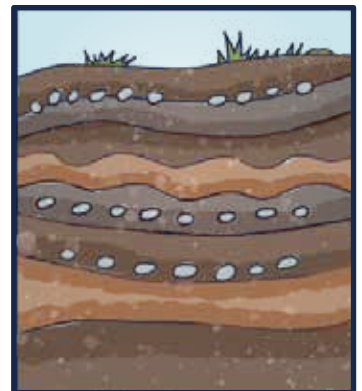
Bosques de manglar



Arrecifes rocosos



Mantos de sargazo



Fango



FIGURA 1. Sitios de monitoreo submarino (puntos amarillos) del Corredor San Cosme a Punta Coyote.

Sitios monitoreados:

- Zonas de Refugio (ZDR): sitios que son monitoreados dentro de una Zona de Refugio.
- Zonas control (ZC): sitios que sirven de comparación con las ZDR debido a que cumplen características similares como profundidad y tipo de hábitat y/o fondo y en donde se permite la pesca.
- Zonas de interés pesquero (ZIP): sitios donde se permite la pesca y son conocidos por su producción.

Zonas de Refugio	Zonas control (réplicas)	Zonas de interés pesquero
San Marcial: Norte y Sur	La Barra San Cosme	
San Marcial: Punta Berrendo ZDRR	Punta Berrendo	
San Marcial: La Rumalda	Piedra Aboyada de Punta Berrendo	
San Mateo	Carrizalito	Bajo Seco Catalana
Punta Botella	Los Nidos	Punta Berrendo
Estero Tembabiche		El Dátil (El Rincón)
La Morena	Monte Alban y La Morena (no refugio)	Las Ánimas
La Habana	La Habana (no refugio)	Mesa Pareja, Isla Santa Cruz
San Diego	San Diego Norte, Calabozo	Rodadero, Isla Santa Cruz
		Punta San Evaristo
Estero San José		El Cobre
El Pardito	El Pardito (no refugio)	El Cayo
Norte San Francisquito	Punta Lobos	Bajo Seco Sur
Punta Coyote	Bota Fuego y El Portugués	La Lobera
La Brecha		
La Brecha: Islote Agua Verde	Isla Lobos	
La Brecha: Isla Aguja	San Damian Loa Anegados San Cosme	



Temporalidad del monitoreo:

1 vez al año en octubre (excepto en 2012 que se realizó en mayo y en 2016 en mayo y octubre).

¿Qué se monitorea?:

- Peces
- Invertebrados
- Tipo de fondo

Tipos de censo:

- Versátil: Transectos de 30m de largo, 2m de ancho y 2m de alto (peces, invertebrados y tipo de fondo).
- Cilindros: 15m de diámetro en el fondo y toda la columna de agua (peces).
- Errantes: 20 minutos nadando lenta y constantemente una sola dirección (peces comerciales).



ÍNDICES ECOLÓGICOS

1. Cambio porcentual de biomasa, densidad, riqueza y tallas de especies de peces comerciales en el Corredor

A cinco años de la implementación de la red de Zonas de Refugio en el Corredor, se observan cambios en biomasa, densidad, riqueza y talla de especies comerciales a lo largo del Corredor, lo cual ha sido analizado para las Zonas de Refugio, las Zonas control y las Zonas de interés pesquero. De 2012 a 2017, los cambios porcentuales muestran incrementos en la mayoría de los indicadores, únicamente la riqueza de las zonas de interés pesquero disminuyó (Figura 2).

Los cambios en biomasa y densidad de peces comerciales son más evidentes que los cambios de riqueza y tallas. Esto se debe a que estos dos últimos indicadores requieren de un mayor número de años (más de 5 años) para que sus cambios sean notorios (Munguía et al 2018).

Entre 2012 y 2017 incrementó



La biomasa

300% en ZDR

155% en ZC

85% en ZIP



La densidad

189% en ZDR

123% en ZC

7% en ZIP

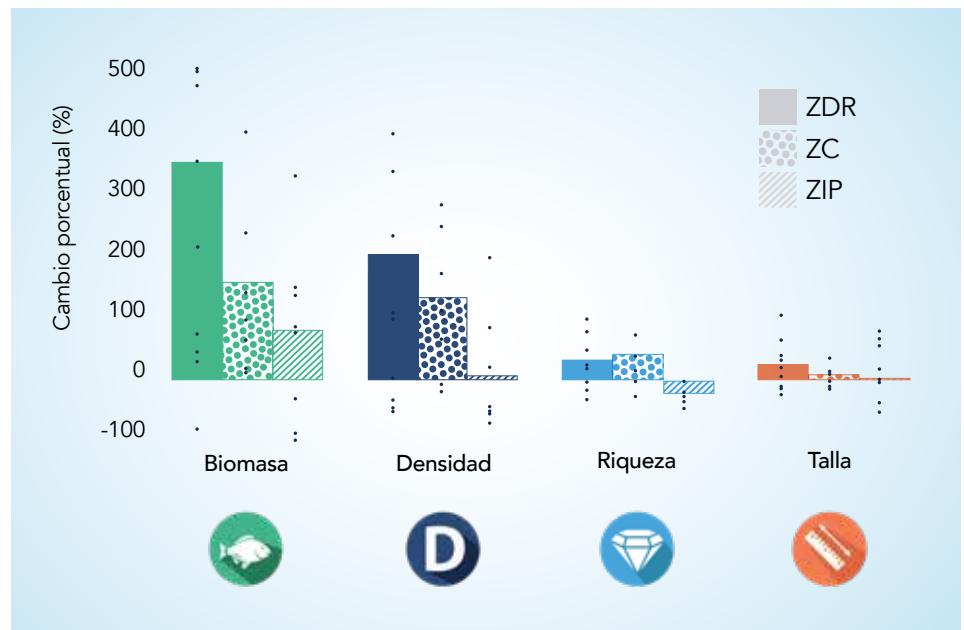


FIGURA 2: Incremento porcentual de biomasa, densidad, riqueza y tamaño de especies de peces comerciales en las Zonas de Refugio (ZDR), Zonas Control (ZC) y Zonas de Interés Pesquero (ZIP) en el Corredor San Cosme-Punta Coyote.

2. Biomasa de especies de peces comerciales: Zonas de Refugio vs. Zonas Control

En 2017 al comparar la recuperación de las especies de peces comerciales en las ZDR y las ZC se observa que por hectárea la biomasa fue mayor en las ZDR (0.84 T/ha) que en las ZC (0.51 T/ha) (Figura 3 a). Por otra parte, si se compara como ha cambiado la biomasa a través de los años en las ZDR y las ZC, se puede observar que en ambas ha incrementado progresivamente de 2012 a 2017. Sin embargo, el incremento ha sido mayor en las ZDR (tasa de 0.16 T/ha/año) que en las ZC (tasa de 0.06 T/ha/año; Figura 3 b).

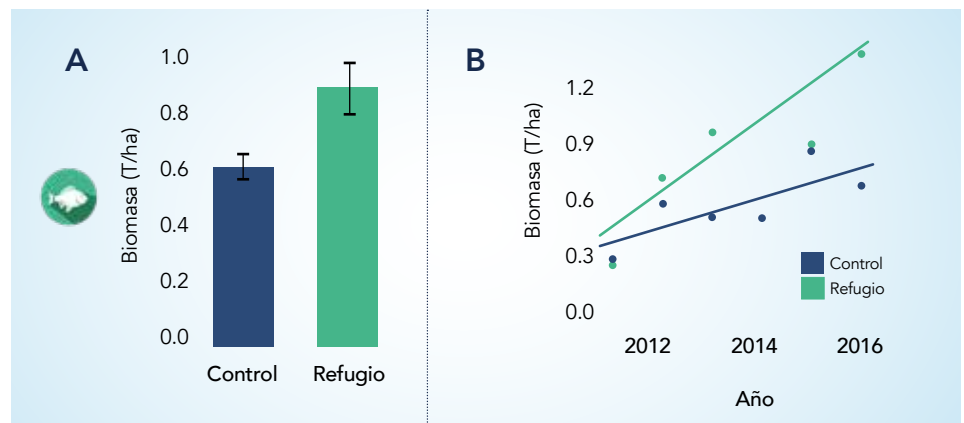


FIGURA 3. (A) Biomasa total de peces (T/ha) registrada en los refugios pesqueros y en los sitios de control en 2017; (B) tasa de recuperación de biomasa a lo largo del tiempo en sitios de control y zonas de refugios pesqueros entre 2012 y 2017.

3. Tendencias de la recuperación de las Zonas de Refugio 2012-2017

A través de varios indicadores ecológicos como la biomasa, densidad, riqueza y el tamaño promedio de peces comerciales observados en los monitoreos submarinos, podemos observar como las ZDR sugieren una recuperación de 2012 a 2017. En la figura 4 las líneas rojas muestran una tendencia a incrementar. Nuevamente la biomasa y densidad fueron los indicadores en obtener incrementos importantes (significativos).

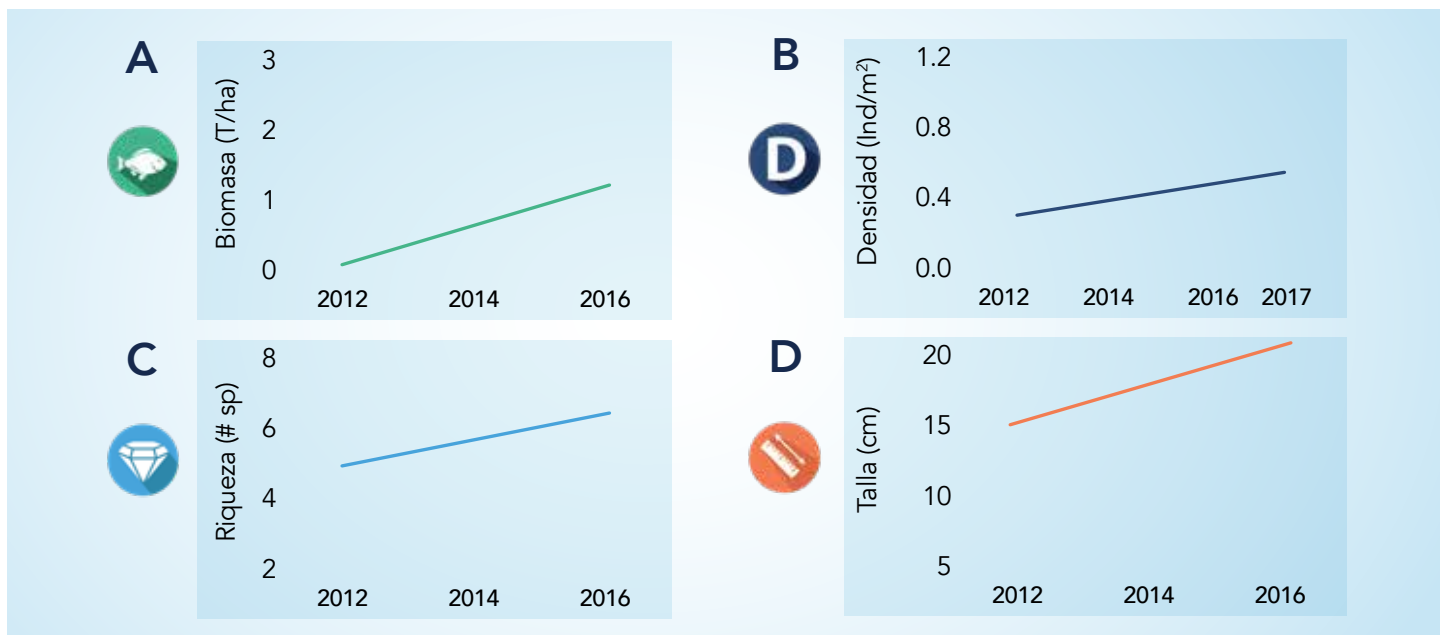


FIGURA 4. Recuperación de cuatro indicadores ecológicos dentro de los refugios pesqueros entre 2012 y 2017. (A) Biomasa total; (B) densidad de peces comerciales; (C) riqueza; y (D) talla promedio de peces comerciales. La relación observada en la riqueza no fue significativa estadísticamente.

PECES COMERCIALES

4. Biomasa de especies de peces comerciales

Se estimó la biomasa total a nivel especie de acuerdo a las diferentes ZDR establecidas en 2012. Únicamente las especies de pericos (*Scarus sp.*) fueron agrupadas para la estimación. Algunos peces comerciales mostraron signos de recuperación en algunas ZDR (celdas verdes, 27%) o se mantuvieron sin cambios (celdas amarillas, 66%). Solo los pericos en Punta Coyote y el Cochito en La Habana y La Mantarraya disminuyeron en cuanto a biomasa total respecta (Figura 5).

	Cabrilla sardinera	Cadernal	Cochito	Pargo amarillo	Paro cenizo	Pargo mulato	Pericos
San Marcial	▲	■	▲	▲	■	■	▲
San Mateo	■	■	■	▲	■	■	▲
Punta Botella	■	■	▲	▲	■	■	▲
La Morena	■	▲	▼	■	■	■	▲
La Habana	▲	▲	▼	▲	■	■	■
Barra San Diego	▲	■	■	▲	■	■	▲
La Mantarraya	■	■	■	■	■	■	■
El Pardito	▲	■	■	▲	■	■	▲
Punta Coyote	■	■	■	■	■	■	▼

▲ aumento de al menos 10kg/ha
 ■ no hubo cambio
 ▼ disminución en biomasa de al menos 10kg/ha

FIGURA 5. Cambios en biomasa total por especie en cada refugio pesquero. Verde = aumento de al menos 10kg/ha; amarillo = no hubo cambio; rojo = disminución en biomasa de al menos 10kg/ha.

5. Tendencia de la recuperación de la biomasa por Zona de Refugio

Se estimó la tendencia de la biomasa total de especies de peces comerciales por hectárea observadas en cada ZDR establecida en 2012 (Figura 6). En refugios como San Marcial y Punta

Botella el aumento de la biomasa es claro y considerablemente más alto que en sus sitios control. Por otro lado, en La Morena, San Diego y San Francisquito, la biomasa se ha

mantenido constante y similar a sus controles a lo largo del periodo de estudio.

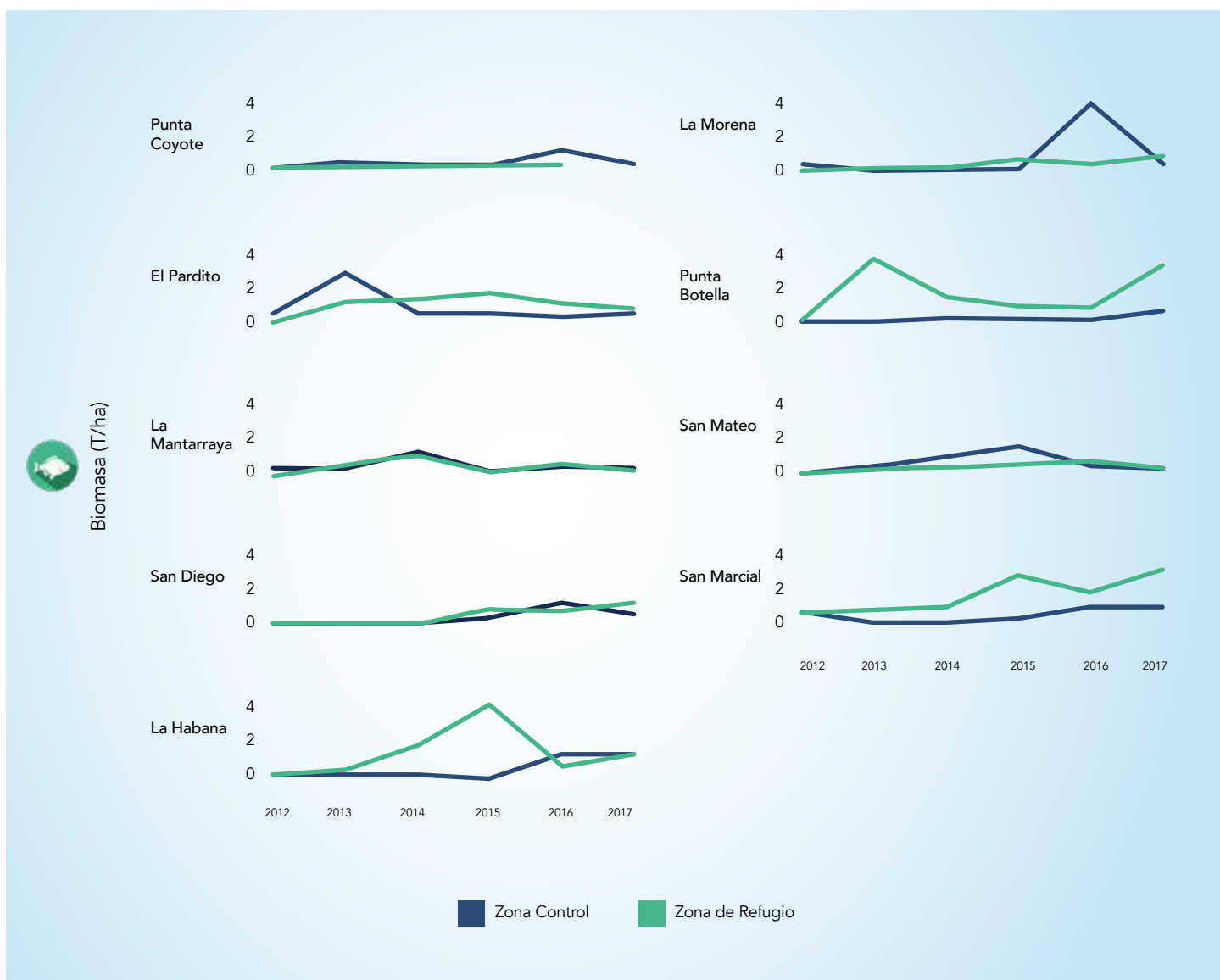


FIGURA 6. Tendencia de la biomasa de las especies comerciales en cada una de las Zonas de Refugio Pesquero (ZDR) de 2012 a 2017.

6. Tendencia de la recuperación de la biomasa de especies de peces comerciales

Se analizaron las tendencias de la biomasa promedio en todos los refugios y sus Zonas Control para cada especie comercial (Figura 7). Se puede observar que especies como el pargo amarillo y pericos (*Lutjanus argentiventris* y *Scarus sp.* respectivamente) han tenido una

recuperación de biomasa considerable a lo largo de los años en todos los refugios, muy por encima de sus ZC. Esto podría ser un efecto positivo que han tenido las ZDR sobre estas especies de peces. Por otro lado, la biomasa de especies como el cochito, el cadernal,

el pargo cenizo y el pargo mulato (*Balystes polylepis*, *Paranthias colonus*, *Lutjanus novemfasciatus* y *Hoplopagrus guentherii* respectivamente), se han mantenido constantes.

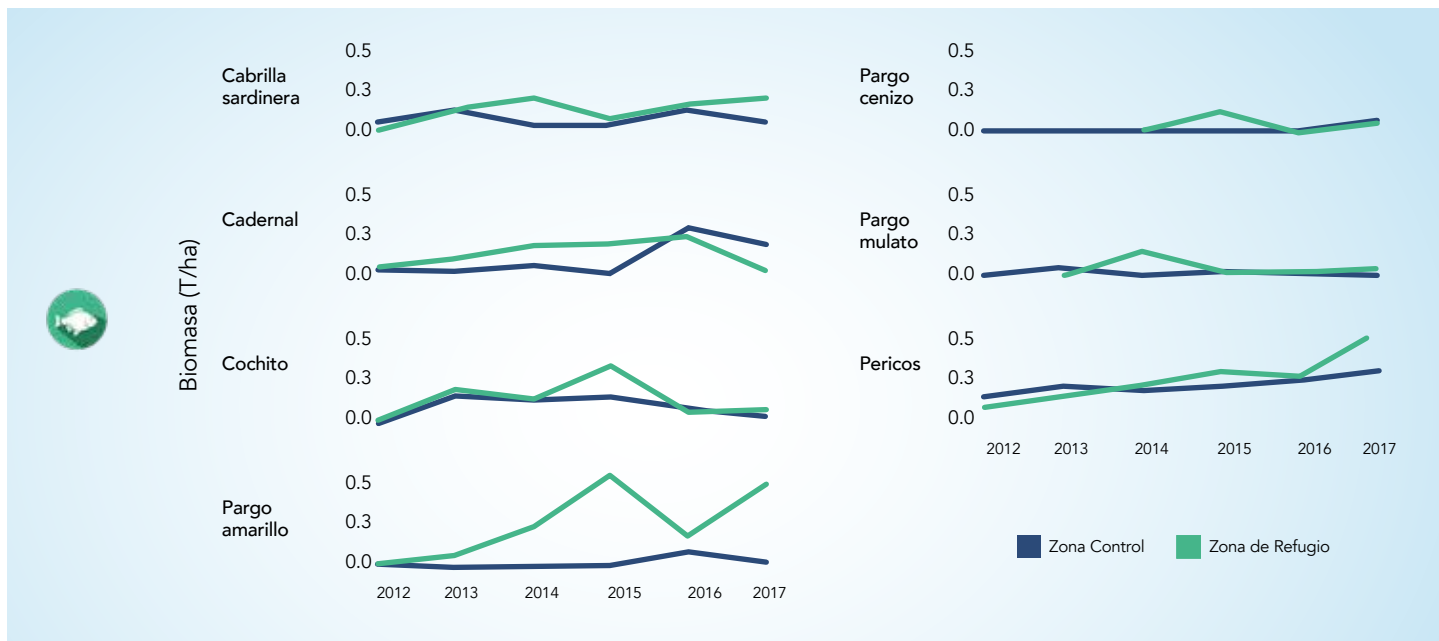


FIGURA 7. Biomasa promedio de cada una de las especies comerciales en todos los refugios por cada año de monitoreo.

7. Tendencia de tallas de especies de peces comerciales

Se utilizaron los censos errantes de peces comerciales para estimar cambios en las tallas de la cabrilla sardinera, el pargo amarillo y pericos (*L. argentiventris*, *M. rosacea*, y *Scarus sp.* respectivamente) de 2012 a 2017. Los resultados muestran que para estas especies hay un aumento en el número

de individuos en las ZDR. En las ZC y ZIP también hubo incrementos, sin embargo, no fueron tan claros, ni de la magnitud observada en las ZDR.

Las tallas del pargo amarillo disminuyeron cerca de 11cm en las ZDR de 2012 a 2017. Sin embargo, en 2012

solo se contabilizaron 22 individuos en estas zonas, siendo un número muy bajo para poder representar la talla del pargo amarillo ese año. Sin embargo, en las ZC y ZIP las tallas se mantuvieron. Así mismo, la abundancia de organismos observados aumentó para las ZDR y ZIP (Figura 8).

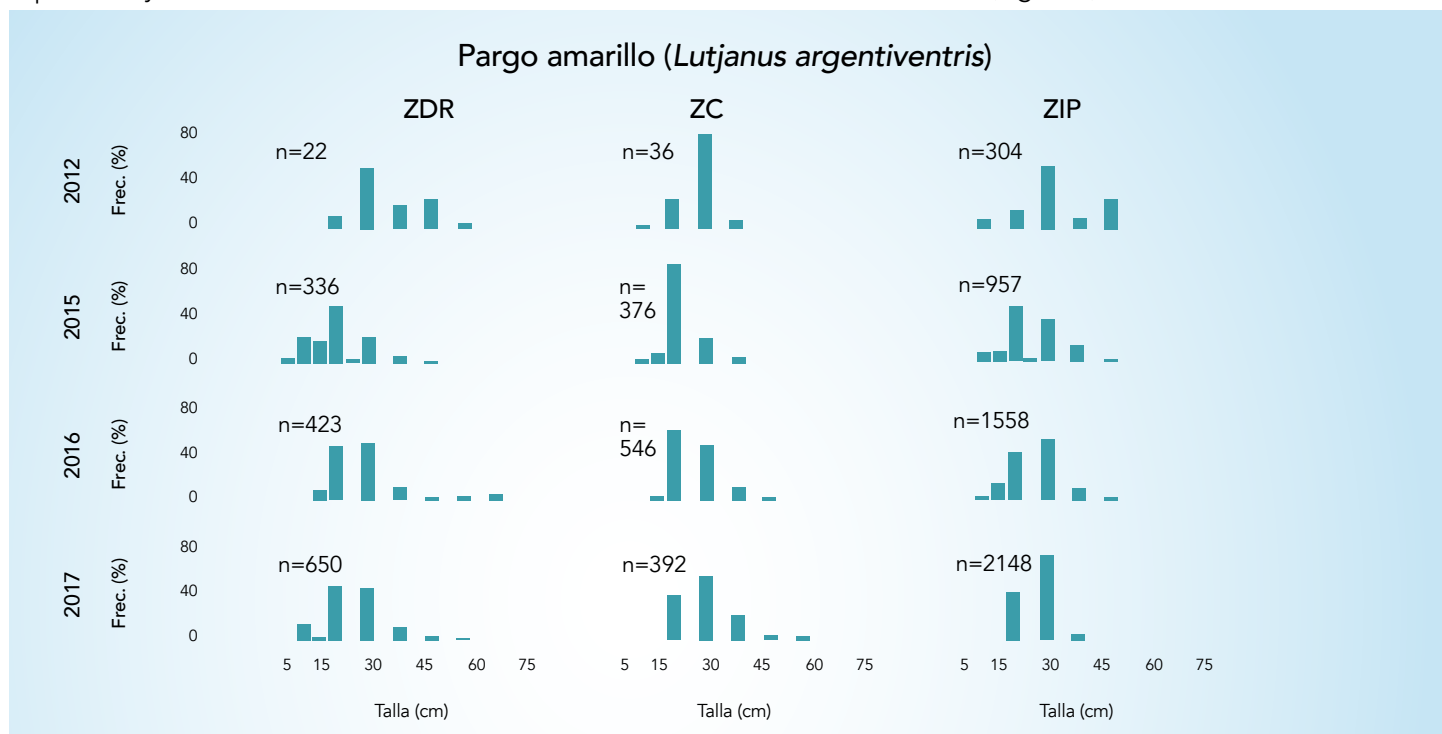


FIGURA 8. Estructura de tallas de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) en las Zonas de Refugio (ZDR), Zonas Control (ZC) y Zonas de Interés Pesquero (ZIP).

La cabrilla sardinera mostró un incremento en la talla promedio en las ZDR entre 2012 y 2016, (de 25 cm a 34 cm por individuo). En 2016, el promedio disminuyó a 26 cm debido a la gran

cantidad de juveniles observados ese año. Se espera que para próximos años estos individuos sean reclutados a la pesquería. En las ZC y ZIP no hubo aumentos en las tallas de la cabrilla

(Figura 9). Para los pericos, se observó un aumento en la abundancia en las ZDR, ZC y ZIP, mientras que las tallas se mantuvieron (Figura 10).

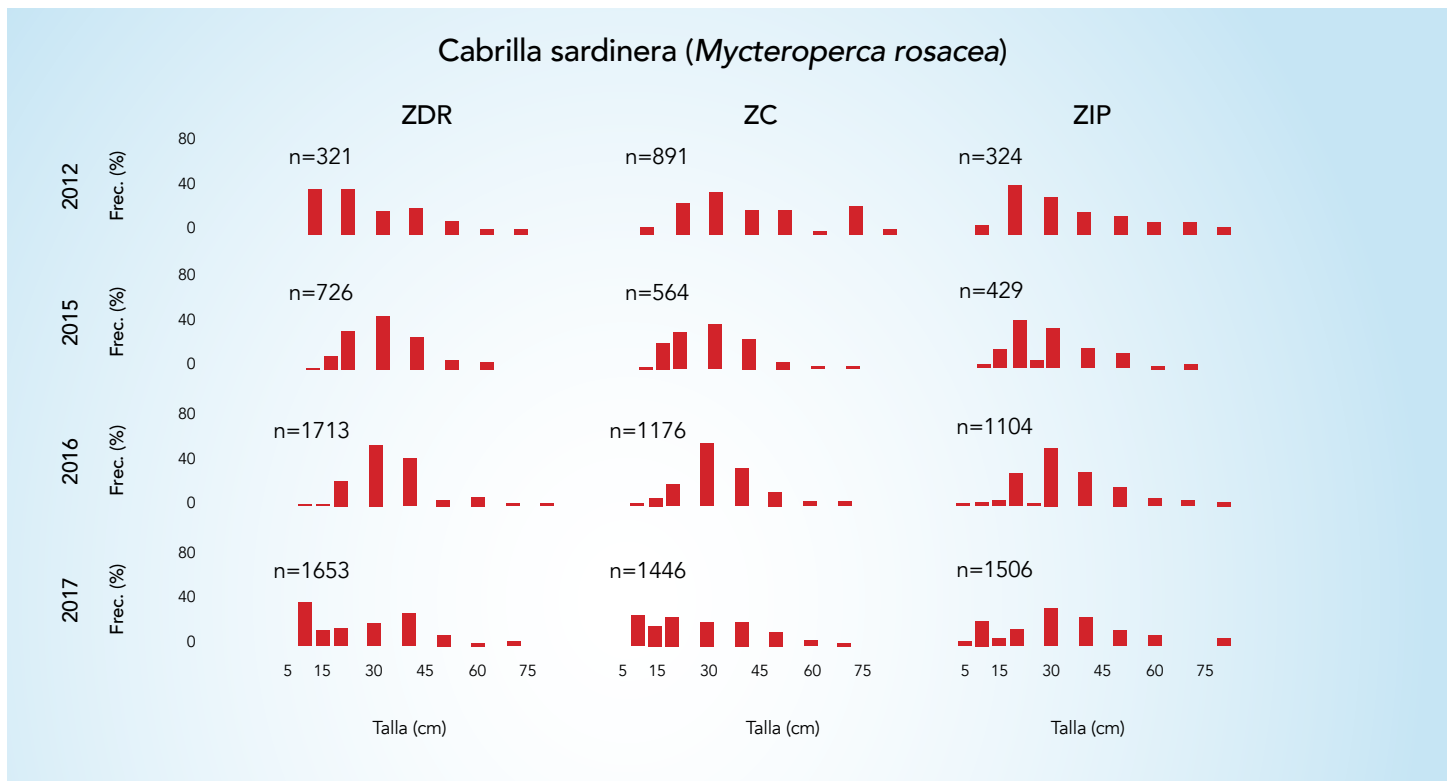


FIGURA 9. Estructura de tallas de cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*) en las Zonas de Refugio (ZDR), Zonas Control (ZC) y Zonas de Interés Pesquero (ZIP). Las líneas punteadas representan la talla promedio para cada panel.

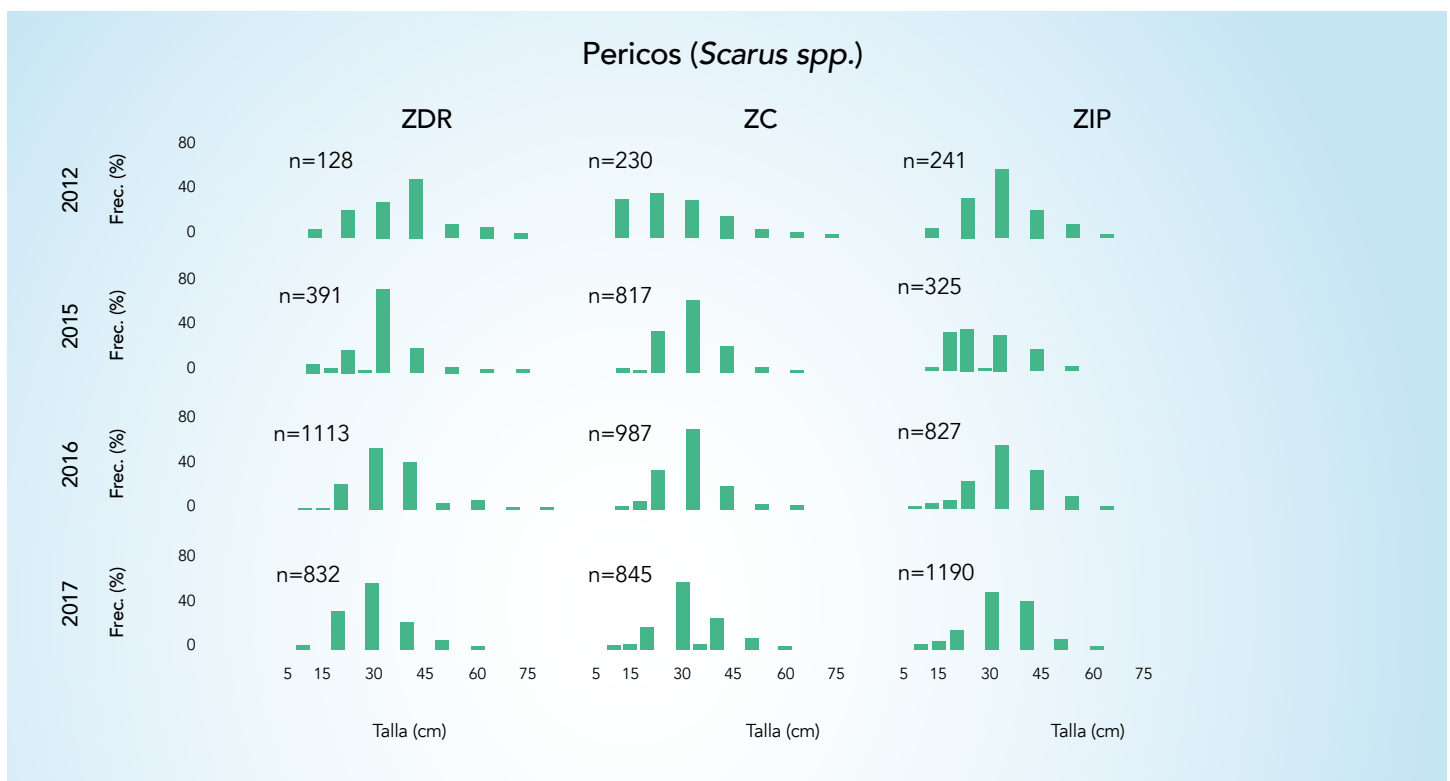


FIGURA 10. Estructura de tallas de pericos (*Scarus spp.*) en las Zonas de Refugio (ZDR), Zonas Control (ZC) y Zonas de Interés Pesquero (ZIP).

8. Frecuencia porcentual de tallas de especies de peces comerciales

De acuerdo al porcentaje de la frecuencia de individuos observados de 2012 a 2017 para estas tres especies (Figura 11), se observa que:

L. argentiventris muestra mayor porcentaje de individuos de tallas más

grandes en 2017 en las ZC. Para las ZDR y las ZIP esta tendencia no es tan clara.

M. rosacea presenta mayor porcentaje de individuos de tallas menores en 2017, lo cual es resultado de la gran cantidad de juveniles que

fueron observados ese año.

Scarus sp. han presentado poca variación en las tallas a lo largo de los años.

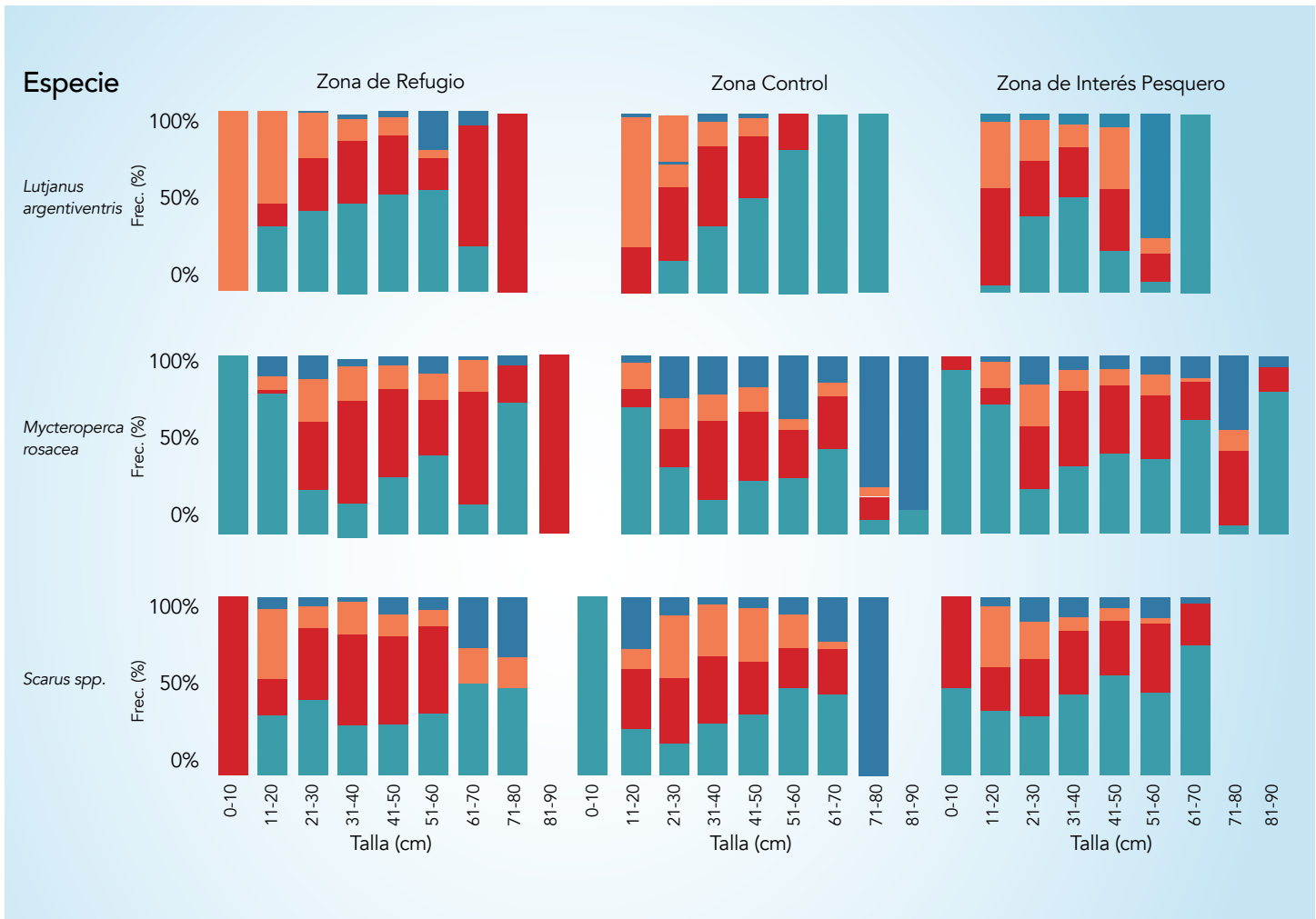


FIGURA 11. Frecuencia porcentual de tallas de peces comerciales de 2012 a 2017 en las Zonas de Refugio (ZDR), Zonas Control (ZC) y Zonas de Interés Pesquero (ZIP). Azul: 2012; anaranjado: 2015; rojo: 2016; turquesa: 2017.

ESTEROS

Los esteros son hábitats críticos que albergan a una gran cantidad de especies ya sea para protección, alimentación o crianza y las ZDR de Tembabiche y San José no son la excepción (Carrasquilla-Henao et al., 2017). Estos esteros albergan una gran cantidad de juveniles de diferentes especies de peces comerciales de interés en el Corredor.

En las ZDR del estero de Tembabiche y San José la mayor abundancia de individuos son juveniles con tallas menores al resto de las ZDR en el Corredor (Figura 12). En particular se han observado una gran cantidad de juveniles de pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) y pericos (*Scarus sp.*).

Posteriormente, estos individuos migran

a arrecifes rocosos y forman parte de las poblaciones adultas (Aburto-Oropeza et al. 2009). De igual forma, se han observado adultos de otras especies de peces comerciales como el pargo cenizo (*Lutjanus novemfasciatum*) en el estero de Tembabiche, sugiriendo que este hábitat puede ser importante también para etapas adultas.



Pericos

Pargo amarillo

San Marcial Norte



San Marcial Sur



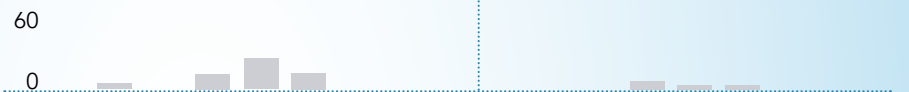
San Mateo ZDR



Punta Botella



La Morena



La Habana



San Diego



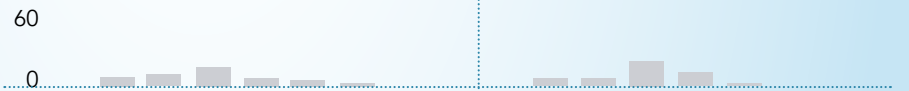
Estero San Jose



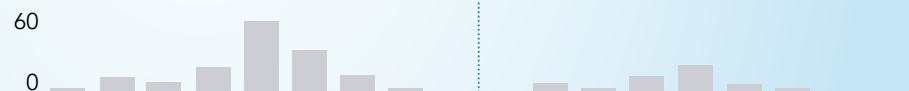
Estero Tembabiche



San Francisquito



El Pardito



Punta Coyote



Número de Individuos

5 10 15 20 30 40 50 60 80 5 10 15 20 30 40 50 60 100

Centímetros (cm)

FIGURA 12. Abundancia de peces por clase de tallas reportada en unidades de número de individuos contados en el Estero de San José y Estero de Tembabiche. Los dos esteros se destacan en rojo.

LÍNEA BASE DE SAN MARCIAL (CON LA NUEVA EXPANSIÓN) Y LA BRECHA

Debido a la renovación de la red de ZDR del Corredor y a las modificaciones que en esta se realizaron, como la ampliación de

San Marcial y establecimiento de La Brecha, se incrementó el número de sitios censados para cubrir estas zonas como mencionado anteriormente.

Los sitios monitoreados en 2017 en estas ZDR, así como sus ZC forman parte de una nueva línea (mapa).



Para generar la línea base, se estimaron los indicadores de biomasa, densidad, riqueza y tamaño promedio para las ZDR de San Marcial y la Brecha y se comparó con sus ZC. Cada una de estas ZDR obtuvo valores similares que sus ZC. En el caso de San Marcial estos fueron ligeramente mayores que sus ZC (Figura 13), mientras que en la Brecha los promedios de biomasa, densidad y riqueza fueron ligeramente mayores en los sitios de las ZC y únicamente las tallas fueron un poco mayores en la ZDR (Figura 14). Esto quiere decir

Sitios de Monitoreo	
Zonas de Refugio	Zonas Control
Islote Agua Verde (5)	Isla Lobos (1)
La Brecha (4)	Anegados San Cosme (2)
Piedra la Rumalda (6)	Barra San Cosme (3)
San Marcial (7)	Punta Berrendo Sur (9)
Punta Berrendo Norte (8)	Piedra Aboyada (10)

que previo a la renovación de la red de ZDR del Corredor, las ZDR de San Marcial y la Brecha son similares y

están partiendo del mismo punto que sus ZC, lo cual será clave para evaluar su efectividad en el futuro.

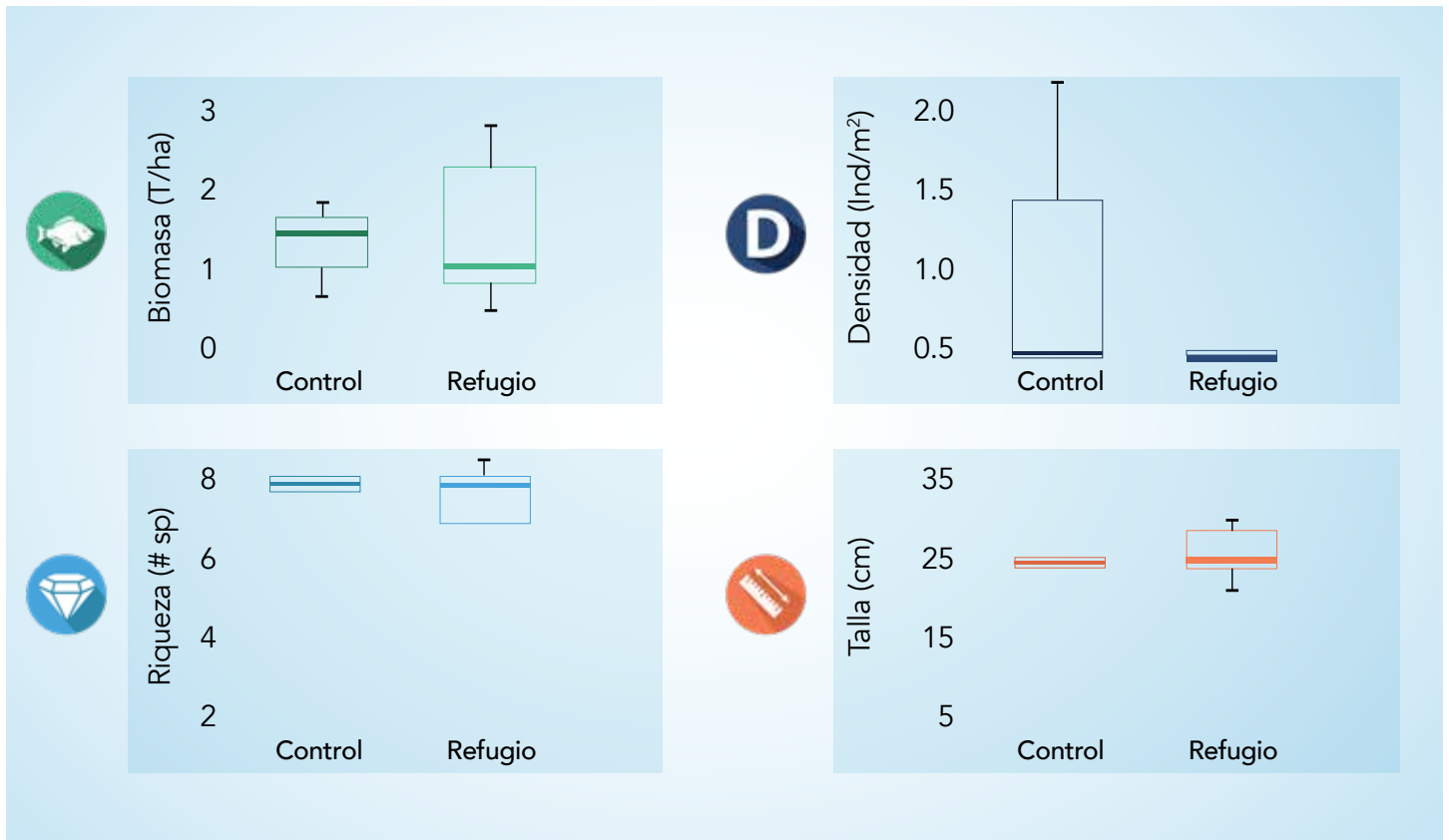


FIGURA 13. Línea base de biomasa, densidad, riqueza y tamaño promedio de especies de peces comerciales en los sitios de monitoreo de la Zona de Refugio Pesquero de "San Marcial" establecido en 2017.

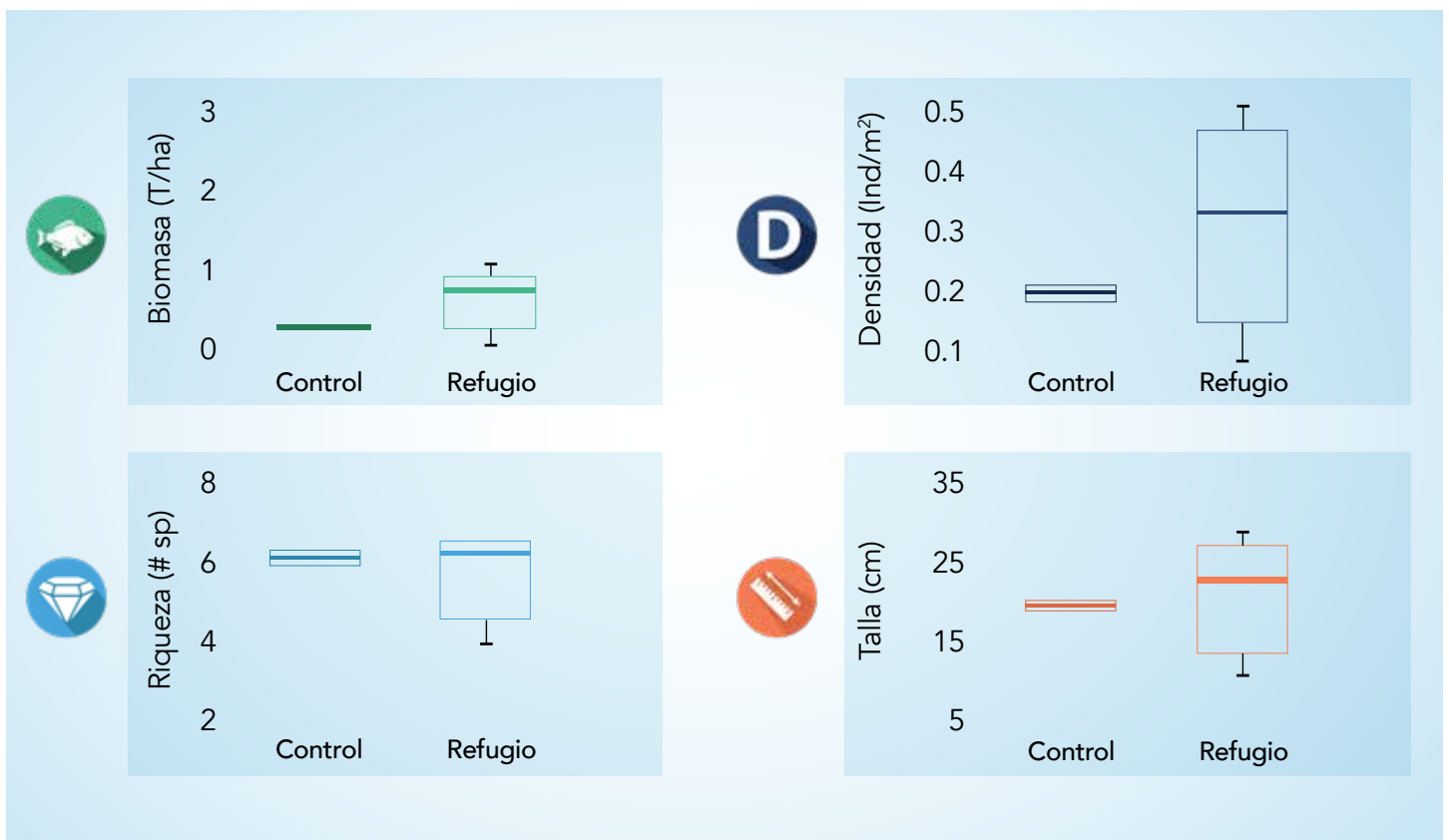


FIGURA 14. Línea base de biomasa, densidad, riqueza y tamaño promedio de especies de peces comerciales en los sitios de monitoreo de la Zona de Refugio Pesquero de "La Brecha" establecido en 2017.

Conclusiones

La pesca del Corredor San Cosme a Punta Coyote está enfocada al recurso escama, siendo de mayor interés especies carnívoras como pargos y cabrillas. La recuperación de estas especies es lenta y se estiman periodos mayores a 10 años para que esto suceda (Munguía *et al* 2018). Tomando en cuenta lo anterior, a 5 años del establecimiento de las ZDR los resultados son optimistas para el Corredor:

De acuerdo al análisis de cambio porcentual en el Corredor:

- **La biomasa de peces comerciales fue mayor en 2017 que en 2012 un 354% en ZDR, 155% en ZC y 85% en ZIP.**
- **La densidad fue mayor en 2017 que en 2012 un 189% en ZDR, 123% en ZC y 7% en ZIP.**
- **La riqueza y tallas de especies de peces comerciales mostró pocos cambios.**

En 2012 las ZDR y ZC presentaban una biomasa similar. Año con años

se observa que de 2012 a 2017 el incrementando fue mayor en las ZDR. Es así que, en 2017, después de 5 años de la protección de ZDR, la biomasa fue mayor dentro de estas zonas comparado con la biomasa presenta en las ZC.

En las ZDR las tendencias de 2012 a 2017 de varios indicadores sugieren la recuperación de especies de peces comerciales. Por ejemplo, la biomasa y densidad han incrementado y la riqueza y tallas de individuos se ha mantenido con ligeros incrementos.

Algunas de las especies de peces comerciales analizadas han mostrado una recuperación de biomasa (27%) o se han mantenido (66%) a lo largo de diferentes ZDR. Solo dos especies han disminuido en tres ZDR, *Balistes polylepis* en La Habana y La Mantarraya y *Scarus sp.* en Punta Coyote.

La talla de la Cabrilla sardinera (*M. rosacea*) ha aumentado de 2012 a 2017. Además, se observó un incremento de una gran cantidad de juveniles en 2017. Esto podría significar un

aumento en el reclutamiento de individuos disponibles para la pesca en próximos años. El pargo amarillo (*L. argentiventris*) mostró disminución de talla promedio en las ZDR pero se mantuvo en las ZC y ZIP, mientras que las tallas de los pericos se mantuvieron en ZDR, ZC y ZIP.

Las ZDR del estero Tembabiche y San José protegen etapas juveniles de peces comerciales. Se encontró mayor abundancia de individuos juveniles comparado con las otras ZDR.

Con respecto la línea base de la ampliación de San Marcial y el establecimiento de la Brecha, ambas ZDR presentaron una biomasa, densidad, riqueza y tallas de especies de peces comerciales comparado con sus respectivas ZC. Esto será muy importante para monitorear la efectividad de las ZDR, donde se esperaría que estas se recuperaran a más rápido que sus ZC donde si se permite la extracción de recursos marinos.

Referencia

Aburto-Oropeza, O., Dominguez-Guerrero, I., Cota-Nieto, J. and Plomozo-Lugo, T. (2009) Recruitment and ontogenetic habitat shifts of the yellow snapper (*Lutjanus argentiventris*) in the Gulf of California. *Marine Biology* 156, 2461–2472.

Carrasquilla-Henao M, Juanes F (2017). Mangroves enhance local fisheries catches: a global meta-analysis. *Fish and Fisheries*. 18(1): 79-93.

Munguia-Vega, A., Green, A., Suarez-Castillo, A., et al. (2018). Ecological guidelines for designing a network of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*.



Contribuciones:

Amy Hudson Weaver
Ollin Gonzalez Cuellar
Catalina López Sagástegui
Santiago Domínguez
Alfredo Girón Nava
Octavio Aburto

Buzos Monitores:

Aarón León Álvarez
Alexa Álvarez
Álvaro Lucero Casto
Amy Hudson Weaver
Ariatna Sánchez
Barbara Rojas Montiel
Betsabe Monserrat Luna Salguero
Daniel Castillo Amador
Daniel Vázquez Arce
Deneb Saldierna Cálapiz
Diego Gijon Díaz
Felipe Amador Amador
Felipe de Jesús González Amador
Félix Amador Amador

Gabriel León Álvarez
Gaspar Romero Cota
Israel Sánchez Alcátara
Jaime de La Toba Lara
Janna Domínguez Boza
José Manuel Rondero González
Mariana Walther Mendoza
Mauro Gallegos Guadarrama
Nuria Torrejón Arellano
Ollin Gonzalez Cuellar
Paúl Preciado González
Penelope Berumen Solorzano
Rebecca Melendez Rosas
Sylviane Jaume Schinkel
Tatiana Oporto Guerrero
Valentín Murillo Rodríguez

Fotos:

Amy Hudson Weaver
Israel Sánchez
Paola Ruffo Ruffo

Diseño:

Madeline Wukusick

En alianza con:

