

# Estudio Técnico Justificativo para la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo, Yucatán



Estudio Técnico Justificativo  
Responsables Técnicos:  
Silvia Salas Márquez y Eva Coronado Castro  
MAYO, 2023



## **Equipo Científico**

### **Pesquería de langosta y Componente Socioeconómico comunitario**

**Coordinación:** Dra. Silvia Salas Márquez y Eva V. Coronado Castro

**Colaboradores:** M. C. Miguel A. Cabrera Vázquez, Dr. Juan C. Hernández Padilla, Dr. Oswaldo Huchim, Lic. Sofía Aguiñaga Malenco, Pasante LMSZC Alberto Palacios

### **Caracterización de comunidad ictiológica/langosta - hábitat**

**Coordinadores:** Dr. Ariel Chi, M. C. Miguel A. Cabrera Vázquez, Dr. Jorge Eúan Ávila

**Colaboradores:** Dr. Leopoldo Palomo, Dr. Silvia Salas

### **Pastos marinos, calidad del agua y fondos**

**Coordinación:** Dr. Jorge A. Herrera Silveira

**Colaboradores:** M.C Tania C. Cota Lucero, M.C Juan Mendoza, M.C. Guliana Cruz Trejo, Biol. Javier Ramírez, Dra. Dianela de Jesús Díaz Bleis, M.C Javier Robles, Dr. Jorge Eúan Ávila, Dr. Neftalí Gijón

### **Mapas y Cartografía**

Dr. Leopoldo Palomo, M.C Tania C. Cota Lucero y M.C Juan Mendoza

### **Fotografía de portada**

Dr. Neftalí Gijón

### **Soporte logístico**

M.C. Anel Coronado Castro

### **Revisión del documento**

Dr. Miguel Rivas, Oceana de México

## Contenido

Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
<b>1. Propuesta y objetivo de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo, Yucatán .....</b>	<b>1</b>
1.1 Explicación general de la situación que motiva la creación de una Zona de Refugio Pesquero .....	1
1.2 Incentivos para promover una ZRP: Langosta espinosa recursos valioso ecológica y económicamente .....	2
1.3 Objetivos de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo .....	5
1.3.1 Objetivo general .....	5
1.3.2 Objetivos específicos .....	6
1.4 Metas medidas a través de indicadores .....	7
1.5 Temporalidad propuesta para la Zona de Refugio .....	9
1.6 Delimitación geográfica del Polígono .....	9
<b>2. Características generales del Polígono .....</b>	<b>11</b>
2.1 Tipos de fondo .....	14
2.2 Transparencia .....	18
2.3 Profundidad .....	19
2.4 Temperatura .....	24
2.5 Corrientes .....	28
<b>3. Compatibilidad de usos existentes .....</b>	<b>29</b>
3.1 Pesca artesanal .....	29
3.2 Turismo .....	31
3.3 Trafico naviero .....	34
<b>4. Flora y Fauna asociada a la especie objetivo .....</b>	<b>35</b>
4.1 Manglares: No dentro de la ZRP, pero con importante conexión .....	35
4.2 Vegetación acuática sumergida .....	37
4.3 Equinodermos .....	40
4.4 Moluscos .....	42
4.5 Crustáceos .....	42
4.6 Peces .....	45

4.7	Redes tróficas.....	48
<b>5.</b>	<b>Información poblacional de la especie objetivo .....</b>	<b>51</b>
5.1	Estimación de la distribución de la langosta espinosa.....	51
5.1.1	Ciclo de vida .....	53
5.1.2	Reproducción .....	53
5.1.3	Fase larvaria .....	54
5.1.4	Asentamiento de postlarvas y reclutamiento.....	55
5.1.5	Reclutamiento de organismos.....	57
5.2	Estimación de la abundancia (Captura por Unidad de Esfuerzo CPUE).....	59
5.3	Composición de frecuencia de tallas de langosta.....	62
<b>6.</b>	<b>Información Pesquera.....</b>	<b>65</b>
6.1	Esfuerzo pesquero .....	65
6.2	Descripción de métodos, artes de pesca y zonas de pesca .....	67
6.3	Captura histórica y promedio anual.....	68
6.3.1	Captura histórica de langosta .....	70
6.4	Contribución económica de la pesquería de langosta.....	71
<b>7.</b>	<b>Información demográfica de la comunidad.....</b>	<b>72</b>
7.1	Distribución poblacional en El Cuyo.....	74
7.2	Índice de marginalidad y nivel de escolaridad.....	75
7.3	Nivel de escolaridad.....	76
<b>8.</b>	<b>Acceso a servicios de comunicación y servicios públicos.....</b>	<b>78</b>
8.1	Infraestructura carretera y servicios de comunicación .....	78
8.2	Servicios públicos .....	80
8.3	Unidades de salud y educación.....	81
<b>9.</b>	<b>Relación con otras figuras de gobierno con relación a la preservación del medio ambiente</b>	<b>82</b>
9.1	Áreas Naturales Protegidas: La Reserva de la Biosfera Rio Lagartos.....	82
<b>10.</b>	<b>Índice de diversidad biológica estimado .....</b>	<b>89</b>
10.1	Índice estandarizado de las capturas (Anomalías).....	89
10.2	Índice de importancia pesquera relativa .....	92
10.3	Índice de área foliar .....	96
10.3.1	Densidad .....	96

10.3.2 Morfometría.....	96
10.3.3 Biomasa.....	97
<b>11. Descripción de las cadenas productivas.....</b>	<b>98</b>
<b>12. Comprobantes de acuerdo o consenso entre los usuarios para el establecimiento de la Zona de Refugio Pesquero.....</b>	<b>102</b>
12.1 Registro fotográfico y evidencias de las reuniones ordenado cronológicamente.....	105
Reunión 1. 28 de noviembre 2021.....	105
Reunión 2. 10 de diciembre 2021.....	106
Reunión 3. 11 de diciembre 2021.....	106
Reunión 4. 23 de febrero 2022.....	107
Reunión 5. 10 de marzo de 2022.....	108
Reunión 6. 11 de marzo de 2022.....	108
Reunión 8. 25 de abril 2022.....	109
Reunión 9. 27 de mayo 2022.....	110
Reunión 10. 18 de agosto 2022.....	111
Reunión 11. 19 de agosto 2022.....	111
Reunión 12. 8 de mayo de 2023.....	112
Reunión 13. 16 de mayo de 2023.....	113
<b>13. Bibliografía.....</b>	<b>115</b>
<b>14. Anexos.....</b>	<b>124</b>
ANEXO I. Memoria fotográfica del trabajo en campo.....	124
ANEXO II. Listado conjunto de las especies de peces marinos reportados en la zona noreste de la península de Yucatán. Donde: A: Aguilar Cordero et al. (2014) (66 sp); B: Morales-López et al. (2006); C: Oceanus A.C. (2007) (68 sp); D: Ordóñez-López & García-Hernández (2005) (78 sp); E: INE (1999) (74 sp); F: Rubio-Cisneros et al. (2019) (28 sp); G: Vega-Cendejas et al. (1992) (12 sp); H: SEMARNAT & CONANP (2019) (9 sp); I: Zetina Ríos et al. (2012) (34 sp). * corresponde a especies de importancia comercial.....	129
ANEXO III. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2000 en El Cuyo.....	135
ANEXO IV. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2010 en El Cuyo.....	136
ANEXO V. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2018 en El Cuyo.....	137
ANEXO VI. Hoja de registro reunión 10 de diciembre, 2011.....	138

ANEXO VII. Hoja de registro reunión 23 de febrero 2022 .....	139
ANEXO VIII. Hoja de registro reunión 10 de marzo 2022 .....	140
ANEXO IX. Hoja de registro reunión 25 de abril 2022.....	141
ANEXO X. Hoja de registro reunión 27 de mayo 2022.....	142
ANEXO XI. Hoja de registro reunión 18 de agosto de 2022 .....	143
ANEXO XI. Hoja de registro reunión 19 de agosto de 2022.....	144
ANEXO XIII. Hoja de registro reunión 8 de mayo de 2023.....	145
ANEXO XIV. Cartas de no inconveniente y apoyo a la ZRP El Cuyo.....	146

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Indicadores recomendables para el monitoreo de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.	8
<b>Tabla 2.</b> Descripción de las características ambientales y profundidades encontradas en los sitios caracterizados para langosta y peces como parte del programa de muestreo llevado a cabo en febrero y marzo de 2022 (Mapa, figura 4).	20
<b>Tabla 3.</b> Listado general de especies de pastos marinos y macroalgas registradas en la región. Fuentes: Ortegón-Aznar <i>et al.</i> , 2001; Herrera-Silveira <i>et al.</i> , 2010; Ortegón-Aznar <i>et al.</i> , 2010; Huerta-Muzquiz 2021.	40
<b>Tabla 4.</b> Listado de las especies de invertebrados de mayor abundancia en la costa de Yucatán. * Corresponde a especies de importancia comercial.	41
<b>Tabla 5.</b> Listado de especies del filum Mollusca reportadas para la zona noreste de la península de Yucatán, * corresponde a especies de importancia comercial.	43
<b>Tabla 6.</b> Listado de especies del filum Crustacea reportadas para la zona noreste de la península de Yucatán, * corresponde a especies de importancia comercial.	43
<b>Tabla 7.</b> Listado de especies con valor comercial en la ZRP. La Familia es sombreada en gris, seguido de las especies correspondientes.	44
<b>Tabla 8.</b> Indicadores de la captura por unidad de esfuerzo (kg) por temporada en la pesquería de langosta en el puerto de El Cuyo.	62
<b>Tabla 9.</b> Número de pescadores registrados por comunidad dependientes del municipio de Tizimín (Fuente: SEPASY, 2022).	65
<b>Tabla 10.</b> Distribución poblacional del municipio de Tizimín (Datos INEGI, 2020).	72
<b>Tabla 11.</b> Resumen demográfico del municipio de Tizimín, Yucatán.	73
<b>Tabla 12.</b> Población de la localidad de El Cuyo en el periodo 2005-2020	74
<b>Tabla 13.</b> Indicadores de marginación reportados para El Cuyo (Datos: INEGI, 2020).	76
<b>Tabla 14.</b> Áreas naturales protegidas que incluyen zonas marinas en el estado de Yucatán.	83
<b>Tabla 15.</b> Componentes del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos.	85
<b>Tabla 16.</b> Índice de importancia relativa por recurso explotado en El Cuyo, Yucatán durante los periodos 2000, 2010 y 2018. Se destacan en negritas los primeros cinco recursos con mayor importancia comercial durante los años evaluados.	94
<b>Tabla 17.</b> Valores promedio y desviación estándar del índice de área foliar y de las características morfométricas y estructurales de pastos marinos en el Cuyo.	98
<b>Tabla 18.</b> Cronograma de reuniones formales realizadas durante 2021 y 2022 con miembros de la comunidad para presentar la propuesta de la Zona de Refugio Pesquero	103
<b>Tabla 19.</b> Cronograma de reuniones formales realizadas durante 2023 con miembros de la comunidad para presentar la propuesta de la Zona de Refugio Pesquero.	104

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Área de concesión para el aprovechamiento de langosta asignada a la Sociedad Cooperativa de Pescadores de El Cuyo.	3
<b>Figura 2.</b> Propuesta de la Zona de Refugio Pesquero Parcial Temporal El Cuyo, Yucatán	10
<b>Figura 3.</b> Localización de las 16 estaciones de muestreo para el componente langosta y peces en la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.	13
<b>Figura 4.</b> Localización de las 30 estaciones de muestreo para el componente vegetación acuática sumergida y calidad de agua en la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.	14
<b>Figura 5.</b> Tipos de fondo que presentan las áreas hacia los bordes oriente y poniente del polígono de la ZRP El Cuyo. a) Fondo de arena o blanquiazal; b) Pradera de pastos marinos ( <i>Thalassia testudinum</i> ). (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	15
<b>Figura 6.</b> Tipo de fondos y vegetación encontrados en las estaciones de muestreo de la parte central somera y profunda del polígono de la ZRP El Cuyo. a) Se observa el tipo de fondo pedregoso con arena de grano fino y b) arena gruesa con conchuela. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	16
<b>Figura 7.</b> a) Cobertura vegetal con dominancia de algas rojas ( <i>Ceramium sp.</i> ) en el hábitat de langosta. b) Corales gorgonidos sobresaliendo de matorrales de <i>Ceramium sp.</i> (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	16
<b>Figura 8.</b> Hábitat de langosta. a) Forma característica de una piedra o laja; b), c) y d) Refugios de mayor longitud conocidos como Cordilleras. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	17
<b>Figura 9.</b> a) y b) Juveniles de langosta colonizando refugios naturales, c) las langostas comparten estos refugios con una diversidad de peces, sin embargo, d) estos refugios también atraen a sus depredadores como el tiburón gata. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	18
<b>Figura 10.</b> Distribución espacial de la temperatura del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	23
<b>Figura 11.</b> Variación de la salinidad del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	25
<b>Figura 12.</b> Distribución espacial de la salinidad del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	25
<b>Figura 13.</b> Variación del oxígeno disuelto en el agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	26
<b>Figura 14.</b> Distribución espacial del oxígeno disuelto del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	26
<b>Figura 15.</b> Variación de la clorofila-a en el agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	27
<b>Figura 16.</b> Distribución espacial de la clorofila-a del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.	27
<b>Figura 17.</b> Embarcaciones pesqueras en la comunidad de El Cuyo, Yucatán (Foto: Ev Coronado).	30
<b>Figura 18.</b> Temporalidad de captura, periodos de veda y artes de pesca para las diferentes pesquerías que se realizan en la comunidad de El Cuyo. En el caso de la pesquería de	31

langosta se muestra en amarillo los meses de enero y febrero, que corresponde a meses de auto veda establecida por los pescadores de la comunidad.

<b>Figura 19.</b> Cabañas turísticas en renta en El Cuyo. (Foto: Eva Coronado)	32
<b>Figura 20.</b> Imagen superior, terreno en venta en El Cuyo. Imagen inferior, hotel y spa construido en dicho terreno (Foto superior: google maps 2013. Foto inferior Eva Coronado, diciembre 2021).	33
<b>Figura 21.</b> Cobertura de manglar en la Región de El Cuyo, 2015.	36
<b>Figura 22.</b> Imágenes aéreas de la vegetación costera en El Cuyo. a) Ría rodeada de manglar, palmar y vegetación de duna; b) Manglar y petenes al fondo. (Fotos: Neftaly Gijón)	37
<b>Figura 23.</b> Praderas de pastos marinos. a) Pradera de <i>Thalassia testudinum</i> , b) praderas dominadas por <i>Syringodium filiforme</i> en la localidad de Dzilam de Bravo, Yucatán. Fotos: Laboratorio de Producción Primaria. (Fotos: Tania Cota).	38
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de cobertura de pastos marinos del 2017 al 2021 en localidades de la costa norte de Yucatán: Río Lagartos, San Felipe, Las Coloradas y El Cuyo. Fuente: Datos del Recorrido Costa Yucateca, Laboratorio del Producción Primaria del CINVESTAV-IPN; Unidad Mérida. Se muestra la media y desviación estándar	39
<b>Figura 25.</b> Especies de importancia comercial identificados en la ZRP. A y B) Pargos, C) Mero, D) Boquinete. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	48
<b>Figura 26.</b> Diversidad de ambientes reportadas que favorecen redes tróficas en la ZRP. A) Pasto marino, B) Bocana de la Laguna Costera, C) Lajas y Rocas, D) Esponjas, corales y macroalgas. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).	50
<b>Figura 27.</b> Zona de distribución de la langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> en la región del Gran Caribe. (Fuente: Modificado de Cruz 2002, reportado en Salas et al. 2005).	51
<b>Figura 28.</b> Ciclo de vida de la langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> de la región del Gran Caribe (Fuente: Valle et al., 2011). Se refiere a los hábitats preferidos en cada una de las etapas ontogénicas de la langosta.	53
<b>Figura 29.</b> Postlavas de langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> . Foto. Miguel A. Cabrera registrado en Salas et al., 2012).	56
<b>Figura 30.</b> Juvenil de langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> , en la ZRP El Cuyo registrada en diciembre 2021. (Foto. Eva Coronado).	56
<b>Figura 31.</b> Captura por Unidad de esfuerzo (CPUE) de la langosta espinosa en Yucatán incluyendo datos observados y datos modelados por Río-Lara (2009).	60
<b>60Figura 32.</b> Variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo por temporada de pesca (kg/viaje de pesca) en la pesquería de langosta de El Cuyo (periodo julio 2008 - noviembre 2013). Fuente: estimada con datos proporcionados por la SCPP El Cuyo.	61
<b>Figura 33.</b> Estructura poblacional de langosta captura en la zona costera de Yucatán en diferentes periodos del año de julio (a) a diciembre (f) y de enero y febrero (g y h) (valores promedio de 1997-2002). Fuente Ríos-Lara (2009).	63

<b>Figura 34.</b> Estructura poblacional de langosta en la zona arrecifal profunda con valores promedio de 2000-2002. Fuente: Ríos-Lara, 2009.	64
<b>Figura 35.</b> Equipos e implementos de pesca utilizados en la pesca de langosta en la costa oriente de Yucatán. (Fotos: O. Huchim y A. Tun).	68
<b>Figura 36.</b> Producción y valor comercial de los desembarcos en el puerto de El Cuyo, Yucatán (Fuente: SAGARPA, Delegación Federal en Yucatán).	69
<b>Figura 37.</b> Tendencia histórica de las capturas desembarcadas de langosta en el puerto de El Cuyo, Yucatán (Fuente: SAGARPA, Delegación Federal en Yucatán)	70
<b>Figura 38.</b> Distribución población de la comunidad de El Cuyo por edad y sexo (Datos, INEGI, 2020, elaboración propia)	74
<b>Figura 39.</b> Grado de escolaridad en la comunidad de El Cuyo para el periodo 2010-2020 (Datos INEGI, 2020, elaboración propia).	77
<b>Figura 40.</b> Porcentaje de población analfabeta en la comunidad de El Cuyo para el periodo 2010-2020 (Datos INEGI, 2020, elaboración propia).	75
<b>Figura 41.</b> Señalamientos viales en la comunidad de El Cuyo	79
<b>Figura 42.</b> Parque público infantil en la comunidad de El Cuyo	80
<b>Figura 43.</b> Centro de Salud de la comunidad de El Cuyo	81
<b>Figura 44.</b> Ubicación de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos (Tomado de CONANP-FMCN, 2003).	84
<b>Figura 45.</b> Capturas y anomalía de las capturas del mero durante el periodo del 2000 al 2018 en El Cuyo.	90
<b>Figura 46.</b> Capturas y anomalía de las capturas de pulpo maya durante el periodo del 2000 al 2018 en El Cuyo.	90
<b>Figura 47.</b> Capturas y anomalía de las capturas de langosta durante el periodo 2000-2018 en El Cuyo.	91
<b>Figura 48.</b> Cambios en la estructura de las capturas y en la importancia de las especies capturadas en El Cuyo en 2000, 2010 y 2018 con base en el índice de importancia relativa.	95
<b>Figura 49.</b> Centro de acopio de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (SCPP) de El Cuyo, Yucatán. (Foto: Miguel A. Cabrera)	99
<b>Figura 50.</b> Área de recepción del producto en la SCPP El Cuyo. (Foto: S. Aguiñaga).	99
<b>Figura 51.</b> Planta de hielo en El Cuyo, Yucatán. (Foto: S. Salas)	100
<b>Figura 52.</b> Esquema general de la cadena de comercialización que sigue la langosta capturada en el Cuyo, Yucatán.	101
<b>Figura 53.</b> Delimitación de objetivos para la ZRP El Cuyo con el grupo de trabajo y representantes de la cooperativa pesquera, autoridades y consultores (Foto: S. Salas)	105
<b>Figura 54.</b> Delimitación del polígono de la ZRP El Cuyo, resultado de la reunión.	105

<b>Figura 55.</b> presentación de la propuesta de la ZRP El Cuyo.	106
<b>Figura 56.</b> Presentación de la propuesta de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.	106
<b>Figura 57.</b> Socios de la S.C.P.P. El Cuyo.	107
<b>Figura 58.</b> presentación de la propuesta de la ZRP El Cuyo con miembros de la comunidad, permisionarios pesqueros, sector turismo y educación	107
<b>Figura 59.</b> Presentación de avances de monitoreo de la ZRP en las instalaciones de la comisaria ejidal de El Cuyo, participación de representantes de Oceana, Alianza Kanan Kay, Cinvestav, UNAM, y ECOSUR.	108
<b>Figura 60.</b> Presentación de avances de monitoreo de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.	108
<b>Figura 61.</b> Presentación de resultados de monitoreo de la ZRP con nuevos directivos de la S.C.P.P. El Cuyo.	109
<b>Figura 62.</b> Delimitación y ajuste del nuevo polígono de la ZRP El Cuyo con nuevos directivos de la S.C.P.P. El Cuyo.	109
<b>Figura 63.</b> Presentación de resultados de monitoreo de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.	110
<b>Figura 64.</b> Presentación del polígono de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo y representantes de la comunidad.	110
<b>Figura 65.</b> Reunión de trabajo para ajustes del ETJ	111
<b>Figura 66.</b> Presentación de la ZRP a cargo del presidente de la S.C.P.P. El Cuyo a actores clave multisectoriales	111
<b>Figura 67.</b> Presentación de la ZRP por parte de los responsables técnicos del ETJ a actores clave multisectoriales	112
<b>Figura 68.</b> Presentación de la ZRP a cargo del presidente de la S.C.P.P. El Cuyo a permisionarios	112
<b>Figura 69.</b> Comentarios de los participantes sobre la ubicación del polígono	113
<b>Figura 70.</b> Comentarios de los participantes sobre la iniciativa de la ZRP, reunión realizada en el parque central de la comunidad de El Cuyo Yucatan	113
<b>Figuras 71.</b> Presentación de la Zona de Refugio Pesquero en el parque central de la comunidad de El Cuyo Yucatan	114

# 1. Propuesta y objetivo de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo, Yucatán

## 1.1 Explicación general de la situación que motiva la creación de una Zona de Refugio Pesquero

El estado de Yucatán se ha posicionado en las últimas décadas como una de las regiones de mayor importancia pesquera para México, destacando por su contribución en volumen y valor de la captura, la región sobresale por sus aportaciones de especies de alto valor y demanda en el mercado nacional e internacional, como son la langosta espinosa (*Panulirus argus*), pulpo (*Octopus maya*), meros (*Epinephelus morio*), pargos (*Ocyurus chrysurus*, *Lutjanus sinagris*) entre otras especies (FAO-SEDER, 2016; DOF, 2018; Salas *et al.*, 2019; Ramos-Miranda *et al.* 2021).

La región oriente del estado de Yucatán, que incluyen a los puertos de San Felipe, Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo, ha destacado por ser la zona más productiva de langosta espinosa (*Panulirus argus*), en los últimos años, aportando el 75% a nivel estatal, que en promedio ha oscilado en una producción entre 700 y 1,200 toneladas (Torres-Irineo & Salas, 2009; Ríos Lara *et al.*, 2011; Ríos-Lara *et al.*, 2013; DOF, 2014a). Estas comunidades pesqueras, se han destacado por su historial de alto nivel de organización comunitaria, que les ha permitido promover iniciativas de conservación de sus recursos naturales y protección de hábitats (Chuenpagdee *et al.*, 2002; Salas *et al.*, 2004; Euan-Ávila *et al.*, 2005; Fraga, 2009; Gavaldón & Fraga, 2011; Aguilar Cordero *et al.*, 2012). Por ejemplo, durante la temporada de captura de langosta, los pescadores de los puertos de San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo, han notado que en el mes de febrero hay una alta incidencia de juveniles de langosta en las áreas de pesca, por lo cual, para evitar la captura de juveniles, se han autoimpuesto cierres anticipados de la temporada de pesca de langosta (no pescar durante el mes de febrero), para apoyar al reclutamiento que permita mantener la abundancia del recurso y capturas estables en subsecuentes temporadas (Salas *et al.*, 2015). En estas comunidades se resalta las acciones participativas para la protección de sus pesquerías (Chuenpagdee *et al.* 2002; Salas *et al.* 2019a).

Dentro de las comundidades del oriente del estado, la región de El Cuyo posee una gran diversidad de complejos hábitats costeros y marinos, conformados por vegetación acuática sumergida (VAS) y bosques de manglar, que por la compleja estructura que forman sus raíces sumergidas, son hábitats esenciales para la reproducción, protección, crianza y alimentación de una amplia variedad de peces e invertebrados (Arceo-Carranza & Chiappa-Carrara, 2015). Las condiciones estables del hábitat, permiten que los ciclos biológicos de las especies de peces, moluscos y crustáceos se mantengan estables y a su vez asegure la producción para la pesca comercial en la región (Chi-Espínola & Vega-Cendejas, 2016).

### **1.2 Incentivos para promover una ZRP: Langosta espinosa recursos valioso ecológica y económicamente.**

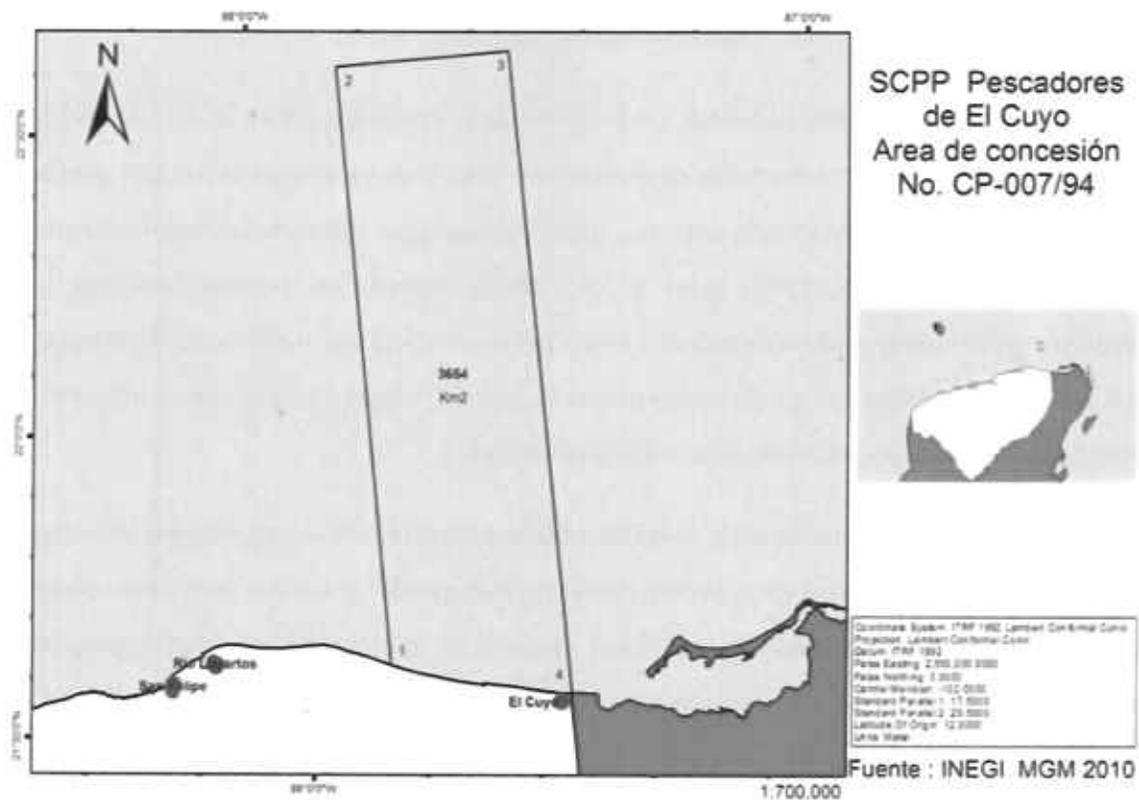
En el Cuyo, la especie de mayor valor económico es la langosta, la captura de este recurso se realiza con buceo libre y semiautónomo, utilizando ganchos para sacar a las langostas de cuevas o refugios donde se resguardan, con estas técnicas garantizan una alta selectividad enfocada a organismos adultos con el objeto de cumplir con la talla mínima de captura de 23.3 cm de longitud total (Salas *et al.*, 2019; López-Rocha *et al.*, 2021). Además, en la comunidad hay algunas “casitas cubanas” introducidas durante el 2006, a solicitud de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (S.C.P.P.) El Cuyo, con asesoría y estudios técnicos-científicos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Euan-Ávila *et al.*, 2005; Salas *et al.*, 2005).

En El Cuyo trabajan 691 pescadores, de acuerdo con el censo 2022 de la Secretaría de Pesca y Acuicultura Sustentable de Yucatán (SEPASY<sup>1</sup>), que representan el 45% de la población total de la localidad, además las mujeres y jóvenes se emplean en actividades de postproceso y venta de productos del mar. Las condiciones mencionadas evidencian la alta dependencia de las familias de El Cuyo hacia la actividad pesquera, ligada a recursos de alto valor como la langosta, *Panulirus argus*.

---

<sup>1</sup> <https://www.yucatan.gob.mx/padronpesca/>

De acuerdo con el Plan de Manejo Pesquero de langosta establecido para la Península de Yucatán (DOF, 2014a), la pesquería se lleva a cabo en nueve áreas delimitadas geográficamente, concesionadas y distribuidas entre los estados de Yucatán y Quintana Roo, estas áreas se han denominado zonas de pesca o unidades de manejo pesquero (Salas *et al.*, 2005, 2008; Zapata-Araujo *et al.*, 2008) teniendo una de estas concesiones la comunidad de El Cuyo (Fig. 1).



**Figura 1.** Área de concesión para el aprovechamiento de langosta asignada a la Sociedad Cooperativa de Pescadores de El Cuyo.

Se sabe que la producción de langosta y la abundancia de la población está asociada al éxito de complejos ciclos biológicos propios de la especie, como la dispersión larval, los patrones temporales en el asentamiento post larvario y sobrevivencia de pequeños juveniles (Ríos-Lara *et al.*, 2007; Ríos-Lara *et al.*, 2013; DOF, 2014a). El periodo larval de esta especie es muy largo (9 a 11 meses), por lo que es necesario asegurar zonas de asentamiento de las postlarvas (Briones-Fourzan, 1994; Salas *et al.*, 2005), en general, las condiciones del hábitat es clave en el éxito de la supervivencia de los juveniles y por efecto de derrama se garantiza producción de langosta en las zonas donde se captura (DOF, 2014a; Munguia-Vega *et al.*, 2018).

En el área considerada como potencial Zona de Refugio Pesquero (ZRP) se ha observado la presencia regular de langosta espinosa en etapas juveniles, la zona se caracteriza por pastizales y se encuentra cercana a zonas de manglares, áreas propicias para proceso de asentamiento de langosta ((Briones-Fourzan, 1994; Salas *et al.*, 2005), además su riqueza biológica y las condiciones ambientales costeras-marinas únicas, por su ubicación entre el Golfo de México y el Caribe mexicano, favorecen condiciones propicias para refugio, protección y alimento de juveniles de diferentes especies de importancia comercial.

Cabe resaltar que el crecimiento de la mancha urbana e incremento de actividades económicas con mala planeación en muchas regiones costeras, incluyendo el Caribe mexicano, donde la presión antropogénica sobre las zonas marinas costeras ha aumentado, generando pérdida de especies, deterioro de hábitats, impactos en la vegetación, condiciones que en conjunto han ocasionado que los procesos de recuperación de las zonas costeras sea más lentos y en algunos casos irreversibles (Defeo *et al.*, 2016). Adicionalmente el desarrollo de infraestructura portuaria, marítima y turística agregan problemas en las zonas costeras como el aumento de residuos sólidos, exceso de nutrientes, aguas residuales, metales pesados, hidrocarburos, sobrepesca, entre otros (Fraga *et al.*, 2013; Soto *et al.*, 2014). Estas problemáticas son una preocupación para los habitantes de El Cuyo, enfatizado en los últimos cinco años ante la llegada de proyectos de alto impacto sobre el ecosistema, incremento poblacional, demanda de servicios y cambios en la estructura social tradicional.

Bajo el contexto expuesto y considerando la importancia pesquera y riqueza natural de la región de El Cuyo, se inició en 2020 la idea de establecer una ZRP en la comunidad, teniendo como principales promotores a los miembros de la S.C.P.P. El Cuyo, la organización pesquera más importante en la comunidad; esta iniciativa también parece relevante para otros miembros de la comunidad, incluyendo el Comité Náutico, Comisaría Ejidal, y algunos permisionarios pesqueros. En esta línea representantes de instancias de gobierno estatal como la (SEPASY), miembros de OSCs como OCEANA, y académicos de diversas instituciones como CINVESTAV, la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (UNAM, ENES-Mérida), El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Universidad Marista de Mérida han mostrado disposición a apoyar la iniciativa.

El interés y la colaboración de los actores antes mencionados y la cercana comunicación que se ha mantenido entre ellos desde el 2020, así como el trabajo de investigación desarrollado para la generación del Estudio Técnico Justificativo ((ETJ) financiado por OCEANA y desarrollado por especialistas de varias disciplinas se orienta a sustentar la propuesta de establecimiento de una ZRP en la comunidad de El Cuyo, Yucatán.

### **1.3 Objetivos de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Contribuir a mejorar la sustentabilidad de la pesquería de langosta espinosa (*Panulirus argus*) en la comunidad de El Cuyo, Yucatán, al proteger hábitats críticos que favorezcan su reclutamiento. La ZRP protegerá zonas de crianza (refugio y alimentación) de juveniles de langosta, que en el mediano y largo plazo pasarán a ser organismos adultos que formaran parte de la biomasa explotable, se espera que estos procesos apoyen a mejorar la productividad y bienestar económico de los pobladores de El Cuyo y comunidades aledañas con las que comparten este recurso de gran importancia económica.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Preservar los hábitats (pastos marinos, cordilleras) que resultan críticos para asegurar procesos de reclutamiento de langosta espinosa ubicados en la zona de protección propuesta por la comunidad;
- b) Contribuir al mantenimiento de los procesos biológicos de la langosta espinosa en su etapa juvenil (crianza y reclutamiento) en el área seleccionada para la ZRP;
- c) Mejorar la productividad pesquera con énfasis en langosta en las áreas adyacentes al ZRP
- d) La mejora en los hábitats protegidos de manera indirecta se espera que favorezca el reclutamiento de algunas especies de peces y crustáceos con mejora integral del ecosistema

#### **Actividades pesqueras permitidas:**

En consenso los proponentes acordaron que dentro de la ZRP se podrán realizar pesca didáctica en la ZRP, siempre y cuando se cuente con los permisos correspondientes emitidos por la CONAPESCA y empleando artes de pesca selectivos y autorizados. Las actividades mencionadas además de contar con los permisos correspondientes deberán notificarse al comité conformado para la vigilancia de la ZRP El Cuyo.

#### **Actividades no permitidas:**

En la ZRP No se permitirá la pesca comercial de la especie objetivo y complementarias definidas.

**Condiciones necesarias para favorecer el desarrollo de acciones para implementar la ZRP sustentado en el ETJ como línea base:**

La implementación de una ZRP ha mostrado favorecer la construcción de capital social en comunidades, y por consecuencia contribuir a procesos de mejora en la gobernanza contribuyendo a la conservación de recursos naturales y al fortalecimiento socioeconómico local. En ese marco dentro de las acciones asociadas a la implementación de una ZRP, se pueden promover proyectos productivos como ecoturismo e introducción de arrecifes artificiales dentro de la ZRP o en zonas colindantes (por ejemplo, museo submarino) que favorezca la actividad turística controlada y que permita generar ingresos, con un turismo controlado de bajo impacto sobre los recursos. Estas actividades deberán contar con los permisos correspondientes. Fuera de la ZRP es posible establecer refugios artificiales para langostas adultas, siempre que se realicen los estudios pertinentes y se cuente con los permisos correspondientes emitidos por las instituciones responsables. A través de estos proyectos se puede medir y observar el efecto de derrama (*spill over*) e incremento de la productividad en zonas colindantes a la ZRP.

**1.4 Metas medidas a través de indicadores**

Aunado a los objetivos formulados y debido a que la ZRP que se propone está al borde de la línea de costa y a poca profundidad, se espera que se faciliten acciones de vigilancia, investigación y promoción de actividades didácticas para el público en general, que apoyen la promoción del cuidado y conservación de espacios naturales claves que garantizan seguridad alimenticia y medios de vida para los pobladores de El Cuyo y comunidades aledañas. Así mismo, se espera que la protección de esta zona favorezca a por lo menos tres especies de peces de importancia comercial que contribuyen con la producción de la pesca de escama; dado su creciente aumento en las capturas se propone dar seguimiento también a especies como el boquinete (*Lachnolaimus maximus*) y los pargos rubia y canané (*Ocyurus chrysurus* y *Lutjanus synagris*).

El cumplimiento de los objetivos propuestos se medirá a través de metas específicas anuales cuyo cumplimiento podrá ser evaluado a través de indicadores (Tabla 1).

### Metas anuales propuestas

Año 1. Mantener estables los procesos biológicos dentro de la ZRP El Cuyo

Año 2. Aumento reclutamiento de juveniles de langosta en la ZRP El Cuyo evidenciado en mayor densidad de langostas juveniles en la zona

Año 3. Incremento de la biomasa de langosta en los organismos adultos sujetos a explotación comercial en zonas aledañas a la ZRP El Cuyo

Año 4. Potencial incremento de la abundancia de langosta en zonas aledañas a la ZRP El Cuyo

Año 5. Evaluación de indicadores, análisis de resultados de la ZRP, propuesta de renovación o modificación de objetivos, perímetro u otra característica en caso de ser necesario.

**Tabla 1.** Indicadores recomendables para el monitoreo de la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.

Componente	Indicador	Unidad de medida	Temporalidad ideal sugerida	Temporalidad mínima sugerida	*Datos colectados por la comunidad
<b>Condiciones de la especie objetivo*</b>					
Langosta	Densidad	Número de individuos por metro cuadrado dentro de la ZRP	Anual	4 años	SI
<b>Condiciones del hábitat*</b>					
Pastos marinos	Altura del dosel	Centímetros (cm)	Estacional- 2 veces al año	Anual	SI
	Cobertura	Porcentaje (%)	Estacional- 2 veces al año	Anual	SI
	Epifitos	Porcentaje (%)	Estacional- 2 veces al año	Anual	SI
<b>Condiciones de la pesquería</b>					
Captura de langosta	CPUE	Volumen de captura (Kg)	Anual	3-4 años	NO
Valor de la captura de langosta	Precio del producto	Volumen de captura (\$)	Anual	3-4 años	NO

\*Nota: Los miembros de la comunidad pueden ser entrenados por personal técnico para llevar a cabo actividades de monitoreo con apoyo ocasional de investigadores y técnicos.

### **1.5 Temporalidad propuesta para la Zona de Refugio**

La Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera El Cuyo, con respaldo de los miembros de la comunidad y consultores científicos proponen el establecimiento de la ZRP El Cuyo en la **modalidad Parcial temporal**, con una temporalidad **de cinco años**, a partir de la fecha de publicación de las ZRP en el Diario Oficial de la Federación.

### **1.6 Delimitación geográfica del Polígono**

La Zona de Refugio Pesquero El Cuyo bajo la modalidad parcial temporal propuesta en el presente documento presenta un área total de 15.040 km<sup>2</sup> (1,504.025 ha). La ZRP presenta forma semi rectangular que se extiende paralela a la línea de costa, el borde Norte (1-2) presentan una longitud de 9.5 km de largo (equivalente a 5.14 millas náuticas). El borde Este (2-3) con una longitud de 2 km de largo (equivalente a 1 milla náutica). El borde Sur conformado por las 4 secciones (3-4, 4-5, 5-6) con una longitud total de 9.7 km de largo (equivalente a 5.2 millas náuticas) y el borde Oeste (6-1) una longitud de 0.9 km de largo (equivalente a 0.5 millas náuticas). El límite Oeste de la ZRP se ubica aproximadamente a 4 km del centro de la comunidad de El Cuyo y el borde Oeste se alinea con la frontera con Quintana Roo, entre los puntos 3 y 5 se ubica un canal de conexión natural manglar-océano conocida como La Bocana. El mapa de ubicación de la ZRP El Cuyo se presentan en la figura 2

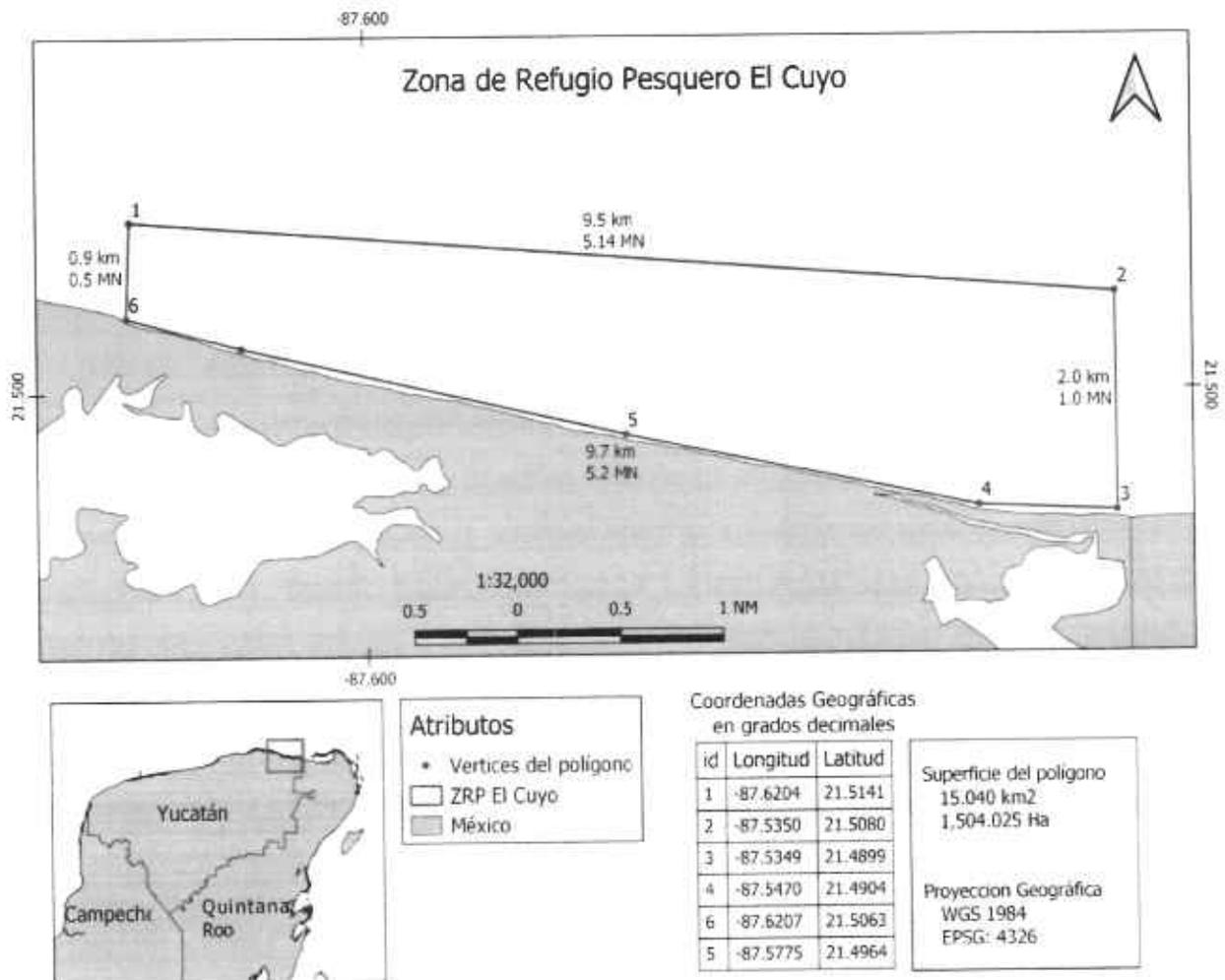


Figura 2. Propuesta de la Zona de Refugio Pesquero Parcial Temporal El Cuyo, Yucatán

## 2. Características generales del Polígono

La actividad pesquera en El Cuyo es realizada principalmente por pescadores artesanales libres y cooperativados, estos últimos pertenecientes a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera El Cuyo S.C. de R.L. La cooperativa cuenta con una antigüedad de 47 años (fue constituida en 1974).

La comunidad del El Cuyo se encuentra a 65 kilómetros de la localidad de Tizimín y a 262 kilómetros de la ciudad de Mérida, capital del estado de Yucatán. Para acceder a la comunidad saliendo de Mérida la ruta más rápida es la carretera Federal No. 176 hasta Tizimín, siguiendo el tramo carretero hasta Colonia Yucatán, siguiendo por la carretera estatal hasta El Cuyo.

Entre los ecosistemas más comunes que se encuentran en la zona, observamos a los manglares, dunas, playas arenosas, vegetación acuática sumergida (VAS), parches arrecifales, formaciones rocosas y lagunas costeras; esta última es considerada una de las más complejas y esto se debe a que abarca dos o más de los hábitats mencionados; por lo tanto, la gran mayoría de las lagunas costeras en la península están bajo alguna categoría de protección (Palacios-Sánchez *et al.*, 2015), pero no la zona marina contigua.

El Cuyo, se caracteriza por tener una zona terrestre-costera topográficamente homogénea. En la porción de playa hay presencia de dunas costeras en excelente estado de conservación, vegetación de herbáceas y arbustivas de poca altura, tolerantes a la salinidad, así como zonas de manglar. Los manglares mantienen una estrecha relación con ecosistemas marinos y terrestres adyacentes debido al flujo de energía a través del intercambio de nutrientes y fauna (Vázquez-Lule *et al.*, 2009).

En la zona marina se localiza el polígono donde se busca establecer la ZRP, el área exhibe diversos ambientes destacando como dominantes la VAS, que incluye pastos marinos y macroalgas, así como formaciones rocosas, arenales y parches arrecifales (Ríos-Lara *et al.*, 2013), y al sur del polígono se localizan las lagunas costeras de Ría Lagartos (SEMARNAP, 1999) y la Laguna Conil (Rubio-Cisneros *et al.*, 2019; SEMARNAT & CONANP, 2019). En conjunto estos hábitats crean una

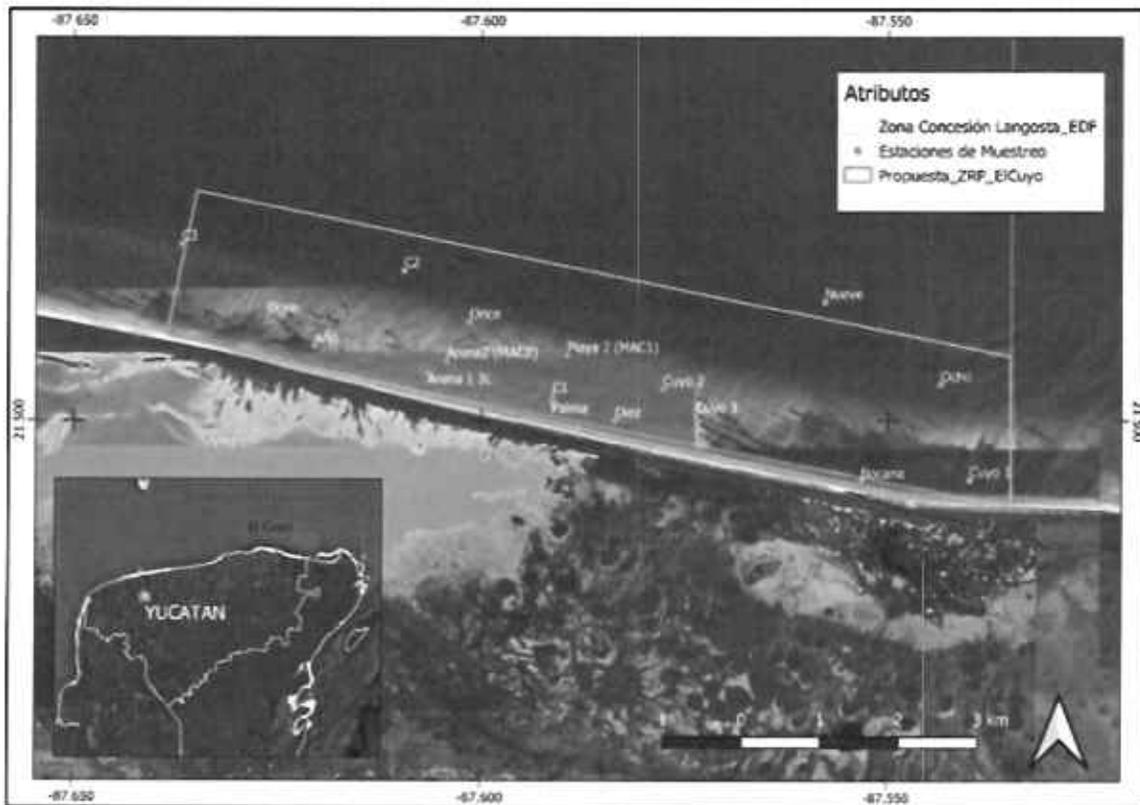
interconectividad ecosistémica que favorece procesos de reclutamiento de varias especies de importancia comercial. Por ejemplo, en el polígono propuesto para la ZRP hay presencia de VAS, que favorecen una zona de transición manglar-pastos, hábitat idóneo para juveniles y larvas de varias especies relevantes en la zona.

La heterogeneidad ambiental brinda hábitat y refugio para múltiples especies, algunas consideradas de importancia pesquera como peces, de los cuales podemos mencionar a los elasmobranquios, jureles, lisas, pargos y meros; e invertebrados como langosta, moluscos, camarones entre otros (Ríos Lara *et al.*, 2013; Rubio-Cisneros *et al.*, 2019). Las variables ambientales que influyen sobre las especies marinas son diversas y algunas son muy específicas al tipo de ecosistema. Generalmente las variables que afectan en mayor medida la distribución de los organismos corresponden al tipo de fondo, transparencia, profundidad, temperatura y corrientes (Speight & Henderson, 2013).

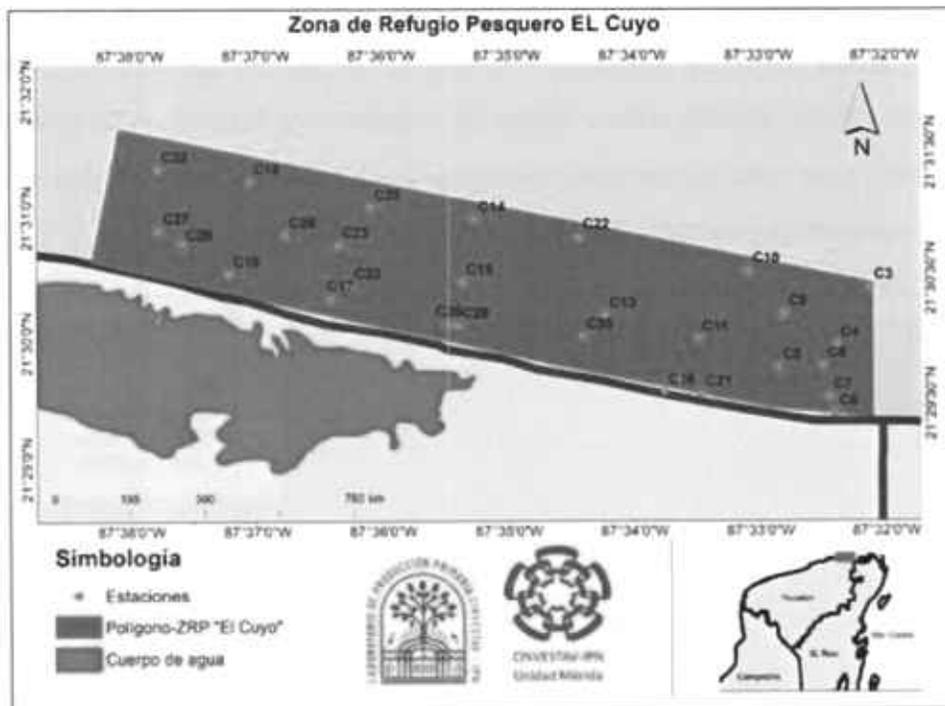
La presencia de una gran diversidad de hábitats en la zona servicios ambientales relevantes y favorece actividades productivas y por lo que es importante considerar a la ZRP propuesta, como un área de relevancia cultural, ambiental, científica y productiva. En general, hay poca información que describa detalladamente las características ambientales generales (físicoquímicas, vegetación costera y fauna asociada) de El Cuyo, por lo que, para la preparación de este ETJ, además de la revisión bibliográfica, se realizó un reconocimiento y descripción *in situ* de las características ambientales que se presentan en el área propuesta como ZRP.

El trabajo de campo se ejecutó entre diciembre de 2021 y marzo de 2022, mediante recorridos a lo largo y ancho de un polígono mayor al que se propone como la ZRP, con el fin de tener mayor cobertura e información de área. Se seleccionaron 16 estaciones de muestreo para caracterizar el hábitat de la langosta y peces incluyendo a varios sitios que de manera predeterminada fueron referidos por los pescadores como áreas de reclutamiento de langosta (Fig. 3). Para la caracterización de la calidad de agua, fondos y VAS, se establecieron 30 estaciones de muestreo (Fig. 4).

La localización de cada sitio o estación de muestreo se registró usando un sistema de posicionamiento global (GPS). Se realizaron inmersiones con equipo SCUBA para observar las características del hábitat, identificación y conteo de organismos y determinar las características del fondo y la VAS, para cada componente monitoreado se siguieron metodologías específicas acordes con los parámetros y técnicas científicas establecidas (Anexo I).



**Figura 3.** Localización de las 16 estaciones de muestreo para el componente langosta y peces en la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.

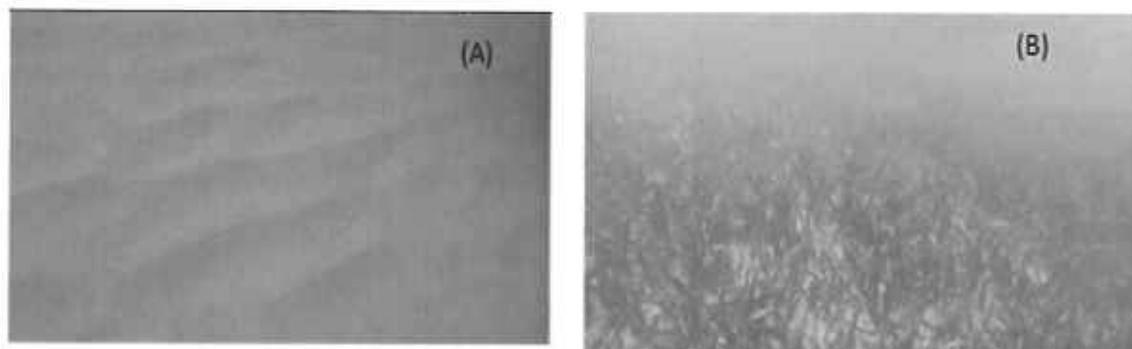


**Figura 4.** Localización de las 30 estaciones de muestreo para el componente vegetación acuática sumergida y calidad de agua en la Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.

## 2.1 Tipos de fondo

Los sitios de muestreo quedaron distribuidos en un rango de profundidad que va desde los 3 hasta los 6 m aproximadamente. Considerando esta variable, la ZRP presenta en general algunas características en el ambiente marino que se reflejan de manera importante en la densidad de la cobertura viva (algas y corales), y en la estructura del hábitat en relación con el tipo de fondo y la disponibilidad de refugio para la langosta.

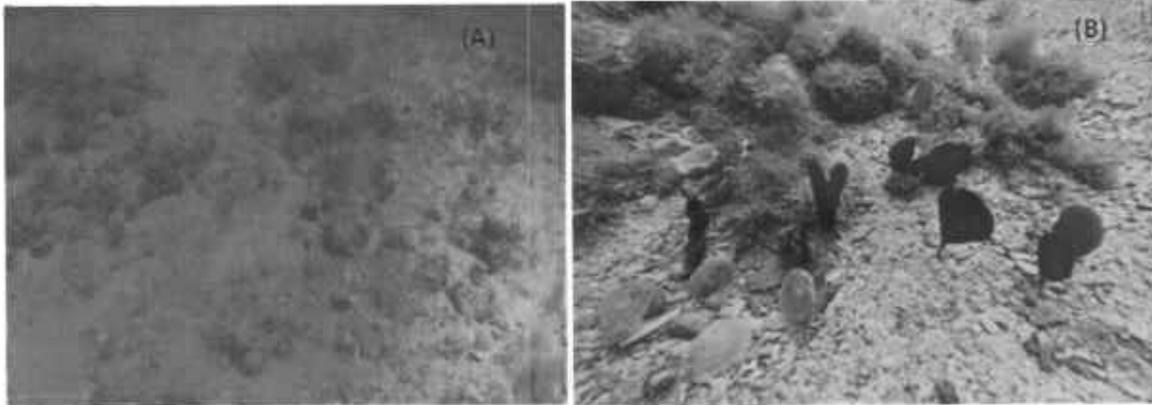
En general, se observó que la zona localizada hacia el borde oriente del polígono propuesto (cerca de los límites con el estado de Quintana Roo) los fondos marinos están constituidos por extensas áreas de arena (llamados por los pescadores blanquizales, Fig. 5a) con algunas áreas aisladas de fondos duros con sedimento superficial y conchuela, en tanto que hacia el borde poniente que está cerca de la población de El Cuyo, hay algunos parches de pastos marinos (conocidos localmente como Ceibadales o Tziles: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*) rodeados de fondos duros con sedimento superficial y conchuela (Fig. 5b).



**Figura 5.** Tipos de fondo que presentan las áreas hacia los bordes oriente y poniente del polígono de la ZRP El Cuyo. a) Fondo de arena o blanquizar; b) Pradera de pastos marinos (*Thalassia testudinum*). (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

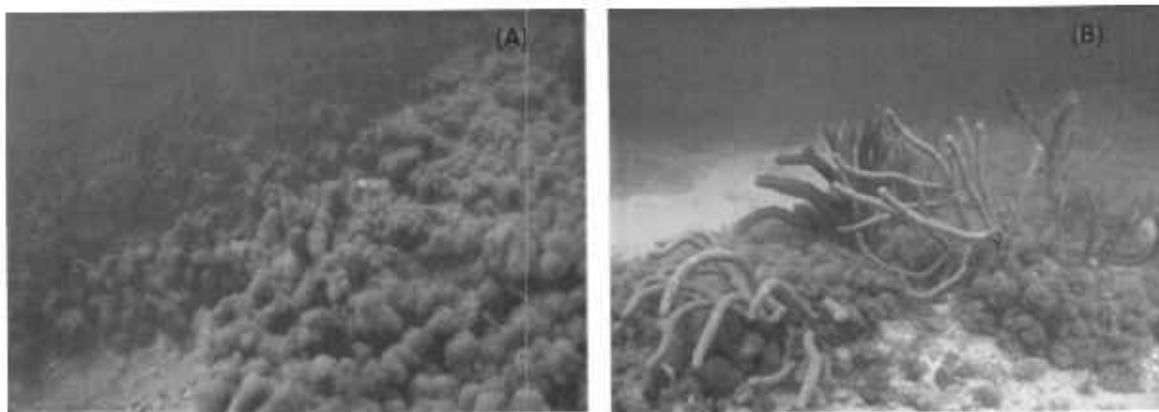
En la zona central del polígono, desde la parte somera encontramos una estructura del hábitat más compleja y con mayor diversidad en la que se observan algunos bancos de arena y parches pequeños de pastos marinos, que posteriormente cambia a fondos pedregosos y estructuras o piedras grandes como lajas y cordilleras en la parte más profunda, estos últimos son los ambientes más factibles de colonizar por las langostas conforme van creciendo.

En las estaciones más cercanas a la línea de costa existen terrenos extensos donde el sustrato es duro, pedregoso y donde el sedimento está formado principalmente de arena de grano fino y grueso y conchuela (Fig. 6a). Hay vegetación dispersa representada por pequeños matorrales de algas rojas o múcaros (*Ceramium sp.*) y algunos ejemplares solitarios de algas verdes (*Avrainvillea sp.*, *Caulerpa sp.*, *Acetabularia sp.*) así como algas pardas (*Sargassum sp.* y *Padina pavonica*) (Fig. 6b).



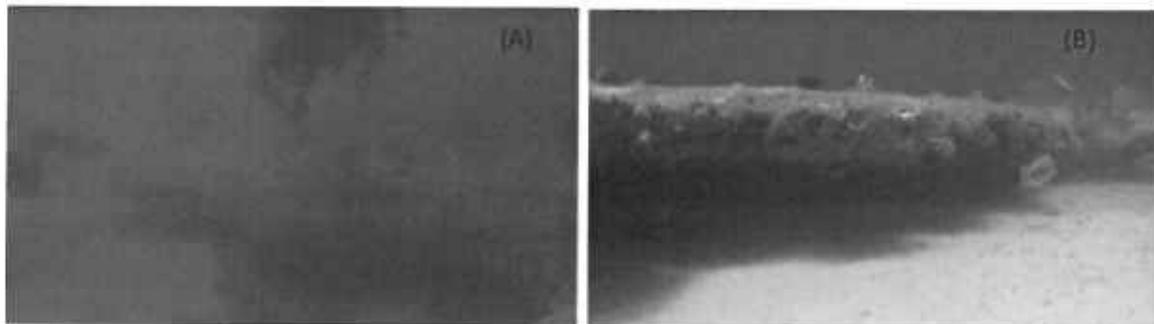
**Figura 6.** Tipo de fondos y vegetación encontrados en las estaciones de muestreo de la parte central somera y profunda del polígono de la ZRP El Cuyo. a) Se observa el tipo de fondo pedregoso con arena de grano fino y b) arena gruesa con conchuela. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

En la zona central del polígono, pero en las estaciones localizadas a mayor profundidad (a partir de los 4 m) el escenario es diferente. Dentro de las características de la fisiografía de esta zona, destaca la amplia cobertura vegetal. El elemento visual dominante son las algas rojas (*Ceramium sp.*, Fig. 7a). Ocasionalmente se observan áreas poco extensas con terreno irregular y pedregoso donde crecen estas algas. Si bien las gorgonias están presentes en esta zona son escasas, se observaron algunas colonias aisladas de gorgonias compartiendo el sustrato con las algas rojas (*Plexaurella sp.* y *Eunicea sp.* Figura 7b).



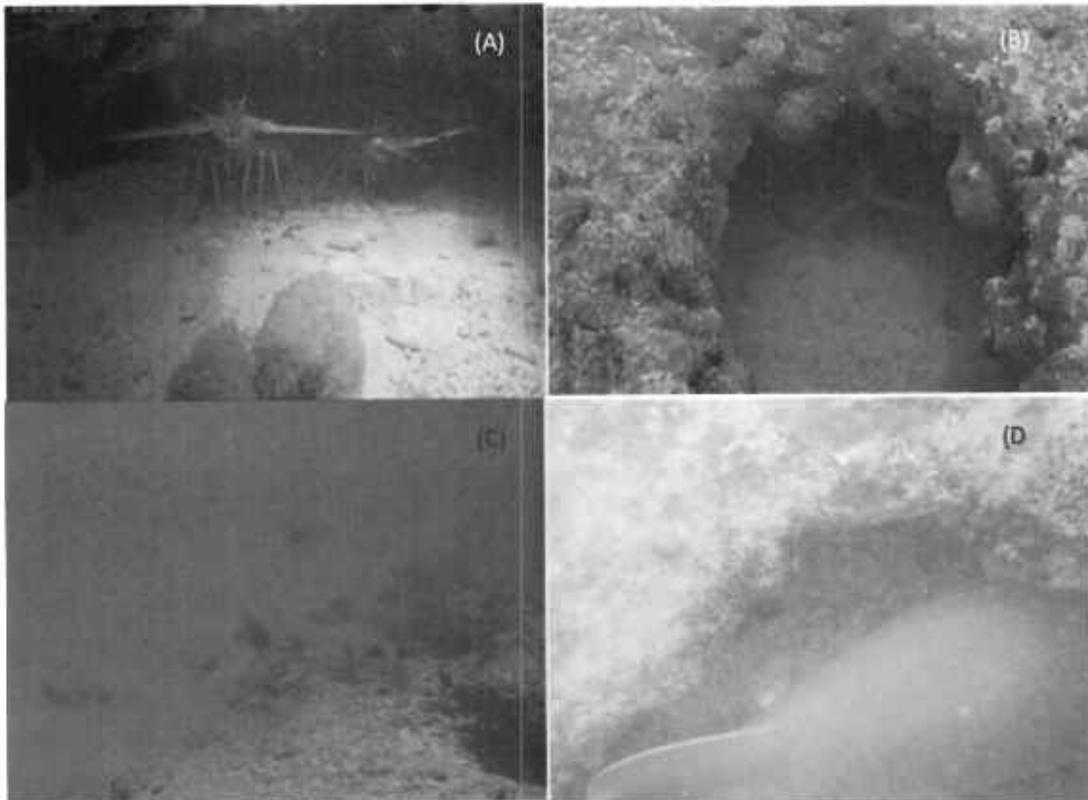
**Figura 7.** a) Cobertura vegetal con dominancia de algas rojas (*Ceramium sp.*) en el hábitat de langosta. b) Corales gorgonidos sobresaliendo de matorrales de *Ceramium sp.* (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

En general el fondo marino es pedregoso con sedimento arenoso superficial, combinado con conchuela donde es más profundo (hasta 10 cm). En algunas zonas se presentan formaciones rocosas que sobresalen del fondo, son de forma plana y alargadas generalmente cubiertas en los bordes por esponjas rojas y en el techo o parte superior del refugio por algas rojas. Por sus características y formas los pescadores denominan a estas piedras como lajas cuando la piedra no es muy grande (Fig. 8a) y le llaman cordillera cuando estas piedras se extienden continuamente por unas decenas de metros formando cuevas continuas o sombras (Fig. 8b). Asociadas a ellas casi siempre hay depresiones con sedimento compuesto de arena de grano grueso con conchuela.



**Figura 8.** Hábitat de langosta. a) Forma característica de una piedra o laja; b), c) y d) Refugios de mayor longitud conocidos como Cordilleras. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

Dada su peculiar forma, estas grandes lajas y cordilleras, constituyen el hábitat preferido de las langostas y proporcionan un refugio natural ideal, donde los juveniles y adultos de esta especie se protegen de sus depredadores (Fig. 9 a y b), así mismo, comparten este hábitat con diversas especies de peces como pargos, boquinete, peces ángel, meros (Fig. 9c), tiburón gata (Fig. 9d) y pulpo quienes también encuentran refugio en estas estructuras.



**Figura 9.** a) y b) Juveniles de langosta colonizando refugios naturales, c) las langostas comparten estos refugios con una diversidad de peces, sin embargo, d) estos refugios también atraen a sus depredadores como el tiburón gata. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

## 2.2 Transparencia

La transparencia del medio acuático es medida a través de la turbidez, la cual es un fenómeno que se genera por el choque de dos masas de agua, y que es favorecida por la presencia de material de origen terrígeno en suspensión (Contreras, 1993). Se define como la propiedad óptica de un medio líquido, que, al ser afectado por la luz, puede ser dispersada y absorbida por las partículas que se encuentran en suspensión (sólidos, plancton, sedimento etc.) en vez de ser transmitida en línea recta (Blaber, 2008). El dispositivo para medir la turbidez se denomina turbidómetro, y su unidad está dada en unidades de turbidez nephelométrica (UTN) y de igual forma puede ser medida con disco de Secchi el cual mide no solo la transparencia sino también la profundidad (Delegido *et al.*, 2019).

En la ZRP la transparencia depende de las temporadas climáticas, encontramos una transparencia total por la profundidad de (3 a 6 m y su condición oligotrófica durante la temporada de secas (marzo a mayo); mientras que durante lluvias (junio a octubre) y norte (noviembre a febrero) la transparencia se ve afectada por la pluma de sedimento que aportan las lagunas costeras cercanas, además, el incremento de nutrientes genera un aumento en el plancton, asimismo, el efecto del viento y mareas sobre la columna del agua intensifican la turbidez.

Durante el periodo de muestreo (febrero-marzo) la zona de estudio presentó un porcentaje de incidencia de luz promedio de  $35 \pm 13$  % con valores mínimos y máximos de 15 y 58 %, respectivamente.

### **2.3 Profundidad**

Una de las variables que afecta enormemente la distribución de los organismos es la profundidad del cuerpo de agua, se conoce comúnmente como gradiente vertical y está asociado a cambios abruptos de temperatura, transparencia, presión entre otras variables (Speight & Henderson, 2013). El gradiente vertical en el medio ambiente marino, determina la estructura de las comunidades marinas generando escenarios muy contrastantes a diversas profundidades, y se dividen en zona litoral (0-200 m) con 3 regiones, supra, meso e infralitoral; bathyal (200-1500 m), Abisal (1500-6000 m) y Hadal (6000>m) (Lalli & Parsons, 1997); no obstante, la ZRP presenta profundidades muy someras que no supera la zona litoral, por lo tanto la verticalidad no podría ser variable que influya en los ciclos de vida de los organismos que habitan sus aguas. Sin embargo, el factor luz si tiene una relación directa con la profundidad e incluso a escasa profundidad. Los productores primarios (PP), son los organismos que dependen de este factor, como el fitoplancton, pastos marinos, macroalgas, entre otros; por consiguiente, la distribución de los organismos marinos en la zona costera está en función de los microambientes que forman los PP. Por ejemplo, los pastos marinos con una alta transparencia del agua podrían desarrollarse hasta un máximo de 20 cm (Hemminga & Duarte, 2000).

En la tabla 2 se presenta una descripción más detallada de las características de profundidad de cada uno de los sitios visitados derivada de las observaciones realizadas en el sitio propuesto para la ZRP.

**Tabla 2.** Descripción de las características ambientales y profundidades encontradas en los sitios caracterizados para langosta y peces como parte del programa de muestreo llevado a cabo en febrero y marzo de 2022 (Mapa, figura 4).

Estación	Prof. (m)	Tipo de Fondo y condiciones de observación
<b>Año</b>	3.0	Solo se hizo un reconocimiento desde la superficie mediante apnea, mucha turbidez en el agua. Blanquizal. Fondo arenoso con poca vegetación.
<b>Arena 1</b>	3.0	Fondo rocoso irregular, cubierta vegetal algas cafés muy dispersas, sedimento arenoso superficial. Escasa visibilidad (2 m aprox.)
<b>Arena2</b>	4.6	El fondo es rocoso irregular con algunas elevaciones. En esta estación se encontraron dos refugios naturales o lajas (piedra plana), una en forma de medialuna, y la otra alargada de forma irregular. En ambas se contaron un total de 19 langostas de talla pequeña (juveniles) y se observaron peces compartiendo el refugio. En la entrada de la cueva el sedimento es arenoso con conchuela, con restos de sargazo y pastos marinos en descomposición ( <i>Thalassia testudinum</i> y <i>Syringodium filiforme</i> ) flotando sobre el sedimento. El lecho que rodea a la cueva se caracteriza por ser de sustrato duro pedregoso y rocoso. La cobertura vegetal es de un 40% principalmente de algas cafés, se observaron ejemplares dispersos de algas verdes del género <i>Caulerpa</i> sp.
<b>Playa 2</b>	4.6	En esta estación se encontraron piedras de forma plana (lajas) de largo y ancho variable tapizadas por algas y esponjas incrustantes rojas y que estaban colonizadas por 7 a 8 langostas pequeñas y algunos peces. El lecho marino es pedregoso y rocoso de superficie irregular alrededor de la cueva con sedimento superficial compuesto de arena y conchuela. Muy poca cubierta vegetal constituido de algas pardas ( <i>Sargassum</i> sp., <i>Padina pavonica</i> y <i>Spatoglossum</i> sp.). Se observaron algunos ejemplares de octocorales ( <i>Plexaurella</i> sp y <i>Eunicea</i> sp.). Se observaron algunos ejemplares de pepino de mar ( <i>Isostichopus badiotus</i> ), un ejemplar pequeño de tiburón gata ( <i>Ginglymostoma cirratum</i> ) dentro de una de las cuevas y un ejemplar de pulpo ( <i>Octopus</i> sp.)
<b>Palma</b>	4.0	Se encontró una piedra plana de forma semicircular colonizada por 7 langostas pequeñas y numerosos peces del género <i>Equetus</i> sp. En la entrada de la cueva el sedimento es arenoso con restos de conchas y piedras pequeñas. Fondo rocoso irregular. Cubierta vegetal constituido principalmente por algas rojas ( <i>Laurencia</i> sp.) y hojas sueltas en proceso de descomposición de <i>Thalassia</i> sp. y <i>Syringodium</i> sp.

<b>Cuyo 1</b>	4.0	La zona es un Blanquizal de gran extensión. El sedimento en algunas zonas es de arena de grano fino, en tanto que en otra cambia la textura a grano grueso, conchuela y piedras pequeñas. La zona está desprovista completamente de vegetación. Solo se observaron flotando sobre el sedimento algunos restos de hojas de pastos marinos que han sido transportados por las corrientes. No se observaron peces ni organismos asociados al fondo, excepto galletas de mar.
<b>Cuyo 2</b>	4.6	Terreno de superficie irregular de fondo duro con numerosas rocas que se elevan del lecho marino, el sedimento es superficial compuesto principalmente de conchuela y arena gruesa. En este sitio se encontró una mayor cantidad de cuevas langosteras, pero la mayoría completa o parcialmente azolvadas con arena y con restos de pastos marinos flotando sobre el sedimento ( <i>Thalassia</i> y <i>Syringodium</i> ). No encontramos langosta en las cuevas que no estaban azolvadas, pero si estaban habitadas por muchos peces ( <i>Equetus sp.</i> , <i>Anisotremus virginicus</i> , <i>Lutjanus sp.</i> entre otros). La vegetación en el sitio es abundante y compuesta principalmente de algas rojas como <i>Laurencia sp.</i> y <i>Ceramium sp.</i> que fue la más abundante y algunos ejemplares de <i>Avrainvillea sp.</i> Se encontraron algunas colonias de octocorales dispersas y de esponjas rojas incrustantes.
<b>Cuyo 3</b>	3.7	Extensa pradera de Ceibadal o pastos marinos ( <i>Thalassia</i> ) en buen estado de conservación, con una altura aproximada de 20 cm. Sedimento de arena de grano fino ligeramente fangoso y conchuela. Algunas colonias solitarias de octorales como la pluma de mar ( <i>Pseudotergorgia sp.</i> ) principalmente en los límites de la pradera. No se observaron lajas o cuevas para langosta.
<b>Ocho</b>	4.6	El sitio es un terreno extenso de Blanquizal desprovisto completamente de vegetación con restos de pastos marinos flotando sobre el sedimento.
<b>Nueve</b>	5.5	Terreno de superficie irregular ligeramente rocoso de fondo duro con sustrato superficial compuesto de grano grueso y restos de conchas y piedras pequeñas. La vegetación consiste en algas rojas como <i>Laurencia sp.</i> pero principalmente <i>Ceramium sp.</i> como la especie dominante que crecen en parches densos y que están ampliamente distribuidos en toda la zona. Algas verdes ( <i>Avrainvillea sp.</i> y posiblemente <i>Ventricaria sp.</i> ). Se observaron algunas cabezas pequeñas de coral, así como colonias aisladas de hidrocorales y octocorales. No se encontraron lajas o cuevas para langosta.
<b>Diez</b>	5.5	Terreno de superficie irregular pedregoso de fondo duro con sustrato arenoso superficial compuesto de grano grueso y restos de conchas y piedras pequeñas. Con sus límites claramente

		delimitados con un blanquizal. Se encontraron algunas piedras o cuevas langosteras completamente azolvadas y otra con espacio disponible pero vacía. La cobertura vegetal es muy escasa y dominada por parches o aglomerados de <i>Ceramium sp.</i> muy separados unos de otros. Algunos ejemplares de <i>Laurencia sp.</i> estuvieron presentes. Entre otros organismos que se encontraron figuran colonias solitarias de octocorales ( <i>Pterogorgia sp.</i> y pluma de mar <i>Pseudoterogorgia sp.</i> ), esponjas, pequeñas cabezas de coral, y algunos ejemplares de <i>Sargassum sp.</i> , <i>Caulerpa sp.</i> y de algas burbuja posiblemente <i>Valonia sp.</i> o <i>Ventricaria sp.</i>
Once	3.0	Terreno pedregoso con aglomerados de rocas pequeñas, delimitado por un blanquizal en los bordes, algunas cabezas pequeñas de coral, sedimento arenoso de grano grueso y conchuela combinado con rocas pequeñas. Muy poca vegetación principalmente dominada por parches muy separados de algas rojas del género <i>Ceramium sp.</i> ), restos de pastos ( <i>Thalassia sp.</i> y <i>Syringodium sp.</i> ) flotando en el fondo y algas burbuja. Otros organismos encontrados fueron 1 ejemplar de caracol blanco ( <i>Lobatus costatus</i> ) Se encontraron piedras algunas piedras langosteras, pero completamente azolvadas.
Doce	3.0	La zona es un extenso Blanquizal por lo cual está desprovisto completamente de vegetación El sedimento consiste de arena de grano fino combinado con, conchuela y piedras pequeñas en algunas zonas. En otras consiste únicamente de arena de grano muy fino. Se encontró una cantidad importante de esqueletos de galleta de mar distribuidos por toda el área.
C1	3.0	El sustrato es arenoso de grano grueso con conchuela de 5 a 10 cm de profundidad. La vegetación dominante está constituida por algas rojas del género <i>Ceramium sp</i> que forman agrupamientos muy abundantes en toda la zona con poca separación entre ellos. De entre ellos sobresalen colonias de gorgonias ( <i>Plexaurella sp.</i> , <i>Pterogorgia sp.</i> , <i>Pseudoterogorgia sp.</i> , <i>Eunicea sp.</i> ). En el sitio se encontró un refugio tipo cordillera que consiste en una enorme piedra plana de cerca de 15 m de largo con bordes sinuosos cubiertos totalmente de colonias de esponjas rojas incrustantes. Las cuevas o espacios debajo de la laja estaban habitados por numerosas especies de peces ( <i>Equetus sp.</i> , <i>Diplectrum sp.</i> , <i>Haemulidae sp.</i> <i>Lutjanus sp.</i> ). No se encontraron langostas.
C2	4.6	En este sitio se encontró la Cordillera de mayor longitud con aproximadamente 30 metros de extensión. Es un sitio de gran belleza habitado por langosta (4 pequeñas) y peces de importancia comercial: burro payaso ( <i>Anisotremus virginicus</i> ); boquinete ( <i>Lachnolaimus maximus</i> ); canané ( <i>Ocyurus chrysurus</i> ); chac-chi

- (*Haemulon plumieri*); pargo mulato (*Lutjanus griseus*); sargo (*Archosargus probatocephalus*); chabelas (*Chaetodipterus faber*). Al frente de la cordillera destaca un banco de arena de grano grueso y conchuela casi sin vegetación. Los bordes de la piedra están tapizados de esponjas rojas incrustantes y la vegetación en el entorno que rodea al refugio está dominada por parches de algas rojas del género *Ceramium sp.*
- C3**                      4.6      Terreno Pedregoso-Rocoso semiplano con algunas elevaciones. Poca cubierta vegetal principalmente matorrales dispersos de algas rojas (*Ceramium sp.*). Se observaron algunos ejemplares solitarios de algas verdes (*Caulerpa prolifera*, *Avrainvillea sp.* y posiblemente *Bryopsis sp.*), así como ejemplares solitarios de algas pardas (*Padina pavonica*).  
El sedimento es arenoso superficial principalmente constituido por conchuela y arena. Se encontraron algunas lajas o refugios naturales de langosta de buen tamaño, pero completamente azolvados. No se encontraron langostas.
-

## 2.4 Temperatura

La temperatura promedio fue de  $26.8 \pm 0.39$  °C con un intervalo de 25.8 a 27.3 °C. La más baja temperatura se registró en la estación C35, mientras que la más alta se presentó en la estación C20. La temperatura superficial del agua presentó una ligera variación en la zona, siendo los sitios más pegados a la costa los de mayor temperatura, mientras que los más alejados de la costa, presentaron menor temperatura (Fig. 10).

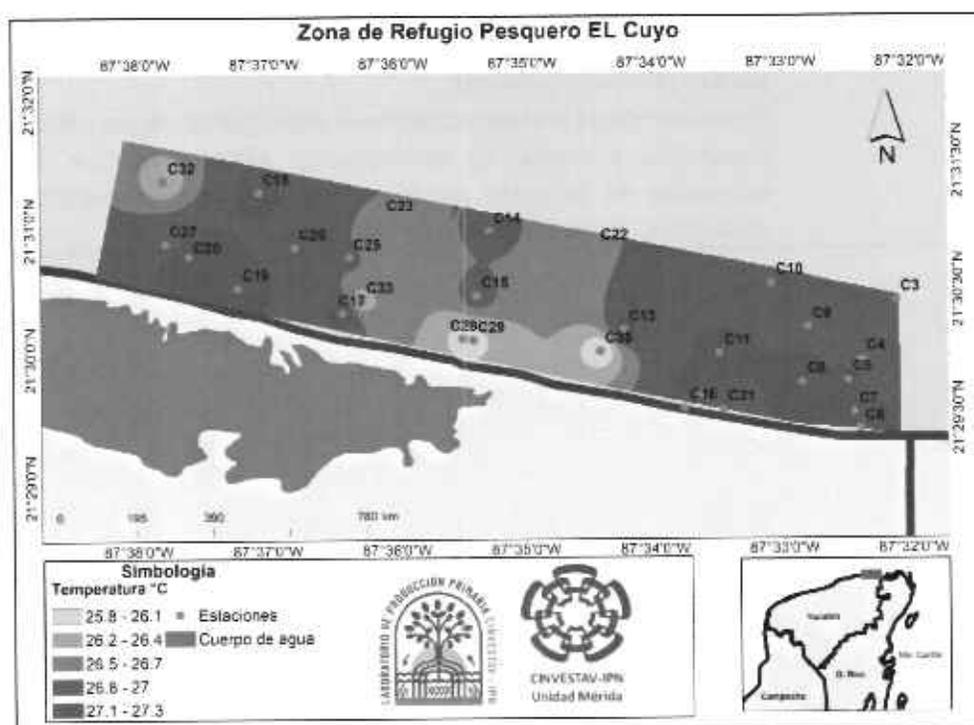


Figura 10. Distribución espacial de la temperatura del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

El valor promedio de salinidad fue de  $38.6 \pm 0.14$ , el valor menor se presentó en las estaciones C14, C28 y C32 con un valor de 38.4; el valor mayor fue de 38.9, el cual se registró en la estación C20 (Fig. 11). La distribución espacial de la salinidad en el polígono muestreado se muestra en la Figura 12, donde se puede observar que esta variable presenta sus valores más altos en la zona este del polígono.



Figura 11. Variación de la salinidad del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

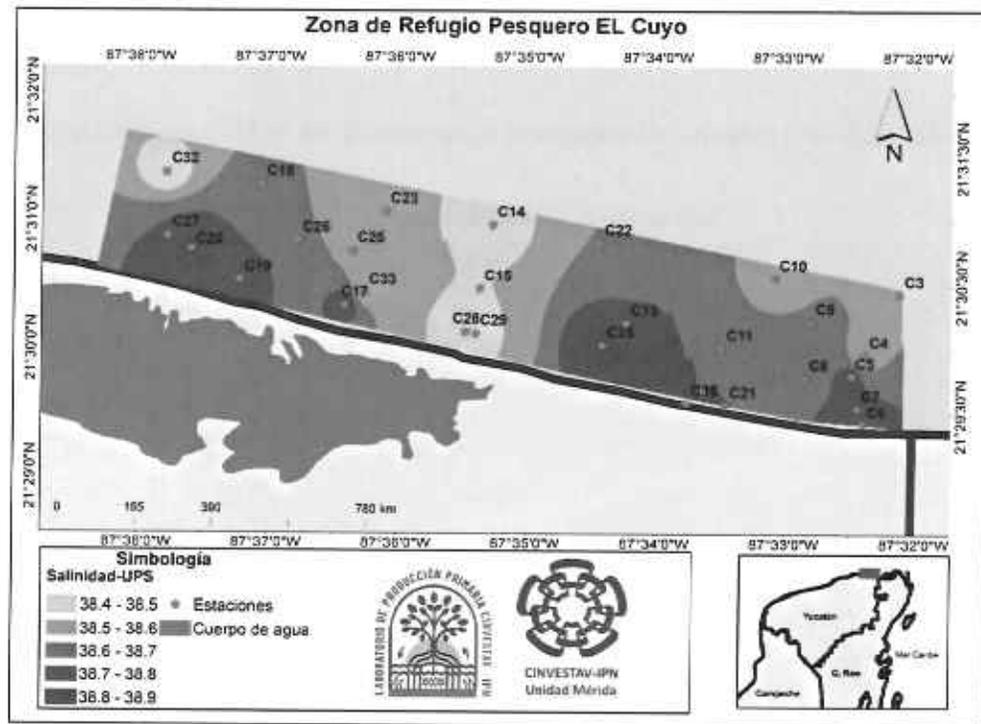


Figura 12. Distribución espacial de la salinidad del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

El oxígeno disuelto presentó un valor promedio de  $6.1 \pm 0.20$  mg/l. El menor valor se registró en la estación C28 con 5.7 mg/l y el valor más alto se observó en la estación C15 con 6.8 mg/l (Fig. 13). En la Figura 14, se puede observar que el valor del oxígeno es homogéneo en toda la zona muestreada. Sin embargo, en la zona este los valores presentan una disminución respecto al oeste.

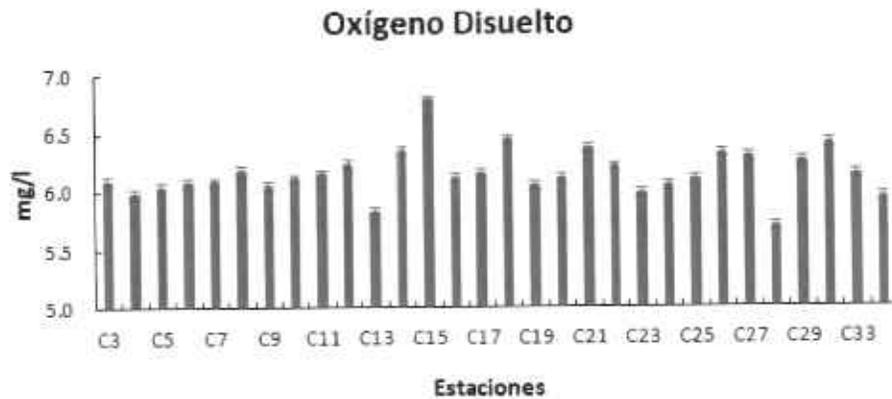


Figura 13. Variación del oxígeno disuelto en el agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

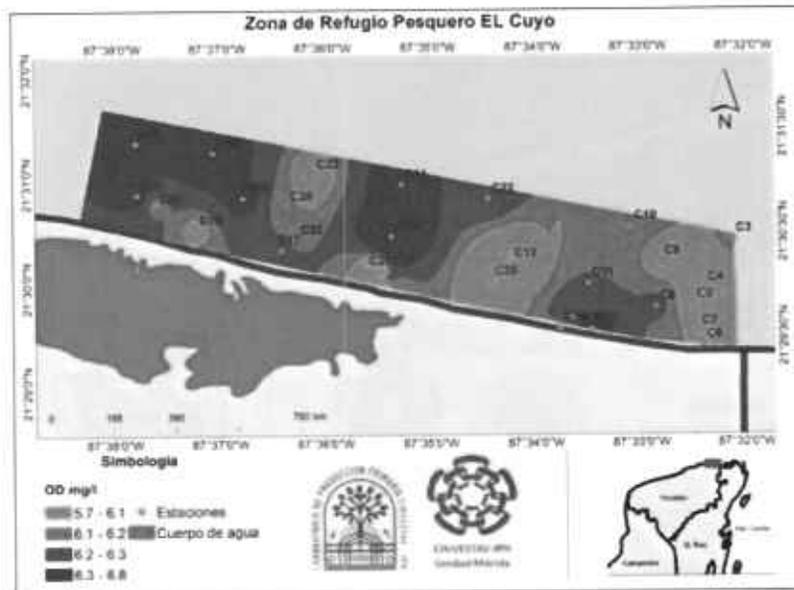


Figura 14. Distribución espacial del oxígeno disuelto del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

Respecto a la clorofila-a se registró una concentración promedio de  $0.58 \pm 0.16 \text{ mg/m}^3$ , el valor menor corresponde a  $0.40 \text{ mg/m}^3$  en la estación C4, y el mayor valor es de  $0.97 \text{ mg/m}^3$  en la estación C21 (Fig. 15). Especialmente la clorofila-a en la porción este de la zona fue mayor que en la porción oeste, presentando concentraciones con promedio de  $0.8 \text{ mg/m}^3$  aproximadamente, siendo el punto C21, el que mayor concentración de clorofila-a registra (Fig. 16).



Figura 15. Variación de la clorofila-a en el agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

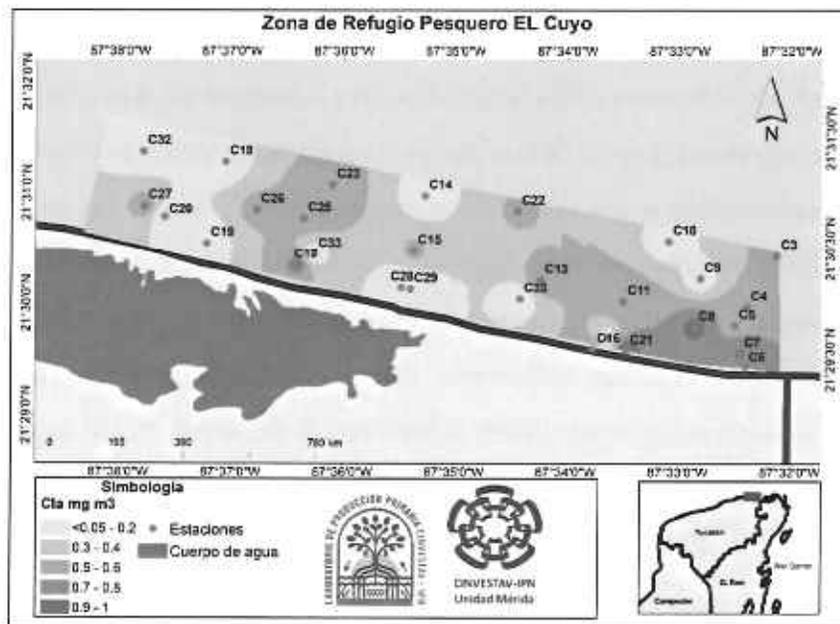


Figura 16. Distribución espacial de la clorofila-a del agua superficial en El Cuyo, Yucatán.

## 2.5 Corrientes

La formación de corrientes marinas observadas en la costa se debe a una combinación de factores como la morfología de la línea costera, vientos dominantes, profundidad, entre otros (Contreras, 1993). Estos patrones básicos de circulación promueven la productividad biológica en los sistemas costeros; es decir, que las corrientes al encontrarse y mezclarse generan diversos tipos y patrones de circulación vertical, mismos que influyen en la distribución de nutrientes disponibles al fitoplancton (Speight & Henderson, 2013).

A nivel de macro escala la costa de la península de Yucatán es afectada por la corriente del lazo y los remolinos que se desprenden de esta, atraviesa el oeste de la península por el canal de Yucatán y se dirige al noroeste a una velocidad de  $2.5 \text{ m s}^{-1}$  (Athié *et al.*, 2011). De esta corriente se originan pequeños remolinos ciclónicos y anticiclónicos que finalmente redistribuyen aguas calientes y frías de las capas superficiales, lo que influye en la productividad del plancton (Herzka *et al.*, 2021). Esto puede favorecer el asentamiento de diversas larvas de invertebrados y peces sobre los ecosistemas costeros.

Debido a que la ZRP posee profundidades muy someras, los movimientos de masas de agua difícilmente ejercen una influencia sobre la distribución y desarrollo de las especies adultas tanto de invertebrados como peces; pero sí influye durante sus primeros ciclos de vida (huevos y larvas) ya que la gran mayoría pertenecen al zooplancton y están a merced de las corrientes (García-Hernández *et al.*, 2009). Por otra parte, las lagunas costeras de Ría Lagartos y Yalahau, son cuerpos de agua que dependen de estos movimientos, y en ellas encontramos diversas especies de importancia comercial como peces, camarones, jaibas o langostas (Peralta-Meixueiro & Vega-Cendejas, 2011; Rubio-Cisneros *et al.*, 2019; SEMARNAT & CONANP, 2019) que completan sus ciclos de vida en estos cuerpos de agua y finalmente terminar su desarrollo en las zonas marinas adyacentes (Herzka *et al.*, 2021).

### 3. Compatibilidad de usos existentes

La compatibilidad de la ZRP El Cuyo con otros usos existentes se extiende a tres actividades: 1) Pesca artesanal, 2) turismo y 3) tráfico naviero

#### 3.1 Pesca artesanal

En El Cuyo, la actividad principal es la pesca artesanal que inició como una actividad comercial en la década de 1970. De acuerdo con algunos pobladores la actividad pesquera se realizaba en pequeños botes de madera, en el interior de la Ría y zonas cercanas a la costa donde abundaban especies como langosta, caracoles, meros, pargos, pulpo, tiburón y robalo.

A partir de la década de 1980 el sector pesquero de Yucatán inició una etapa de desarrollo, con la modernización del sector y el incremento del esfuerzo pesquero en todas las comunidades pesqueras del estado incluyendo El Cuyo (Salas *et al.*, 2006; Pedroza & Salas, 2011; Córdoba y Ordoñez, 2013).

Actualmente la flota pesquera artesanal de El Cuyo, es similar a la que opera en todo el estado, se caracteriza por operar en embarcaciones de fibra de vidrio menor de 12 metros de eslora, con motores fuera de borda que pueden variar entre 75 y 110 HP, opera a una distancia promedio de 15 a 30 millas a la costa (Salas *et al.*, 2019), algunas adaptaciones de las embarcaciones pueden variar según las adecuaciones realizadas por cada pescador, por ejemplo techos de lona (Fig. 17).

La flota pesquera artesanal presenta áreas de pesca a partir de las 3 millas náuticas considerando un punto desde la línea de costa, por lo que la ZRP al estar situada cercana a la costa y solo tener 1 milla náutica de distancia mar adentro no afecta las zonas de pesca tradicional. El efecto de proteger un área de crianza de juveniles de langosta y otras especies de importancia comercial puede tener un efecto de desbordamiento de organismos adultos hacia áreas de pesca.



**Figura 17.** Embarcaciones pesqueras en la comunidad de El Cuyo, Yucatán (Foto: Eva Coronado).

Las artes de pesca y las áreas de operación de la flota pueden variar según la especie y la temporada del año en la que estas se capturan (Fig. 18). La langosta se captura en el área concesionada para la pesquería que corresponde a la parte proporcional al litoral frente a la comunidad del Cuyo, el arte de pesca permitido es buce con compresor (DOF, 2014a; López-Rocha *et al.*, 2021; Ramos-Miranda *et al.*, 2021). La pesquería de langosta puede ser capturada durante los meses de enero y febrero y de julio a diciembre, tiene una temporada de veda de marzo a junio, sin embargo, los pescadores de la comunidad han tomado iniciativas de auto veda para proteger a las hembras con hueva y juveniles que se observan durante los meses de enero y febrero, que corresponde a meses autorizados de captura; estas acciones de protección a la especie se vienen reportando desde hace años (Chuenpadgee *et al.* 2002; Salas *et al.* 2005) y se mantienen, lo que muestra el potencial de la comunidad para llevar a cabo acciones de protección de sus recursos.

Pesquería	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
 Langosta		Auto veda	Periodo de veda				Arte de pesca: Buceo con compresor					
 Mero (Escama)		Periodo de veda de mero	Arte de pesca: Anzuelo y cordel, redes, palangre Escama marina, incluye mero y especies asociadas									
 Pulpo	Periodo de veda						Arte de pesca: Alijos y Jimbas					
 Pepino de mar	Arte de pesca: Buceo con compresor Veda permanente											

**Figura 18.** Temporalidad de captura, periodos de veda y artes de pesca para las diferentes pesquerías que se realizan en la comunidad de El Cuyo. En el caso de la pesquería de langosta se muestra en amarillo los meses de enero y febrero, que corresponde a meses de auto veda establecida por los pescadores de la comunidad.

### 3.2 Turismo

En los años recientes, el ecoturismo ha cobrado fuerza como una alternativa para la comunidad. El interés en esta actividad se debe al gran atractivo que representan sus recursos naturales para desarrollar actividades como observación de aves (en especial el flamenco), visitas a playas de anidación de tortugas marinas y paseos en bote, entre otras. Como dato importante, la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, es una Área Natural Protegida (ANP) que recibe anualmente cerca de 30,000 turistas nacionales y extranjeros. El Cuyo, así como las otras localidades inmersas en esta ANP, cuenta con servicios como restaurantes especializados en mariscos, servicios de guías naturalistas locales y senderismo (SEMARNAT, 2021).

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Tizimín, 2018-2021, desde el año 2014 el municipio ha mostrado un auge de la actividad turística y la comunidad de El Cuyo no es la excepción. De acuerdo con los pobladores la comunidad ha registrado un acelerado crecimiento de la industria turística, ya que familias e inversionistas extranjeros han llegado a la comunidad a establecer sus residencias y negocios, dando pie a la apertura de un gran número de hoteles, restaurantes, centros holísticos y de relajación en la zona oriente de la comunidad.

En reunión con miembros de la cooperativa y el equipo de la comisaría ejidal, así como con pláticas con algunos propietarios de hoteles, todos coinciden que a inicios de 2015 se construyeron pequeños hoteles con enfoque ecológico, pero con todas las comodidades y amenidades necesarias para atraer a grupos de turistas de alto poder adquisitivo que buscaban tener contacto con la naturaleza y comodidades, esto basado en un turismo de bajo impacto

El Cuyo fue nombrado por la revista Forbes<sup>2</sup> como el extremo más paradisíaco del Golfo de México y un paraíso escondido del Caribe Mexicano. De acuerdo con los pobladores, múltiples cambios en la comunidad se han suscitado en un periodo de 5 años, muchos de los lotes y terrenos a la venta en 2013, ahora han sido comprados y se pueden observar hoteles. Esto fue constatado en recorrido realizado en la comunidad durante el 2021 y 2022, en la que se contabilizó por lo menos 30 casas y departamentos en renta propiedad de habitantes de El Cuyo que decidieron invertir ante el auge turístico de la comunidad y cerca de 40 hoteles y restaurantes propiedad de extranjeros (Fig. 19 y 20).



**Figura 19.** Cabañas turísticas en renta en El Cuyo. (Foto: Eva Coronado)

---

<sup>2</sup> <https://www.forbes.com.mx/forbes-life/viaje-el-cuyo-destino-golfo-de-mexico/>



**Figura 20.** Imagen superior, terreno en venta en El Cuyo. Imagen inferior, hotel y spa construido en dicho terreno (Foto superior: google maps 2013. Foto inferior Eva Coronado, diciembre 2021).

El auge del turismo, si bien es una fuente de ingreso para la comunidad, también puede traer consigo afectaciones y conflictos, especialmente en términos de servicios públicos básicos, como agua potable, energía eléctrica, drenaje, manejo de desechos, aguas residuales, entre otros que conlleva el desarrollo urbano con mala planeación.

Cabe resaltar que la comunidad forma parte de la Reserva de la Biosfera de Río Lagartos, por lo que gran parte de cambio de uso de suelo y urbanización debe seguir los lineamientos del plan de manejo del ANP, además de seguir las disposiciones dentro del programa de ordenamiento territorial costero del estado de Yucatán. Además, los pobladores en general están dispuestos a defender sus recursos naturales y especialmente se oponen a proyectos turísticos de gran escala y al proyecto de una ruta marítima que conecte Holbox, Quintana Roo con El Cuyo, cuya noticia tomo fuerza en las últimas semanas del 2021.

El 9 de diciembre de 2021 los pobladores de la comunidad se manifestaron en contra de cualquier plan turístico que no cuente con planeación ordenada y solicitan especial atención a la protección de los recursos naturales y el cuidado del paisaje marino-costero. Los pobladores han mostrado su capacidad de unirse cuando algo les preocupa o les incentiva a acciones conjuntas dando muestra de la existencia de capital social que puede ser favorecido de tener un proyecto conjunto como la implementación de un ZRP. La noticia de acontecimientos donde la comunidad tuvo iniciativas de cooperación se difundió rápidamente a nivel regional en los medios informativos más importantes en la Península de Yucatán<sup>3</sup> y se ha mantenido como un tema de relevancia durante 2022.

### **3.3 Tráfico naviero**

En la ZRP El Cuyo existe tránsito naviero de pescadores locales que se trasladan a sus zonas de pesca y de regreso al puerto de abrigo, también en la zona transitan embarcaciones turísticas que visitan la zona de la bocana para conocer el punto de conexión entre la laguna costera y el mar. No hay tráfico de buques industriales, comerciales o ferri que pudiera afectar la ZRP y el entorno

---

<sup>3</sup> <https://www.yucatan.com.mx/yucatan/rechazan-planes-turisticos-en-el-cuyo>

natural de gran valor de esta. La ZRP no afecta el tráfico marítimo, y las embarcaciones que circulan en el área no afectan a la ZRP. Algunas actividades de sol y playa se llevan a cabo en el área pero no hay conflicto de uso del área que pudiera verse afectado por la implementación de una ZRP.

## 4. Flora y Fauna asociada a la especie objetivo

### 4.1 Manglares: No dentro de la ZRP, pero con importante conexión

El Cuyo es considerada una comunidad de gran importancia debido al buen estado de conservación que presentan los manglares, es por esta razón que la comunidad forma parte de distintas ANP's, Regiones Prioritarias, Sitios Ramsar y AICAS, como son, la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, la Región Terrestre Prioritaria Dzilam-Ría Lagartos -Yum Balam, la Región Marina Prioritaria Dzilam-Contoy, la Región Hidrológica Prioritaria Anillo de cenotes, el Área de Importancia para la Conservación de las Aves Ría Lagartos, del Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: Océanos, costas e islas (GAP-marino y costero) humedales costeros y plataforma de cabo Catoche, el sitio Ramsar Reserva de la Biosfera Ría Lagartos y Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica Ría Lagartos (El Cuyo) PY73 (CONABIO, 1998; Arriaga *et al.*, 2000; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007a; CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007b; CONANP, 2008a; CONANP, 2008b).

El manglar presente en la zona ofrece diversos servicios ecosistémicos que aportan beneficios como: el mantenimiento de la calidad del agua, la protección de la costa ante fenómenos hidrometeorológicos, además son áreas de reproducción de especies de importancia comercial, sitios de alto valor escénico, y actúan como fuente importante de materia orgánica (Fig. 22).

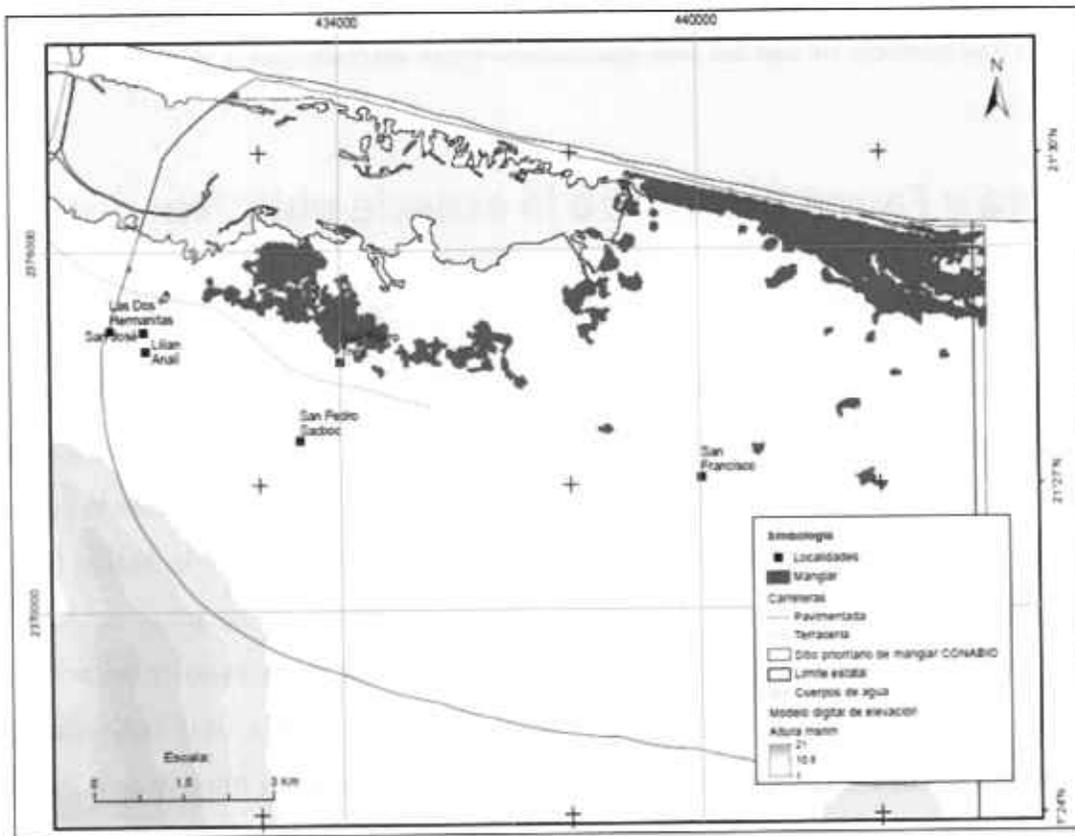
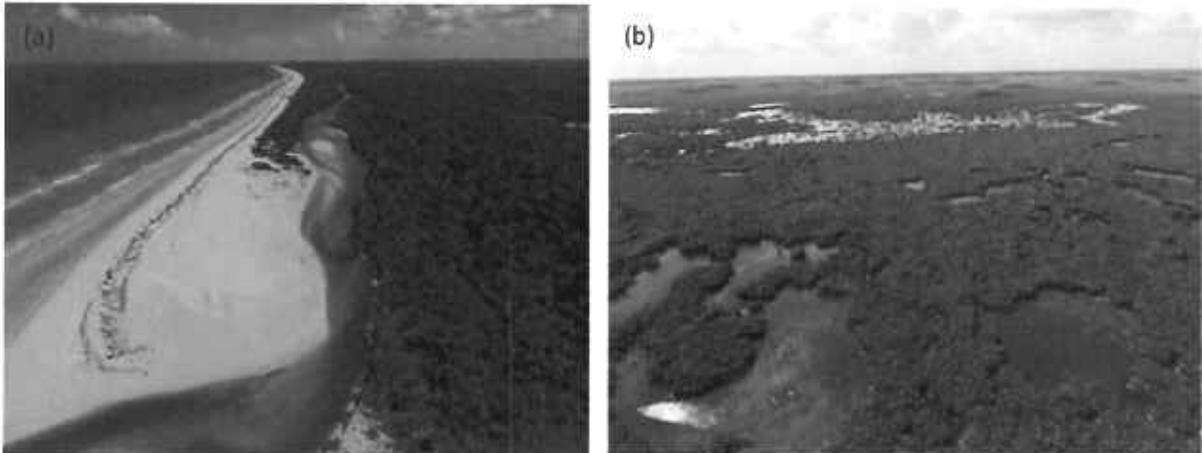


Figura 21. Cobertura de manglar en la Región de El Cuyo, 2015.

En la zona de El Cuyo (Fig. 21) se encuentran las cuatro especies de manglar presentes en la península de Yucatán, mangle rojo "*Rhizophora mangle*", mangle negro "*Avicennia germinans*", mangle blanco "*Laguncularia racemosa*" y el mangle botoncillo "*Conocarpus erectus*", todas ellas bajo la categoría de amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). Además, se puede ver la presencia de vegetación tipo caribeña como la palma tasiste, agujas españolas, verdolaga de mar, bejuco de playa, uva de mar, algodón silvestre, el jícaro palmeras entre otras (Vázquez-Lule, 2009).

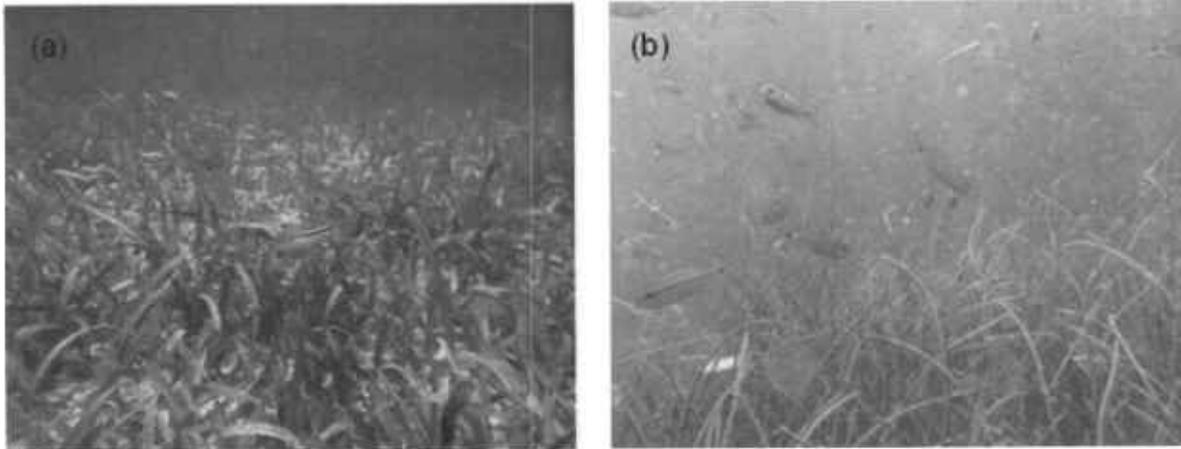


**Figura 22.** Imágenes aéreas de la vegetación costera en El Cuyo. a) Ría rodeada de manglar, palmar y vegetación de duna; b) Manglar y petenes al fondo. (Fotos: Neftaly Gijon).

#### 4.2 Vegetación acuática sumergida

La Península de Yucatán cuenta con ocho de las 11 especies de pastos marinos que existen en México (Tabla 3), siendo así una zona de alta relevancia para la conservación de este ecosistema en el país. Dentro de las especies más representativas de la península se encuentran el pasto manatí "*Syringodium filiforme*", el pasto de los bajos "*Halodule wrightii*" y el pasto tortuga "*Thalassia testudinum*" (Fig. 23). Esta última se caracteriza por ser de tamaño grande y robusta con altas tasas de productividad y tener la mayor presencia en la región (Herrera-Silveira *et al.*, 2009).

En la zona costera, la comunidad de pastos marinos puede formar poblaciones mixtas (compuestas entre 2 y 4 especies) y monoespecíficas (compuestas de una sola especie). Se pueden observar praderas continuas (hectáreas) o conformaciones en parches en metros cuadrados (Mendoza-Martínez *et al.*, 2020). En la región, los pastos marinos generalmente se presentan de 1 a 7 m de profundidad, sin embargo, su distribución suele variar a escala local (Cota-Lucero & Herrera-Silveira, 2021).



**Figura 23.** Praderas de pastos marinos. a) Pradera de *Thalassia testudinum*, b) praderas dominadas por *Syringodium filiforme* en la localidad de Dzilam de Bravo, Yucatán. Fotos: Laboratorio de Producción Primaria. (Fotos: Tania Cota).

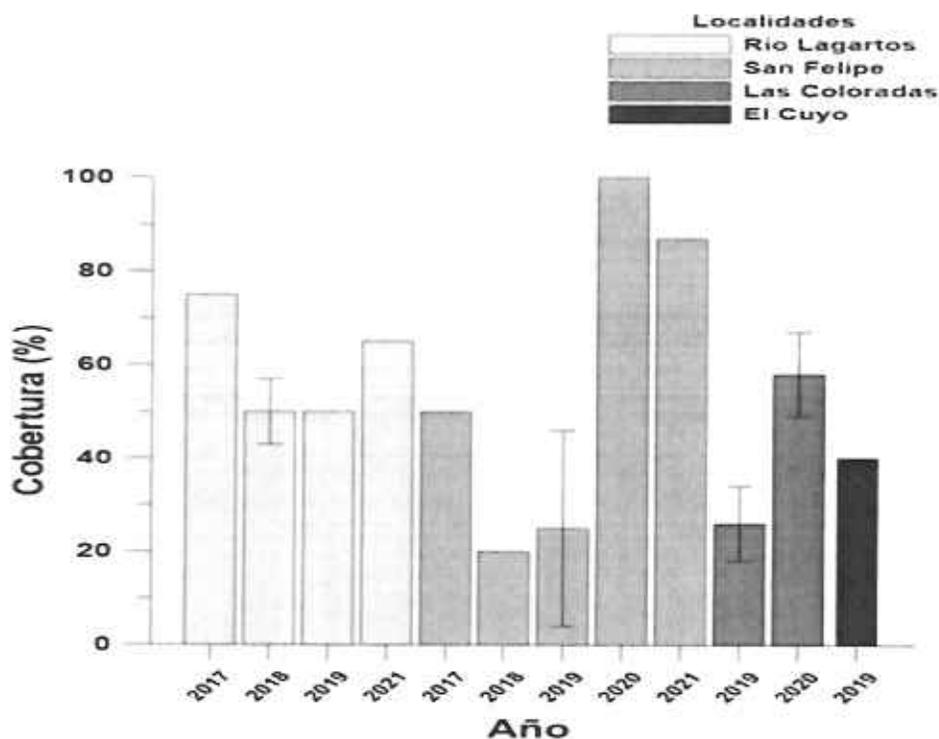
Comúnmente se observan otros productores primarios como las macroalgas que se encuentran compitiendo por sustrato, luz y nutrientes con los pastos marinos. Las macroalgas que se observan en la costa son diversas e identificadas dentro de las 3 divisiones más representativas; Clorofitas (verdes, verdes calcáreos), Rodofitas (rojas calcáreas, rojas) y Feofitas (cafés).

En cuanto a la cobertura de macroalgas en el área este de Yucatán, se han registrado porcentajes altos de Rodofitas (44.4 %) y Feofitas (33.3 %), aunque también existe una gran diversidad de Clorofitas (22.3 %). Las especies registradas en la zona de interés se enlistan en la tabla 3 (Herrera-Silveira *et al.*, 2010a y b; Ortegón-Aznar *et al.*, 2010; Huerta-Muzquiz 2021). Otros datos registrados en la cuenca más interna de la laguna El Cuyo indican una riqueza baja de especies (*Batophora oesterdii*, *Acetabularia crenulata*) donde predominan la Clorofitas incrementando a la zona externa (la cuenca de Río Lagartos) (Ortegón-Aznar *et al.*, 2001).

En El Cuyo se ha registrado la presencia de *S. filiforme* y *H. wrightii* con porcentajes bajos de cobertura, mientras que *Thalassia testudinum* predomina (5-40%), y se ha considerado un sitio con una buena condición en términos de calidad de agua y VAS (Herrera-Silveira & Morales-Ojeda, 2010). Datos actuales revelan que la cobertura de pastos marinos en la zona de interés muestra un incremento de 2018 al 2021 (Fig. 24). Los valores mínimos (<50%) se observaron durante el

2019, mientras que los máximos se observaron en 2020 y 2021 con valores de 100 y 87 % en San Felipe (SF), lo que favorece a los recursos pesqueros de la zona y los servicios ecosistémicos que ofrecen las praderas (Base recorrido costero Yucatán).

La variabilidad que tienen los pastos marinos a escala espacial y temporal en la costa norte de Yucatán ha sido poco estudiada. Sin embargo, algunos reportes demuestran que los impactos naturales (mareas rojas, huracanes y nortes, aguas subterráneas) y antrópicos (aguas residuales, turismo, transporte marino, cambio de uso de suelo, muelles, etc.) regulan la presencia de pastos marinos (Herrera-Silveira *et al.*, 2010b, Liceaga Correa *et al.*, 2010, Kantún-Manzano *et al.*, 2018).



**Figura 24.** Porcentaje de cobertura de pastos marinos del 2017 al 2021 en localidades de la costa norte de Yucatán: Río Lagartos, San Felipe, Las Coloradas y El Cuyo. Fuente: Datos del Recorrido Costa Yucateca, Laboratorio del Producción Primaria del CINVESTAV-IPN; Unidad Mérida. Se muestra la media y desviación estándar.

**Tabla 3.** Listado general de especies de pastos marinos y macroalgas registradas en la región reportada por varios autores. Fuentes: Ortégón-Aznar *et al.*, 2001; Herrera-Silveira *et al.*, 2010; Ortégón-Aznar *et al.*, 2010; Huerta-Muzquiz 2021.

Tipo de vegetación	Especies
Pastos marinos	<i>Halodule wrightii</i>
	<i>Halophila decipiens</i>
	<i>Halophila engelmannii</i>
	<i>Syringodium filiforme</i>
	<i>Ruppia mexicana</i>
	<i>Ruppia maritima</i>
	<i>Halophila stipulacea</i> (invasora de Q. Roo)
	<i>Thalassia testudinum</i>
Macroalgas	
Rodófitas	<i>Laurencia paitheau</i>
	<i>Bryothamnion trinetum</i>
	<i>Gracilaria debilis</i>
	<i>Gracilaria hofgetii</i>
	<i>Hypnea cervicornis</i>
	<i>Italymenia floressi</i>
	<i>Dasya rigidula</i>
Clorofitas	<i>Penicillus capitatus</i>
	<i>Caulerpa mexicana</i>
	<i>Caulerpa prolifera</i>

### 4.3 Equinodermos

Los equinodermos son un grupo de invertebrados bentónicos presentes en el ambiente marino, con pocos representantes en aguas dulce y salobre, son organismos conocidos por tener espinas de distintas formas y tamaños que recubren la capa externa de su cuerpo (Ruppert & Barnes, 1996); la importancia de este grupo reside en el tipo de alimentación que presentan, una gran parte del grupo son herbívoros que ramonean el exceso de productores primarios y controlan principalmente las poblaciones de macroalgas, otra de sus principales funciones es ser organismos detritívoros o carroñeros que eliminan restos de organismos muertos en el fondo marino (Garvey & Whiles, 2017).

En el área del Cuyo son pocos los trabajos que dan una idea de la diversidad de equinodermos, sin embargo, Solís-Marín et al., (2014) reportan a las de mayor abundancia de este filum (Tabla 4), asimismo, existen listados que abarcan todo el Golfo de México y Caribe, como el trabajo de Durán-González et al., (2005), quizás la escases de este tipo de estudios se deba a que los equinodermos no poseen una importancia comercial en la región; excepto el pepino de mar que formó parte de una intensa pesquería a partir de año 2010 cuando se otorgó su permiso de captura comercial, hasta prácticamente acabar con el recurso en la zona somera, hoy en día es una especie sobreexplotada con veda permanente desde 2019 y en recuperación (Pedroza-Gutiérrez & López-Rocha, 2021).

**Tabla 4.** Listado de las especies de invertebrados de mayor abundancia en la costa de Yucatán. \* corresponde a especies de importancia comercial.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
<b>Crinoidea</b>	<i>Nemaster rubiginosa</i> , <i>Comactinia meridionalis</i>
<b>Asteroidea</b>	<i>Luidia alternata</i> <i>Luidia clathrata</i> <i>Astropecten cingulatus</i> <i>Tethyaster grandis</i> <i>Oreaster reticulatus</i>
<b>Ophiuroidea</b>	<i>Ophiocoma echinata</i> <i>Ophiocoma pumila</i> <i>Ophioderma cinereum</i> <i>Ophiothrix angulata</i> <i>Ophiothrix suensonii</i>
<b>Echinodermata</b>	<i>Brissopsis atlantica</i> <i>Clypeaster raveneli</i> <i>Lytechinus variegatus</i> <i>Eucidaris tribuloides</i> <i>Echinometra viridis</i> <i>Echinometra lucunter</i> <i>Diadema antillarum</i>
<b>Holothuroidea</b>	<i>Holothuria arenicola</i> * <i>Holothuria floridana</i> * <i>Isostichopus badionotus</i> * <i>Astichopus multifidus</i>

#### 4.4 Moluscos

En la zona del Cuyo existen escasos trabajos sobre la caracterización de la malacofauna, la mayoría de los trabajos se enfocan a especies de importancia comercial y no se tiene mucha información sobre otros organismos en la zona; no obstante, algunos trabajos han logrado generar un par de listados de estos organismos de los que podemos mencionar a Rubio-Cisneros et al. (2019), planes de manejo (Carabias Lillo et al., 1999; SEMARNAT & CONANP, 2019), libros e investigaciones (Salas et al., 2006; Mexicano-Cintora et al., 2007; Torruco-Gómez & González-Solis, 2014) que en conjunto conforman el listado disponible para la ZRP (Tabla 5). Actualmente las pesquerías de gasterópodos en la región son consideradas como colapsadas ya que en los años 1970s empezó una extracción excesiva de estos organismos al punto de disminuir enormemente sus poblaciones, lo cual dio lugar al establecimiento de una veda permanente de recursos como el caracol rosado a partir de 1988 en Yucatán (Salas et al., 2006).

#### 4.5 Crustáceos

La pesquería de crustáceos es muy importante en todo el mundo y sobre todo en México, en específico para la península de Yucatán los recursos más valiosos en sus costas son el camarón, langosta, jaiba, y en menor medida otros crustáceos de grandes tamaños, como el Maxquil que se utiliza como carnada para la pesquería de pulpo la cual reviste mucha importancia en la península (Rubio-Cisneros et al., 2019).

La ZRP propuesta y las zonas adyacentes son considerados como un hábitat indispensable para el asentamiento de larvas y crecimiento de la langosta *Panulirus argus*, siendo una pesquería bien establecida para esta zona (Salas et al. 1996; Aguilar et al. 1999; Rios Lara et al., 2013), por otra parte, hay diversos estudios que se han enfocado en caracterizar la gran diversidad de crustáceos en las costas de Yucatán (Tabla 6), con una estimación de 714 especies de crustáceos en las costas (Simões et al., 2010), destacando diversos autores que han contribuido a su investigación (Oceanus A.C., 2007; Pech & Ardisson Herrera, 2010; Batllori-Sampedro, 2011; Magaña-Gallegos et al., 2011; Wakida-Kusunoki & Toro-Ramírez, 2016; Rubio-Cisneros et al., 2019).

**Tabla 5.** Listado de especies del filum Mollusca reportadas para la zona noreste de la península de Yucatán, \* corresponde a especies de importancia comercial.

<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	
<b>Bivalvia</b>	<i>Anadara ovalis</i>	
	<i>Anomalocardia auberiana</i>	
	<i>Chione cancellata</i>	
	<i>Ischadium recurvum</i>	
	<i>Laevicardium laevigatum</i>	
	<i>Lucina pensylvanica</i>	
	<i>Pinctada imbricata</i>	
	<i>Plicatula gibbosa</i>	
	<i>Pteria colymbus</i>	
	<i>Tellina iris</i>	
	<i>Tellina radiata</i>	
	<i>Transennella cubaniana</i>	
	<b>Gastropoda</b>	* <i>Strombus costatus</i>
		* <i>Turbinella angulata</i>
* <i>Pleuroploca gigantea</i>		
* <i>Strombus gigas</i>		
* <i>Melongena sp.</i>		
* <i>Strombus pugilis</i>		
* <i>Busycon contrarium</i>		
<i>Cerithiopsis greenii</i>		
<i>Ceritium litteratum</i>		
<i>Crepidula maculosa</i>		
<i>Engina turbinella</i>		
<i>Fasciolaria tulipa</i>		
<i>Mangelia asarca</i>		
<i>Melongena bispinosa</i>		
<i>Olivella rosolina</i>		
<i>Pyrgocythara filosa</i>		
<i>Smaragdia viridis</i>		
<b>Cefalopoda</b>	* <i>Octopus vulgaris</i>	
	* <i>Octopus maya</i>	

**Tabla 6.** Listado de especies del filum Crustacea reportadas para la zona noreste de la península de Yucatán, \* corresponde a especies de importancia comercial.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
<b>Xiphosura</b> <b>Decápoda</b>	<b>Peneidae</b>	<i>Limulus polyphemus</i>
		<i>Sicyonia parri</i>
		<i>Sicyonia typica</i>
		* <i>Sicyonia brevirostris</i>
		<i>Sicyonia laevigata</i>
		* <i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>
		<i>Farfantepenaeus notialis</i>
		* <i>Farfantepenaeus duorarum</i>
		<i>Trachypenaeus constrictus</i>
		<i>Synalpheus fritzmuelleri</i>
		<i>Synalpheus hemphili</i>
		<i>Metapenaeopsis goodei</i>
		<i>Alpheus angulosus</i>
		<i>Alpheus immaculatus</i>
		<i>Alpheus angulosus</i>
		<i>Alpheus armillatus</i>
		<i>Alpheus normanni</i>
		<i>Thor dobkini</i>
		<i>Thor manningi</i>
		<i>Latreutes fucorum</i>
		<i>Tozeuma carolinense</i>
		<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>
		<i>Periclimenes yucatanicus</i>
		<i>Periclimenes americanus</i>
		<i>Processa bermudensis</i>
		<i>Gnathophyllum americanus</i>

**Continuación Tabla 6.** Listado de especies del filum Crustacea reportadas para la zona noreste de la península de Yucatán, \* corresponde a especies de importancia comercial.

Orden	Familia	Infraorden	Especie
Isopoda	Peneidae	Brachyura	* <i>Libinia dubia</i>
			* <i>Libinia emarginata</i>
			<i>Macrocoeloma trispinosum</i>
			<i>Pitho picteti</i>
			<i>Portunus gibbesii</i>
			* <i>Callinectes similis</i>
			* <i>Callinectes sapidus</i>
			<i>Rhithropanopeus harrisi</i>
			<i>Emerita talpoida</i>
			<i>Ozium reticulatus</i>
			<i>Eriphis gonagra</i>
			<i>Percnon gibbesi</i>
			<i>Portunus sebae</i>
			<i>Xanthodius parvulus</i>
			<i>Grapsus grapsus</i>
			* <i>Menippe mercenaria</i>
		<i>Ocypode cuadarata</i>	
		Panilura	* <i>Panulirus argus</i>
			<i>Cymodoce ruetzleri</i>
			<i>Paracerceis caudata</i>
			<i>Dynamene angulata</i>
			<i>Rocinela signata</i>
			<i>Excorallana tricornis</i>
			<i>Erichsonella floridana</i>

#### 4.6 Peces

Los peces son el grupo de vertebrados dominantes en todos los ecosistemas acuáticos (Hoese & Moore, 1998), esto se debe a su alta capacidad de adaptación y los cambios evolutivos que han pasado por muchos años, cambios observables en la morfológica para adaptarse a diversos ecosistemas con diferentes variables hidrológicas (Moyle & Cech, 2004) y de esta forma poder explotar los recursos y alimentos de múltiples maneras (Braga *et al.*, 2012). Sin embargo, este equilibrio está siendo afectado por la acción del ser humano, la cual se observa a través de procesos como la contaminación, destrucción del hábitat, sobrepesca, cambio climático, entre otros (Day *et al.*, 2013); este tipo de impacto planeta múltiples recursos, a lo que se agrega la

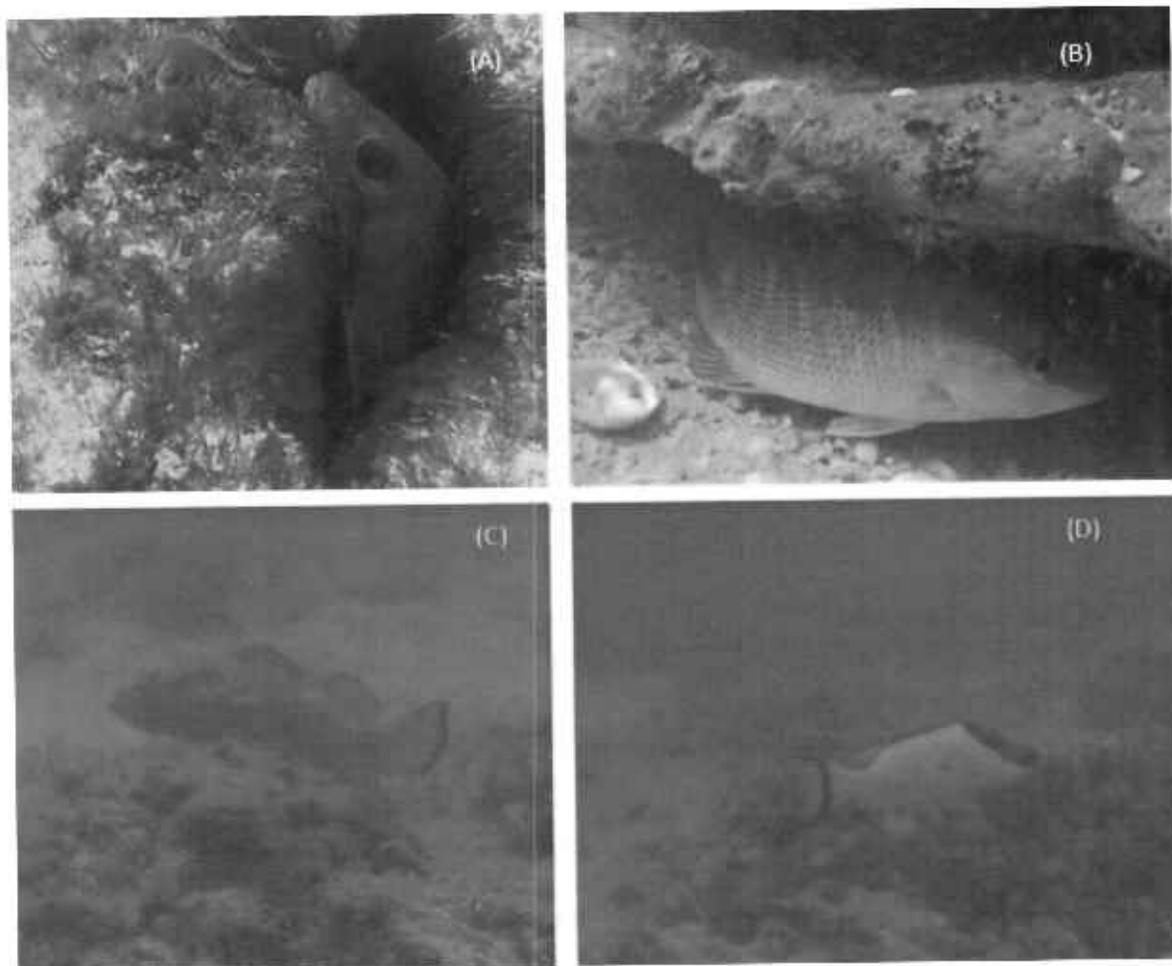
sobrepesca con impacto directo a las poblaciones de peces generando efectos sinérgicos negativos que afectan a las poblaciones marinas (Northridge, 2018).

El efecto de la sobrepesca en términos biológicos se traduce como un aumento en las poblaciones de las presas de aquellos depredadores que fueron extraídos del medioambiente, ocasionando un desbalance y en ocasiones pérdida de recursos por una fuerte competencia (Blaber, 2013). Pese a esto, la pesca es una necesidad del ser humano para cumplir con la demanda de alimento proteico. se destaca la necesidad de establecer zonas de protección de ecosistemas clave que aseguren los procesos biológicos y ecológicos que favorezcan el uso de los servicios ecosistémicos y los recursos de uso como los recursos pesqueros. En este marco, las ZRP a diferencia de áreas protegidas definidas por los grupos técnicos, se establecen en coordinación y con base a la propuesta de ellos grupos interesados dentro de las comunidades. Las condiciones de las costas de Yucatán, donde se encuentra El Cuyo, albergan una diversidad de especies de peces muy elevada, teniendo más de 70 especies, reportadas en diversas investigaciones, planes manejo, y libros (Anexo II).

Mediante investigaciones, informes y proyectos previos, (Vega-Cendejas *et al.*, 1992, INE 1999, Morales-López *et al.*, 2006, Oceanus A.C. 2007, García-Hernández *et al.*, 2009, Zetina Ríos *et al.*, 2012; Aguilar Cordero *et al.*, 2014) en la ZRP se han logrado identificar 47 especies de peces que actualmente poseen una importancia comercial (Tabla 7 y Figura 25). Existe coincidencia en estudios previos y el realizado durante el trabajo de campo en los muestreos realizados para la preparación del ETJ en la zona de interés en El Cuyo, donde se lograron identificar 39 especies de peces, incorporando 3 nuevos registros para la zona, uno de ellos es de importancia ecológica por su alta densidad (*Diplectrum formosum*).

**Tabla 7.** Listado de especies con valor comercial en la ZRP. La Familia es sombreada en gris, seguido de las especies correspondientes.

<b>Carcharhinidae</b>	<b>Mugilidae</b>
<i>Carcharhinus acronotus</i>	<i>Mugil cephalus</i>
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	<i>Mugil curema</i>
<i>Carcharhinus falciformis</i>	<b>Pristidae</b>
<i>Carcharhinus limbatus</i>	<i>Pristis pectinatus</i>
<i>Carcharhinus perezzi</i>	<b>Sciaenidae</b>
<i>Carcharhinus sp</i>	<i>Cynoscion arenarius</i>
<i>Carcharhinus leucas</i>	<i>Cynoscion nebulosus</i>
 	<b>Scombridae</b>
<i>Galeocerda cuvieri</i>	<i>Scomberomurus maculatus</i>
<i>Negaprion brevirostris</i>	<b>Serranidae</b>
<i>Rhizoprionodon terranova</i>	<i>Cephalopholis cruentata</i>
<b>Centropomidae</b>	<i>Cephalopholis fulva</i>
<i>Centropomus undecimalis</i>	<i>Epinephelus itajara</i>
<i>Dasyatis americana</i>	<i>Epinephelus adscensionis</i>
<i>Dasyatis say</i>	<i>Epinephelus guttatus</i>
<b>Hemiramphidae</b>	<i>Epinephelus morio</i>
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	<i>Epinephelus striatus</i>
<b>Labridae</b>	<i>Mycteroperca bonaci</i>
<i>Lachnolaimus maximus</i>	<i>Mycteroperca interstitialis</i>
<b>Lutjanidae</b>	<i>Mycteroperca microlepis</i>
<i>Lutjanus analis</i>	<i>Mycteroperca tigris</i>
<i>Lutjanus apodus</i>	<i>Mycteroperca venenosa</i>
<i>Lutjanus buccanella</i>	<i>Serranus subligarius</i>
<i>Lutjanus campechanus</i>	<b>Sphyrnidae</b>
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	<i>Sphyrna lewini</i>
<i>Lutjanus griseus</i>	<i>Sphyrna tiburo</i>
<i>Lutjanus jocu</i>	<b>Rachycentridae</b>
<i>Lutjanus mahogoni</i>	<i>Rachycentron canadum</i>
<i>Lutjanus synagris</i>	
<i>Ocyurus chrysurus</i>	



**Figura 25.** Especies de importancia comercial identificados en la ZRP. A y B) Pargos, C) Mero, D) Boquinete (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

#### 4.7 Redes tróficas

La ZRP del Cuyo es un ecosistema importante en términos energéticos debido a que reciben energía de las lagunas costeras, por lo tanto, constituye un hábitat crítico para crías, juveniles y adultos de organismos marinos y estuarinos, y son de importancia para las poblaciones humanas en términos de producción de alimento, explotación y recreación.

En todos los ecosistemas, las especies (peces, crustáceos, algas, etc.) están conectadas en un complejo de red alimentaria, en la cual la energía y materiales circulan dentro de un ecosistema (Pimm, 1982) y subsecuentemente se mueve y transforma en cada estado o nivel de la cadena

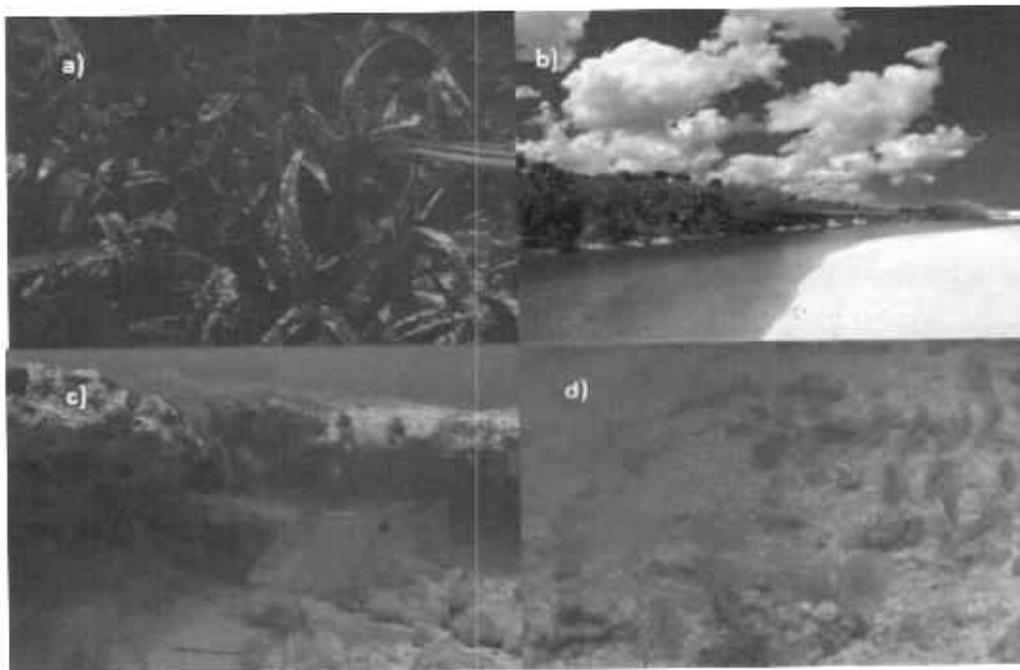
trófica, esto significa que una sola hoja de pasto marino podría convertirse en biomasa para una especie de mayor nivel y que son utilizados como consumo por el ser humano, algunos ejemplos son meros o tiburones (Davis, 2009). Por lo tanto, una comprensión de esta red alimenticia es de gran interés práctico en el manejo de los recursos pesqueros, para la conservación de los ecosistemas más amenazados o el mantenimiento de la biodiversidad (Camacho *et al.*, 2004) como sucede en la ZRP.

La clave de la relación depredador-presa yace en el balance correcto de esta relación, que es consumir lo suficiente para que su propia especie sea exitosa, pero no consumir en exceso que pueda eliminar su reserva de alimentos. Sin embargo, los depredadores tienen el gran potencial de incrementarse de manera local cuando la presa es abundante (Speight & Henderson 2013). Por lo tanto, los grandes depredadores en la ZRP como meros y pargos serán más abundantes si se protegen los ambientes donde sus presas “recurso” habitan, como los arenales, pastos marinos, algas o el manglar. Sin embargo, en la ZRP pudimos observar la presencia de muchos depredadores en una sola zona, además de los mencionados se observó una alta densidad del pez *Diplectrum formosum*, conocido localmente como “Bulkay” como carnívoro depredador, lo cual puede generar una competencia por las presas y disminución en la eficiencia de captura con los peces de importancia pesquera; a este proceso se le denomina “interferencia” (Day *et al.*, 2012). Para reducirla, los depredadores tienden a ser selectivos en los atributos de la presa como la talla, especies consumidas, particionando el recurso, cambiando a otro tipo de presas, obtención de presas en diferentes localidades o profundidades, migrando de zona o quizás solo sea un evento temporal (Griffin *et al.*, 2008).

La gran mayoría de los depredadores tope en la ZRP están señalados en la tabla 7 como los peces de las familias Lutjanidae, Serranidae, Carcharhinidae, etc. que corresponden a los recursos pesqueros principales. La remoción de estos predadores tope ha mostrado su impacto en la dinámica trófica, generando un efecto conocido como “Fishing down the marine web” (FDW; Pauly *et al.* 1998; Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitron, 2011). Este efecto de FDW tiene un impacto en todo el ecosistema desde los niveles tróficos altos hasta llegar a los productores primarios como algas, pastos marinos ó plancton afectándolos de manera negativa y degradando el

ambiente (Moyle & Cech 2004). A este proceso se le denomina cascadas tróficas son significantes ecológicamente y muy importantes para el manejo de reservas naturales.

La ZRP presenta diversidad de ambientes que promueve el buen funcionamiento del ecosistema y las redes tróficas, los pastos marinos proveen refugio para larvas, juveniles y especies de pequeñas dimensiones, y alimento para los peces que consumen plantas o invertebrados. Los arenales albergan gran variedad de especies de pequeños invertebrados entre el sedimento. Las rocas y formaciones de corales albergan una gran variedad de especies como refugio a grandes depredadores y en ocasiones forman los *hotspots* de diversidad en dichas zonas (Fig. 26). En conjunto, todos estos ecosistemas constituyen un hábitat que es utilizado por diversas especies de peces e invertebrados para alimentación, refugio y crianza; asimismo, la presencia de manglar cubriendo casi en su totalidad la franja lagunar, ofrece sitios adecuados para la protección contra depredadores y proveen el sustrato adecuado para el asentamiento de especies como la langosta.

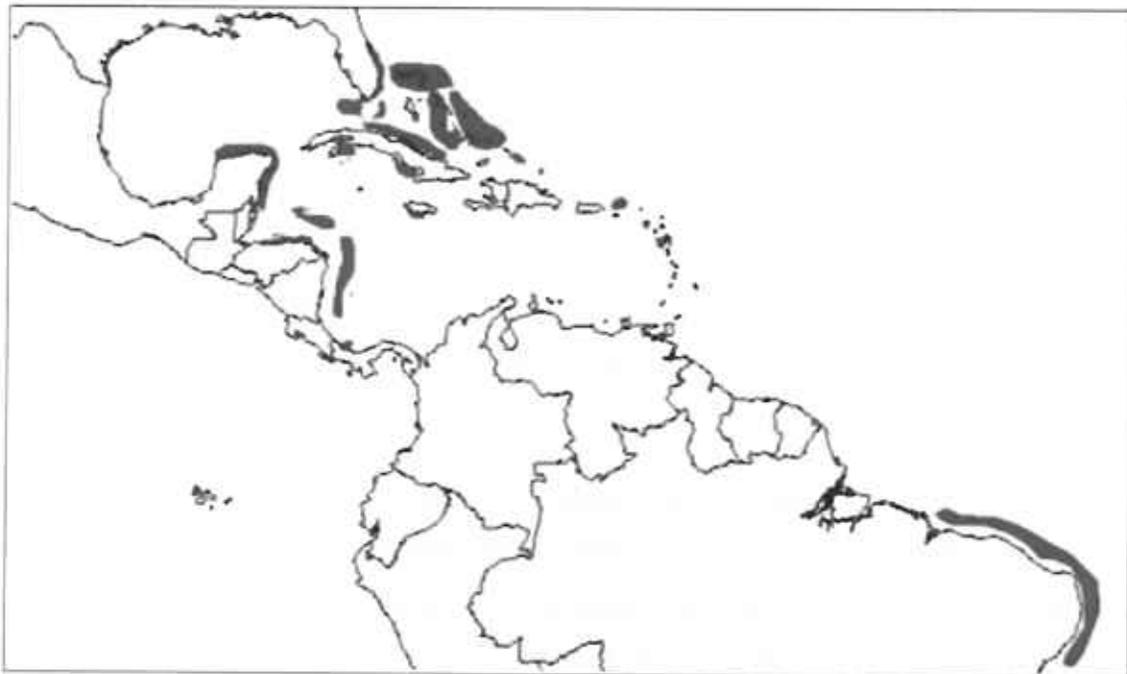


**Figura 26.** Diversidad de ambientes reportadas que favorecen redes tróficas en la ZRP. A) Pasto marino, B) Bocana de la Laguna Costera, C) Lajas y Rocas, D) Esponjas, corales y macroalgas. (Fotos: Miguel Cabrera, Leopoldo Palomo y Ariel Chi).

## 5. Información poblacional de la especie objetivo

### 5.1 Estimación de la distribución de la langosta espinosa

La langosta del Caribe *Panulirus argus* tiene una distribución tropical y subtropical desde las costas de Carolina del Norte en Estados Unidos hasta Brasil, incluyendo las islas del caribe y la Península de Yucatán (Fig. 2). Esta especie habita desde zonas sublitorales hasta zonas cercanas a los 100 m de profundidad y ha sido definido como como una metapoblación, dada su amplia distribución y el largo periodo de vida de los organismos en etapa larval (larvas filosomas).



**Figura 27.** Zona de distribución de la langosta espinosa *Panulirus argus* en la región del Gran Caribe. (Fuente: Modificado de Cruz 2002, reportado en Salas et al. 2005).

Una metapoblación consiste en un conjunto de poblaciones locales distribuidas entre los hábitats sumidero (receptores de larvas) y fuente (proveedores de larvas). En los hábitats fuente, el auto reclutamiento es considerable, mientras que las poblaciones de los hábitats sumidero dependen en mayor medida de los excedentes reproductivos de los hábitats fuente (Pulliam, 1988).

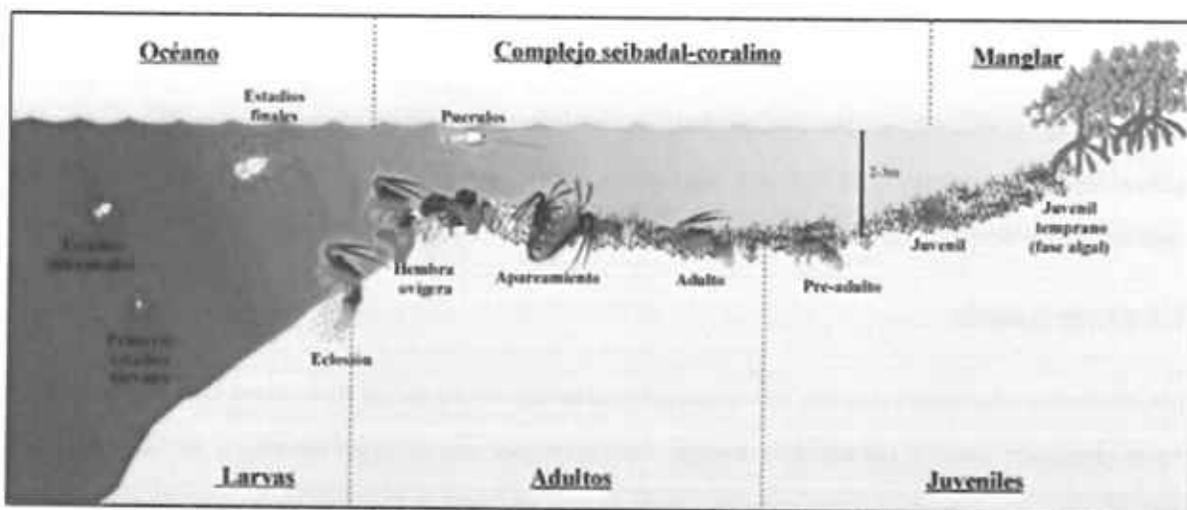
Para el caso de la langosta *Panulirus argus* se han descritos diferencias poblacionales entre las langostas de Brazil y las del Caribe (Sarver *et al.*, 1998). Por un lado, las langostas de Brazil representan una metapoblación cerrada, es decir, sin conectividad geográfica, mientras que las langostas del Caribe representan una metapoblación abierta. De acuerdo con Siberman *et al.*, (1994) y Sarver *et al.*, (1998) no se ha determinado una diferenciación genética entre las poblaciones del Gran Caribe. Estos resultados apoyan la idea de que *Panulirus argus* constituye una metapoblación Pan-caribeña con poblaciones locales conectadas a través de la dispersión larval, las cuales incluyen las costas de Yucatán.

De acuerdo con Davis (1980) se han observado cambios en la densidad poblacional de *P. argus* relacionados principalmente con la temperatura, y estos cambios se han asociado a movimientos migratorios hacia aguas profundas. Además, las interacciones entre factores ambientales como la temperatura, luz, fotoperiodo, salinidad y el comportamiento de los Palinuridos son complejas y dichos parámetros afectan los patrones de movimiento, reproducción, reclutamiento, crecimiento y la distribución regional y local de la población. A pesar de ello, este comportamiento también ha sido aprovechado por los pescadores para incrementar sus capturas (Herring *et al.*, 1973; Ramos, 1974; Kanciruk, 1980).

Particularmente, para *P. argus* en la península de Yucatán se conoce poco sobre la magnitud y estacionalidad de las migraciones. Cabrera-Pérez *et al.*, (1994) realizaron un estudio de migración para las localidades de Río Lagartos y Punta Allen en Yucatán usando un indicador de anomalías proveniente de la estimación de mortalidad total de langostas, específicamente de la mortalidad natural. Los autores identificaron que cuando se inicia la temporada de pesca en julio, existe el ingreso de individuos (inmigración) a la población y al área de pesca en ambas localidades el cual está relacionado con el proceso de reclutamiento, y para el mes de septiembre los valores del indicador aumentan, lo que sugiere un proceso de emigración de langostas que alcanza un máximo para el mes de octubre coincidiendo con el inicio de los nortes en la región.

### 5.1.1 Ciclo de vida

El ciclo de vida de la langosta es complejo (Fig. 28), dado su largo periodo larvario y los requerimientos de los organismos en sus diferentes estadios (cambios ontogénicos), tanto en términos de hábitat como hábitos alimenticios. Estos organismos se han caracterizado como altamente dependientes de disponibilidad de refugio (Herrera & Ibarzabal, 1995; Salas *et al.*, 1996; Arce *et al.*, 1997; Ríos *et al.*, 2007). Se ha observado que las langostas buscan refugio durante el día y tienden a buscar alimento durante la noche (Childress & Herrkind, 2006).



**Figura 28.** Ciclo de vida de la langosta espinosa *Panulirus argus* de la región del Gran Caribe (Fuente: Valle *et al.*, 2011). Se refiere a los hábitats preferidos en cada una de las etapas ontogénicas de la langosta.

### 5.1.2 Reproducción

Como se muestra en la figura 28, el proceso de apareamiento y la fecundación tiene lugar en zonas arrecifales donde se inicia el proceso de incubación de los huevos (Cruz *et al.*, 1987; González-Cano *et al.*, 2000). En esta etapa los adultos alcanzan su madurez sexual entre los 2 y 2.5 años (Cruz & León, 1991); Ramírez (1992) registró entre los animales más pequeños en estado de madurez organismos de 133 mm de Longitud Abdominal (LA, talla legal permitida para su captura). Las hembras cuando alcanzan la madurez reciben un saco espermático del macho

(espermatóforo), este saco evidencia una mancha que los pescadores reconocen y definen como "hembras parchadas"; la liberación de las larvas filosomas se dan al cabo de 30 a 45 días en aguas profundas cercanas al borde de la plataforma (Buesa, 1972). La estación de desove se da bajo la influencia de un conjunto de condiciones ambientales cuyas variaciones anuales podrían resultar en retardos o adelantos del desove (Cruz *et al.*, 1991).

En el Caribe mexicano Ramírez-Estévez (1996) estimó la fecundidad en un rango de 280,400 a 1,308,200 huevecillos. A pesar de tener una alta fecundidad, el largo periodo larvario involucra una alta mortalidad en esta etapa y en la etapa de asentamiento de las postlarvas (Kanciruck & Herrnkind, 1976; Eggleston *et al.*, 1998; Briones-Fourzán *et al.*, 2008). En la costa de Quintana Roo varios autores reportan dos periodos de desove: uno entre febrero y mayo (con 70% de hembras grávidas) y finalizando a principios de agosto y un segundo pico de menor intensidad entre septiembre y octubre (González-Cano, 1991; Ramírez-Estévez, 1996).

### 5.1.3 Fase larvaria

Un elemento clave que aporta a la conceptualización de las langostas como una metapoblación es la duración de los estadios larvarios. Por ejemplo, en el caso de peces de arrecife se ha reportado que la duración del estadio larval puede ser de 1 a 2 meses, mientras que en *P. argus* va de 9 a 11 meses, lo que proporciona un mayor potencial de dispersión espacial (Lipcius & Cobb, 1994; Briones-Fourzán *et al.*, 2008). Este largo periodo de la vida pelágica de las larvas de langosta las hace altamente vulnerables a las condiciones ambientales, principalmente de las corrientes marinas, lo que puede generar impactos negativos en el reclutamiento de los individuos al asentarse como postlarvas y esto consecuentemente afecta el reclutamiento de los adultos jóvenes a las áreas de pesca (Phillips *et al.*, 1979).

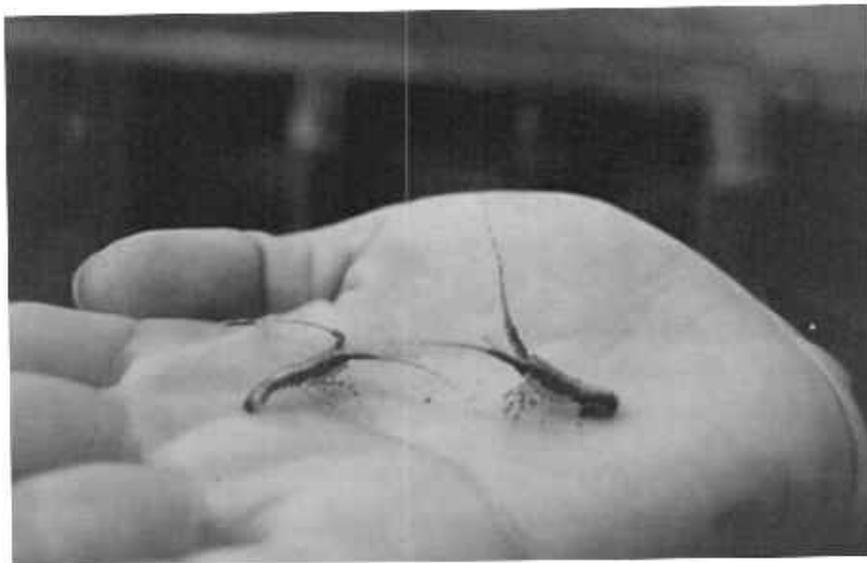
La dispersión de las larvas es un factor clave que define la estructura de las poblaciones de langosta y está influenciada por el momento, el lugar y el periodo de desove, así como por la duración de la permanencia de las larvas planctónicas en la columna de agua, entre otros (Cowen & Sponaugle 2009). La dispersión durante el periodo larvario planctónico es un elemento clave para entender la estructura metapoblacional de algunos recursos marinos, y se suele describir mediante cuatro tipologías generales: 1) falta de estructura poblacional debido a la amplia

dispersión de las larvas; 2) aislamiento por distancia geográfica, donde la conectividad de las larvas disminuye con el aumento de la distancia entre los sitios; 3) estructura de la población sin ninguna tendencia geográfica clara (caótica); y 4) estructura de la población explicada por enfoques de paisaje marino que incorporan explícitamente las variaciones espaciales y temporales en la dirección y la fuerza de las corrientes oceánicas (Munguia-Vega *et al.*, 2018).

#### 5.1.4 Asentamiento de postlarvas y reclutamiento

El asentamiento de las langostas juega un papel importante en el reclutamiento a las áreas de pesca. Después de un largo y complejo estadio pelágico, las larvas se transforman para cambiar a un estadio bentónico, una fase transicional nadadora llamada “Puerulo” (Fig. 29), la cual nada hacia los hábitats bentónicos costeros donde se fija en sustratos adecuados tales como pastos marinos, lechos de rodofitas o pequeños hoyos en rocas por lo que requieren refugios que aseguren su protección y disponibilidad de alimento a profundidades menores a los 10 m de profundidad (Arce *et al.*, 1997; Sosa-Cordero *et al.*, 1998; Lozano *et al.*, 2003). La disponibilidad de hábitat define el éxito en su supervivencia y el mantenimiento de la población (Marx y Herrkind, 1985; Marx, 1986; Butler & HSalas *et al.* 1996; Aguilar *et al.* 1999; Ríos-Lara *et al.*, 2018), comienzan a producirse cambios morfológicos que culminan en el primer estadio de la fase juvenil, iniciando su etapa bentónica por el resto de su vida (Fig. 30); en esta etapa ya se han diferenciado los sexos y posteriormente los juveniles adquieren hábitos gregarios y van cambiando de hábitat conforme se acerca la madurez sexual (Cruz *et al.*, 1987). En ese sentido, los diferentes hábitats son de gran importancia para el asentamiento, reclutamiento, crecimiento individual y producción de langosta.

Particularmente, para *P. argus* el monitoreo en la zona costera del Caribe y Florida ha mostrado una gran variabilidad intranual en el reclutamiento. En la zona del oeste del Atlántico se presentó asentamiento de langosta durante todo el año, pero con una mayor intensidad en los meses de verano (abril y septiembre); esto es en zonas cercanas a los sistemas de manglares y bocas de estuarios (Norman & Kojis, 1997). En la zona del Caribe mexicano se han reportado picos máximos de asentamiento en otoño, entre septiembre y octubre (Briones-Fourzán, 1994; Salas *et al.*, 2005).



**Figura 29.** Postlavas de langosta espinosa *Panulirus argus*. Foto. Miguel A. Cabrera registrado en Salas *et al.*, 2012).



**Figura 30.** Juvenil de langosta espinosa *Panulirus argus*. en la ZRP El Cuyo registrada en diciembre 2021. (Foto. Eva Coronado).

Otro fenómeno que también impacta en el reclutamiento de langosta es la pesca ilegal. En Yucatán existe la sobreposición de áreas de pesca de pepino de mar y langosta lo que fomenta la pesca ilegal de este último recurso. En ese sentido, Ríos-Lara *et al.*, (2018) reportó que, durante la temporada de pesca de pepino de mar, un mes antes de la temporada de pesca de langosta, se registró un 5% de pesca ilegal de langosta. Este porcentaje pareciera relativamente bajo, sin embargo, debido a que la langosta es un recurso de ciclo de vida largo (DOF, 2014), vulnerable durante el proceso de asentamiento (Manzanilla & Gasca, 2004), con un reclutamiento relativamente bajo y variable, con alta variabilidad en el crecimiento individual a lo largo del tiempo (Zetina-Moguel & Ríos-Lara, 2012); estos niveles de pesca ilegal pueden tener impactos negativos importantes en el reclutamiento y productividad de *P. argus*. El reclutamiento irregular y variable a lo largo del tiempo puede generar incertidumbre en la producción interanual a nivel local (Ríos-Lara, 2009), con consecuencias negativas sobre la biomasa de la pesquería (Amezcuacastro *et al.*, 2019).

#### **5.1.5 Reclutamiento de organismos**

El reclutamiento es el proceso que permite la renovación de individuos a las zonas de pesca. Cuando este proceso genera un bajo número de reclutas, la mortalidad natural y mortalidad por pesca tienen un impacto sensible en la biomasa de la población (Ponce-Díaz *et al.*, 2000). Seijo y Salas (1991) a través de la composición de tallas de langosta, describieron que la talla promedio de reclutamiento de *P. argus* en las costas de la península de Yucatán (Isla Mujeres, Sisal, Celestún, R. Lagartos, San Felipe, El Cuyo y Punta Allen) varió entre 135 mm y 195 mm en función de los distintos artes y métodos de pesca usados. Los autores reportaron que donde se usaron refugios artificiales la talla de reclutamiento fue de 135 mm, mientras que en aquellos sitios donde se usó compresor en el proceso de captura la talla de reclutamiento varió entre 145 y 155 mm. La mayor talla de reclutamiento fue de 195 mm asociada a zonas de pesca donde se usó una gran variedad de artes de pesca, incluyendo trampas. Particularmente, para El Cuyo, los autores determinaron que el reclutamiento ocurrió a una talla promedio de 145 mm.

Para las costas de Yucatán se ha reportado que el asentamiento de juveniles a la población ocurre entre los 70 mm y 150 mm (Kanciruk & Herrkind 1976), sin embargo, factores meteorológicos pueden modificar los patrones de reclutamiento; se ha reportado que eventos como huracanes tienen un impacto en los hábitats críticos y pueden afectar el proceso de asentamiento de postlarvas y por lo tanto el reclutamiento a la pesquería.

Ríos-Lara y Salas (2008) señalan que el huracán Isidoro ocurrido en 2002 ocasionó cambios en los hábitats principalmente en las zonas someras, lo que eventualmente pudo tener un impacto sobre el reclutamiento de juveniles en la zona, ocasionando fallas en este proceso lo que podría haber afectado la temporada de pesca inmediata (2003). En 2005, la presencia del Huracán Wilma de gran impacto en el Caribe mexicano ocasionó movimientos a lo largo de toda la columna de agua en la plataforma continental de Yucatán. En este caso el reclutamiento de langosta a la plataforma proveniente del Caribe pudo verse afectado ya que la producción de langosta bajó en un 43% en la temporada de pesca siguiente (2006). De esta forma, es posible identificar que las fallas en el reclutamiento de la langosta debido a la presencia de huracanes de alto impacto en las costas de Yucatán se observan inmediatamente en la siguiente temporada de pesca.

Por otro lado, las mareas rojas son un fenómeno natural que afecta poco a las langostas, debido a que éstas se alejan de la franja costera afectada hacia aguas más profundas, quedando fuera del alcance de los pescadores. Sin embargo, de acuerdo con lo reportado por Ríos-Lara (2009) este fenómeno coincide con el descenso en la captura de langosta lo que limita su producción y rendimiento, coincidiendo con la migración de langostas hacia aguas profundas. Esto no descarta sin embargo el impacto en organismos juveniles que se encuentran en zonas someras donde generalmente se ve el efecto de la marea roja. Uno de los aspectos relevantes que influye en el reclutamiento y productividad de las langostas *P. argus* con consecuencias en las capturas son precisamente los movimientos migratorios masivos que han sido asociados a diferentes factores.

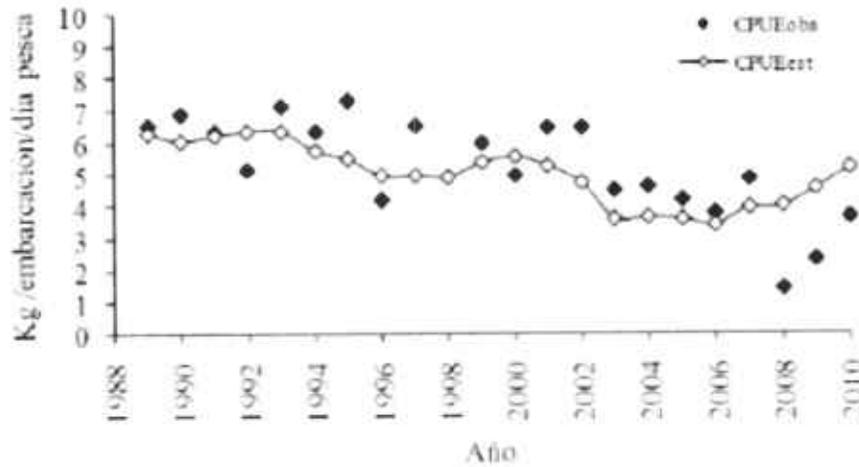
A pesar de los esfuerzos realizados en investigación sobre el reclutamiento de la langosta en las costas de Yucatán, no existen estudios que determinen el patrón temporal de reclutamiento con precisión. Estudios realizados por Salas et al. (1996) y Aguilar et al. 1999 sin embargo refieren a la

relevancia de los pastos, algas rodofitas y raíces de manglar como sitios de asentamiento de postlarvas de langosta y refugio de juveniles de langosta espinosa en la región oriente del estado.

Conocer este patrón es de gran importancia para los usuarios del recurso porque la biomasa vulnerable depende de los niveles de reclutamiento y asentamiento de las postlarvas, cuidar los hábitats críticos para estas etapas de vida de uno de sus recursos más importantes a nivel pesquero es de resaltar. Los factores que generan variabilidad en el reclutamiento y han tenido un impacto sobre la población de langosta, apoyan la idea de que en las costas de Yucatán han existido fallas en el reclutamiento y que estos cambios en los patrones de reclutamiento pueden ser irregulares a lo largo del tiempo, y de intensidad variable. Este tipo de reclutamiento ya ha sido reportado para otras pesquerías de invertebrados marinos (Amezcuca-Castro *et al.*, 2019; Luquin-Covarrubias *et al.*, 2020). Donde se resalta que, además de procesos de manejo pesquero vinculantes, es importante asegurar un hábitat apropiado para el desarrollo de las especies a lo largo de su ciclo de vida, especialmente si estos cambian en el proceso ontogénico, como el caso de la langosta.

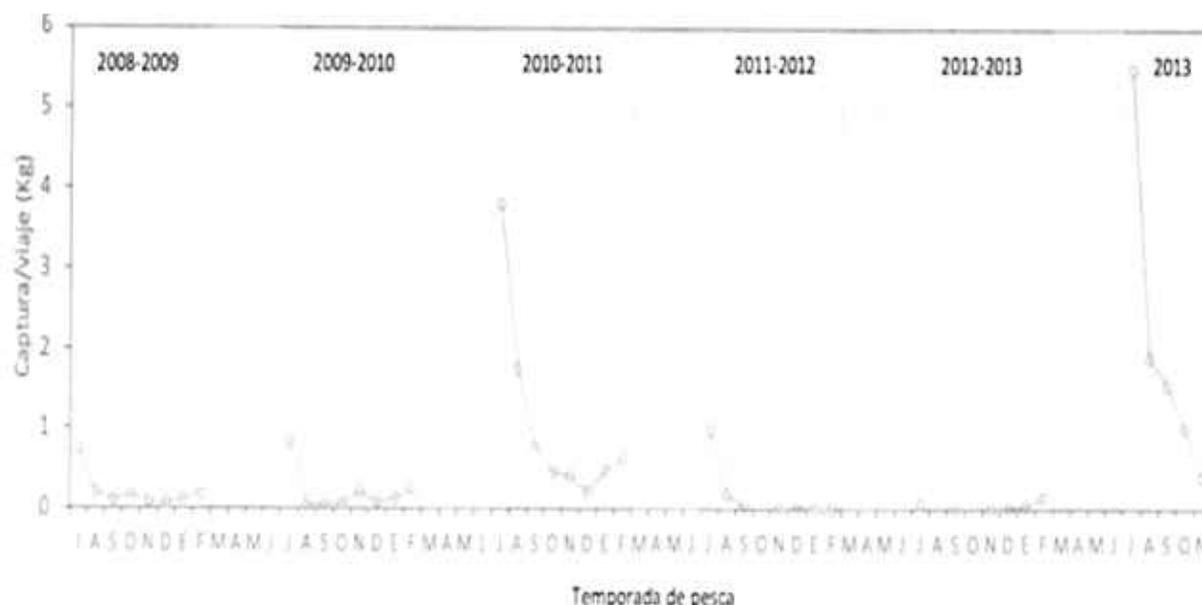
## **5.2 Estimación de la abundancia (Captura por Unidad de Esfuerzo CPUE)**

Oficialmente la temporada de pesca de langosta tiene una duración de ocho meses (1 de julio-28 de febrero del año siguiente). En el plan de manejo de la langosta se refiere a patrones en la abundancia de las poblaciones de langosta, fluctuando entre 2 y 7 kg por día de pesca (Fig. 31).



**Figura 31.** Captura por Unidad de esfuerzo (CPUE) de la langosta espinosa en Yucatán incluyendo datos observados y datos modelados por Río-Lara (2009).

Analizando las capturas al interior de cada temporada de langosta con datos de captura por pescador proporcionados por la SCPP El Cuyo, en la figura 32 se presenta la variación mensual de la CPUE por temporada de pesca a través del periodo 2008-2013. Las áreas sombreadas en verde señalan el periodo de veda de esta especie. En general se observa el comportamiento típico de una pesquería de especies de baja movilidad que están sujetas a una veda, donde el comportamiento esperado de la flota se refleja al inicio de la temporada de pesca cuando se registra la mayor actividad y posteriormente las capturas van decayendo, teniendo por tanto una CPUE más alta al inicio de la temporada (3.8 kg/viaje en julio de las temporadas 2010-2011 y 2013) que disminuye hacia el final de esta. Se ha documentado que el comportamiento observado en las operaciones de pesca está relacionado por la disminución de la abundancia de langosta cerca de la costa y por el redireccionamiento del esfuerzo pesquero hacia la pesquería de pulpo cuya temporada de pesca se traslapa con la de langosta (agosto-diciembre), (Salas *et al.*, 2015).



**Figura 32.** Variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo por temporada de pesca (kg/viaje de pesca) en la pesquería de langosta de El Cuyo (periodo julio 2008 - noviembre 2013). Fuente: estimada con datos proporcionados por la SPCP El Cuyo.

La CPUE ha sido muy fluctuante de año en año con un impacto sustancial en la producción de esta especie (Fig. 32), esto es para el periodo para el cuál se cuenta con datos hasta ahora la pesquería ha mostrado señales de baja en la producción año con año. Esto puede se confirme al observar los valores de los indicadores promedio de la CPUE para cada temporada de pesca (Tabla 8), donde únicamente en dos temporadas de las seis reportadas aquí fueron con un CPUE mayor a 1 kg/viaje.

La disminución de las capturas es un reflejo de los factores que influyen en el comportamiento y distribución de los recursos pesqueros, sobre todo en la península de Yucatán. Tanto el mismo recurso como las actividades de extracción dependen de manera importante de las condiciones ambientales que imperan año con año en la región (Huracanes, tormentas tropicales, Nortes, mareas rojas), limitando de manera importante el desarrollo de la actividad pesquera e impacta directamente sobre los recursos pesqueros y su hábitat.

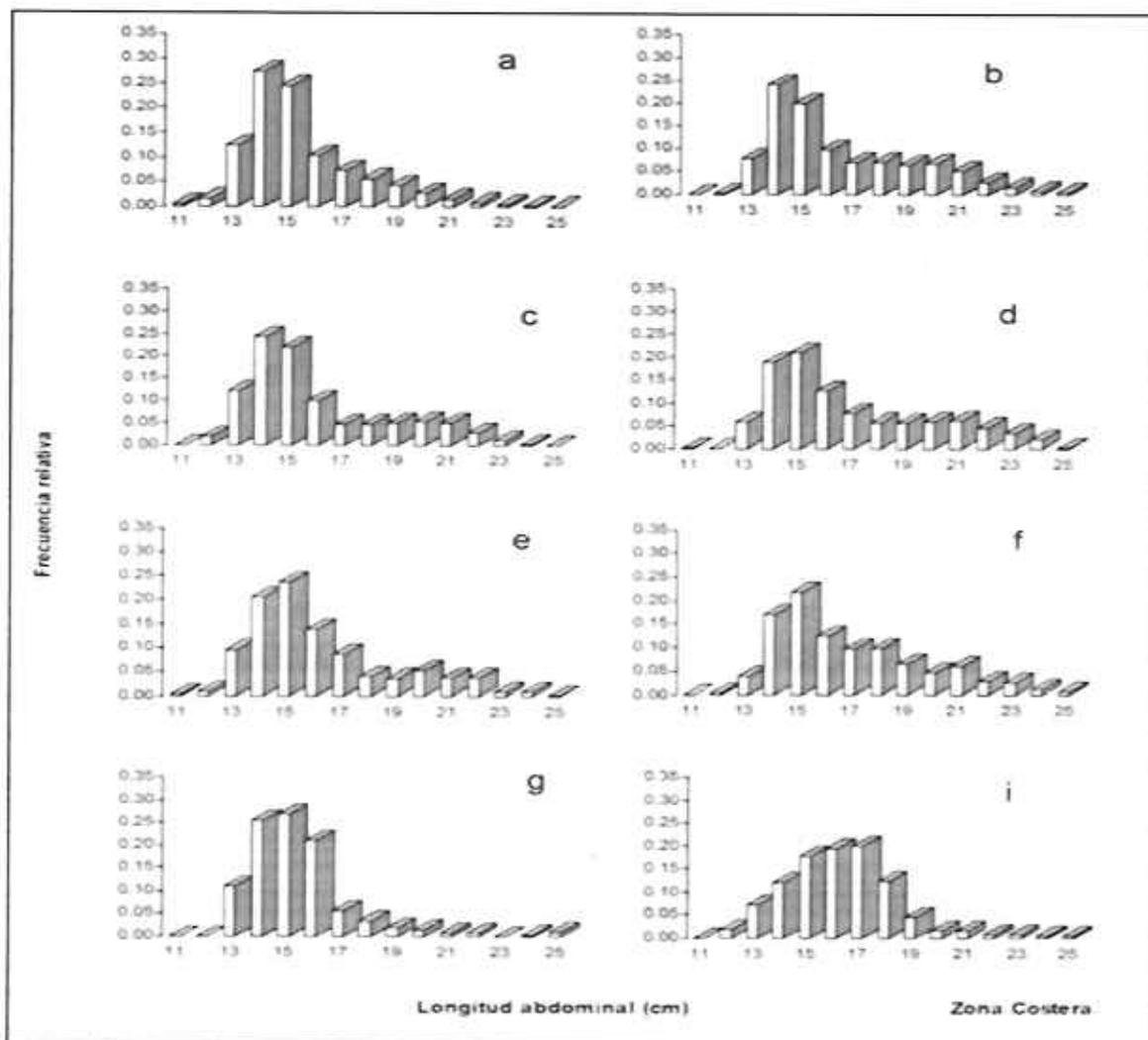
**Tabla 8.** Indicadores de la captura por unidad de esfuerzo (kg) por temporada en la pesquería de langosta en el puerto de El Cuyo.

Temporada	Captura/viaje	Captura/Emb	CapTot/DíaPesca
2008-2009	0.2	3.0	13.2
2009-2010	0.2	2.7	11.9
2010-2011	1.1	16.6	68.7
2011-2012	0.2	3.4	12.4
2012-2013	0.0	0.5	2.5
2013 (J-N)	2.1	34.0	139.7

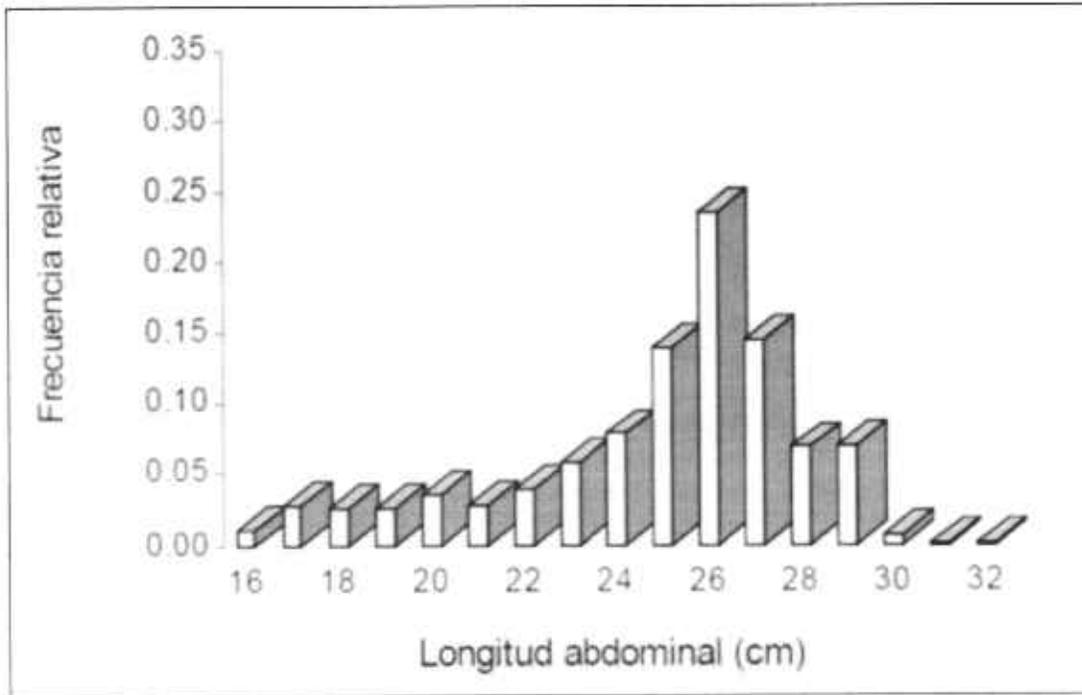
### 5.3 Composición de frecuencia de tallas de langosta

Las langostas como otros crustáceos decápodos tienen la cabeza fusionada al tórax (cefalotórax) y presentan dimorfismo sexual. Cada sexo presenta características sexuales externas o secundarias diferenciables. El macho es más robusto, de cefalotórax más ancho y de abdomen más estrecho y corto que el de las hembras de la misma talla; los machos presentan pleópodos unirrámeos mientras las hembras, estas estructuras son birrámeas. En ellas se desarrolla una hilera de setas o cerdas sobre el endópodo cuando la hembra alcanza su madurez sexual, que sirven para fijar los huevos. Estas setas no se presentan en hembras juveniles, ni en adultas que han terminado el proceso reproductivo anual (DOF, 2014).

Dada su distribución espacial de acuerdo con su desarrollo ontogénico es común ver juveniles y adultos jóvenes en zonas someras y adultos reproductores en zonas profundas. Así la distribución de tallas es unimodal con organismos entre los 11 y 25 cm de longitud cefalotorácica en las zonas costeras (Fig. 33) y entre 16 y 32 cm de LC en zonas profundas como en áreas circundantes al Arrecife Alacranes (Fig. 34).



**Figura 33.** Estructura poblacional de langosta captura en la zona costera de Yucatán en diferentes periodos del año de julio (a) a diciembre (f) y de enero y febrero (g y h) (valores promedio de 1997-2002). Fuente Ríos-Lara (2009).



**Figura 34.** Estructura poblacional de langosta en la zona arrecifal profunda con valores promedio de 2000-2002. Fuente: Ríos-Lara, 2009.

## 6. Información Pesquera

### 6.1 Esfuerzo pesquero

En el 2010 la población pesquera en el Cuyo alcanzaba los 986 pescadores (659 fijos y 327 eventuales) (Subdelegación de Pesca en Yucatán, SEMARNAT); para 2020 esta cifra había disminuido significativamente a 691 pescadores registrados de los cuales el 40% habitaba en la comunidad y el resto viajaba desde comunidades cercanas del municipio de Tizimín (SEPASY, 2020). Mas recientemente en 2022, se reporta que el número de pescadores registrados en El Cuyo aumentó a 703, de ellos, el 67% habita en la comunidad y el resto proviene de 14 comunidades aledañas (Tabla 9).

**Tabla 9.** Número de pescadores registrados por comunidad dependientes del municipio de Tizimín (Fuente: SEPASY, 2022).

LOCALIDADES	N.º PESCADORES
El Cuyo	471
Santa Rosa y Anexas	65
Moctezuma	48
Dzonot Carretero	31
Tizimín	28
Santa María	25
Santa Ana	8
La Sierra	7
Cenote Azul	6
San Pedro Bacab	6
Colonia Yucatán	4
Tixcancal	2
Samaria	1
Yohactun De Hidalgo	1

Estos pescadores forman parte de grupos organizados como la sociedad cooperativa de pescadores local, o son colaboradores de empresas dirigidas por permisionarios pesqueros de diversa índole, así como la participación de pescadores libres vinculados al sector.

Las embarcaciones utilizadas por los pescadores locales son básicamente de tipo artesanal. En el 2010 había en la localidad 703 embarcaciones de este tipo, cinco de las cuales no contaban con registro, 68 de estas embarcaciones eran propiedad de los socios de la SCPP El Cuyo y participaban además de la pesca de escama, pulpo y en la pesquería de langosta amparadas bajo el permiso de concesión otorgado exclusivamente a la Sociedad para el aprovechamiento y explotación de esta especie. En la pesquería de langosta participan 136 pescadores que están afiliados a la cooperativa y 68 pescadores eventuales (Subdelegación de Pesca en Yucatán).

En 1994 cuando la concesión le fue otorgada a la SCPP Pescadores de El Cuyo comenzó con 51 embarcaciones con sus respectivos motores fuera de borda y equipos de buceo y 107 socios amparados por la concesión. Desde el otorgamiento de las áreas de concesión de langosta en 1994, muchas de las embarcaciones en el estado de Yucatán, que comenzaron a operar en la pesquería, han sido dadas de baja por su estado y antigüedad debido a que el periodo de vida útil de una embarcación ribereña es de 20 años con un mantenimiento adecuado.

Dadas las características de esta flota, los pescadores locales no cuentan con un capital cuantioso, en comparación con la que se requiere para la emprender actividades en la pesca de mediana altura o pesca de alta mar. El material con la que están diseñadas es de fibra de vidrio y resina de poliéster, con eslora entre 6.3 y 7.9 m, y tienen un tonelaje neto de 0.84. Generalmente usan motores fuera de borda tipo Yamaha con potencia entre 40-60 HP. El número de tripulantes a bordo de las embarcaciones puede variar dependiendo de la época de año y el tipo de pesquería.

En la pesquería de escama pueden participar hasta dos pescadores por embarcación, en tanto que en la pesca de pulpo y langosta llegan a ser tres. En esta última, la tripulación consta de dos buzos y un timonel. La autonomía y áreas de pesca de las embarcaciones artesanales que se emplean en El Cuyo son limitadas, generalmente cercanas a la costa, motivo por el cual la jornada de pesca es de un día.

## 6.2 Descripción de métodos, artes de pesca y zonas de pesca

Dada la naturaleza de pesca múltiple que se realiza en la comunidad de El Cuyo, como en el resto de las comunidades de la península de Yucatán (López-Rocha *et al.*, 2021), los artes empleados para la actividad pesquera son igualmente diversos, resaltando el gareteo para la captura de pulpo, la línea y palangre para especies de escama (peces demersales diversos) y el buceo para la langosta y el pepino de mar. De igual forma se usan redes de tipo agallera y sardinera para la pesca de carnada (sardinas), así como de algunas especies pelágicas como el carito y sierra y algunas otras especies como el canané.

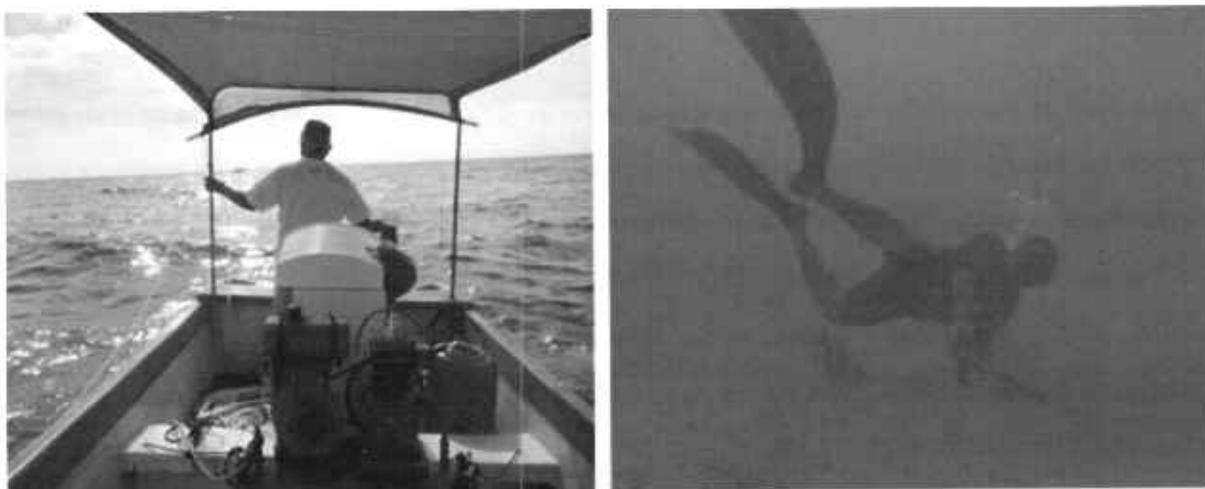
El gareteo es un método de pesca selectivo para la pesca del pulpo. En el proceso se usan jimbas (varas de bambú) con jaibas o cangrejos como carnada; ocasionalmente se usan botes de menor tamaño (3 m) llamados “alijos”. Para ampliar el área de operación, se usan dos jimbas por bote y por alijo, cuyo tamaño es variable en los diferentes puertos (Coronado *et al.*, 2020a; López-Rocha *et al.*, 2021). La pesca con palangre es común en la península de Yucatán, el tipo y número de anzuelos puede variar por puerto, por tipo de especies a capturar y por unidad productiva (embarcación) (DOF, 2014a). La línea de mano es también usada para la pesca de escama.

En las costas de Yucatán, los métodos de captura empleados para la pesca de langosta espinosa dependen del tipo de fondo y la embarcación empleada (Seijo & Salas, 1991; Salas *et al.*, 2012; Ríos-Lara *et al.*, 2013). Los métodos y artes de pesca para la langosta van desde trampas plegables que son utilizados por la flota mayor principalmente en áreas profundas del Arrecife Alacranes (caladas entre los 40 y 50 m de profundidad) hasta buceo con compresor tipo Hookah y buceo libre en zonas más someras; en el norte de Quintana Roo (Salas *et al.* 2005; Ríos-Lara *et al.*, 2013), se llegan a emplear redes para atrapar langosta durante sus migraciones (Ramos, 1974). El buceo con compresor se empezó a utilizar a principios de 1970 operando a profundidades entre 3 y 36 m, hecho que coincidió con la modernización de la flota.

En Yucatán, el sistema de buceo tipo Hookah es utilizado por todos los pescadores de langosta que pertenecen a las diferentes Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera. Los elementos que conforman este método de captura son un compresor de aire que funciona con gasolina, un

tanque de acero para almacenar aire a presión, una manguera de aproximadamente 100 m de largo mediante la cual se le suministra aire al buzo y una boquilla (Fig. 35).

Como equipo complementario, los pescadores utilizan visor y aletas y dispositivos de captura como un gancho o bichero para extraer langosta de las cuevas, un arpón para la captura de especies de escama y una varilla de acero en la cual se insertan las langostas y especies capturadas. El tiempo de inmersión puede durar hasta tres horas o más dado que el sistema permite administrarle un flujo continuo de aire al buzo.



**Figura 35.** Equipos e implementos de pesca utilizados en la pesca de langosta en la costa oriente de Yucatán. (Fotos: O. Huchim y A. Tun).

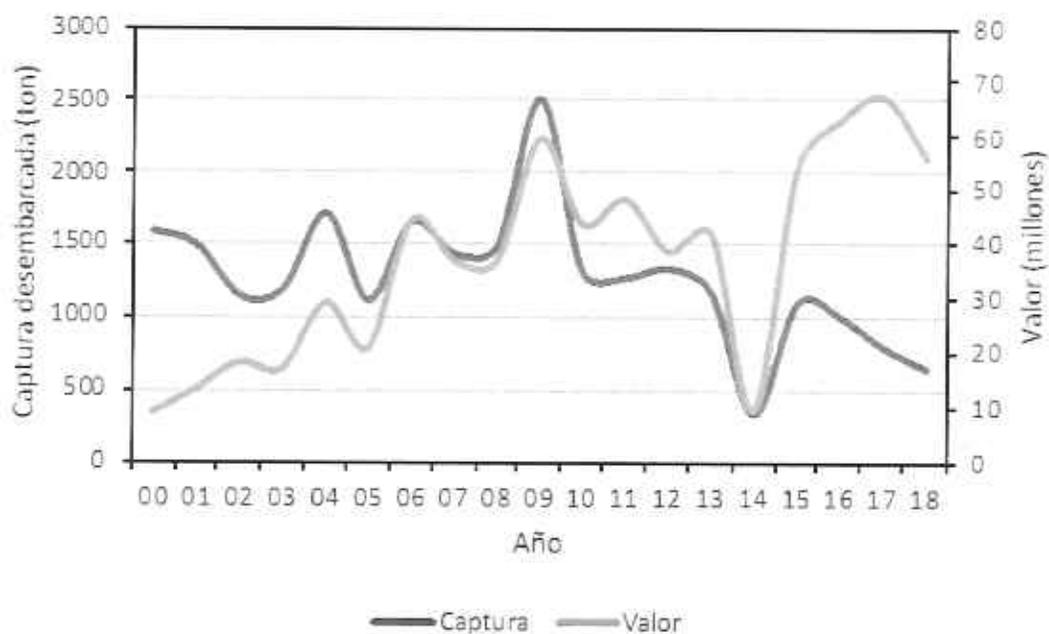
### 6.3 Captura histórica y promedio anual

Al igual que con el resto de la actividad pesquera en Yucatán, la pesca en El Cuyo es considerada en esencia, de naturaleza multiespecífica debido a la gran diversidad de especies que se capturan y desembarcan en el puerto de abrigo de esta localidad. El análisis de la información de las capturas locales muestra que la composición por especies de los desembarcos ha llegado a ser de hasta 72 especies entre peces (denominada también como escama), moluscos y crustáceos (datos de la SPPP El Cuyo).

De ellas las más importantes en cuanto al volumen desembarcado son: pulpo (*Octopus maya*), meros (*Epinephelus morio*, *E. striatus*, *E. guttatus*, *Mycteroperca microlepis* y *M. bonaci*), langosta (*Panulirus argus*), carito (*Scomberomorus cavalla*), pepino de mar (*Badionotus spp.*), chac-chi

(*Haemulon plumieri*), boquinete (*Lachnolaimus maximus*); pargo (*Lutjanus spp.*), canané (*Ocyurus chrysurus*), esmedregal (*Rachycentron canadum*), cazón (*Rhizoprionodon terranovae*), sierra (*Scomberomorus maculatus*) y en menor grado mojarra (*Calamus spp.*), coronado (*Seriola rivoliana*, *S. dumerili*), corvina (*Cynoscion arenarius*, *C. nebulosus*) y pámpano (*Trachinotus spp.*). Sin embargo, desde un punto de vista económico las especies que generan año con año la mayor derrama económica en la localidad son pulpo, mero, carito y langosta. El pepino de mar rindió buenos rendimientos por un periodo corto, pero actualmente se encuentra en veda permanente e indefinida (DOF, 2018). La langosta y pulpo tienen normas de manejo claras, los peces demersales caen dentro de la categoría de “escama”, incluido el mero, lo que deja muchas especies sin pautas de manejo específicas (DOF, 2014b; Ramos-Miranda *et al.*, 2021).

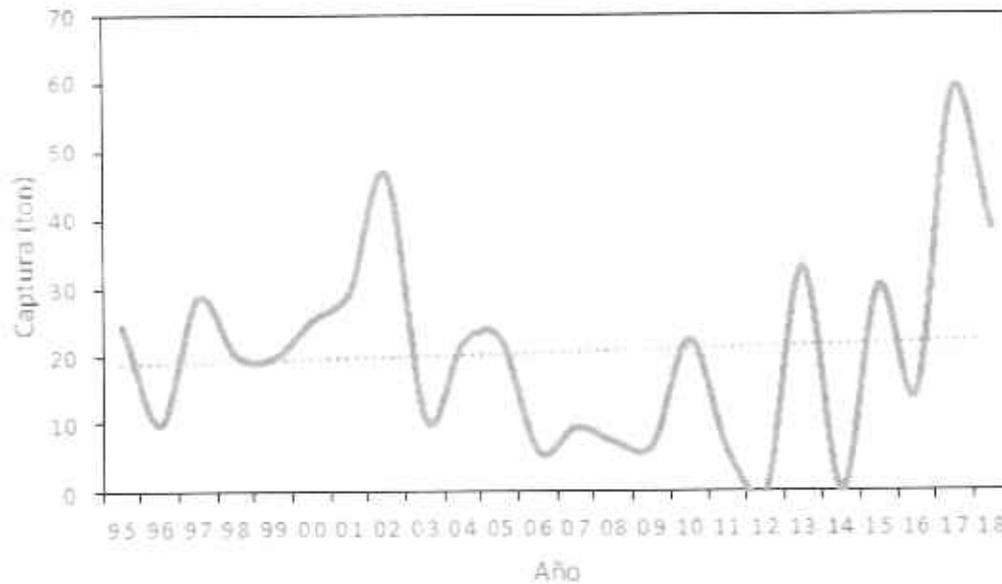
Entre los años 2000 y 2019 los registros de capturas fueron estables en un rango 1,000 a 1,500 toneladas, y un máximo en el 2009, cuando se registró la producción pesquera más alta de este periodo con cerca de 2,500 ton. Después de este pico la producción cayó de manera pronunciada hasta alcanzar su punto más bajo en el 2014 con un valor de 345 toneladas de productos pesqueros (Fig. 36).



**Figura 36.** Producción y valor comercial de los desembarcos en el puerto de El Cuyo, Yucatán (Fuente: SAGARPA, Delegación Federal en Yucatán).

### 6.3.1 Captura histórica de langosta

Con relación a la pesca de langosta en El Cuyo, las tendencias de captura siguen patrones similares a los reportados a nivel de todo el estado. Analizando las capturas de langosta obtenidas por pescadores locales a lo largo de 23 años (1995-2018), en términos generales, se puede decir que la pesquería de langosta a nivel local muestra fluctuaciones, pero manteniendo niveles promedio alrededor de las 20 toneladas anuales (Fig. 37).



**Figura 37.** Tendencia histórica de las capturas desembarcadas de langosta en el puerto de El Cuyo, Yucatán (Fuente: SAGARPA, Delegación Federal en Yucatán)

Analizando a detalle la figura 37, se observa que las capturas mostraron una tendencia ascendente entre 1996 y el 2002 (46.7 toneladas), después del cual se registra una caída en la producción que alcanza su nivel más bajo en 2012, cuando solamente se capturaron 0.2 toneladas; la causa de ello fue que la pesquería operó únicamente durante dos meses de toda la temporada de pesca (febrero y agosto). Posteriormente a esta caída y casi al mismo tiempo que la pesquería en todo el estado, se presenta un aumento en las capturas hasta alcanzar la máxima producción histórica de langosta que hayan tenido los pescadores locales en todo el periodo evaluado, con 58.9 toneladas en el año 2017. Sin embargo, durante este último periodo, igualmente se presenta un

año atípico donde después de un año con buena captura, al año siguiente (2014) se registra una caída drástica en la misma (0.3 toneladas), una situación similar como sucedió en 2012, pero en esta ocasión, los pescadores de langosta locales únicamente trabajaron dos meses de la temporada de pesca (enero y febrero).

La disminución de las capturas es un reflejo de los factores que influyen en el comportamiento y distribución de los recursos pesqueros, sobre todo en la Península de Yucatán. Como refieren varios autores, la langosta es un recurso con alta sensibilidad a cambios en los patrones de reclutamiento debido a factores ambientales que imperan año con año en la región (Huracanes, tormentas tropicales, Nortes) (Arce *et al.*, 1997; Briones-Fourzán *et al.*, 2008; Ríos-Lara *et al.*, 2013; DOF, 2014b; Santana-Cisneros *et al.*, 2016). Esta sensibilidad y la presión por actividades de extracción dependen de manera importante de las condiciones ambientales limitando las operaciones (debido a los métodos de pesca empleados) y a los recursos (vulnerabilidad de larvas y juveniles), así como impactos en el hábitat debido a eventos como huracanes (Marx & Herrkind 1985; Salas *et al.*, 2005; Salas *et al.*, 2009).

#### **6.4 Contribución económica de la pesquería de langosta**

El valor de la producción pesquera mostró un incremento importante con valores máximos en el 2009, de acuerdo con las mayores capturas. A diferencia de la captura, los valores económicos muestran valores ascendentes a excepción del año 2004 (Fig. 36), generando un ingreso promedio anual de 60.3 millones de pesos en los últimos 4 años (2015-2018). Lo anterior hace evidente la importancia económica que ha tenido la actividad pesquera para la economía local sobre todo en los últimos años.

## 7. Información demográfica de la comunidad

De acuerdo con el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED<sup>4</sup>) el municipio de Tizimín está clasificado como urbano medio, corresponde a regiones donde más del 50% de la población municipal vive en localidades entre 15 mil y menos de 100 mil habitantes y cuenta con localidades con marginación muy alta y alta. Dentro de la jurisdicción municipal de Tizimín quedan comprendidas ocho localidades de importancia, incluyendo la cabecera municipal Tizimín (mismo nombre que el municipio), Colonia Yucatán, Chan Cenote, Dzonot Carretero, Popolnáh, Sucopo, Tixcancal y El Cuyo, esta última es la única comunidad costera (Tabla 10) y más de 100 pequeños asentamientos, rancherías y ejidos de menos de 100 habitantes.

**Tabla 10.** Distribución poblacional del municipio de Tizimín (Datos INEGI, 2020).

Nombre	Población	Población municipal (%)
Tizimín (cabecera)	52,593	64.25
Colonia Yucatán	1,264	1.73
<b>El Cuyo</b>	<b>1,787</b>	<b>2.14</b>
Dzonoto Carretero	2,184	2.99
Popolnáh	3,276	4.48
Sucopó	1,517	2.07
Tixcancal	2,165	2.96
Chan Cenote	2,225	3.04

En la tabla 11 se presenta un resumen de las características demográficas del municipio de Tizimín para los años 2005 y 2010 extraído del catálogo de localidades y micro regiones de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL<sup>5</sup>), la información presentada muestra el total de la población por sexo, el número de viviendas habitadas, población hablante de lengua indígena, así como los índices de marginación y pobreza del municipio.

<sup>4</sup> <http://www.snim.rami.gob.mx/>

<sup>5</sup> <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=31&mun=096>

**Tabla 11.** Resumen demográfico del municipio de Tizimín, Yucatán.

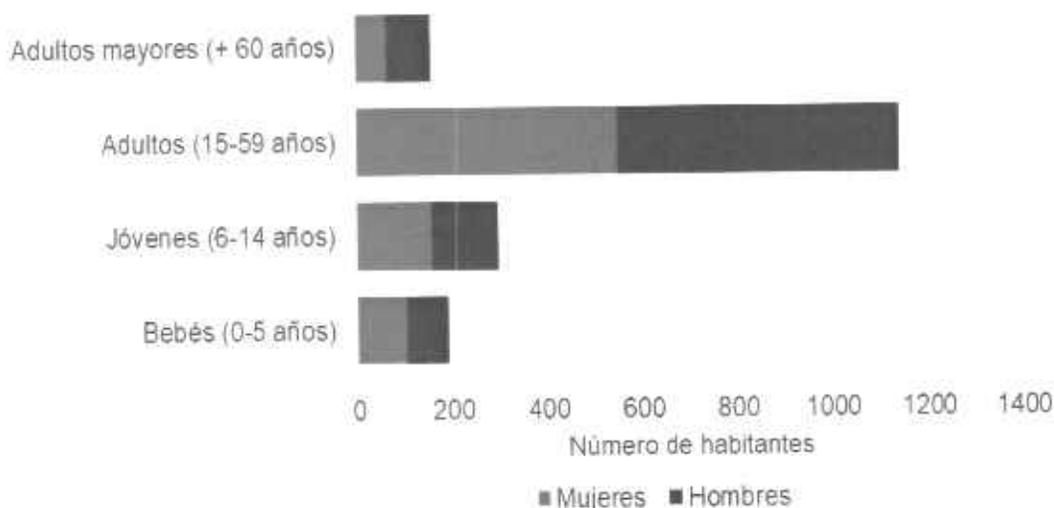
<b>Municipio de Tizimín</b>	<b>2005</b>			<b>2010</b>		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Datos demográficos						
Población total	34,736	34,817	69,553	36,468	36,670	73,138
Viviendas particulares habitadas		15,350			17,648	
Población hablante de lengua indígena de 5 años y más	14,586	13,686	28,272			27,969
<b>Índices sintéticos e indicadores de marginación y pobreza</b>						
Grado de marginación		Alto			Medio	
Lugar que ocupa en el contexto estatal		72			55	
Lugar que ocupa en el contexto nacional		1,234			1,071	
Grado de rezago social municipal		Medio			Bajo	
Porcentaje de población en pobreza extrema					23.21	
Población en pobreza extrema					15,441	
Lugar que ocupa en el contexto nacional					1,215	
Localidades por grado de marginación	Número	%	Población	Número	%	Población
Grado de marginación muy alto	14	4.26	432	16	3.55	264
Grado de marginación alto	62	18.84	22,695	69	15.3	70,481
Grado de marginación medio	2	0.61	45,480	1	0.22	1,264
Grado de marginación bajo						
Grado de marginación muy bajo						
Grado de marginación n.d.	251	76.29	946	365	80.93	1,129
Total, de localidades (Iter, 2005 y 2010)	<b>329</b>	<b>100</b>	<b>69,553</b>	<b>451</b>	<b>100</b>	<b>73,138</b>

### 7.1 Distribución poblacional en El Cuyo

La comunidad de El Cuyo registro en el último Censo de Población y Vivienda de 2020 una población total de 1,787 personas, de las cuales 868 corresponden a la población femenina y 919 a la población masculina (INEGI, 2020). La población se ha mantenido estable en los últimos 20 años y es una de las pocas localidades en el municipio y en general en el estado que incluso ha registrado ligeros decrementos poblacionales (Tabla 12). En el 2020 el 64% de la población se encontraba en un rango de edad entre 15 y 69 años y el 17 % eran jóvenes entre 6-14 años (Fig. 38).

**Tabla 12.** Población de la localidad de El Cuyo en el periodo 2005-2020

Población	2005	2010	2020
Hombres	903	803	919
Mujeres	845	764	868
Total	1,748	1,567	1,787



**Figura 38.** Distribución población de la comunidad de El Cuyo por edad y sexo (Datos, INEGI, 2020, elaboración propia).

De acuerdo con el CENSO de 2020, el 17.24% de la población se identificaba como indígena, lo que muestra una disminución importante con respecto a 2010, donde se registró que el 25.40% pertenecía a un grupo indígena. La misma tendencia decreciente se observó con respecto al porcentaje de la población que habla una lengua indígena, en este caso maya, ya que en 2010 se reportó que el 10% de los habitantes hablaba esta lengua y en 2020 solo el 6%.

## 7.2 Índice de marginalidad y nivel de escolaridad

De acuerdo con los datos de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL<sup>6</sup>) en El Cuyo hasta el año 2010 el grado de marginación era alto (Tabla 4), sin embargo, muestra un grado de rezago social bajo. Los indicadores de marginación han mostrado cambios y tendencias a la disminución de las carencias sociales, similar a la tendencia reportada para todo el estado de Yucatán en la última década (CONEVAL, 2020).

En El Cuyo el porcentaje de viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica paso de 4.89% en 2005 a 1% en 2020, otro de los indicadores con cambios significativos fue el porcentaje de viviendas sin agua entubada, ya que en 2005 el 10% de la población carecía de este servicio básico y en 2020 prácticamente el 100% de las viviendas contaba con este servicio (Tabla 13).

El porcentaje de vivientes con piso de tierra también mostró un decremento importante (Tabla 13), lo que sugiere una mejora en las características de los hogares. Durante la visita realizada a la comunidad durante diciembre 2021, se observó un alto porcentaje de viviendas en remodelación (por lo menos 3 por cada 10 viviendas) y otras que parecían haber sido remodeladas o ampliadas recientemente. En el recorrido por toda la comunidad fue evidente el constante paso de camiones con materiales y equipos de construcción.

---

<sup>6</sup> <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/IndiMarginacLoc.aspx?refnac=310960009>

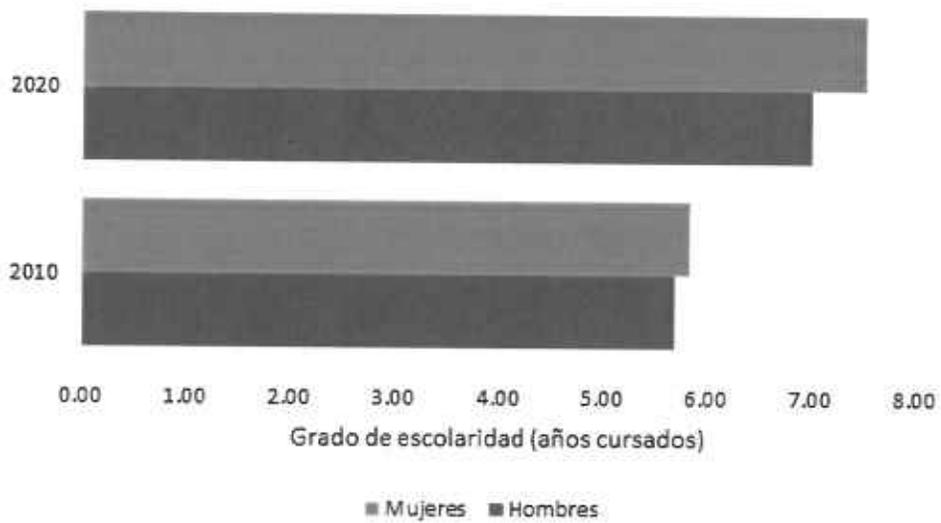
**Tabla 13.** Indicadores de marginación reportados para El Cuyo (Datos: INEGI, 2020).

<b>El Cuyo</b>	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2020</b>
Población total	1,748	1,567	1,787
% Población de 15 años o más analfabeta	15.58	9.16	6.05
% Población de 15 años o más sin primaria completa	50.19	44.60	30.00
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	6.85	6.98	6
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	4.89	3.37	1.05
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	10.34	2.59	0.4
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	50.37	1.37	
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	9.36	3.63	s/d
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	39.12	31.27	22.95
Índice de marginación	-0.65348	-0.67571	
Grado de marginación	Alto	Alto	s/d
Lugar que ocupa en el contexto nacional		77,381	s/d

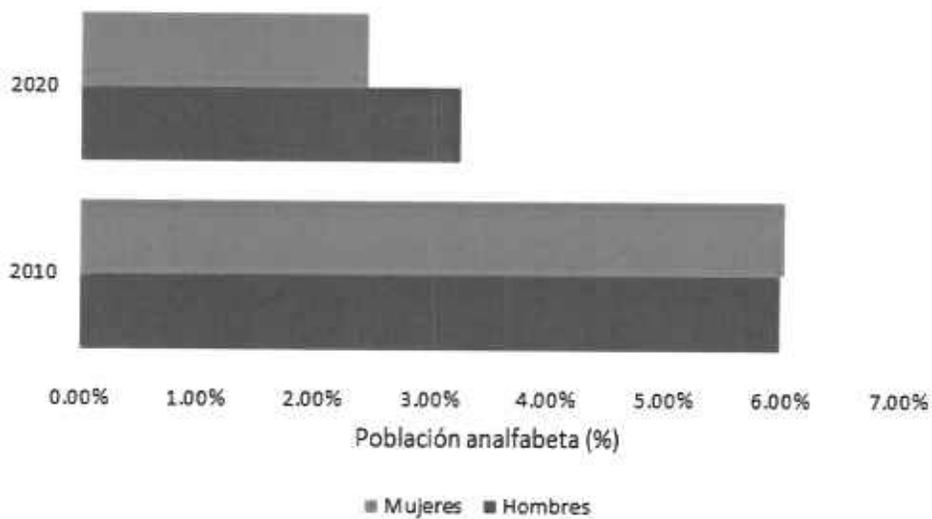
### 7.3 Nivel de escolaridad

En cuanto al grado de escolaridad se registró en 2020 que la población de El Cuyo tenía un promedio de 7.25 años de educación básica, lo que indica primaria completa y el primer año de educación secundaria, el grado de escolaridad mostró un incremento con respecto al CENSO 2010 (Fig. 39). En general entre el 2010 y 2020 las mujeres son las que reportaron incrementos más importantes en cuanto al grado de escolaridad en la comunidad.

Proporcional al incremento de escolaridad de la población se registró un decremento de la población analfabeta, pasando de 6% de la población en 2010 a menos de 3% en 2020 (Fig. 40). Las mujeres fueron el grupo que mostró una reducción más significativa en el porcentaje de analfabetismo, lo cual puede sugerir una apertura de las familias para que las niñas y adolescentes estudien.



**Figura 39.** Grado de escolaridad en la comunidad de El Cuyo para el periodo 2010-2020 (Datos INEGI, 2020, elaboración propia).



**Figura 40.** Porcentaje de población analfabeta en la comunidad de El Cuyo para el periodo 2010-2020 (Datos INEGI, 2020, elaboración propia).

## 8. Acceso a servicios de comunicación y servicios públicos

### 8.1 Infraestructura carretera y servicios de comunicación

La infraestructura carretera se encuentra en buenas condiciones, con carreteras de dos vías pavimentadas de mínimo seis metros de ancho y en algunos tramos hasta 12 metros de ancho con acotaciones y señalamiento en las vías Federales, estatales y municipales. Las características generales y tramos carreteros, así como los archivos de datos geográficos que integran los diversos elementos que conforman las vías de comunicación que permiten el tránsito de vehículos automotores carreteras, terracerías, brechas y principales vialidades de las áreas urbanas están disponibles en la página de red de carreteras de la Península de Yucatán<sup>7</sup>.

En El Cuyo menos de la mitad de la localidad cuenta con cobertura de calles con recubrimiento, ya que en su mayoría son calles con arenal, sin embargo las calles están bien delimitadas y cuentan con nomenclatura que ha sido instalada por el ayuntamiento de Tizimín, el ejido y en algunos casos propietarios de negocios y los propios pobladores, como se observó en los recorridos realizados en la comunidad donde se observaron señalamientos que indican como llegar a los principales puntos de la comunidad como el centro de salud, el muelle, comisaría municipal o el puerto de abrigo (Fig. 41).

En cuanto a los medios de transporte público, la línea Noreste cuenta con servicio diario de escalas hacia a El Cuyo, partiendo de la ciudad de Mérida hacia la cabecera municipal de Tizimín y de ahí hacia Colonia Yucatán y posteriormente a El Cuyo. También hay servicios de taxis que realizan el mismo recorrido y por transporte de alguna agencia de turismo que tenga viajes con destino a la comunidad. En el puerto la gente se mueve en auto, moto, bicicleta, y trici-taxi.

---

<sup>7</sup> [https://idegeo.geoint.mx/layers/geonode%3Ared\\_peninsular\\_de\\_caminos](https://idegeo.geoint.mx/layers/geonode%3Ared_peninsular_de_caminos)

En la localidad solo se sintoniza algunas estaciones de radio, entre ellas la estación Candela Tizimín que se trasmite en el 790 kHz de A.M. y simultáneamente en el 96.3 de F.M., la antena de dicha estación se localiza en la carretera Tizimín-Colonia Yucatán. También antenas repetidoras de Televisión Azteca y Televisa tienen cobertura en la localidad. La señal de celular e internet es buena en general, sin embargo, las condiciones climatológicas y constantes cortes de electricidad en el municipio puede afectar el servicio, que funciona con tecnología 2G (GSM) de acuerdo con el mapa de cobertura de Telcel<sup>8</sup>



Figura 41. Señalamientos viales en la comunidad de El Cuyo

<sup>8</sup> [https://www.telcel.com/mundo\\_telcel/quienes-somos/corporativo/mapas-cobertura#](https://www.telcel.com/mundo_telcel/quienes-somos/corporativo/mapas-cobertura#)

## 8.2 Servicios públicos

La población cuenta con plazas y jardines públicos (Fig. 42) y canchas deportivas bajo la responsabilidad del municipio y la comisaría. Entre los servicios privados con los que cuenta la localidad se encuentran farmacias, consultorios médicos, tiendas de conveniencia, tlapalerías, estéticas, barberías, y minisúper entre otros.

En el recorrido realizado en la comunidad se observó y los pobladores comentaron que próximamente se abrirán nuevas farmacias, consultorios médicos, servicios de reparación y mantenimiento doméstico, algunos de los dueños y responsables de estos nuevos puntos de servicios son originarios de El Cuyo que emigraron para estudiar y ahora han decidido regresar y establecerse en la comunidad.



**Figura 42.** Parque público infantil en la comunidad de El Cuyo

### 8.3 Unidades de salud y educación

En términos de salud y educación, la comunidad cuenta con un Centro de Salud (Fig. 43), a cargo del seguro popular hasta 2018 y ahora bajo la responsabilidad de los servicios de salud de Yucatán<sup>9</sup>. Esta Unidad médica cuenta con un médico de guardia de lunes a viernes y 3 enfermeros, que atienden casos generales y cuadros básicos. En caso de emergencias o consultas de especialidad los pobladores deben trasladarse a Tizimín y en casos más graves a la ciudad de Mérida. Hasta diciembre de 2021 la comunidad no estaba dentro del programa médicos 24/7 del Gobierno de Yucatán, que brinda servicios médicos durante los fines de semana. El consultorio médico que operaba en las instalaciones de la cooperativa ya no presta sus servicios.

En cuanto a la infraestructura educativa en la localidad se encuentran establecidas tres escuelas, una escuela preescolar, la primaria “Nicolás Bravo” que atiende un total de 236 alumnos, y la secundaria “Miguel Hidalgo” todas bajo la responsabilidad de la Secretaría de Educación Pública. Las escuelas de nivel medio superior y superior más cercanas se encuentran en la cabecera municipal, razón por la cual muchos jóvenes no continúan sus estudios o se ven en la necesidad de migrar de la comunidad.



**Figura 43.** Centro de Salud de la comunidad de El Cuyo

<sup>9</sup> <https://salud.yucatan.gob.mx/>

## 9. Relación con otras figuras de gobierno con relación a la preservación del medio ambiente

### 9.1 Áreas Naturales Protegidas: La Reserva de la Biosfera Río Lagartos

El Estado de Yucatán actualmente cuenta con seis Áreas Naturales Protegidas (ANP) de las cuales únicamente el Parque Nacional Arrecife Alacranes y la Reserva de la Biosfera Ría Celestún incluyen dentro de sus zonas de protección, áreas marinas (Tabla 14). De acuerdo con ello, el establecimiento o posible decreto de una ZRP fuera de estas dos ANP no constituye un potencial traslape con zonas sujetas a protección o regulación especial.

Como se ha mencionado en apartados anteriores, la comunidad de El Cuyo se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos<sup>10</sup> (Fig. 44). Sin embargo, el área de jurisdicción y plan de manejo de la Reserva no contempla la zonificación de sus áreas marinas (DOF, 2000).

El acceso a la Reserva se puede realizar por las carreteras pavimentadas que comunican con los poblados de San Felipe, Río Lagartos, Las Coloradas y El Cuyo, por el camino de terracería transitable parte del año que comunica los poblados de Las Coloradas y El Cuyo, también por vía marítima hasta los puertos de San Felipe, Río Lagartos y El Cuyo que cuentan con instalaciones básicas para embarcaciones de cabotaje.

La Reserva es una unidad administrativa y dentro de sus límites se encuentran diversos paisajes y ecosistemas como las planicies fluvio-palustres se dan lugar a los humedales, la laguna costera y la Ría, de gran importancia ecológica y económica por los servicios ambientales que presta como la guardería de especies pesqueras, captura de carbono, protección del manto acuífero, hábitat de especies protegidas y atractivo turístico (Bautista *et al.*, 2017).

---

<sup>10</sup> <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=57&reg=9>

**Tabla 14.** Áreas naturales protegidas que incluyen zonas marinas en el estado de Yucatán.

Nombre del Área	Categoría de Manejo	Estado	Región	Superficie (ha)	Superficie Terrestre (ha)	Superficie Marina (ha)	Fecha de decreto
Arrecife Alacranes	Parque Nacional	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	333,768	53.00	333,715	06/06/94
Bala'an K'aax	Área de Protección de Flora y Fauna	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	128,390	128,390		03/05/05
Dzibilchantún	Parque Nacional	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	539	539		14/04/87
Playa adyacente a la localidad denominada Río Lagartos	Santuario	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	606	606		29/10/86
Ría Celestún	Reserva de la Biosfera	Campeche y Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	81,482	61,926	19,555	27/11/00
Ría Lagartos	Reserva de la Biosfera	Yucatán	Península de Yucatán y Caribe Mexicano	60,347	60,347		21/05/99

Esta región fue decretada el 26 de junio de 1979 como zona de refugio faunístico; el 4 de Julio 1986 fue declarado sitio RAMSAR con el número de registro 332, siendo el primer humedal mexicano de importancia internacional. Con base a la importancia de los humedales a nivel internacional y la presión sobre los ecosistemas por parte de las actividades económicas, el 21 de mayo de 1999 se cambió la categoría de área protegida a Reserva de la Biosfera, incrementándose la superficie de 47,840 a 60,348 ha, dentro de la cual se ubican seis zonas núcleo con una superficie aproximada de 23,682 y 36,666 ha.

Dentro del polígono de esta área protegida, desde 1986 la playa de Río Lagartos fue considerada como zona de reserva y sitio de refugio para la protección, conservación, repoblación, desarrollo y control de especies de tortuga marina y el 16 de julio del 2002, se le cambió la categoría a Santuario (DOF, 2000; CONANP-FMCN, 2003)



**Figura 44.** Ubicación de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos (Tomado de CONANP-FMCN, 2003).

Dentro de los lineamientos del Plan de Manejo de la Reserva se contemplan cuatro componentes prioritarios y nueve subcomponentes, los cuales se presentan en la tabla 15, las estrategias, los lineamientos, metas y objetivos de cada componente pueden consultarse en el Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera (DOF, 2000).

**Tabla 15.** Componentes del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Río Lagartos.

<b>Componente</b>	<b>Subcomponente</b>	<b>Objetivos prioritarios</b>
Conservación	1. Inspección y vigilancia.	Conservar la biodiversidad a través de la ejecución de acciones de recuperación, conservación, desarrollo y vigilancia de los recursos naturales.
	2. Restauración ecológica.	Optimizar el sistema de zonificación, involucrando a los usuarios de los terrenos de la Reserva.
	3. Prevención y control de incendios.	Asegurar el cumplimiento de las reglas administrativas de cada una de las zonas del sistema de zonificación. Optimizar las estrategias de reforestación, para el mejoramiento del hábitat y el control de la erosión. Diseñar estrategias para la restauración de flujos hídricos Diseñar medidas de control de incendios forestales.
Desarrollo social	1. Uso de los recursos naturales.	Fomentar entre los habitantes del área de influencia de la Reserva, el aprovechamiento racional y sustentable de los recursos naturales.
	2. Participación local	Desarrollar proyectos para el beneficio de los pobladores de la Reserva, que mejoren su calidad de vida.
	3. Educación ambiental.	Mantener los procesos ecológicos críticos para actividades económicas de las que se sustenta y preservar ecosistemas representativos.
	4. Patrimonio arqueológico, histórico y cultural.	Proteger especies en peligro o amenazadas y de importancia económica. Asociar las actividades de educación ambiental. Apoyar la investigación científica en la Reserva, especialmente la orientada a la búsqueda de alternativas de desarrollo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, acorde al mantenimiento de estructuras y procesos ecológicos esenciales.
Investigación científica		Coordinar y realizar investigación científica dirigida a la descripción, evaluación, recuperación, protección y monitoreo de los recursos naturales de la Reserva. Establecer estrategias de apoyo para la investigación científica y la formación de personal para el manejo de los recursos naturales y el monitoreo ambiental.
Marco legal	1. Regularización de la tenencia de la tierra	Promover la regularización de la tenencia de la tierra de los predios y núcleos de población al interior del Área Natural Protegida, con base al artículo 27 Constitucional, a la Ley Agraria y a lo estipulado en el presente Programa de Manejo.
	2. Zonificación	Incorporar la legislación federal en el Programa de Manejo de la Reserva, tales como: Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, Ley Forestal, Ley de Caza, Ley de Pesca, Ley General de Bienes Nacionales y demás materiales.

Como se presentó en la tabla 14, los lineamientos del Plan de Manejo si bien no contemplan el área marina bajo protección, si muestran una clara alineación con los objetivos y metas que se persiguen en la implementación de las ZRP. En términos del marco jurídico vigente el ANP no interfiere con la ZRP, por el contrario, serían instrumentos complementarios en pro del mantenimiento de estructuras y procesos ecológicos esenciales, de la protección de especies de importancia económica, de mejoras en la calidad de vida de los habitantes, de fomentar actividades de educación ambiental y de fomentar proyectos para el beneficio de los pobladores, lo que en conjunto favorecería el desarrollo sostenible de la comunidad de El Cuyo.

También cabe mencionar, que cercana a la comunidad de El Cuyo, se ubica el área de protección de flora y fauna Yum Balam<sup>11</sup>, establecida en la comunidad de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, en Quintana Roo. Colinda al este con el municipio de Isla Mujeres, del mismo estado; al oeste con el municipio de Tizimin, en Yucatán y al norte con el Golfo de México.

La normatividad actual que impera dentro de La Reserva de la Biosfera Río Lagartos y el área de protección de flora y fauna Yum Balam si bien no se traslapan con la propuesta de la ZRP El Cuyo, potencialmente pueden apoyar su establecimiento, ya que los objetivos que persigue la ZRP se alinean fuertemente con los de ambas ANP y al ser colindantes, potencialmente pueden apoyar procesos biológicos y físicos de conectividad natural, tareas de vigilancia y generación de conocimiento técnico-científico en zonas terrestre y marina que son monitoreadas periódicamente y que pueden generar una línea base de información necesaria para la conservación y manejo de especies en la región (Liceaga-Correa, 2020).

## 9.2 Unidades de Manejo Ambiental

Las Unidades de Manejo Ambiental son conocidas como UMAs, reconocidas como áreas para la conservación de vida silvestre. Se trata de predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado para que se realicen actividades de conservación o de conservación y aprovechamiento sustentable. Dichos predios, se registran en el Sistema

---

<sup>11</sup> <https://simec.conanp.gob.mx/ficha.php?anp=44&reg=9>

Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre bajo las siguientes categorías: Manejo en vida libre y Manejo intensivo (Art. 24 del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, D.O.F. 20/05/2021). El objetivo principal de las UMA extensivas es la conservación y manejo de hábitats, monitoreo de poblaciones y reproducción de especies con fines de aprovechamiento. Con este tipo de manejo es posible mantener la riqueza genética y taxonómica de los ecosistemas. La información que se presenta de las UMA extensivas corresponde a los registros de las UMA en vida libre que obran en la Dirección General de Vida Silvestre (Oficinas Centrales) y que contiene información enviada por las Delegaciones Federales de la SEMARNAT en los estados y por los Gobiernos Estatales que cuentan con firma de Convenio específico de Descentralización de Funciones en Materia de Vida Silvestre (DOF, 2021).

Las UMAs de manejo intensivo promueven la reproducción de especies nativas mediante la manipulación directa bajo condiciones de confinamiento. Este manejo funciona para la conservación y como pies de cría, banco de germoplasma, así como productos comerciales de vida silvestre para satisfacer las necesidades del mercado (SEMARNAT, 2009). De acuerdo con la página oficial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Yucatán (SDS)<sup>12</sup> en el estado estaban registradas hasta el 2020 ante la SEMARNAT, 40 UMAs en 27 municipios que en conjunto representan una extensión de 105,626 ha. En el municipio de Tizimín se centralizaban 10 UMAs. Dentro de la RBRL y a 5 km de distancia de la comunidad de El Cuyo se encuentra la Unidad de Manejo Ambiental San Manuel, la cual es un área de Conservación Voluntaria certificada por el Gobierno Federal que se dedica a la conservación de 160 hectáreas de selvas y humedales.

De acuerdo con información de la página oficial de esta UMA<sup>13</sup> su objetivo principal es promover la conservación de la naturaleza y la concientización ambiental a través de la oferta de un servicio ecoturístico para la contemplación y el conocimiento de la biodiversidad de la región, entre las especies prioritarias y protegidas, está el jaguar (*Panthera onca*) y gran diversidad de aves, reptiles y plantas endémicas de la región. La normatividad de las UMAs establece claramente los límites que estas áreas tienen y en el caso de la unidad establecida cercana a la comunidad de El Cuyo,

<sup>12</sup> <https://sds.yucatan.gob.mx/fauna-umas/index.php>

<sup>13</sup> <https://uma-san-manuel.webnode.mx/sobre-nosotros/>

sus límites no contemplan zona marina, por lo que representa una limitación para la posible implementación de la ZRP.

### **9.3 Hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre de conformidad con la Ley General de Vida Silvestre**

La legislación mexicana, en el artículo 63 de la Ley General de Vida Silvestre (DOF 2021), define el hábitat crítico de una especie como sigue: *Los hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre son áreas específicas terrestres o acuáticas, en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, ya sea para la supervivencia de especies en categoría de riesgo, ya sea para una especie, o para una de sus poblaciones, y que por tanto requieren manejo y protección especial. Son áreas que regularmente son utilizadas para alimentación, depredación, forrajeo, descanso, crianza o reproducción, o rutas de migración.*

En la comunidad de El Cuyo se ha reportado la anidación de tortugas marinas más allá del punto limítrofe oriental de los límites originales de la RBRL, llegando incluso hasta la conexión entre el mar y la laguna de Ría Lagartos en la zona conocida como Chipepté. De acuerdo con la CONANP en 2013, se reportaron anidaciones de tortugas Carey (*E. imbricata*) y blanca (*C. mydas*) en zonas entre los kilómetros 19 y 21.5 de la playa, camino hacia El Cuyo por ello se ha recomendado ampliar la superficie de protección para incluir la totalidad de la playa de anidación y la duna costera, dada la importancia ecológica de esta zona (CONANP, 2018). Recientemente la publicación de los hábitats críticos de tortugas marinas del Golfo de México (Liceaga-Correa, 2020) presenta información sobre la importancia ecológica de la RBRL y las playas de El Cuyo como hábitats críticos para la conservación de diversas especies de tortugas.

La información presentada sobre las ANP, Unidades de Manejo Ambiental y Áreas prioritarias de conservación que se ubican colindantes con la comunidad de El Cuyo, no muestran limitantes o traslape de áreas bajo protección que pudieran limitar el establecimiento de una ZRP en la zona marina de El Cuyo. Por el contrario los objetivos, metas y prioridades que presentan los marcos normativos de estas zonas sujetas a protección son compatibles y complementarios con las normativas y lineamientos oficiales impuestos para el establecimiento de una ZRP (DOF, 2014b)

## 10. Índice de diversidad biológica estimado

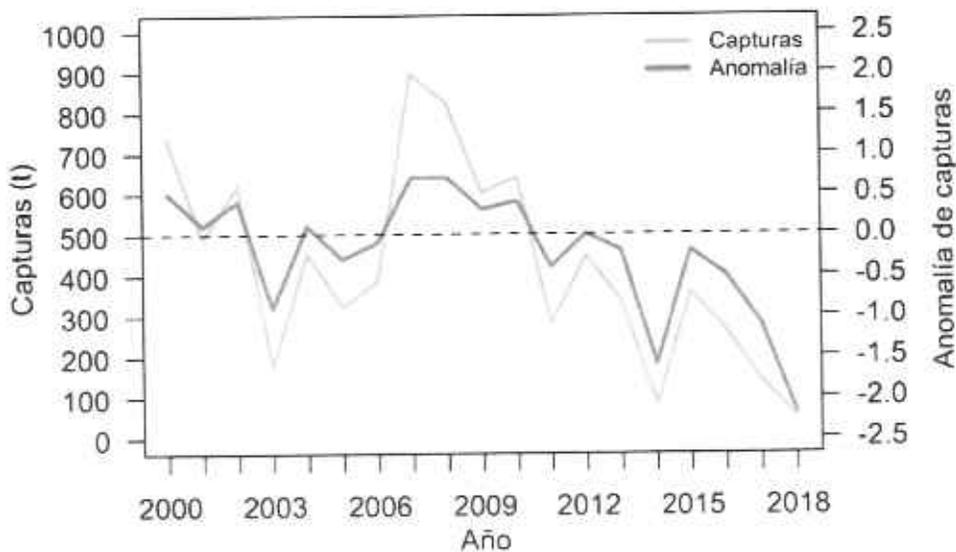
### 10.1 Índice estandarizado de las capturas (Anomalías)

Dado que los valores de capturas totales no siempre pueden ser informativos con respecto a los patrones de las capturas por especie, se hizo una estandarización de las capturas de las especies más importantes de la zona: mero, langosta y pulpo maya contrastando tres periodos (2000, 2010 y 2018), para ello se usaron datos de registros de capturas oficiales. La captura de estos recursos fue estandarizada utilizando el índice de capturas propuesto por Arreguín-Sánchez (2006) para el periodo del 2000 al 2018, el cual expresa la tasa de cambio de las capturas como:

$$IC_t = \ln(C_t/\bar{C})$$

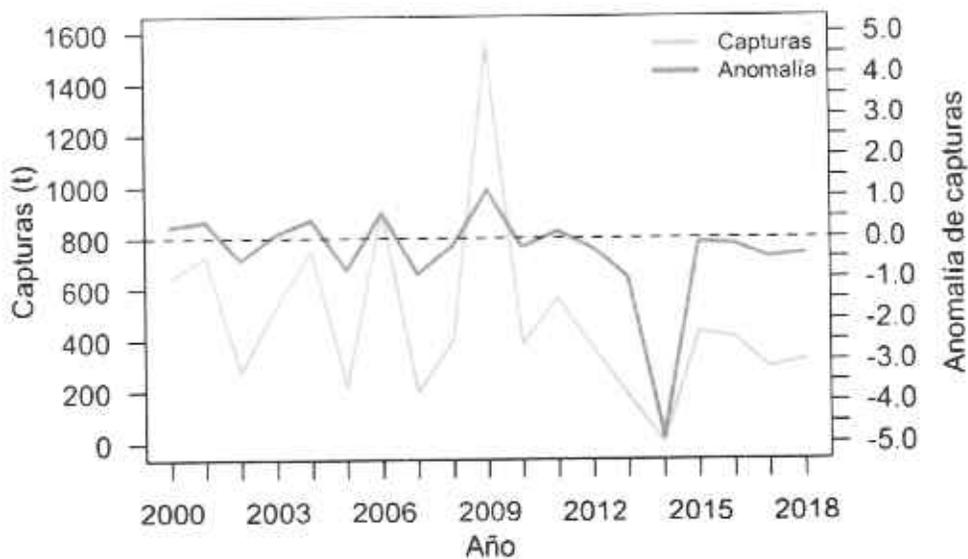
Donde  $IC_t$  es el índice de capturas para el año  $t$ ;  $C_t$  es la captura del año  $t$  y  $\bar{C}$  es la captura promedio durante el periodo de estudio. Es decir, este índice muestra cómo se comportan las capturas con respecto a los valores promedio de un periodo dado.

Para el caso del mero, la anomalía de las capturas refleja que, en los años 2000, 2001 y 2002 las capturas estuvieron por encima del promedio, para posteriormente moverse por abajo del promedio, excepto para el 2003, 2005 y 2006. Durante 2007-2010, las capturas estuvieron por encima del promedio y a partir del 2011 al 2018 las capturas se han mantenido por debajo del promedio, sin embargo, la tendencia decreciente de las capturas sugiere una caída importante en los desembarcos de mero desde 2007 en El Cuyo (Fig. 45).



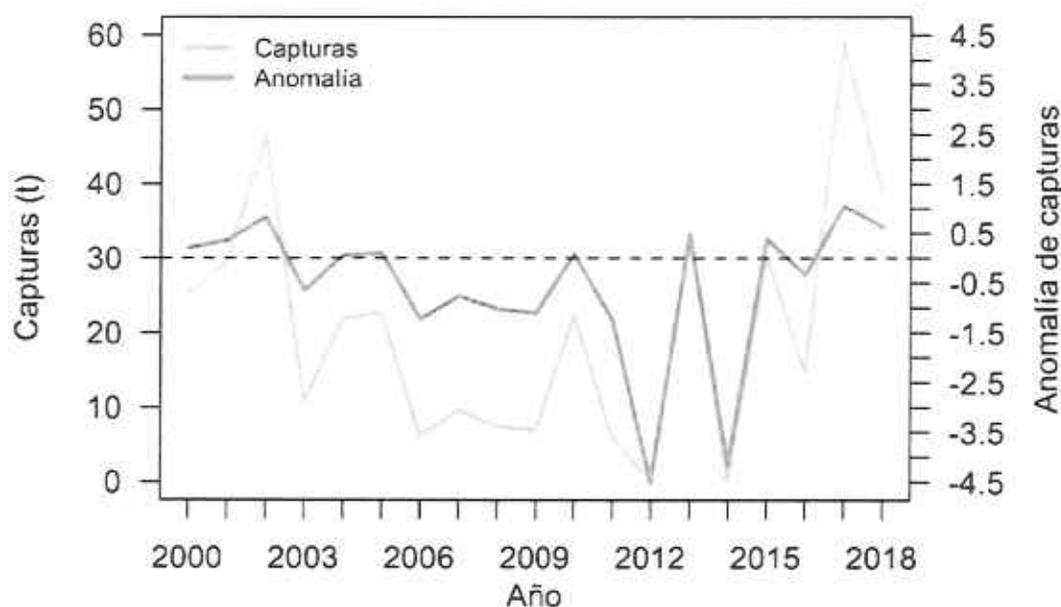
**Figura 45.** Capturas y anomalía de las capturas del mero durante el periodo del 2000 al 2018 en El Cuyo.

Para el caso del pulpo maya las anomalías de las capturas durante el periodo que va del 2000 al 2018 reflejan que éstas prácticamente han oscilado en el promedio, es decir, con pequeños cambios en la captura respecto al año anterior, con excepción del año 2014 donde se detectó una caída drástica de las capturas (Fig. 46).



**Figura 46.** Capturas y anomalía de las capturas de pulpo maya durante el periodo del 2000 al 2018 en El Cuyo.

Para la langosta las anomalías de sus capturas reflejan que éstas durante el periodo 2000-2002 apenas se mantuvieron por arriba del promedio, mientras que desde 2003 al 2016 las capturas se han mantenido por debajo y alrededor de valores promedio (Fig. 47). Sin embargo, entre 2012 y 2014 se muestran valores con tendencia negativa de las capturas. En los últimos dos años las capturas se mantuvieron apenas por encima de los valores promedio, con una ligera tendencia a la recuperación.



**Figura 47.** Capturas y anomalía de las capturas de langosta durante el periodo 2000-2018 en El Cuyo.

Cabe resaltar que entre el 2011 y el 2014 la pesca de pepino de mar representó un boom en la actividad pesquera generando un ingreso económico importante y significativo para los pescadores artesanales, de tal forma que se le dio preferencia a la captura de esta especie y se dejaron de aprovechar otras especies que dada esta situación dejaron de ser rentables (Ríos-Lara *et al.*, 2018; Salas *et al.*, 2019), sin embargo, esto no significa que las tendencias decrecientes dejen de ser atendidas y analizadas para buscar mecanismos de mejora y pesca sustentable en la zona.

## 10.2 Índice de importancia pesquera relativa

Se han reportado cambios en la composición de las especies debido a variaciones en los patrones de operaciones de pesca en la península de Yucatán (Ramos-Miranda *et al.*, 2021). Para conocer si estos cambios se han dado también en la región de El Cuyo, se evaluaron los cambios en la composición de las capturas para el periodo 2000, 2010 y 2018 a través del Índice de importancia relativa de cada uno de los recursos explotados en términos de su aportación a la captura total (toneladas), valor (\$ pesos) y de su frecuencia de aparición en los avisos de arribo de acuerdo con la función propuesta por Ramírez-Rodríguez & Ojeda-Ruíz (2012):

$$IIR = \%P + \%V + \%F$$

Para ello, se estimó la importancia en peso como:

$$Importancia\ en\ peso = \frac{P_i}{P} \times 100$$

Donde  $P_i$  es el peso de los individuos de la especie  $i$  en la captura y  $P$  es el peso total de la captura. La importancia en valor se definió de la siguiente manera:

$$Importancia\ en\ valor = \frac{V_i}{V} \times 100$$

Donde  $V_i$  es el valor en pesos de la captura de la especie  $i$  en la captura y  $V$  es el valor total de la captura. La importancia en frecuencia de aparición se definió de la siguiente manera:

$$Importancia\ en\ frecuencia\ de\ aparición = \frac{F_i}{F} \times 100$$

Donde  $F_i$  es el número de veces que aparece la especie  $i$  en los avisos de arribo y  $F$  es el total de avisos de arribo.

Dentro de los recursos evaluados se generó un grupo definido como "Otros" que integra a especies que contribuyen con menos del 5% de la captura total en los periodos evaluados.

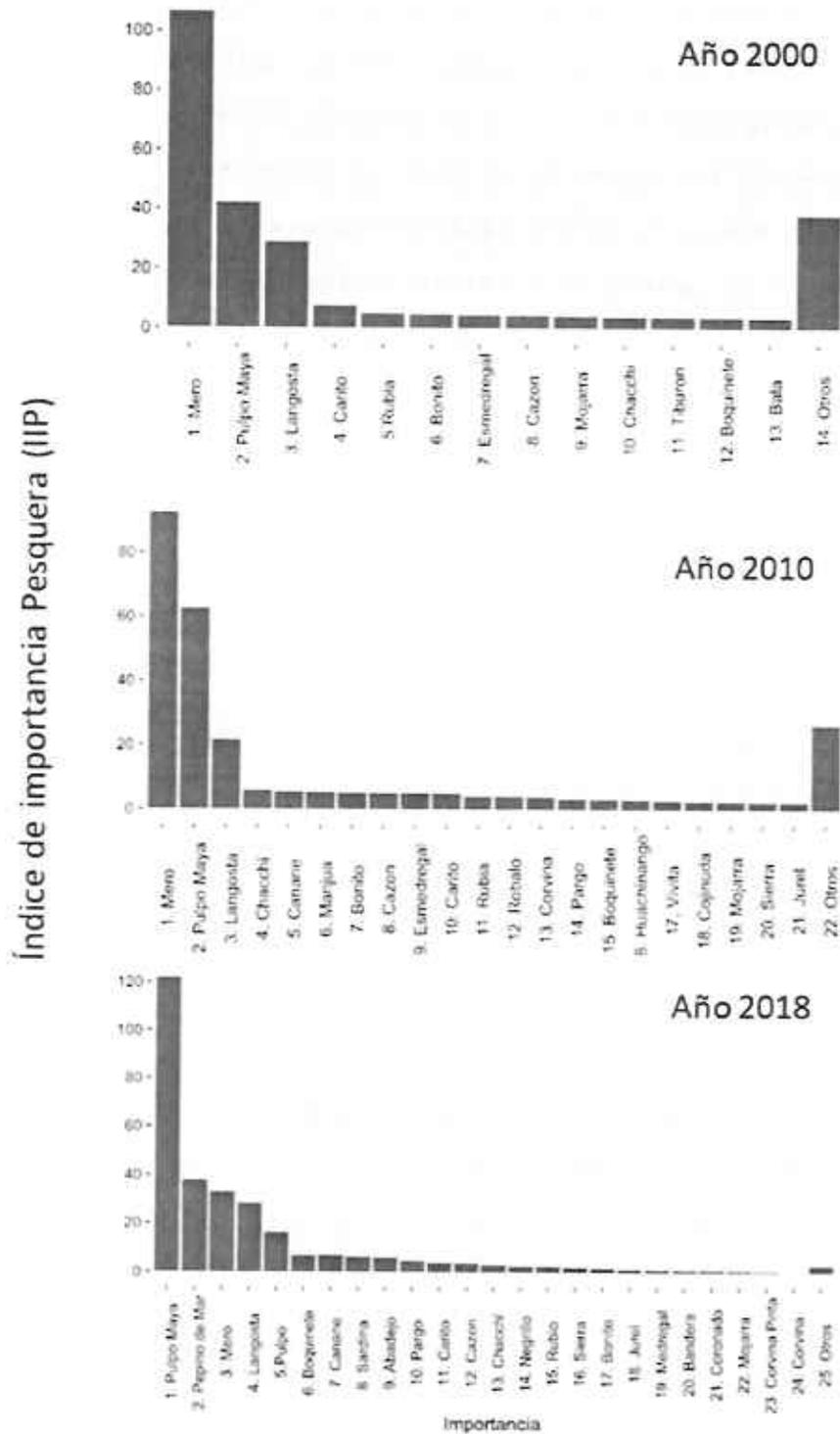
En el año 2000, el mero y el pulpo maya contribuyeron con más del 85% de la captura total, en contribución al valor de la captura total, el mero fue el número uno en importancia comercial, sin embargo, el pulpo maya tiene un porcentaje muy bajo de contribución al valor de captura total (Anexo III). En 2010 el mero y pulpo maya contribuyen con el 77% de la captura total y son de los dos recursos de mayor importancia en contribución al valor de la captura (Anexo IV).

En 2018, el pulpo maya y el pepino de mar café son los dos recursos que más contribuyen a la captura total, con más del 64%; sin embargo, en contribución al valor de la captura el pulpo maya es el número uno en importancia mientras que el pepino de mar café es el tercero, siendo la langosta el segundo (Anexo V). En frecuencia de aparición en los avisos de arribo el pulpo maya tiene el porcentaje más alto.

De acuerdo con el índice de importancia relativa el número de recursos explotados varió entre los años 2000 (13 recursos), 2010 (21 recursos) y 2018 (24 recursos) (Tabla 16). Lo anterior, tomando como referencia el 5% de la contribución de las especies a la captura total. A pesar de las diferencias en la estructura de las capturas en los periodos evaluados, la langosta, mero y el pulpo maya se mantienen dentro de las primeras cinco especies de importancia comercial en los tres años. Los cambios en la estructura de las capturas y en la importancia de las especies capturadas en los periodos evaluados se puede observar en la figura 48. Durante el 2018, se explotaron 12 recursos que no aparecieron en los avisos de arribo en 2000 tales como bandera, canané, coronado, corvina, corvina pinta, jurel, mero, negrillo, pargo, pepino de mar, pulpo, sardina y sierra.

**Tabla 16.** Índice de importancia relativa por recurso explotado en El Cuyo, Yucatán durante los periodos 2000, 2010 y 2018. Se destacan en negritas los primeros cinco recursos con mayor importancia comercial durante los años evaluados.

Recursos explotados	IIR (2000)	Recursos explotados	IIR (2010)	Recursos explotados	IIR (2018)
<b>Mero</b>	106.5	<b>Mero</b>	92.5	<b>Pulpo Maya</b>	122.1
<b>Pulpo maya</b>	42.2	<b>Pulpo maya</b>	62.5	<b>Pepino de mar café</b>	37.9
<b>Langosta</b>	28.8	<b>Langosta</b>	21.6	<b>Mero</b>	32.7
Carito	7.6	Chacchi	6.0	<b>Langosta</b>	28.2
Rubia	5.1	Canane	5.4	Pulpo	16.4
Bonito	4.8	Manjua	5.3	Canane	7.2
Esmedregal	4.6	Bonito	5.1	<b>Boquinete</b>	<b>7.1</b>
Cazón	4.5	Cazón	5.0	Sardina Vivita Carnada	6.6
Mojarra	4.3	Esmedregal	5.0	Abadejo	6.3
Chacchi	4.0	Carito	4.9	Pargo	4.9
Tiburón	4.0	Rubia	4.0	Carito	4.1
<b>Boquinete</b>	<b>3.9</b>	Robalo	4.0	Cazón	3.9
Balá	3.7	Corvina	3.9	Chacchi	3.2
Otros	38.1	Pargo	3.4	Negrillo	2.7
		<b>Boquinete</b>	<b>3.2</b>	Rubia	2.7
		Huachinango	3.0	Sierra	2.3
		Vivita	2.8	Bonito	1.9
		Cojinuda	2.6	Jurel	1.4
		Mojarra	2.4	Medregal	1.2
		Sierra	2.3	Bandera	1.0
		Jurel	2.3	Coronado	1.0
		Otros	26.3	Mojarra	0.9
				Corvina Pinta	0.6
				Corvina	0.2
				Otros	3.1



**Figura 48.** Cambios en la estructura de las capturas y en la importancia de las especies capturadas en El Cuyo en 2000, 2010 y 2018 con base en el índice de importancia relativa.

Los cambios en la composición de especies pueden ser un indicio de adaptaciones en las operaciones de pesca que desarrollan los pescadores ante los cambios estacionales y espaciales en la abundancia y disponibilidad de los recursos (Saldaña *et al.*, 2017; Coronado *et al.*, 2020a). Es importante en este sentido determinar si estos cambios en abundancia y disponibilidad se deben a cambios en el hábitat de los organismos que causa que busquen nuevos espacios de desarrollo y refugio, a cambios en los patrones de explotación incluyendo mayor presión de pesca o a cambios en los patrones de pesca de los pescadores ante la demanda alimentaria y comercial de los productos (Coronado 2020a, 2020b).

La evaluación de las pesquerías requiere enfoques integrales que reconozcan los componentes bio-ecológicos, ambientales, económicos y sociales (Monroy *et al.*, 2014; Coronado 2020a; Torres-Irinéo *et al.*, 2021).

### 10.3 Índice de área foliar

El índice de área foliar (IAF) representa la superficie foliar de la que dispone la planta para interceptar la radiación solar y resume en un valor la relación entre la densidad de haces en función del número, largo y ancho de cada hoja de la planta. El IAF para las praderas de pastos marinos en EL Cuyo fue en promedio  $3.29 \pm 1.03$  con los valores mínimo de 2.3 y el máximo de 4.7 (Tabla 15).

#### 10.3.1 Densidad

La densidad de haces es una variable que define al número de individuos (haces) por unidad de área ( $m^{-2}$ ). El promedio en la densidad de haces de *T. testudinum* en el Cuyo fue de  $279 \pm 130$  haces  $m^{-2}$  (Tabla 15) y fue heterogéneo a lo largo de la zona con valores mínimos se observaron en la estación C29 con 170 haces  $m^{-2}$  y máximos en la C35 (470 haces  $m^{-2}$ ).

#### 10.3.2 Morfometría

El tamaño de las hojas dentro de una pradera suele ser un indicador de estabilidad y condición. Las hojas de *T. testudinum* en el área de estudio presentaron un largo promedio de  $23.09 \pm 3.96$  cm con valores mínimos y máximos de 9 y 30 cm respectivamente (Tabla 15). El ancho de las hojas

presentó un promedio de  $1.37 \pm 0.22$  con una amplia variación con valores mínimos de 0.7 y máximos de 1.9 cm.

### 10.3.3 Biomasa

La biomasa se refiere al peso seco de la masa vegetal aérea de pastos marinos conformada principalmente por hojas, rizomas y raíces. El promedio de biomasa de los pastos marinos del Cuyo fue de  $458.82 \pm 210.40$  g p.s.  $m^{-2}$ . Los valores más altos se encontraron contenidos en biomasa aérea con  $347$  g p.s.  $m^{-2}$  con una relación de biomasa aérea: subterráneo promedio de 5:1 (Tabla 17). Las hojas de *T. testudinum* presentaban algas calcáreas costrosas y fauna incrustante (hidrozoarios y briozoarios) que cubrían en promedio el 60 % de las hojas con una biomasa de  $30 \pm 19$  g p.s.  $m^{-2}$ .

La importancia de la riqueza de la VAS que se presenta en la costa norte de la Península de Yucatán, no sólo se asocia a los servicios ecosistémicos que genera, si no, también por el impacto que sufren, ya sea natural (tormentas y huracanes, mareas rojas) o antrópico como la descarga de aguas no tratadas, basura, tala de manglar, cambio y uso de suelo, el tráfico marino, la sobre pesca, muelles de particulares, entre otros. En zonas aledañas al Cuyo, se ha registrado el impacto de aguas subterráneas en tejidos de *Thalassia testudinum* con concentraciones altas de metales como hierro ( $> 400$   $\mu\text{g}$ ), cadmio ( $> 4$   $\mu\text{g}$ ) y cromo ( $\approx 1$   $\mu\text{g}$ ) que también coinciden con datos en zonas de vertederos de basura, esto a largo plazo pueden representar un problema ambiental de mayor escala (Avelar *et al.*, 2013). *T. testudinum* es conocida por presentar resistencia ante impactos de origen antrópico, aunque tiene una baja tasa recuperación fisiológica, por lo que la recuperación de sus poblaciones suele ser lenta (Kilminster *et al.*, 2015).

La tasa de pérdida anual global de pastos marinos es de 7 %, que equivalen a la desaparición de un campo de foot-ball cada 30 minutos desde 1980, esto podría resultar en la pérdida en la abundancia de al menos 115 especies de importancia comercial y para la conservación (Waycott *et al.*, 2009). Dada la inminente reducción de las poblaciones de pastos marinos, es indispensable incrementar los esfuerzos de conservación y restauración para estos ecosistemas, ya que son pieza clave en la regulación de procesos de reciclaje de nutrientes y base para la red trófica.

**Tabla 17.** Valores promedio y desviación estándar del índice de área foliar y de las características morfométricas y estructurales de pastos marinos en el Cuyo.

<b>Variable</b>	<b>Promedio</b>	<b>DE</b>
Biomasa aérea (gr.Ps.m <sup>-2</sup> )	347.06	170.69
Biomasa subterránea (gr.Ps.m <sup>-2</sup> )	111.76	92.26
Biomasa total (gr.Ps.m <sup>-2</sup> )	458.82	210.40
Largo de la hoja (cm)	23.09	3.96
Ancho de la hoja (cm)	1.37	0.22
#Hojas/haz	4	0.82
#Haces m <sup>-2</sup>	279.41	130.43
IAF	3.29	1.03

## 11. Descripción de las cadenas productivas

Los productos desembarcados por miembros de la cooperativa se reciben en la planta de acopio propiedad de la cooperativa (Fig. 49), en la cual reciben el producto, se pesa y se almacena en contenedores con hielo. En el caso de la langosta el producto de todos los pescadores se acopia y se entrega a un mismo comprador en la ciudad de Mérida. Para especies de escama marina cada pescador decide donde distribuir o vender su producto, ya que no tienen estrategias de venta organizadas, esta estrategia se realiza dada la variabilidad de volumen y temporalidad de las capturas que cada pescador tiene, la única facilidad otorgada por la cooperativa es brindarles las instalaciones del área de recepción y pesado (Fig. 50), así como espacios para el almacenamiento.

Las otras plantas cercanas a la de la cooperativa parecen no estar registradas ante CONAPESCA y el SAT (no hacen declaraciones), no cuentan con el acta protocolizada y se manejan por un solo dueño (permisionario) según información recabada en campo.



**Figura 49.** Centro de acopio de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (SCPP) de El Cuyo, Yucatán. (Foto: Miguel A. Cabrera)



**Figura 50.** Área de recepción del producto en la SCPP El Cuyo. (Foto: S. Aguiñaga).

En la localidad existen seis plantas pesqueras manejadas por permisionarios que se enlistan a continuación:

- Planta Castillo
- Planta Andrea
- Planta Bombimar
- Planta Rivelino
- Planta Óscar Hernández
- Planta Ángel Valerio

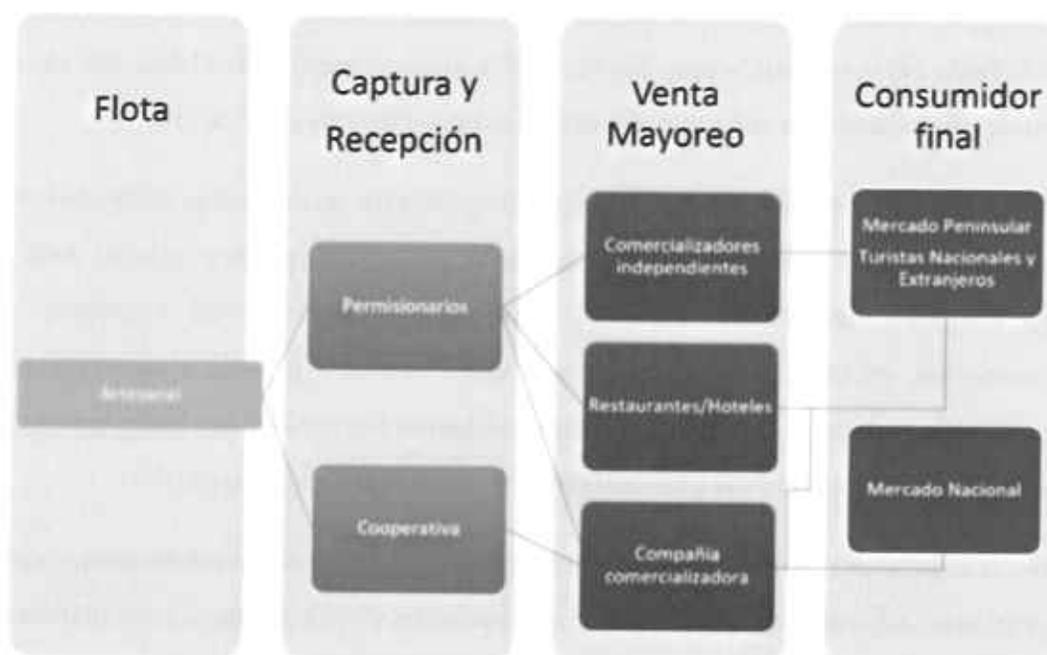
Los dueños de las plantas cuentan con embarcaciones propias y tienen entre 30 y 60 personas laborando en ellas. Existe una única planta congeladora dentro de la localidad: “Atlántida del Sur” que se dedica a la producción y distribución de hielo para todas las embarcaciones y plantas en la zona (Fig. 51).



**Figura 51.** Planta de hielo en El Cuyo, Yucatán. (Foto: S. Salas)

En el caso particular de la cadena de valor que sigue la langosta capturada en la comunidad de El Cuyo es relativamente corta (Fig. 52) en comparación de otros productos del mar desembarcados en la Península de Yucatán. La langosta es capturada por embarcaciones artesanales exclusivamente pertenecientes a la cooperativa o permisionarios que operan en la comunidad. Cuando las embarcaciones llegan a puerto, el producto es entregado en bodegas o centros de acopio, el tiempo que permanecen en hielo es menor a 2 días esto con el fin de garantizar la calidad del producto y mantener un valor elevado.

En el caso de la cooperativa el producto es entregado a una compañía comercializadora, que adquiere toda la producción y esta entrega en el mercado de la Península de Yucatán, principalmente la Riviera Maya donde el producto es altamente apreciado por turistas locales y extranjeros, que son los consumidores finales. Los Permisionarios, pueden vender el producto a una gama más amplia de compradores, los cuales incluyen comerciantes independientes, directamente a restaurantes y hoteles y en algunos casos también entregan el producto a la compañía comercializadora que concentra la producción de la cooperativa.



**Figura 52.** Esquema general de la cadena de comercialización que sigue la langosta capturada en el Cuyo, Yucatán.

## **12. Comprobantes de acuerdo o consenso entre los usuarios para el establecimiento de la Zona de Refugio Pesquero**

El proceso de implementación de una ZRP requiere aceptación por parte de los miembros del grupo proponente, pero también por los miembros de la comunidad, ya que el respaldo comunitario es una de las mayores fortalezas que cualquier proyecto puede tener y especialmente eleva las probabilidades de éxito en el cumplimiento de los objetivos propuestos para la ZRP en el corto, mediano y largo plazo.

En términos de planear y llegar a acuerdos con los proponentes y difundir información sobre la propuesta de la ZRP en la comunidad de El Cuyo, en conjunto con el desarrollo del trabajo científico para la preparación del ETJ, se realizaron consultas participativas, se organizaron 13 reuniones formales con directivos de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (S.C.P.P.) El Cuyo y miembros claves de la comunidad que comprendieron un periodo de 24 meses, dividido en dos etapas. Primera etapa 11 reuniones que comprendió de noviembre de 2021 a septiembre de 2022 (Tabla 18) y segunda etapa, dos reuniones durante mayo 2023 (Tabla 19). Las hojas de registro de participantes de cada reunión se presentan en los Anexos VI al XIII.

En las figuras 53 a 72 se presenta la evidencia fotográfica de las diferentes reuniones realizadas con actores clave de la comunidad de El Cuyo, en las que se presentó la propuesta de la Zona de Refugio Pesquero, se discutió sobre la localización, tamaño y los incentivos para su implementación, así como las preocupaciones que tenían con respecto a vigilancia. En dichas reuniones los participantes mostraron una alta aceptación a la propuesta y todos los comentarios y sugerencias fueron registradas y tomadas en cuenta en la preparación del ETJ.

Además, se realizaron cinco reuniones en un contexto no formal con permisionarios, capitanes de embarcaciones, autoridades locales, operadores turísticos y restauranteros para platicar sobre la propuesta de la ZRP y recabar las cartas de apoyo al proyecto y de no inconveniente las cuales se incorporan en el Anexo XIV.

**Tabla 18.** Cronograma de reuniones formales realizadas durante 2021 y 2022 con miembros de la comunidad para presentar la propuesta de la Zona de Refugio Pesquero.

Fecha de reunión	Objetivo	Modalidad/sede de la reunión	Participantes (#)	Evidencia
28/10/2021	Delimitar el polígono de la ZRP el Cuyo y definir objetivos y clasificación del refugio	Híbrida. Participantes en CDMX y Mérida	6	Mapa ZRP, evidencia fotográfica
10/12/2021	Presentar la propuesta de la ZRP ante miembros de la comunidad	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo	4	Hoja de registro y memoria fotográfica
11/12/2021	Presentar la propuesta de la ZRP con los socios de la SCPP El Cuyo Obtener aprobación y apoyo de los socios para la realización del estudio	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo Espacio otorgado a las coordinadoras del proyecto para presentar la propuesta de la ZRP en la reunión trimestral de la cooperativa,	125	Memoria fotográfica
23/02/2022	Presentar la propuesta de la ZRP ante actores clave de la comunidad	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo	12	Hoja de registro y memoria fotográfica
10/03/2022	Presentar la propuesta de la ZRP ante actores clave de la comunidad. Presentar resultados parciales de monitoreo	Presencial Sala de Junta de la comisaria Ejidal OCEANA, Alianza Kanan Kai	15	Hoja de registro y memoria fotográfica
11/03/2022	Presentar avances del monitoreo de la ZRP con los socios de la SCPP El Cuyo	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo Espacio otorgado a las coordinadoras del proyecto para presentar la propuesta de la ZRP en la reunión trimestral de la cooperativa,	125	Memoria fotográfica
11/03/2022	Reunión con el nuevo presidente de la cooperativa	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo	3	Acuerdo de palabra y agendar reunión con la nueva directiva
25/04/2022	Presentar la propuesta de la ZRP con la nueva directiva de la SCPP El Cuyo Presentar resultados parciales de monitoreo Ajustar nuevas coordenadas del polígono	Presencial Sala de Junta de la dirección del CINVESTAV, Mérida	7	Hoja de registro y memoria fotográfica
27/05/2022	Presentar resultados del monitoreo de la ZRP con los socios de la SCPP El Cuyo.	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo	20	Hoja de registro y memoria fotográfica

18/08/2022	Planear la reunión con actores clave y programar los siguientes pasos de la propuesta de la ZRP	Presencial Sala de Junta de la cooperativa, El Cuyo	11	Hoja de registro y memoria fotográfica
19/08/2022	Presentar la propuesta de la ZRP ante actores clave del sector gobierno federal y estatal, municipal, federación de cooperativas de oriente, OSC, grupos turísticos, comité náutico y permisionarios. Resultados del ETJ	Presencial Restaurante la Conchita	22	

**Tabla 19.** Cronograma de reuniones formales realizadas durante 2023 con miembros de la comunidad para presentar la propuesta de la Zona de Refugio Pesquero.

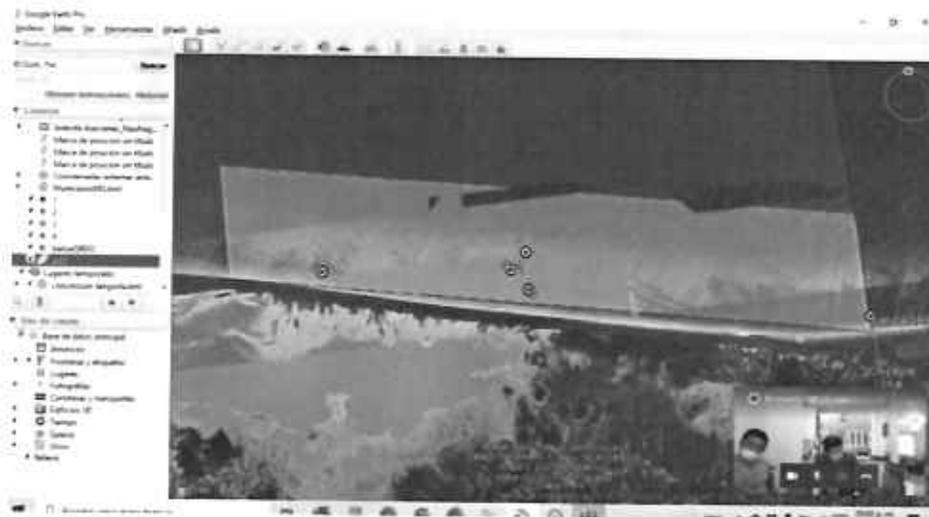
Fecha de reunión	Objetivo	Modalidad/sede de la reunión	Participantes (#)	Evidencia
8/05/2023	Presentar el ETJ con grupos de permisionarios y buscar las cartas de no inconveniente	Presencial Restaurant la Conchita	18	Hoja de registro y memoria fotográfica
16/05/2023	Presentar la propuesta de la ZRP El Cuyo con toda la comunidad y conocer sus opiniones y aclara dudas antes de realizar la solicitud formal. Relato de experiencias de	Parque central de la comunidad de El Cuyo, Yucatan.	85	Memoria fotográfica

## 12.1 Registro fotográfico y evidencias de las reuniones ordenado cronológicamente

### Reunión 1. 28 de noviembre 2021

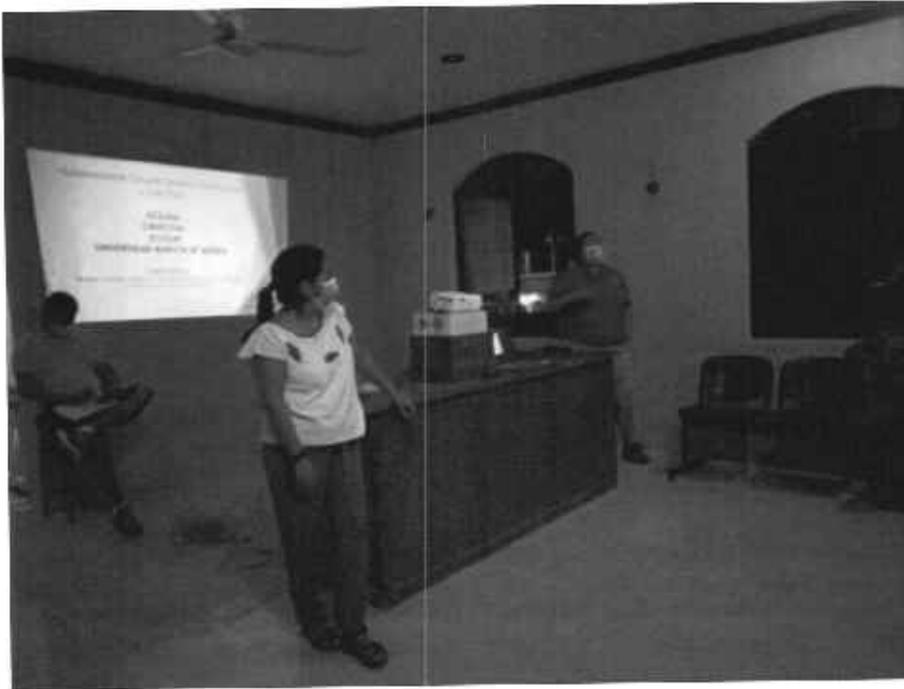


**Figura 53.** Delimitación de objetivos para la ZRP El Cuyo con el grupo de trabajo y representantes de la cooperativa pesquera, autoridades y consultores (Foto: S. Salas)



**Figura 54.** Delimitación del polígono de la ZRP El Cuyo, resultado de la reunión.

**Reunión 2. 10 de diciembre 2021**



**Figura 55.** presentación de la propuesta de la ZRP El Cuyo.

**Reunión 3. 11 de diciembre 2021**



**Figura 56.** Presentación de la propuesta de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.



**Figura 57.** Socios de la S.C.P.P. El Cuyo.

**Reunión 4. 23 de febrero 2022**



**Figura 58.** Presentación de la propuesta de la ZRP El Cuyo con miembros de la comunidad, permisionarios pesqueros, sector turismo y educación.

**Reunión 5. 10 de marzo de 2022**



**Figura 59.** Presentación de avances de monitoreo de la ZRP en las instalaciones de la comisaria ejidal de El Cuyo, participación de representantes de Oceana, Alianza Kanan Kay, Cinvestav, UNAM, y ECOSUR.

**Reunión 6. 11 de marzo de 2022**



**Figura 60.** Presentación de avances de monitoreo de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.

**Reunión 8. 25 de abril 2022**



**Figura 61.** Presentación de resultados de monitoreo de la ZRP con nuevos directivos de la S.C.P.P. El Cuyo.



**Figura 62.** Delimitación y ajuste del nuevo polígono de la ZRP El Cuyo con nuevos directivos de la S.C.P.P. El Cuyo.

**Reunión 9. 27 de mayo 2022**



**Figura 63.** Presentación de resultados de monitoreo de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo.



**Figura 64.** Presentación del polígono de la ZRP con socios de la S.C.P.P. El Cuyo y representantes de la comunidad.

**Reunión 10.** 18 de agosto 2022



**Figura 65.** Reunión de trabajo para ajustes del ETJ

**Reunión 11.** 19 de agosto 2022



**Figura 66.** Presentación de la ZRP a cargo del presidente de la S.C.P.P. El Cuyo a actores clave multisectoriales

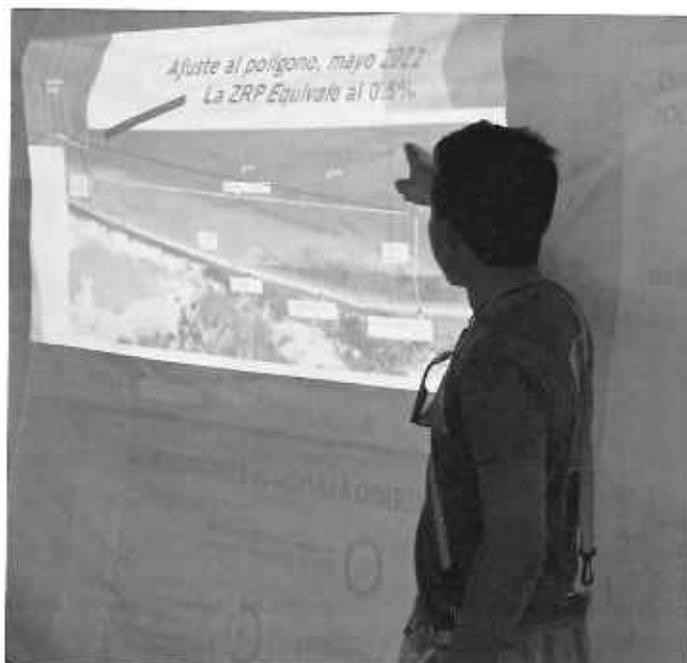


**Figura 67.** Presentación de la ZRP por parte de los responsables técnicos del ETJ a actores clave multisectoriales

**Reunión 12.** 8 de mayo de 2023



**Figura 68.** Presentación de la ZRP a cargo del presidente de la S.C.P.P. El Cuyo a permisionarios



**Figura 69.** Comentarios de los participantes sobre la ubicación del polígono

**Reunión 13.** 16 de mayo de 2023



**Figura 70.** Comentarios de los participantes sobre la iniciativa de la ZRP, reunión realizada en el parque central de la comunidad de El Cuyo Yucatan



**Figuras 71.** Presentación de la Zona de Refugio Pesquero en el parque central de la comunidad de El Cuyo Yucatan

## 13. Bibliografía

- Aguilar D.; S. Salas, M. A. Cabrera. 1999. Caracterización de las zonas de asentamiento de postlarvas de langosta *Panulirus argus* de la costa noreste de Yucatán Proc. Gulf. Caribb. Inst. 45th. 743-758.
- Aguilar Cordero, W. de J.; Castro Castillo, N. N. & Couoh Cab, J. G., 2012. El manejo del área marina y costera protegida Actam Chuleb y los beneficios económicos que genera a los usuarios del municipio de San Felipe, Yucatán, México. Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 20(40): 127–153, ISSN: 0188-4557.
- Amezcuca-Castro, S., Morales-Bojórquez, E., Arreguín-Sánchez, F., Luquin-Covarrubias, M. A., García-Borbón, J. A. & Cisneros-Montemayor, A. M., 2019. Effects of serial depletion on the fishery management of geoduck *Panopea globosa*. J. Shellfish Res. 38(3), 543-556.
- Arceo-Carranza, D. & Chiappa-Carrara, X., 2015. Ecología alimentaria de peces marinos juveniles en un sistema lagunar somero del sureste de México. Latin American journal of aquatic research, 43(4): 621–631, ISSN: 0718-560X.
- Arce, M.A.; Aguilar-Dávila, W.; Sosa-Cordero, E. & Caddy, J.F. 1997. Artificial shelters as habitats for juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Marine Ecology Progress. Series, 158:217 – 224.
- Arriaga, L.; Espinoza J.M.; Aguilar C.; Martínez E., Gómez L. & Loa E., 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.
- Arreguín-Sánchez, F.; Arcos, E. & Chávez, E. A., 2002. Flows of biomass and structure in an exploited benthic ecosystem in the Gulf of California, Mexico. Ecological Modelling, 156(2–3), 167–183.
- Arreguín-Sánchez, F. & E. Arcos Huitr'n. 2011. La pesca en México y uso de los ecosistemas. Hidrobiología. 21 (3): 431-462.
- Athié, G.; Candela, J.; Sheinbaum, J.; Badan, A. & Ochoa, J., 2011. Yucatan Current variability through the Cozumel and Yucatan channels. Ciencias Marinas, 37(4A), 471–492.
- Batllori-Sampedro, E. A., 2011. Biodiversidad de la macrofauna bentónica en la microcuenca de Chabihau, Yucatán.
- Bautista, F.; Leirana, J.; Aguilar, Y.; Delgado, C. & Frausto, O., 2017. Capítulo 2. El medio físico: Clima, geoformas, suelos y agua. In: Ramos-Zapata, J., Parra-Tabla, V., Leirana-Alcocer, J., González-Moreno, A. & Chiappa-Carrara, X. (eds.), Ecología funcional de la Reserva de la Biósfera Ría Lagartos, Mérida, México: Secretaría de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán, ISBN: 978-607-97176-7-4.
- Blaber, S. J. M., 2008. Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploration and Conservation. Blackwell Science.
- Blaber, S. J. M., 2013. Fishes and fisheries in tropical estuaries: The last 10 years. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 135, 57–65.
- Braga, R. R.; Bornatowski, H. & Vitule, J. R. S., 2012. Feeding ecology of fishes: An overview of worldwide publications. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 22(4), 915–929.
- Briones-Fourzan, P., 1994. Variability in Postlarval Recruitment of the Spiny Lobster *Panulirus Argus* (Latreille, 1804) To the Mexican Caribbean Coast. Crustaceana, 66(3): 326–340, ISSN: 1568-5403, 0011-216X.
- Briones-Fourzán, P., Candela, J. & Lozano-Álvarez, E. 2008. Postlarval settlement of the spiny lobster *Panulirus argus* along the Caribbean coast of Mexico: patterns, influence of physical factors, and possible sources of origin. *Limnology and Oceanography*, 53(3): 970-985.
- Buesa, M.J. 1972. La langosta espinosa *Panulirus argus*: su pesca y biología en aguas cubanas. Centro de investigación pesquera. Cuba, II Reunión de Balance, 29-78.
- Butler, M. J. y W. F. Herrnkind, 2000. Puerulos and Juvenile Ecology. Chapter 15. En: F., Phillips, & J. Kittaka (Eds.). Spiny Lobster Fisheries and Culture. Fishing New Books.

- Cabrera-Pérez, J.L., Salas, S. & Arreguín-Sánchez, F. 1994. Una aproximación preliminar para estimar migraciones: el caso de langosta *Panulirus argus* de Yucatán, México. Proceedings of the 43rd Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Camacho, J.; Guimerá, R.; Stouffer, D. & Amaral, L. 2004. Quantitative patterns in the structure of model and empirical food webs. *Ecology*, 86: 1301-1311.
- Carabias Lillo, J.; Provencio, E.; de la Maza Elvira, J. & Rubio Ortíz, J. R., 1999. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Ría Lagartos. Wire.
- Chi-Espinola, A. A. & Vega-Cendejas, M. E., 2016. Food resources of *Eucinostomus* (Perciformes: Gerreidae) in a hyperhaline lagoon: Yucatan Peninsula, Mexico. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(2): 395-406, ISSN: 0718-1957.
- Childress, M. J & W. F. Herrnkind. 1996. The ontogeny and social behaviour among juvenile Caribbean spiny lobsters. *Anim. Behav.* 51: 675-87.
- Chuenpagdee, R.; Fraga, J. & Euán-Avila, J. I., 2002. Community Perspectives Toward a Marine Reserve: A Case Study of San Felipe, Yucatán, México. *Coastal Management*, 30(2): 183-191, ISSN: 0892-0753.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas., 2008a. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Morelia, Michoacán, México.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas., 2008b. Sitios Ramsar en México. Morelia, Michoacán. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad., 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Escala 1:4,000,000. México. Financiado por -USAID-Packard Foundation-CONABIO-WWF-FMCN.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA., 2007a. Humedales costeros y Plataforma continental de Cabo Catoche. CONABIO-CONANP-TNC-Pronatura: 2007. Vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. The Nature Conservancy – Programa México, Pronatura. México.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA., 2007b. Sitios Marinos Prioritarios para la conservación de la biodiversidad. Escala 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura. México.
- CONANP, 2018. Estudio Previo Justificativo para la modificación de la declaratoria de Santuarios de Playas Tortugueras. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 281 p.
- CONANP-FMCN. 2003. ESTIMACIÓN DE LA TASA DE TRANSFORMACIÓN DEL HABITAT EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA "RÍA LAGARTOS" PERIODO 1976-2000.
- CONEVAL, 2020. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Informe de pobreza y evaluación 2020. Yucatán. Ciudad de México.
- Contreras, F., 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Coronado E, Salas S, Cépeda-Gonzalez, M.F. & Chuenpagdee R. 2020a. Who's who in the value chain for the Mexican octopus fishery: Mapping the production chain. *Marine Policy*, Volume 118, 2020, 104013, ISSN 0308-597X.
- Coronado, E., Salas, S., Torres-Irinea, E., Chuenpagdee, R. 2020b. Disentangling the complexity of small-scale fisheries in coastal communities through a typology approach: The case study of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 36. doi.org/10.1016/j.rsma.20202/101312.
- Cordoba y Ordoñez, J., 2013. Decentralization, territory, and environment in the Yucatan Peninsula: a geographical view from the centrality perspective. In: Fraga, J., Villalobos, G. J., Doyon, S. & Garcia, A. (eds.), Decentralization and environmental management: Coastal Governance in Mexico, Universidad Autónoma de Campeche, Cinvestav, p. 340.

- Cota-Lucero, T.C. & Herrera-Silveira, J.A., 2021. Seagrass contribution to blue carbon in a shallow karstic coastal area of the Gulf of Mexico. *PeerJ*.
- Cowen, R.K. Sponaugle S. 2009. Larval dispersal and marine population connectivity. *Annu Rev Mar Sci* 1:443–466.
- Cruz, F.L. 2002. Stock Assessment of the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) in Southeastern Cuban Waters. Centro de Investigación Pesquera. Ciudad La Habana, Cuba. 51 pp.
- Cruz, R., J.A. Baisre, E. Díaz, R. Brito, C. García, W. Blanco & C. Carrodegas. 1987. Atlas-biológico pesquero de la langosta en el archipiélago cubano. Centro de Inv. Pesq. La Habana, Cuba. 125 p.
- Cruz, R. & M.E. de León, 1991. Dinámica reproductiva de la langosta (*Panulirus argus*) en el archipiélago cubano. *Revista de Investigaciones Marinas* 12(1-3).
- Davis, G.E. 1980. Juvenile spiny lobster management: Or how to make the most of what you get. *Spiny Lobster Series. Fisheries* 5(4): 57-59
- Davis, C. D. 2009. A Generalized Food Web for Lake Pontchartrain in Southeastern Louisiana. July.
- Day, J. W.; Yáñez-Arancibia, A.; Vásquez, H. A.; Arzapalo, W. W.; Baltz, D. M.; Banda, A.; Bianchi, T. S.; Boesch, D. F.; Filograsso, L. C. & Caddy, J. F., 2013. Gulf of Mexico Origin, Waters, and Biota: Volume 4, Ecosystem-Based Management. Texas A&M University Press.
- Day, John W.; Crump, B. C.; Kemp, W. M. & Yáñez-Arancibia, A. (Eds.), 2012. *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118412787>
- Defeo, O.; Castrejón, M.; Pérez-Castañeda, R.; Castilla, J. C.; Gutiérrez, N. L.; Essington, T. E. & Folke, C., 2016. Co-management in Latin American small-scale shellfisheries: assessment from long-term case studies. *Fish and Fisheries*, 17(1): 176–192, ISSN: 14672960.
- Delegido, J.; Urrego, P.; Vicente, E.; Soria-Perpinyà, X.; Soria, J. M.; Pereira-Sandoval, M.; Ruiz-Verdú, A.; Peña, R. & Moreno, J., 2019. Turbidity and secchi disc depth with sentinel-2 in different trophic status reservoirs at the comunidad valenciana. *Revista de Teledeteccion*, 2019(54), 15–24.
- DOF. 2000. Aviso por el que se informa al público en general, que la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera la región conocida como Ría Lagartos, ubicada en los municipios de San Felipe, Río Lagartos y Tizimin, en el Estado de Yucatán, establecida mediante Decreto Presidencial publicado el 21 de mayo de 1999.
- DOF. 2014a. Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero para la langosta espinosa (*Panulirus argus*) de la Península de Yucatán. Adoptado 13 March 2014.
- DOF. 2014b. NORMA Oficial Mexicana NOM-049 SAG/PESC-2014, Que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*.
- DOF. 2018. Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*, México. 11 de junio 2018. DOF. 2021. Ley General de Vida Silvestre. Última Reforma Publicada el 20 de mayo 2021.
- Durán-González, A.; Laguarda-Figueras, A.; Solís-Marín, F. A.; Buitrón-Sánchez, B. E., Gust, C. & Torres-Vega, J., 2005. Equinodermos (Echinodermata) de las aguas mexicanas del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 53 (SUPPL. 3), 53–68.
- Eggleston, D. B., Lipcius, R. N., Marshall Jr, L. S. & Ratchford, S. G. 1998. Spatiotemporal variation in postlarval recruitment of the Caribbean spiny lobster in the central Bahamas: lunar and seasonal periodicity, spatial coherence, and wind forcing. *Marine Ecology Progress Series*, 174, 33-49.
- Euan-Ávila, J.; Maldonado, A.; Salas, S.; Zapata, C. & Cabrera, M. A. 2005. Paisajes de los Fondos Marinos de la Costa de Yucatán: San Felipe-Río Lagartos. Laboratorio de Percepción Remota y SIG, Laboratorio de Bio-Economía Pesquera. Informe Interno CINVESTAV.
- FAO-SEDER, 2016. Plan Rector Acuícola y Pesquero del Estado de Yucatán.
- Fraga, J., 2009. Caught Up in Change. The experience of traditional fisheries in marine reserves in Mexico's Yucatan State reveals the influence of social and economic effects. *Zamudra Reports*, No.52: 26–31.

- Fraga, J.; Villalobos, G.; Doyon, S. & Garcia, A. (eds.). 2013. Decentralization and environmental management. Coastal Governance in Mexico. Universidad Autonoma de Campeche, Cinvestav, 340 p., ISBN: 978-607-402-100-4.
- García-Hernández, V.; Ordóñez-López, U.; Hernández-Vázquez, T. & Álvarez-Cadena, J. N., 2009. Fish larvae and juveniles checklist (Pisces) from the northern Yucatán Peninsula, Mexico, with 39 new records for the region. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(1), 85–94.
- Gavaldón, A. & Fraga, J., 2011. Rompiendo esquemas tradicionales en la pesca artesanal: las mujeres trabajadoras del mar en San Felipe, Yucatán, México. In: *Pescadores en América Latina y el Caribe: espacio, población, producción y política*, Universidad Nacional Autónoma de México., pp. 15–47.
- Garvey, J. E. & Whiles, M., 2017. *Trophic Ecology*. Boca Raton: CRC Press.
- Griffin, J.N.; De la Haye, K.L.; Hawkins, S.J.; Thompson, R.C. & Jenkins, S.R. 2008. Predator diversity and ecosystem functioning: Density modifies the effect of resource partitioning *Ecology* 89:298-305
- González-Cano, J. 1991. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Ph. D. Thesis. Imperial College, University of London
- González-Cano, J., G.V. Ríos-Lara., C. Zetina-Moguel., A. Ramírez Estévez., P. Arceo Briseño., C. Agullar-Cardozo., K. Cervera-Cervera., Juan de Dios Martínez., D. De Anda-Fuentes., J. Bello-Pineda & M.T. Cobá-Ríos. 2000. La Pesquería de Langosta en el Caribe. Páginas 631-654 En: *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca SEMARNAP (ed.). Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo, 1999-2000*. Instituto Nacional de Pesca. México.
- Hemminga, M. A. & Duarte, C. M., 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press.
- Herrera, A. & D. Ibarzábal. 1995. Aspectos ecológicos de la langosta *Panulirus argus* en los arrecifes de la Plataforma cubana. *Rev. Inv. Mar.* 19 (1), 59–63
- Herrera-Silveira, J.; García-Contreras, G. & Santos-Leal, A. C., 2009. Criterios para la selección del sitio de manglar Ría Lagartos (El Cuyo), en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Herrera-Silveira, J.; Morales-Ojeda, S. & Ramírez-Ramírez, J., 2010. Capítulo 4. Especies. Plantas marinas. En Durán-García, R., y Méndez-González, M. (Eds.). 2010. *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma, Mérida, Yuc. 496 pp.
- Herrera-Silveira, J.; Alvarez, C.; Merino, F. & Aguilar, A., 2010b. Mareas rojas en las costas de Yucatán. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*. Springer, Mérida.
- Herrera-Silveira, J.; Aguilar-Trujillo, A.C. & Morales-Ojeda, S.M., 2021. Monitoreo de la salud de E.; Chi Chan, M.; Contreras Pacheco, Y.; Gómez, U.; González Morales, L.; Lamas Cosío A. y López Chávez, E. Y., 2021. Atlas de línea base ambiental del Golfo de México. Hidrografía, biogeoquímica e imágenes de satélite.
- Herzka, S. Z.; Alfonso Zaragoza Álvarez, R.; Peters Gilberto Hernández Cárdenas, E. M.; Carlos Herguera García, J.; Díaz Asencio, J.; Cepeda Morales, M.; Arias Torres, A.; Chávez Pacheco, E.; Chi Chan, M.; Contreras Pacheco, Y.; Gómez, U.; González Morales, L.; Lamas Cosío A. & López Chávez, E. Y., 2021. Atlas de línea base ambiental del Golfo de México. Circulación oceánica y oleaje.
- Herrking, W.F., Kanciruk, J., Halusky, J. & McLean, R. 1973. Descriptive characterization of amss autumnal migration of spiny lobster, *Panulirus argus*. *Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst.* 25: 78-99.
- Hoese, H. D., & Moore, R. H., 1998. *Fishes of the Gulf of Mexico, Texas, Louisiana, and Adjacent Waters*. Texas A&M University Press.
- INE., 1999. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, México. México: Instituto Nacional de Ecología.
- INEGI. 2020. Censo de Población y Vivienda
- Huerta-Múzquiz, L., 2021. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C. Algas marinas bentónicas de la Península de Yucatán y uso potencial de especies selectas. Version 1.9. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad, Occurrence dataset 2021-11-10.

- Instituto de Ecología (INE). 1999. Programa de manejo de la reserva de la biosfera Ría Lagartos. INE. México D.F. 203 pp.
- Kanciruk, P. 1980. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters), pp 59-96. In: Cobb, J. S and B. f. Phillips (eds). The biology and management of lobsters. London, Academic Press. Vol. II. Ecology and Management.
- Kanciruk, P. and Herrnkind, W. F. 1976. Autumnal reproduction of spiny lobster, *Panulirus argus*, at Bimini, Bahamas.: Bull. Mar. Sci. 26: 417-432.
- Kantún-Manzano, C. A.; Herrera-Silveira, J. A. & Arcega-Cabrera, F., 2018. Influence of coastal submarine groundwater discharges on seagrass communities in a subtropical karstic environment. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 100(1), 176-183.
- Kilminster, K.; McMahon, K.; Waycott, M.; Kendrick, G.A.; Scanes, P.; McKenzie, L.; O'Brien, K.R.; Lyons, M.; Ferguson, A.; Maxwell, P. & Glasby, T., 2015. Unravelling complexity in seagrass systems for management: Australia as a microcosm. Science of the Total Environment, 534, 97-109.
- Lalli, C. & Parsons, T. R., 1997. Biological Oceanography: An Introduction (Second). Elsevier Science.
- Liceaga Correa, M. A. (ed.). 2020. ATLAS DE LÍNEA BASE AMBIENTAL DEL GOLFO DE MÉXICO. Tomo VII Hábitats críticos y hotspots de tortugas marinas. Herzka, S., Zaragoza Álvarez, R. A., Peters, E. & Hernández Cárdenas, G. (ed. ser.), Consorcio de Investigación del Golfo de México (CIGoM) ed., vol. VII, 29 p., ISBN: ISBN 978-607-8811-07-6.
- Liceaga-Correa, M. A.; Arellano-Méndez, L. U. & Hernández-Núñez, H., 2010. Efectos de los huracanes y cambio climático sobre el Caribe mexicano: Adaptabilidad de los pastos marinos. Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático, 211-228.
- Lipcius, R.N. & Cobb, J.S. 1994. Introduction: Ecology and fishery biology of spiny lobsters. In: B. F. Phillips, J. S. Cobb y J. Kittaka. 1994. Spiny lobster management. Oxford. Fishing News Books (Blackwell Sci. Publications). 1-30 pp.
- López-Rocha J.A., Ramos-Miranda J., Velázquez-Abunader, I., Cabrera M.A., Salas S. & Flores-Hernández, D. 2021. Artes y Métodos de Pesca de la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de México. México 70 p.
- Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P., Huchin-Mián, J. P., Segura-García, I., Ek-Huchim, J. P., Améndola-Pimenta, M. & Rodríguez-Canul, R. 2015. *Panulirus argus* virus 1 detected in oceanic postlarvae of Caribbean spiny lobster: implications for disease dispersal. Diseases of aquatic organisms, 117(2), 165-170.
- Luquín-Covarrubias, M. A., Morales-Bojórquez, E., García-Borbón, J. A., Amezcua-Castro, S., Pérez-Valencia, S. A. & Larios-Castro, E., 2020. Evidence of overfishing of geoduck clam *Panopea globosa* from a length-based stock assessment approach. PeerJ, 8, e9069.
- Magaña-Gallegos, E.; Chan-Vivas, E.; Poot-López, G.; & Reyes-Mendoza, O., 2011. Estudio Preliminar de la Distribución y Abundancia de Crustáceos Decápodos de Interés Comercial de la Laguna Conil ( Yum - Balam ), Quintana Roo Preliminary Study of the Distribution and Abundance of Decapod Crustaceans of Commercial Interest of the Conil. In 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Manzanilla, H. & Gazca, R. 2004. Distribution y abundancia of phyllosoma larvae (Decapoda, Palinuridae) in the southern Gulf of Mexico and the western Caribbean Sea. Crustaceana. 77(1):75-93.
- Marx, J. & Herrnkind, W. 1985. Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobster *Panulirus argus*: food and shelter. Journal of Crustacean Biology. 5: 650-657.
- Marx, J. 1986. Settlement of spiny lobster *Panulirus argus* pueruli in South Florida: an evaluation from two perspective. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 2221-2227.
- Mendoza-Martínez, J. E.; Herrera-Silveira, J. A. & Cota-Lucero, T. C., 2020. Características morfológicas y almacenes de carbono aéreo de tres paisajes de pastos marinos de Yum - Balam. Programa Mexicano del Carbono, 168-175.

- Mexicano-Cíntora, G.; Leonce-Valencia, C. O.; Salas, S. & Vega-Cendejas, M. E., 2007. Recursos pesqueros de Yucatán: fichas técnicas y referencias bibliográficas. Yucatán: Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN.
- Monroy C., Galindo-Cortés G., Hernández-Flores A., 2014 Mero *Epinephelus morio*, en la Península de Yucatán. In: Beléndez Moreno, L.F.J., Espino Barr, E., Cortés, G., Gaspar-Dillanes, T., Campos, L., Morales Bojórquez, E. (Eds.), Sustentabilidad y Pesca Responsable En México Evaluación y Manejo. Instituto Nacional de Pesca, Mexico, D.F, p. 359.
- Morales-López, N.; Pérez-Díaz, E. & Brulé, T., 2006. Análisis espacio temporal de los ensamblajes de peces presentes en áreas de pastos marinos en la laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. In 59th Gulf and Caribbean Fisheries Institute.
- Moyle, P. B. & Cech, J. J., 2004. Fishes: An Introduction to Ichthyology. Pearson Prentice Hall.
- Munday, P. L.; Jones, G. P.; Pratchett, M. S. & Williams, A. J., 2008. Climate change and the future for coral reef fishes. *Fish and Fisheries*, 9(3), 261–285.
- Munguia-Vega, A.; Green, A. L.; Suarez-Castillo, A. N.; Espinosa-Romero, M. J.; Aburto-Dropeza, O.; Cisneros-Montemayor, A. M.; Cruz-Piñón, G.; Danemann, G.; Giron-Nava, A.; Gonzalez-Cuellar, O.; Lasch, C.; Mancha-Cisneros, M. del M.; Marinone, S. G.; Moreno-Báez, M.; Morzaria-Luna, H.-N.; Reyes-Bonilla, H.; Torre, J.; Turk-Boyer, P.; Walther, M. & Weaver, A. H., 2018. Ecological guidelines for designing networks of marine reserves in the unique biophysical environment of the Gulf of California. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, : 1–28, ISSN: 0960-3166, 1573-5184.
- Norman J. Quinn, & B., Kojis .1997. Settlement Variations of the Spiny Lobster (*Panulirus argus*) on Witham Collectors in Caribbean Coastal Waters of St. Thomas, United States Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 33, No. 3-4, 251-262.
- Northridge, S., 2018. Fisheries Interactions. In B. Würsig, J. G. M. Thewissen, & K. M. B. T.-E. of M. M. (Third E. Kovacs (Eds.) (pp. 375–383). Academic Press.
- Oceanus A.C., 2007. Caracterización de las comunidades arrecifales De Yum Balam.
- Ordóñez-López, U. & García-Hernández, V. D., 2005. Ictiofauna juvenil asociada a *Thalassia testudinum* en Laguna Yalahau, Quintana Roo. *Hidrobiológica*, 15(2), 195–204.
- Ortegón-Aznar, I.; Gómez-González, J. & Senties-Granados A., 2001. Estudio ficoflorístico de la laguna de Río Lagartos, Yucatán, México. *Hidrobiológica* 11(2):97-104
- Ortegón-Aznar, I.; Freile-Pelegrin, Y. & Robledo-Ramírez D., 2010. Capítulo 4. Especies. Algas. En Durán-García, R., y Méndez-González, M. (Eds.). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma, Mérida, Yuc, 496 pp.
- Palacios-Sánchez, S.; Vega-Cendejas, M. E. & Hernández de Santillana, M., 2015. Evaluación ictiológica en el Corredor Costero de Yucatán (Sureste del Golfo de México). *Revista Biodiversidad Neotropical*, 5(2), 145.
- Pech, D. & Ardisson Herrera, P. L., 2010. Diversidad en el bentos marino-costero. *Biodiversidad y Desarrollo Humano En Yucatán*, (237), 144–146.
- Pedroza-Gutiérrez, C. & López-Rocha, J. A., 2021. Ungovernable systems: The strength of informal institutions in the sea cucumber fishery in Yucatan, Mexico. *PLOS ONE*, 16(3), e0249132.
- Pedroza, C. & Salas, S., 2011. Responses of the fishing sector to transitional constraints: From reactive to proactive change, Yucatan fisheries in Mexico. *Marine Policy*, 35(1): 39–49, ISSN: 0308597X, DOI: 10.1016/j.marpol.2010.08.001.
- Phillips, B.F., P.A. Brown, D.W. Rimmer & D.D. Reid. 1979. Distribution and dispersal of the phyllosoma larvae of the western rock lobster *Panulirus cignus*, in the southeastern Indian Ocean. *Australian Journal of Marine Freshwater Research*, 30, 773-783.
- Peralta-Meixueiro, M. A. & Vega-Cendejas, M. E., 2011. Spatial and temporal structure of fish assemblages in a hyperhaline coastal system: Ría Lagartos, Mexico. *Neotropical Ichthyology*, 9(3), 673–682.
- Pimm, S. L. 1982. Food webs BT - Food Webs (S. L. Pimm (ed.); pp. 1–11). Springer Netherlands. Ramos-Miranda, J.; Cabrera, M. A.; Salas, S.; López-Rocha, J. & Flores Hernández, D., 2021. Especies comerciales de la pesca artesanal en la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida. Universidad Nacional Autónoma de

- México. México. 204 p.
- Ponce-Díaz, G., Chávez, E. A., Ramade-Villanueva, M., 2000. Evaluation of the green abalone *Haliotis fulgens* fishery in Bahía Asunción, Baja California Sur, Mexico. *Cienc Mar.*, 26(3), 393-412.
- Pulliam, H. R. 1988. Sources, sinks, and population regulation. *The American Naturalist*, 132(5), 652-661.
- Ramírez E. A. 1992. Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa noreste de Quintana Roo. Tesis Maestría. Univ. Autón. México.
- Ramírez E. A. 1996. Reproducción de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la costa noreste de Quintana Roo. Tesis Maestría. Univ. Autón. México.
- Ramos. 1974. El recalón de Contoy. *Est. De Inv. Pesq. Isla Mujeres Q. Roo. Bol. Informativo*. 1:2-4 p.
- Ramos-Miranda, J., Cabrera, M.A., Salas, S., López-Rocha, J.A., Flores-Hernández, D., Torres-Irineo, E., Velázquez-Abunader, I., Sosa-Ávila, M.A., Romero-Gallardo, S., Dorantes-González, M.A., Calderón-Gerónimo, C., Alatorre-Ramírez, V., Gómez-Criollo, F., Printzen, W.E., López, R., Oviedo-Romero, V., Silveira-Can, V. & Chablé-Colli, A. 2021. Un Breve Acercamiento a las Pesquerías. Recursos, Captura y Estado de Explotación. CINVESTAV-UNAM-EPOMEX-UAC. 50 p.
- Ríos-Lara, G.V. 2009. Identificación del Hábitat y de los Factores que Determinan la Distribución Espacial de Langosta en la Plataforma de Yucatán: Modelación y Evaluación de la Población. Tesis Doctoral. CINVESTAV Mérida, México.
- Ríos Lara, G. V.; Espinoza Méndez, J. C.; Zetina Moguel, C. E.; Aguilar Cardozo, C. & Aurora, R. E., 2013. La pesquería de langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y el mar Caribe mexicano. Mexico DF: Instituto Nacional de Pesca.
- Ríos-Lara, V., Díaz-Quijano, R., Uribe-Cuevas, M., Cervera, E.D., Águila y Elvira, J., Can, R., Villanueva Díaz, A., Dzul, E., Díaz, M., Zetina-Moguel, C. 2018. Co-manejo en la atenuación del impacto de la pesquería de pepino de mar sobre la pesquería de langosta en la costa de Yucatán, México. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.*, 70: 206-210.
- Ríos Lara, G. V.; Zetina Moguel, C. E.; Sanchez Molina, I.; Peniche Ayora, J. I.; Medina González, R.; Espinoza Méndez, J. C. & Moreno Mendoza, R., 2011. Caracterización del Hábitat de Juveniles de Langosta *Panulirus argus* en la Costa Central (Dzilam de Bravo) del Estado de Yucatán, México. In: <http://aquaticcommons.org/id/eprint/21283>, Gulf and Caribbean Fisheries Institute Proceedings, vol. 63, San Juan, Puerto Rico, pp. 462-470.
- Ríos-Lara, G. V.; Espinoza, J. C.; Zetina, C.; Aguilar-Cardozo, C. & Ramírez-Estévez, A., 2013. La Pesquería de Langosta *Panulirus argus* en el Golfo de México y Mar Caribe Mexicano. Instituto Nacional de Pesca, 101 p.
- Ríos-Lara, V.; Salas, S.; Javier, B.-P. & Ayora, P. I., 2007. Distribution patterns of spiny lobster (*Panulirus argus*) at Alacranes reef, Yucatan: Spatial analysis and inference of preferential habitat. *Fisheries Research*, 87(1): 35-45, ISSN: 0165-7836.
- Rubio-Cisneros, N. T.; Moreno-Báez, M.; Glover, J.; Rissolo, D.; Sáenz-Arroyo, A.; Götz, C.; Salas, S.; Andrews, A., Marín, G.; Morales-Ojeda, S.; Antele, F. & Herrera-Silveira, J., 2019. Poor fisheries data, many fishers, and increasing tourism development: Interdisciplinary views on past and current small-scale fisheries exploitation on Holbox Island. *Marine Policy*, 100(June 2017), 8-20.
- Ruppert, E. E. & Barnes, R. D., 1996. *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill.
- Salas, S., Aguilar, D., Cabrera, M.A. & Arceo, P., 1996. Patrones de asentamiento de langosta (*Panulirus argus*) en la costa oriente de Yucatán. *Proc. Gulf. Caribb. Inst.* 44. 536-552.
- Salas, S.; Sumaila, U. R. & Pitcher, T., 2004. Short-term decisions of small-scale fishers selecting alternative target species: a choice model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(3): 374-383, ISSN: 0706-652X.
- Salas, S.; Bello-Pineda, J.; Ríos-Lara, G. V.; Cabrera, M. A.; Rivas, R. & Santa María-Ucan, A. 2005. Programa Maestro del Sistema Producto de la Pesquería de Langosta en Yucatán. SAGARPA-CONAPESCA. Mérida Yucatán, México. 114p.

- Salas, S.; Cabrera, M. A.; Zapata-Araujo, C. & Euan-Ávila, J., 2008. ¿Son los refugios artificiales una opción para mejorar la pesquería de langosta? El caso de la pesquería de Yucatán, México. In: 60 Proceedings of the Sixtieth Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute., Punta Cana Dominican Republic, pp. 197–208.
- Salas, S.; Fraga, J.; Euan, J. & Chuenpagdee, R., 2015a. Common Ground, Uncommon Vision: The Importance of Cooperation for Small-Scale Fisheries Governance. In: Jentoft, S. & Chuenpagdee, R. (eds.), *Interactive Governance for Small-Scale Fisheries: Global Reflections*, (ser. MARE Publication Series), Cham: Springer International Publishing, pp. 477–493, ISBN: 978-3-319-17034-3.
- Salas, S.; Zapata-araujo, C.; Cabrera, M. A. & Euán, J., 2015b. How much we can learn from fishers about ecology and fisheries management: case studies on spiny lobster fishery in Mexico Technical. In J. Fischer, J. Jorgensen, H. Josupeit, D. Kalikoski, & C. M. Lucas (Eds.), *Fishers' knowledge and the ecosystem approach to fisheries Applications, experiences and lessons in Latin America* FAO (pp. 247–262).
- Salas, S.; Mexicano, G. & Cabrera, M., 2006. ¿Hacia dónde van las pesquerías en Yucatán? Tendencias, Retos y Perspectivas. ISBN: 968-5480-73-7.
- Salas, S.; Torres-Irineo, E. & Coronado, E., 2019. Towards a métier-based assessment and management approach for mixed fisheries in Southeastern Mexico. *Marine Policy*, 103: 148–159, ISSN: 0308-597X.
- Saldaña, A., Salas, S., Arce-Ibarra, A.M., Torres-Irineo, E. 2017. Fishing operations and adaptive strategies of small-scale fishers: Insights for fisheries management in data poor situations. *Fisheries Management Ecology*, 24: 19–32.
- Santana-Cisneros, M., Tuz-Sulub, A., Velázquez-Abunader, I. 2016. Eficiencia de casitas cubanas para langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Parque Nacional Arrecife Alacranes, Yucatán. *E-BIOS*, 6:56-73.
- Sarver, S. K., Silberman, J. D., Walsh, P. J. 1998. Mitochondrial DNA sequence evidence supporting the recognition of two subspecies or species of the Florida spiny lobster *Panulirus argus*. *Journal of Crustacean Biology*, 18(1), 177-186.
- Seijo, J.C. & Salas, S. 1991. Análisis bioeconómico de métodos alternativos de captura de langosta (*Panulirus argus*) de la plataforma continental de Yucatán. *Revista Investigaciones Marinas*, 12: 2-10.
- SEMARNAP, 1999. Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera de Río Lagartos. 203.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – especies nativas de México de flora y fauna silvestres – categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – lista de especies en riesgo. Diario Oficial, 30 de diciembre de 2010.
- SEMARNAT. 2009. Manual técnico para beneficiarios: Manejo de vida silvestre. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico.
- SEMARNAT & CONANP, 2019. Programa de Manejo Area de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.
- Silberman, J. D., Sarver, S. K., Walsh, P. J. 1994. Mitochondrial DNA variation and population structure in the spiny lobster *Panulirus argus*. *Marine Biology*, 120(4), 601-608.
- Simões, N.; Mascaró, M.; Ordóñez-López, U. & Ardisson, P. L., 2010. Crustáceos. In R. Durán & M. Méndez (Eds.), *Colombia Pacífico Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 201–246). Yucatán: CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA.
- Solis-Marin, F. A.; Laguarda-Figueras, A. & Honey-Escandón, M., 2014. Biodiversity of echinoderms (Echinodermata) in Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(SUPPL.), 441–449.
- Sosa-Cordero, E., A. M. Arce., W. Aguilar Dávila, A. Ramírez- González. 1998. Artificial shelters for spiny lobster *Panulirus argus* (Latreille): an evaluation of occupancy in different benthic habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 229: 1-18.

- Soto, L. A.; Botello, A. V.; Licea-Durán, S.; Lizárraga-Partida, M. L. & Yáñez-Arancibia, A., 2014. The environmental legacy of the Ixtoc-I oil spill in Campeche Sound, southwestern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*, 1: 57, ISSN: 2296-7745.
- Speight, M. R. & Henderson, P. A., 2013. *Marine Ecology: Concepts and Applications*. John Wiley & Sons.
- Torres-Irineo, E. & Salas, S., 2009. Análisis Comparativo de Patrones de Captura de Langosta Dados Diferentes Métodos de Pesca. In: Proceedings of the 61st Gulf and Caribbean Fisheries Institute November. Gosier, Guadeloupe, French West Indies.
- Torres-Irineo E., Salas, S., Euán-Ávila J., Palomo, L.E., Quijano-Quiñones, D.R., Coronado, E, Joo, R. 2021. Spatio-temporal determination of small-scale vessels' fishing grounds using a vessel monitoring system in the Southeastern Gulf of Mexico. *Frontiers in Marine Science*.
- Torruco-Gómez, D. & González-Solís, A., 2014. Diversidad de especies de crustáceos. In J. Euán-Ávila, A. García de Fuentes, M. A. Liceaga-Correa, & A. Munguía-Gil (Eds.) (Volumen 1, pp. 273–280). Plaza y Valdés.
- Turney, S. & Buddle, C. M., 2016. Pyramids of species richness: the determinants and distribution of species diversity across trophic levels. *Oikos*, 125(9), 1224–1232.
- Valle, S.V., M. Sosa, R. Puga, L. Font & R. Duthit. 2011. Coastal Fisheries of Cuba. pp. 155-174. In Salas S., R. Chuenpagdee, A. Charles & J.C. Seijo (eds.). *Coastal Fisheries in Latin America and the Caribbean*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper 544. Rome
- Vázquez-Lule, A. D., 2009. Caracterización del sitio de manglar Ría Lagartos (El Cuyo), en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Vega-Cendejas, M. E. & Hernández De Santillana, M., 2004. Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60(2), 285–299.
- Vega-Cendejas, M. E.; De la Cruz-Agüero, J.; Hernández de Santillana, M., & Pérez, E., 1992. Análisis prospectivo de la comunidad de peces de la laguna de Yalahau, Q. Roo, México. In Res. III Congr. Nal. Ictiol.
- Wakida-Kusunoki, A. T. & Toro-Ramírez, A. 2016. Caracterización de la pesca de camarón en la zona costera de Campeche y Yucatán Characterization of shrimp artisanal fishery in the Peninsula of Yucatan View project Tuna Fishery on Gulf of Mexico View project. *Ciencia Pesquera*, 24(1), 3–13.
- Waycott, M.; Duarte, C. M.; Carruthers, T. J.; Orth, R. J.; Dennison, W. C.; Olyarnik, S. & Williams, S. L., 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(30), 12377-12381.
- Zapata-Araujo, C.; Salas, S. & Cabrera, M. A., 2008. Conocimiento local aplicado a la colocación de refugios artificiales en un programa de mejoramiento de la pesquería de langosta en Yucatán, México. In: Proceedings of the Sixtieth Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute., Punta Cana Dominican Republic, pp. 209–220.
- Zetina Ríos, Z.; Ríos Lara, G. V.; Moreno-Mendoza, R.; Espinoza-Méndez, J. & Zetina-Moguel, C., 2012. Riqueza específica de peces en caladeros de pesca de langosta espinosa *Panulirus argus* en la costa central de Yucatán, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 64.

## 14. Anexos

### ANEXO I. Memoria fotográfica del trabajo en campo



Figura i. Equipo de monitoreo langosta y peces realizando recorridos por el polígono de la ZRP



Figura ii. Equipo de monitoreo langosta y peces en preparación para realizar inmersiones.  
Fotos: Leopoldo Palomo



Figura iii. Censo de los peces con la metodología de buzo errante. Fotos: Fotos: Leopoldo Palomo y Miguel Cabrera

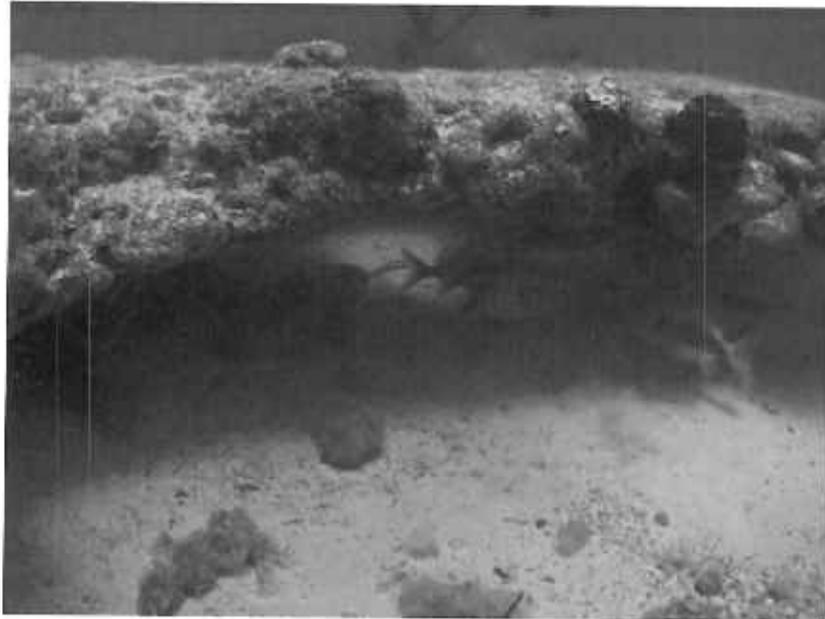


Figura iv. Censo de peces con la metodología de buzo errante. Fotos: Leopoldo Palomo



Figura v. Toma de parámetros fisicoquímicos de la columna de agua en El Cuyo. a) uso de la sonda multiparamétrica YSI, b) lectura de temperatura con el multiparámetro, c) medidas de luz con el disco de Secchi, botellas ámbar para colecta de agua. Fotos: Laboratorio de Producción Primaria

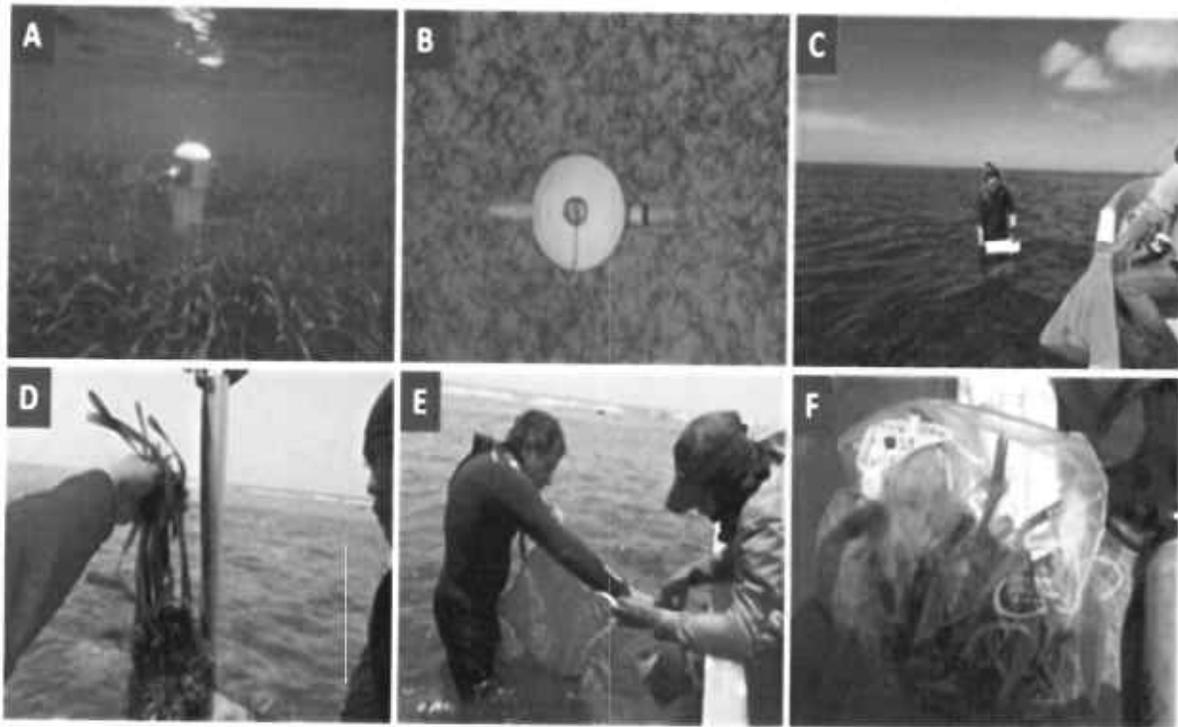


Figura vi. Obtención de muestras de biomasa. A) Inmersión; B) procedimiento de inserción del núcleo; C) Núcleo extraído; D) Muestra recién extraída del núcleo; E) Retiro del excedente de sedimento; F) Muestra para almacenar en refrigeración. Fotos: Laboratorio de Producción Primaria.

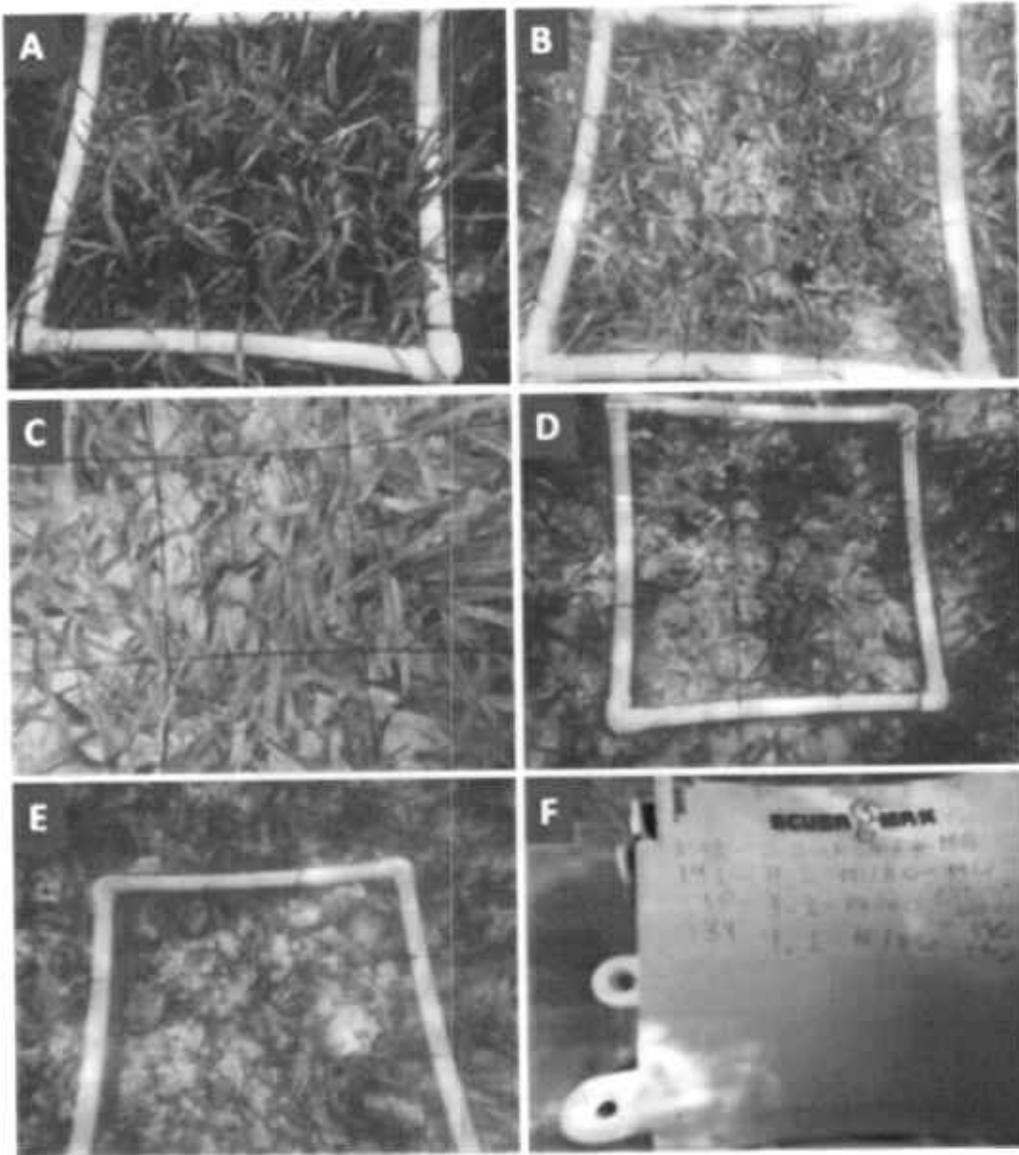


Figura vii. Caracterización del fondo marino dominado por pastos marinos con diferentes porcentajes de cobertura y características morfológicas. A) 100%; B) 75%; C) 60%; D) 35-50%; E) 5-25%; F) Tabla de anotaciones "in situ". Fotos: Laboratorio de Producción Primaria

ANEXO II. Listado conjunto de las especies de peces marinos reportados en la zona noreste de la península de Yucatán. Donde: A: Aguilar Cordero et al. (2014) (66 sp); B: Morales-López et al. (2006); C: Oceanus A.C. (2007) (68 sp); D: Ordóñez-López & García-Hernández (2005) (78 sp); E: INE (1999) (74 sp); F: Rubio-Cisneros et al. (2019) (28 sp); G: Vega-Cendejas et al. (1992) (12 sp); H: SEMARNAT & CONANP (2019) (9 sp), I: Zetina Ríos et al. (2012) (34 sp). \* corresponde a especies de importancia comercial.

Familia/Especies	Autores								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Acanthuridae</b>									
<i>Acanthurus bahianus</i>			X						
<i>Acanthurus chirurgus</i>			X	X					
<i>Acanthurus coeruleus</i>			X						
<i>Acanthurus bahianus</i>									X
<b>Achiridae</b>									
<i>Achirus lineatus</i>	X				X		X		
<b>Albulidae</b>									
<i>Albula vulpes</i>	X								
<b>Aridae</b>									
<i>Ariopsis felis</i>	X			X	X				
<i>Arius melanopus</i>	X				X				
<i>Bagre marinus</i>	X								
<b>Atherinidae</b>									
<i>Atherinomorus stipes</i>				X					
<i>Menidia colei</i>				X	X				
<b>Balistidae</b>									
<i>Balistes capriscus</i>									X
<i>Balistes vetula</i>			X						
<b>Batrachoididae</b>									
<i>Opsanus beta</i>		X		X	X				
<i>Opsanus phobetron</i>				X					
<i>Sanopus reticulatus</i>									X
<b>Belonidae</b>									
<i>Strongylura marina</i>					X				
<i>Strongylura notata</i>				X	X				
<i>Strongylura timucu</i>					X				
<b>Blenniidae</b>									
<i>Parablennius marmoratus</i>									X
<b>Callionymidae</b>									
<i>Diplogrammus pauciradiatus</i>				X					
<b>Carangidae</b>									
<i>Caranx crysos</i>	X								
<i>Caranx hippos</i>	X								
<i>Caranx latus</i>	X								
<i>Caranx lugubris</i>	X								
<i>Caranx ruber</i>			X						
<i>Caranx spp.</i>	X								
<i>Trachinotus carolinus</i>	X								
<i>Trachinotus falcatus</i>	X				X				
<i>Trachinotus spp.</i>	X								
<b>Carcharhinidae</b>									

<i>*Carcharhinus acronotus</i>	X							
<i>*Carcharhinus brevipinna</i>							X	
<i>*Carcharhinus falciformes</i>							X	
<i>*Carcharhinus limbatus</i>	X						X	
<i>*Carcharhinus perezii</i>	X						X	
<i>*Carcharhinus sp</i>								X
<i>*Carcharhinus leucas</i>	X						X	
<i>*Carcharodon carcharias</i>							X	
<i>*Galeocerdo cuvieri</i>	X						X	
<i>*Negaprion brevirostris</i>	X						X	
<i>*Rhizoprionodon terraenovae</i>							X	
<b>Centropomidae</b>								
<i>*Centropomus sp.</i>								X
<i>*Centropomus undecimalis</i>	X					X	X	
<b>Chaetodontidae</b>								
<i>Chaetodon aculeatus</i>								X
<i>Chaetodon capistratus</i>								X
<i>Chaetodon ocellatus</i>								X
<i>Chaetodon sedentarius</i>								X
<i>Chaetodon striatus</i>								X
<b>Clupeidae</b>								
<i>Harengula jaguana</i>	X			X	X			X
<i>Jenkinsia lomprotaenia</i>				X				
<i>Opisthonema oglinum</i>	X							
<b>Cynoglossidae</b>								
<i>Symphurus plagiusa</i>							X	
<b>Dactyloscopidae</b>								
<i>Gillellus uranidea</i>				X				
<b>Dasiatyidae</b>								
<i>*Dasyatis americana</i>	X						X	
<i>*Dasyatis say</i>	X							
<i>Himantura schmardae</i>	X							
<b>Diodontidae</b>								
<i>Chylomycterus schoepfi</i>	X	X				X		X
<i>Diodon holocantus</i>		X						
<i>Diodon hystrix</i>								X
<b>Elopidae</b>								
<i>Elops saurus</i>	X						X	
<i>Megalops atlanticus</i>	X							
<b>Engraulidae</b>								
<i>Anchoa hepsetus</i>	X	X			X	X		X
<i>Anchoa mitchilli</i>						X		
<b>Ephippidae</b>								
<i>Chaetodipterus faber</i>	X				X	X		
<b>Gerreidae</b>								
<i>Diapterus allsthostomus</i>							X	
<i>Diapterus rhombeus</i>							X	
<i>Eucinostomus argenteus</i>	X	X			X	X		X
<i>Eucinostomus gula</i>	X				X	X		X
<i>Eucinostomus melanopterus</i>						X		
<i>Eucinostomus sp.</i>	X				X			X
<i>Eugerres plumieri</i>						X		
<i>Gerres cinereus</i>	X							

<i>Gerres spp.</i>	X					X	
<b>Ginglymostomatidae</b>							
<i>Ginglymostoma cirratum</i>							X
<b>Gobiidae</b>							
<i>Bathygobius sp.</i>				X			
<i>Ctenogobius boleosoma</i>				X			
<i>Elacatinus oceanops</i>							X
<i>Gobiesox strumasus</i>				X			
<i>Gobionellus oceanicus</i>				X			
<i>Gobionellus sp.</i>				X			
<i>Gobiosoma robustum</i>				X			
<i>Microgobius thalassinus</i>				X			
<b>Gymnuridae</b>							
<i>Gymnura micrura</i>					X		
<b>Haemulidae</b>							
<i>Anisostremus surinamensis</i>				X			
<i>Anisostremus virginicus</i>				X			
<i>Haemulon album</i>				X			
<i>Haemulon aurolineatum</i>				X	X		
<i>Haemulon carbonarium</i>		X		X			
<i>Haemulon chrysargyreum</i>				X			
<i>Haemulon flavolineatum</i>				X	X		
<i>Haemulon macrostomum</i>	X			X			
<i>Haemulon melanurum</i>				X			
<i>Haemulon parra</i>				X			
<i>Haemulon plumieri</i>	X	X		X	X		X
<i>Haemulon sciurus</i>				X			
<i>Haemulon spp</i>	X				X		
<i>Haemulon striatum</i>				X			
<i>Orthopristis chrysoptera</i>	X	X			X	X	X
<b>Hemiramphidae</b>							
<i>Chriodorus atherinoides</i>						X	
* <i>Hyporhamphus unifasciatus</i>						X	
<b>Labridae</b>							
* <i>Lachnolaimus maximus</i>	X			X	X		X
<i>Bodianus rufus</i>				X			
<i>Halichoeres bivittatus</i>					X		
<i>Halichoeres radiatus</i>						X	
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>					X		
<i>Labrisomus sp.</i>					X		
<i>Nicholsina usta</i>		X			X		
<i>Thalassoma bifasciatum</i>					X		
<i>Xyrichthys martinicensis</i>					X		
<b>Labrisomidae</b>							
<i>Paraclinus fasciatus</i>					X	X	
<i>Paraclinus marmoratus</i>					X		
<b>Lamnidae</b>							
<i>Isurus sp.</i>						X	
<b>Lutjanidae</b>							
* <i>Lutjanus analis</i>	X			X		X	X
* <i>Lutjanus apodus</i>	X			X			
* <i>Lutjanus buccanella</i>						X	
* <i>Lutjanus campechanus</i>	X			X		X	

<i>*Lutjanus cyanopterus</i>			X			X	
<i>*Lutjanus griseus</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>*Lutjanus jocu</i>			X			X	
<i>*Lutjanus mahogoni</i>			X				
<i>*Lutjanus sp.</i>						X	X
<i>*Lutjanus synagris</i>	X		X				X
<i>*Ocyurus chrysurus</i>	X		X				X
<b>Megalopidae</b>							
<i>Megalops atlanticus</i>							X
<b>Monacanthidae</b>							
<i>Aluterus schoepfi</i>					X		
<i>Aluterus scriptus</i>			X				
<i>Cantherhines macrocerus</i>			X				
<i>Cantherhines pullus</i>			X				
<i>Canthidermis sufflamen</i>			X				
<i>Melichthys niger</i>			X				
<i>Monacanthus ciliatus</i>					X		
<i>Monacanthus hispidus</i>		X				X	
<b>Mugilidae</b>							
<i>Mugil cephalus</i>	X				X		
<i>Mugil curema</i>	X				X		
<i>Mugil spp.</i>						X	
<b>Myliobatidae</b>							
<i>Aetobatus narinari</i>					X		
<b>Ogcocephalidae</b>							
<i>Ogcocephalus nasutus</i>					X		
<i>Ogcocephalus radiatus</i>					X		
<b>Ophichthidae</b>							
<i>Ahlia egmontis</i>				X			
<i>Myrophis punctatus</i>				X			
<b>Ophidiidae</b>							
<i>Lepophidium brevibarbe</i>				X			
<b>Ostraciidae</b>							
<i>Acanthostracion quadricornis</i>		X			X		
<b>Paralichthyidae</b>							
<i>Paralichthys albigutta</i>					X		
<b>Pomacanthidae</b>							
<i>Híbrido (Holacanthus ciliaris y</i>							
<i>Holacanthus bermudensis)</i>							X
<i>Pomacanthus arcuatus</i>			X				X
<i>Holacanthus bermudensis</i>			X				
<i>Holacanthus ciliaris</i>			X				
<i>Holacanthus tricolor</i>			X				
<i>Pomacanthus paru</i>			X				
<b>Pomacentridae</b>							
<i>Mycrospathodon chrysurus</i>			X				
<i>Stegastes sp.</i>							X
<b>Pomacentridae</b>							
<i>Abudefduf saxatilis</i>				X			X
<b>Pristidae</b>							
<i>*Pristis pectinatus</i>	X					X	
<b>Scaridae</b>							
<i>Scarus caelestinus</i>			X				

<i>Scarus coeruleus</i>			X				
<i>Scarus croicensis</i>			X				
<i>Scarus guacamaia</i>			X				
<i>Scarus sp.</i>					X		
<i>Scarus vetula</i>			X				
<i>Sparisoma atomarium</i>			X				
<i>Sparisoma aurofrenatum</i>			X				
<i>Sparisoma chrysopterum</i>			X				
<i>Sparisoma rubripinne</i>			X		X		
<i>Sparisoma sp.</i>					X		
<i>Sparisoma taeniopterus</i>			X				
<i>Sparisoma viride</i>			X				
<b>Sciaenidae</b>							
<i>Bairdiella chrysaora</i>		X		X		X	
<i>Bairdiella sanctaeluciae</i>				X			
<i>Bairdiella sp.</i>	X						
* <i>Cynoscion arenarius</i>	X						X
* <i>Cynoscion nebulosus</i>	X			X		X	X
<i>Cynoscion nathus</i>	X						
<i>Cynoscion regalis</i>				X			
<i>Cynoscion sp.</i>						X	
<i>Equetus iwamotoi</i>				X			
<i>Equetus punctatus</i>				X			
<i>Larimus fasciatus</i>				X			
<i>Leiostomus xanthurus</i>				X			
<i>Menticirrhus littoralis</i>				X			
<i>Menticirrhus saxatilis</i>				X			
<i>Micropogonias undulatus</i>						X	
<i>Pareques acuminatus</i>				X			
<i>Pareques umbrinus</i>							X
<i>Pogonias cromis</i>						X	
<b>Scombridae</b>							
* <i>Scomberomorus maculatus</i>	X					X	
<b>Scorpaenidae</b>							
<i>Neomerinthe hemingwayi</i>		X					
<i>Scorpaena brasiliensis</i>				X			
<i>Scorpaena grandicornis</i>				X			
<i>Scorpaena plumieri</i>							X
<b>Serranidae</b>							
* <i>Cephalopholis cruentata</i>			X				
* <i>Cephalopholis fulvus</i>			X				
<i>Diplectrum bivittatum</i>					X		
* <i>Ephinephelus itajara</i>	X		X				
* <i>Ephinephelus adscensionis</i>			X				X
* <i>Ephinephelus guttatus</i>			X				
* <i>Ephinephelus morio</i>	X		X			X	X
* <i>Ephinephelus striatus</i>			X			X	
<i>Hypoplectrus puella</i>							X
* <i>Mycteroperca bonaci</i>			X			X	X
* <i>Mycteroperca interstitialis</i>			X				
* <i>Mycteroperca microlepis</i>				X		X	
* <i>Mycteroperca sp.</i>	X						X
* <i>Mycteroperca tigris</i>			X				

<i>*Mycteroperca venenosa</i>				X				
<i>*Serranus subligarius</i>								X
<b>Sparidae</b>								
<i>Archosargus probatocephalus</i>							X	X
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	X						X	
<i>Lagodon rhomboides</i>	X	X		X			X	
<i>Calamus calamus</i>								X
<b>Sphyraenidae</b>								
<i>Sphyraena barracuda</i>	X		X			X		
<b>Sphyrnidae</b>								
<i>*Sphyrna lewini</i>	X						X	
<i>*Sphyrna tiburo</i>	X						X	
<b>Sygnathidae</b>								
<i>Anarchapterus criniger</i>					X			
<i>Cosmocampus albirostris</i>					X			
<i>Cosmocampus elucens</i>					X			
<i>Hippocampus erectus</i>					X	X		
<i>Hippocampus zosterae</i>					X			
<i>Oostethus lineatus</i>						X		
<i>Syngnathus floridae</i>					X			
<i>Syngnathus folletti</i>					X			
<i>Syngnathus louisianae</i>					X			
<i>Syngnathus pelagicus</i>					X	X		
<i>Syngnathus scovelli</i>					X	X		
<b>Synodontidae</b>								
<i>Synodus foetens</i>	X	X		X	X		X	
<i>Synodus intermedius</i>								X
<b>Tetraodontidae</b>								
<i>Sphaeroides nephelus</i>						X		
<i>Sphaeroides sp.</i>			X					
<i>Sphaeroides splengleri</i>	X	X				X	X	X
<i>Sphaeroides testudineus</i>			X			X		
<b>Triglidae</b>								
<i>Prionotus scitulus</i>					X			
<i>Prionotus tribulus</i>						X		
<b>Urolophidae</b>								
<i>Urobathis jamaicensis</i>					X	X		X

ANEXO III. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2000 en El Cuyo.

Recursos explotados	%P	%V	%F
Mero	45.8	58.6	2.1
Pulpo maya	40.0	0.2	2.1
Carito	3.3	2.2	2.1
Langosta	1.6	25.1	2.1
Chacchi	1.3	0.6	2.1
Bala	1.1	0.5	2.1
Rubia	1.0	2.0	2.1
Cazon	0.8	1.5	2.1
Mojarra	0.8	1.4	2.1
Esmedregal	0.7	1.7	2.1
Tiburón	0.7	1.2	2.1
Bonito	0.6	0.0	4.2
Boquinete	0.5	1.3	2.1
Otros	0.9	1.8	35.4

ANEXO IV. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2010 en El Cuyo.

Recursos explotados	%P	%V	%F
Mero	48.6	41.7	2.2
Pulpo maya	29.1	31.2	2.2
Langosta	1.7	17.8	2.2
Chacchi	3.5	0.3	2.2
Canane	1.9	1.4	2.2
Manjua	2.7	0.4	2.2
Bonito	0.7	0.1	4.3
Cazon	2.0	0.9	2.2
Esmedregal	1.7	1.1	2.2
Carito	1.7	1.1	2.2
Rubia	1.2	0.7	2.2
Robalo	0.8	1.0	2.2
Corvina	1.2	0.5	2.2
Pargo	0.7	0.5	2.2
Boquinete	0.5	0.5	2.2
Huachinango	0.4	0.4	2.2
Vivita	0.6	0.0	2.2
Cojinuda	0.3	0.0	2.2
Mojarra	0.2	0.1	2.2
Sierra	0.1	0.1	2.2
Jurel	0.1	0.0	2.2
Otros	0.2	0.1	26.1

ANEXO V. Porcentaje en peso, valor y frecuencia de los recursos explotados en 2018 en El Cuyo.

Recursos explotados	%P	%V	%F
Pulpo maya	49.2	46.6	26.3
Pepino de mar café	15.5	11.4	11.1
Mero	7.4	9.6	15.7
Langosta	5.9	18.5	3.8
Pulpo	6.5	5.1	4.8
Boquinete	1.7	2.4	3.0
Canane	1.2	0.7	5.4
Sardina vivita (carnada)	3.3	0.2	3.1
Abadejo	1.1	2.4	2.7
Pargo	0.5	0.4	4.0
Carito	1.6	0.8	1.8
Cazon	1.4	0.3	2.2
Chacchi	0.6	0.1	2.5
Negrillo	0.3	0.7	1.7
Rubio	0.6	0.2	2.0
Sierra	0.4	0.2	1.7
Bonito	0.7	0.1	1.2
Jurel	0.6	0.1	0.8
Medregal	0.1	0.0	1.0
Bandera	0.5	0.0	0.5
Coronado	0.1	0.1	0.8
Mojarra	0.1	0.0	0.8
Corvina pinta	0.4	0.1	0.1
Corvina	0.1	0.0	0.1
Otros	0.3	0.1	2.7





ANEXO VIII. Hoja de registro reunión 10 de marzo 2022

PROYECTO ZONA DE REFUGIO PESQUERO EL CUYO

FECHA: 10/Marzo/2022

SITIO DE REUNION: Comisaria Lijidal

NOMBRE	SECTOR O GRUPO AL QUE PERTENECE	TELEFONO Y CORREO ELECTRONICO
Araceli Espino	CINVESTAV	9941-43-87-36 arachinoj@gen.lim
Victoria Juarez	Alianza Karan Kay	5021521609 victoriaymoraesiquele@gmail.com
Frida Cosmío	CINVESTAV	44237832 scosmib@ict.20@ignafidm
Neidy Yolanda Puc G	Comisaria Municipal	9861189714
Reyes Osuna Cruz Alcega	Tesorería de Municipi Puc	9861030110
Estela Mulberto Acosta	Pescador	9993663483
José Sanjuán Huel	CONANP	9861194742 <sup>9861062767</sup>
Rafael Pérez	FEDERACION DE COOPERATIVA	9861062767
Edith Martínez Ramos	Oleava	5534345599 emartinez@oleava.org
Alfonso Los Soto	Oleava	5540195300 prios@oleava.org
ARLANDO PACHECO BOBADILLA	COOPERATIVA	9861050592

ANEXO IX. Hoja de registro reunión 25 de abril 2022

Reunión ZRP - El Cuyo Lugar: CINVESTA - Mérida Fecha: 25 de Abril 2022			
NOMBRE	INSTITUCIÓN	TÉL. CONTACTO	FIRMA
Ceballos Manuel (con Prof. Rodas)	Cooperativa el Cuyo Secretaría	986 120 83 95	Manuel Ceballos
1. Fray Jesús Correa Solano	Cooperativa el Cuyo vigilancia	986 113 94 71	
2. Juan Pablo Solerio Valencia	Cooperativa el Cuyo Presidente	986 102 64 29	J.P.
3. Silvia Sulas	CINVESTAV	Juanp5v1093@gmail.com	
4. Miguel A Cabrera	CINVESTAV		
5. Leopoldo Palomo	CINVESTA		
6. Eva Coronado Castillo	ECOSUR		
7.			
8.			
9.			
10.			

ANEXO X. Hoja de registro reunión 27 de mayo 2022

PROYECTO: ZONA DE REFUGIO PESQUERO EL CUYO

FECHA: 27 - Mayo - 22

SITIO DE REUNION: Local de la cooperativa El Cuyo

NOMBRE	SECTOR O GRUPO AL QUE PERTENECE	TELEFONO Y CORFO ELECTRONICO
César Manuel Cordero Babil	Secretaría corporativa del Cuyo	9861208395
Neidy Solana Puc	Comisaria	9861189714
Polter Matamoros Reyes	Soc. coop.	9993063493
Fray Jesus Carlos Delano	Soc. coop.	9861139471
Raul Alejandro Ayora Pich	Soc. coop.	9861197866
Mauricio Medina Sanchez	Soc. coop.	9861116679
Marron Vela Lopez	Soc. coop.	9868613024
Luis Javier Salinas Sosa	Soc. coop.	9861209474
Efraim Martin Avila Agui	Soc. coop.	9861126448
David Garcia Sanchez	Soc. coop.	9852273011
Randi Alexandre Chantrel	Libre	9861001773
Rexes Antonio Lopez Pich	Soc. coop.	9861062767
Meycandria Fernandez	Soc. Coop.	9861037885
Fredy Ivem Alcocere	Soc. Coop.	9994487883
Santiago Hernandez	Marstro Marista	



ANEXO XI. Hoja de registro reunión 19 de agosto de 2022

PROYECTO: ZONAS DE REFUGIO PESQUERO EL CUYO  
 FECHA: 19/08/2022  
 LUGAR DE REUNIÓN: Sala de reuniones del CICYD

NOMBRE	SECTOR O GRUPO AL QUE PERTENECE	TELÉFONO/CORREO ELECTRÓNICO
Eva Rosendo	Escuela	eva.rosendo@protonmail.com
Alberto Fabian Castro	GNAM	albertofabiancastro@gmail.com
Vanessa Fabian Castro	GNAM	vanessafabiancastro@gmail.com
Luis Antonio Fabian Castro	Asociación de	luisantoniofabiancastro@gmail.com
Arturo Aida Alonso	SEPASY	arturoaida@gmail.com
Victorio Torres	Municipio de	victorio.torres@protonmail.com
Guillermo González	Municipio de	guillermo.gonzalez@protonmail.com
Rafael Torres	DICASA	rafael.torres@protonmail.com
Ernesto Pérez	Prota	ernesto.perez@protonmail.com
Elgin Román Hernández	SEPASY	elginroman@protonmail.com
Mayra Patricia Pérez	Comisaría	mayrapatricia@protonmail.com
Manoel Aida Alonso	20 FOMAT Asociación de Municipios de Tulum y Progreso	manoelaida@gmail.com
José Carlos	Asociación de Municipios de Tulum y Progreso	josecarlos@protonmail.com

PROYECTO: ZONAS DE REFUGIO PESQUERO EL CUYO  
 FECHA: 19/08/2022  
 LUGAR DE REUNIÓN: Sala de reuniones del CICYD

NOMBRE	SECTOR O GRUPO AL QUE PERTENECE	TELÉFONO/CORREO ELECTRÓNICO
Fabrizio Pérez	Asociación de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121
Antonio Pérez	Comisaría de	926 954 3121

ANEXO XIII. Hoja de registro reunión 8 de mayo de 2023

Nombre	Apodo	Organización	Teléfono	Firma
Edgar René Ramírez Nunez	Kon	SEPASY	9973700647	[Firma]
Fray Jesús Vera Delano	Muante	Persephua el Cuyo	9861531500	[Firma]
Manoel Antonio Sosa		Cooperativa de Cuya	9861197666	[Firma]
Antonio José Torres		Industria Pesquera	9861532237	[Firma]
Carlos Manuel Torres	Tambi	Cooperativa el Cuyo	9861208395	[Firma]
Francisco Manuel Torres		Persephua el Cuyo	9861022220	[Firma]
Francisco Manuel Torres		Persephua el Cuyo	9861022220	[Firma]
Luis David García Quij		Persephua el Cuyo	9861181071	[Firma]
Juan Pablo Solari Valencia		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
José Antonio Corcho		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
José del Carmen Sotol Plata		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Vicente Martínez Espinosa		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Miguel Quetz Soto		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Luis Antonio Quijano Parla		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Alfonso Quijano Parla		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Alfonso Quijano Parla		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]
Evo Coronado Castro		Persephua el Cuyo	9861026429	[Firma]



**LISTA DE ASISTENCIA**  
 Reunión de Zona de Refugio Pesquero del Cuyo  
 08 de Mayo de 2023

## ANEXO XIV. Cartas de no inconveniente y apoyo a la ZRP El Cuyo

SOCIEDAD COOPERATIVA DE PRODUCCION PESQUERA  
**"EL CUYO S.C. DE R.L."**

Registro Federal de la Secretaría de Industria y Comercio No. 3072 P

R.F.C. SCP-741115-SG1  
EL CUYO, TIZIMIN, YUCATAN

El Cuyo, Tizimín, Yucatan a 5 de junio de 2023

Asunto: Solicitud de ZRP El Cuyo, Yucatán

**C. Edgar Edmundo Lanz Sánchez**

DIRECTOR GENERAL DE ORDENAMIENTO PESQUERO Y ACUÍCOLA  
COMISIÓN NACIONAL DE ACUACULTURA Y PESCA

**C. Pastor Gerardo Contreras Avilés**

DELEGADO DE LA COMISIÓN NACIONAL DE PESCA Y ACUACULTURA EN YUCATÁN

**PRESENTE**

Por este medio me permito enviarles un cordial saludo y me dirijo a ustedes para realizar la solicitud formal para el establecimiento de *La Zona de Refugio Pesquero El Cuyo, en la modalidad parcial, con una temporalidad de cinco años*, dicha zona se ubica en la comunidad del mismo nombre, perteneciente al municipio de Tizimín, en el estado de Yucatán.

En mi actual cargo de presidente de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "El Cuyo" y en representación de los socios que integramos el grupo, los cuales fungimos como promoventes de esta iniciativa; presento esta solicitud acompañada por el Estudio Técnico Justificativo que sustenta las bases para el establecimiento de la ZRP El Cuyo. El estudio técnico se elaboró de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014 y guiado por las modificaciones a dicha NOM, emitidas el 22 de noviembre de 2019 en el Diario Oficial de la Federación.

El grupo promovente, en colaboración con miembros de la comunidad, productores pesqueros privados, prestadores de servicios turísticos, academia, organizaciones de la sociedad civil, autoridades estatales, municipales y locales, hemos estado colaborando por más de 2 años en esta iniciativa y trabajando en consenso para lograr el establecimiento de *La Zona de Refugio Pesquero El Cuyo.*, esperamos se materialice próximamente y con ello seguir impulsando acciones de pesca responsable y sostenible de nuestras pesquerías, así como el fortaleciendo del capital social de la comunidad.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración o información adicional que sea necesaria con respecto a la presente solicitud.

Atentamente

  
\_\_\_\_\_  
**C. Juan Pablo Solorio Valencia**  
Presidente de la SCPP "El Cuyo"

Teléfono: 9861026429    correo: cooperativa\_el\_cuyo@hotmail.com





# Ayuntamiento de Tizimín



Tizimín, Yucatán a 16 de mayo del 2023.

**Asunto:** EL QUE SE INDICA  
**OFICIO:** MTY/PM/0056/2023

**C. ROMEL ALCOCER DIAZ**  
Presidente de la Federación Regional  
De Sociedades Cooperativas de la Industria  
Pesquera de la Zona Oriente del  
Estado de Yucatán F. C. de R. L.

**PRESENTE**

Por medio de la presente y con carácter de PRESIDENTE MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE TIZIMIN, le comunico que **NO SE TIENE CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio pesquero del puerto del Cuyo, en el estado de Yucatán.

Felicito a las cooperativas por esta buena decisión que beneficiara tanto a los pescadores como a la flora y fauna que habita en el área designada.

Sin otro tema en particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

**C. PEDRO FRANCISCO COUOH SUASTE**  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE TIZIMIN





**TIZIMÍN**  
DESTINO DE TODOS

# H. Ayuntamiento de Tizimin

## Comisaria municipal el cuyo



El Cuyo, Tizimín a 20 de marzo de 2023

**C. JUAN PABLO SOLORIO VALENCIA**  
**PRESIDENTE DE LA SCPP EL CUYO SC DE RL**  
**PRESENTE**

Por medio de la presente y en mi carácter de **comisaria del Cuyo** le comunico que la comisaría **NO TIENE CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio Pesquero del Cuyo, Tizimín.

Aprovecho la ocasión para felicitarlos por esta buena decisión que beneficia a las principales pesquerías de la localidad y vela por el cuidado de los ecosistemas marinos de la zona.

Sin más por el momento me despido enviándole un cordial saludo.

Atentamente

*Neidy Yolanda Puc Gil*  
  
 MUNICIPIO TIZIMIN, YUC.  
 2021 - 2024  
 COMISARIA MUNICIPAL  
 COMISARIA MUNICIPAL DE EL CUYO

**Dirección: Calle 35 X 40 Y 38, El Cuyo, Tizimin Yucatán.**





# MARINA

SECRETARÍA DE MARINA

Secretaría de Marina  
Subsecretaría de Marina  
Unidad de Capitanías de Puerto y Asuntos Marítimos  
Dirección General Adjunta de Capitanías de Puerto  
Capitanía de Puerto de El Cuyo, Yuc.

ASUNTO: Carta de no Inconveniente

**AL C. JUAN PABLO SOLORIO VALENCIA  
PRESIDENTE DE LA SCPP EL CUYO S.C. DE R.L.  
PRESENTE**

**ESTA CAPITANÍA DE PUERTO A MI CARGO**, en atención a su escrito sin numero de fecha 09 de enero de 2023, en el que solicita saber si por parte esta Capitanía de Puerto existe inconveniente para que se lleve a cabo el proyecto de Zona de Refugio Pesquero en el Puerto de el Cuyo, Yuc., me permito hacer de su conocimiento que, por parte de esta Autoridad Marítima Nacional **NO TIENE INCONVENIENTE** alguno con la propuesta de creación de Zona de Refugio Pesquero en el Puerto de El Cuyo, Yuc., en ese mismo tenor, se deberán de considerar todas las medidas de seguridad en el caso de que se utilicen embarcaciones para su ejecución, lo anterior con la finalidad de salvaguardar la integridad física de los tripulantes de las mismas.

Por otro lado, aprovecho la ocasión, para externarle reconocimiento en la decisión de conservar los ecosistemas marinos y con ello propiciar las actividades de pesca sustentable.

Se extiende la presente carta a los siete días del mes de junio de dos mil veintitrés, para los fines que tenga lugar.

Firmo por suplencia en mi calidad de Capitán de Puerto de San Felipe, Yuc., por ausencia temporal del Titular de la Capitanía de Puerto de El Cuyo, Yuc., de conformidad con lo establecido en el artículo 51 del RISM y con base al Oficio C-2096/DCPC/2041/2022 de fecha 18 de octubre de 2022.

**RESPETUOSAMENTE**

**Encargado por Suplencia  
Lic. David Cupido Sánchez**



**50 AÑOS DEL MARPOL**  
PROTEGIENDO NUESTRO PLANETA CONTINUAMENTE



**2023**  
**Francisco VILA**



El Cuyo, Tizimín, Yucatan a 24 de mayo de 2023

C. Juan Pablo Solorio Valencia

Presidente de la SCPP "El Cuyo"

Por medio de la presente y en mi carácter de permisionario, me permito notificar que **NO PRESENTO CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio Pesquero de El Cuyo, en el estado de Yucatan. Manifiesto que me han notificado de este proyecto y conozco los objetivos y alcances de este.

Felicito la iniciativa que se ha emprendido, la cual impulsara el uso responsable y sostenible de las principales pesquerías de la región, cuidando el ecosistema marino de la zona y fortaleciendo el capital social de la comunidad

Sin otro particular, reciba un cordial saludo

Atentamente



Luis David Gómez

Permisionario



El Cuyo, Tizimín, Yucatan a 24 de mayo de 2023

C. Juan Pablo Solorio Valencia

Presidente de la SCPP "El Cuyo"

Por medio de la presente y en mi carácter de permisionario, me permito notificar que **NO PRESENTO CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio Pesquero de El Cuyo, en el estado de Yucatan. Manifiesto que me han notificado de este proyecto y conozco los objetivos y alcances de este.

Felicito la iniciativa que se ha emprendido, la cual impulsara el uso responsable y sostenible de las principales pesquerías de la región, cuidando el ecosistema marino de la zona y fortaleciendo el capital social de la comunidad

Sin otro particular, reciba un cordial saludo

Atentamente



---

Oscar Manuel Hernández Pech

Permisionario



El Cuyo, Tizimín, Yucatan a 24 de mayo de 2023

C. Juan Pablo Solorio Valencia

Presidente de la SCPP "El Cuyo"

Por medio de la presente y en mi carácter de permisionario, me permito notificar que **NO PRESENTO CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio Pesquero de El Cuyo, en el estado de Yucatan. Manifiesto que me han notificado de este proyecto y conozco los objetivos y alcances de este.

Felicito la iniciativa que se ha emprendido, la cual impulsara el uso responsable y sostenible de las principales pesquerías de la región, cuidando el ecosistema marino de la zona y fortaleciendo el capital social de la comunidad

Sin otro particular, reciba un cordial saludo

Atentamente



---

Reyes Gaspar Aguiñaga Medina

Permisionario



El Cuyo, Tizimín, Yucatan a 24 de mayo de 2023

C. Juan Pablo Solorio Valencia

Presidente de la SCPP "El Cuyo"

Por medio de la presente y en mi carácter de permisionario, me permito notificar que **NO PRESENTO CONFLICTO ALGUNO** con la propuesta de creación de la Zona de Refugio Pesquero de El Cuyo, en el estado de Yucatan. Manifiesto que me han notificado de este proyecto y conozco los objetivos y alcances de este.

Felicito la iniciativa que se ha emprendido, la cual impulsara el uso responsable y sostenible de las principales pesquerías de la región, cuidando el ecosistema marino de la zona y fortaleciendo el capital social de la comunidad

Sin otro particular, reciba un cordial saludo

Atentamente



---

José Raymundo Sánchez Flota

Permisionario

