ESTUDIO DE LAS PESQUERÍAS EN EL PARQUE NACIONAL ARRECIFE DE PUERTO MORELOS

Informe final

Noviembre 2013

CINVESTAV-CONANP

Proyecto
CINVESTAV-CONANP

CONTRATO
CONANP/DRPYyCM/016F00002/ENT/037-2013

Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

ESTUDIO DE LAS PESQUERÍAS EN EL PARQUE NACIONAL ARRECIFE DE PUERTO MORELOS

Responsable Técnico
Dra. Silvia Salas Márquez

Colaboradores
Dr. Iván Velázquez Abunader
Dr. Edgar Torres Irineo
MC. Miguel A. Cabrera Vázquez
MC. Alicia Saldaña Millán
MC. Isis Coral Hernández Herrera

LABORATORIO DE PESQUERIAS

Informe Final
Diciembre 2013

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO iv
Lista de Figuras vii
Lista de Tablas x
Resumen Ejecutivo xii
1. Introducción 1
1.1 Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM) 1
1.2 Pesquerías en Puerto Morelos 2
1.2.1 La Pesca Comercial 2
1.2.2 La Pesca Deportiva 4
2. Objetivos 5
3. Enfoque metodológico 6
4. Componente bio-ecológico 8
4.1 Composición de especies 9
4.2 Sinopsis de las especies 13
4.3 Índice de Importancia Pesquera en la Captura (IIPC %) 24
5. Dinámica de la Flota 27
5.1 Descripción de los métodos de pesca y de las operaciones de pesca. 30
5.1.1 Pesca con palangre 30
5.1.2 Pesca con cordel 32
5.1.3 Pesca por buceo 35
5.2 Esfuerzo de pesca y temporalidad 36
5.3 Ensamblaje de especies por método de pesca 42
5.3.1 Proporción por frecuencia de aparición. 42
5.3.2 Proporción por volumen. 45
5.3.3 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE). 46
5.4 Ensamblaje de especies por arte de pesca (observadores a bordo). 47
5.5 Ensamblaje espacial de especies por método de pesca. 51
6. Caracterización socioeconómica de la comunidad de Puerto Morelos 52
6.1 Demografía 52

6.2 Origen y migración 52
6.3 Escolaridad 53
6.4 Marginación 54
6.5 Actividades Económicas 55
6.6 Turismo 56
6.7 Infraestructura 57
6.8 Pesca 58
6.8.1 Pesca artesanal 59
6.8.2 Formas de organización de la cooperativa 61
6.8.3 Cadenas de valor 63
6.8.3.1 Langosta 63
6.8.3.2 Escama 65
6.8.3.3 Pez león 66
6.9 Canales de distribución de productos pesqueros en Puerto Morelos 67
7. Incentivos económicos en la pesca 71
7.1 Composición y valor de la captura 71
7.2 Análisis de ingresos netos por viaje (cuasi-renta): Datos cooperativa 73
7.2.1 Ingresos brutos 73
7.2.2 Costos totales 74
7.3 Análisis de ingresos netos por viaje (cuasi-renta): Datos entrevistas 78
7.3.1 Composición de las capturas 78
7.3.2 Composición de las capturas e ingresos globales 79
7.3.3 Ingresos promedio 80
8. Contexto del manejo de las pesquerías asociadas al PNAPM 83
8.1.1 Medidas de regulación en el PNPM 84
8.1.2 Medidas de regulación de pesquerías comerciales 86
8.1.3 Regulación sobre métodos y artes de pesca en el PNAPM 91
9. Indicadores de sustentabilidad y de monitoreo en pesquerías 93
9.1 Relevancia de áreas protegidas e identificación de indicadores 94
9.2 Indicadores para evaluar la situación de una pesquería 97
10. Contexto y propuesta de esquema de manejo dinámico en el PNPM 100
11. Conclusiones y consideraciones generales 103

12. Literatura Citada 106
ANEXO 1 116
ANEXO 2 118
ANEXO 3 123
EVIDENCIA FOTOGRAFICA 125

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área concesionada a la SCPP Pescadores de Puerto Morelos (línea roja) para la pesca comercial de escama (1980) y langosta (1994). La línea amarilla señala los límites del polígono que corresponde al PNAPM. 3
Figura 2. Captura de langosta SCPP Pescadores de Puerto Morelos (Fuente SAGARPA Q. Roo). 4
Figura 3. Número de especies por familia clasificadas por la lista roja de la IUCN como "*En peligro*", "*Vulnerable*" y "*Casi amenazada*". (Acceso en noviembre de 2013). 12
Figura 4. Esquema de los pasos para realizar los mapas a partir de dos fuentes de información: Observadores y Entrevistas. 28
Figura 5. Diseño y operación de un palangre de superficie y de fondo (tomado de FAO, 2005). 30
Figura 6. Sardina de la familia Clupeidae utilizada como carnada para la pesca con cordel en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 31
Figura 7. Montado de la carnada en los anzuelos del palangre utilizado en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintan Roo. 31
Figura 8. Esquema que ejemplifica la pesca con cordel. Tomado de FAO (2002). 33
Figura 9. Fileteado del pez "corvinato (*Malacanthus plumieri*) para utilizarse como carnada en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 34
Figura 10. Captura de langosta espinosa *Panulirus argus* en la pesquería artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 36
Figura 11. Lances registrados por observadores a bordo de embarcaciones de la flota artesanal de Puerto Morelos durante el periodo abril-agosto de 2013. 37
Figura 12. Distribución espacio-temporal de operaciones de pesca registrados por observadores a bordo en embarcaciones de la flota menor de Puerto Morelos. 38
Figura 13. Captura promedio por visita a cada cuadrícula (3.33 x 3.33 km) correspondiente al método de pesca utilizado (Palangre/Cordel o Buceo). Mapas realizados con información proveniente de las entrevistas al momento de desembarque. 39
Figura 14. Captura promedio por lance (Palangre o Cordel) o inmersión (Buceo) realizado a partir de los datos de observadores en cuadrículas de 3.33 x 3.33 Km. 40
Figura 15. Esfuerzo pesquero promedio mensual (días de pesca) en la pesquería comercial de Puerto Morelos durante enero-septiembre de 2012. 41
Figura 16. Asignación de esfuerzo pesquero total (número de días de pesca) por embarcación durante el periodo enero-septiembre 2012 en Puerto Morelos... 42

Figura 17. Representación de las familias capturadas en cada arte de pesca utilizado en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 43
Figura 18. Asociación de las artes de pesca según la composición de familias capturadas con cada uno de los artes. 44
Figura 19. Proporción de las diferentes familias capturadas por arte de pesca por frecuencia de aparición en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 45
Figura 20. Frecuencia relativa en peso de las familias capturadas por la flota artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. La familia Carcharhinidae fue excluida de la figura por presentar un alto porcentaje (68% del total de la pesca por palangre). 46
Figura 21. Captura por unidad de esfuerzo por familia dados los diferentes artes de pesca utilizados por la flota artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. 47
Figura 22. Curvas de acumulación de especies para cada arte de pesca. Las cajas denotan la mediana, cuartiles de 0.25 y 0.95, máximos y mínimos (líneas punteadas) y valores atípicos (+) obtenidos a través de las permutaciones. 48
Figura 23. Análisis de escalamiento no multidimensional no métrico de las artes de pesca utilizadas en Puerto Morelos, Quintana Roo en relación a la diversidad de especies y su abundancia. 51
Figura 24. Comportamiento espacial del ensamblaje de especies capturadas por la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Cada mapa muestra una curva acumulada de especies para cada zona de pesca identificada durante el periodo de muestreos. 52
Figura 25. Población de Puerto Morelos originaria y migrante (INEGI 2010) 53
Figura 26. Planteles educativos de nivel básico en Puerto Morelos. Jardín de niños "Francisco I. Madero" (izquierda) y escuela primaria "David Alfaro Siqueiros" (derecha). 54
Figura 27. Índice y grado de marginación de la población de Puerto Morelos. (INEGI 2000, 2005, 2010) 55
Figura 28. Actividades económicas de Puerto Morelos (Com. Per. Sr. José Nicolás Lugo Chin) 56
Figura 29. Embarcaciones turísticas de Puerto Morelos. 57
Figura 30. Biblioteca pública y Alcaldía de Puerto Morelos. 57
Figura 31. Embarcación para transporte de carga en la Terminal Marítima de Puerto Morelos. 58
Figura 32. Ganancias netas mensuales de los pescadores en temporada buena y mala de pesca. 60
Figura 33. Captura indicada por los pescadores de Puerto Morelos, hace 20 años. 60
Figura 34. Información del Proyecto para el control del pez león. 61
Figura 35. Empleados fijos de la Cooperativa. 62

Figura 36. Estructura orgánica de la Cooperativa 63
Figura 37. Cadena de valor de la langosta (*Panulirus argus)* en la pesquería artesanal de esta especie en Puerto Morelos. 64
Figura 38. Cadena de valor de la "escama" extraída en la pesca artesanal de Puerto Morelos. 65
Figura 39. Cadena de valor del pez león (*P. volitans)* extraído en la pesca artesanal de Puerto Morelos. 66
Figura 40. Principales compradores de la producción pesquera de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en el periodo 2011-2013. 68
Figura 41. Comportamiento de la demanda de productos del mar en Puerto Morelos en el periodo enero-septiembre 2012. 69
Figura 42. Volumen de ventas y valor de las capturas de las especies que forman parte de la producción pesquera de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en el periodo enero-septiembre 2012. 70
Figura 43. Captura y valor total de los recursos descargados en la pesca comercial de Puerto Morelos en el periodo abril-agosto/2013. 72
Figura 44. Valores promedio mensual de ingreso bruto, costos e ingreso neto durante los meses de enero-septiembre de 2012 provenientes de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos. 77
Figura 45. Valores promedio de ingreso bruto, costos e ingreso neto por flota durante los meses de estudio provenientes de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos. 77
Figura 46. Composición de especies en la captura total derivada de información obtenida mediante entrevistas. 79
Figura 47. Valores promedio (USD*100) de ingresos brutos, costos e ingresos netos por temporada de escama calculados durante el periodo de muestreo. 82
Figura 48. Valores promedio (USD*100) de ingresos brutos, costos e ingresos netos por temporada de langosta calculados durante el periodo de muestreo. 83
Figura 49. Visualización del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos y su comunidad como un sistema integral y dinámico. 102

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies capturadas durante abril y junio de 2013 por la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. El estatus de la especie fue tomado de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (http://www.iucnredlist.org/). 10
Tabla 2. Generalidades de las especies de interés comercial identificadas en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Los valores de K, t_0 y L_∞ corresponden a los parámetros de crecimiento estimados de la ecuación de von Bertalanffy para la especie en las regiones más cercanas a Puerto Morelos (obtenidos de Froese y Pauly 2013: www.fishbase.org). M es el coeficiente de mortalidad natural. LP corresponde a la longitud patrón. 13
Tabla 3 . Importancia pesquera de las especies desembarcadas de la flota artesanal de Puerto Morelos con base en su valor alcanzado en cada indicador calculado. .. 25
Tabla 4. Importancia de las especies objetivo de la flota comercial de Puerto Morelos de acuerdo al IIR. 26
Tabla 5. Promedio de distancia de recorrido, tiempo de viaje, número de lances-inmersiones y captura por viajes de pesca con observador a bordo durante el periodo de muestreo (Abril, Junio y Agosto). Dentro de los paréntesis se encuentran los valores mínimos y máximos de las variables. 36
Tabla 6. Estimación del número de especies que puede capturar cada arte de pesca a través de cuatro métodos matemáticos para estimar la asíntota de las curvas de acumulación de especies. 49
Tabla 7. Niveles escolares en Puerto Morelos hasta 2013 53
Tabla 8. Bienes de la SCPP "Pescadores de Puerto Morelos" S.C.L. 61
Tabla 9. Ingresos económicos de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos por concepto de ventas de productos pesqueros a mayoristas, restaurantes, intermediarios y público en general (1). 67
Tabla 10. Ingresos económicos de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos por concepto de ventas de productos pesqueros a mayoristas, restaurantes, intermediarios y público en general (1). 71
Tabla 11. Costos variables requeridos por viaje de pesca según temporada. 74
Tabla 12. Valores totales mensuales de ingresos brutos, costos e ingresos netos expresados en dólares en la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en diferentes periodos. 75
Tabla 13. Valores totales de ingresos brutos, costos e ingresos netos (dólares) por embarcación de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos durante el periodo analizado. 76
Tabla 14 . Número de entrevistas realizadas por embarcación durante el periodo de muestreo en Puerto Morelos. 78

Tabla 15. Ingresos netos mensuales calculados en dólares correspondientes al periodo de muestreo en Puerto Morelos. 79
Tabla 16. Ingresos netos totales (dólares) por embarcación en Puerto Morelos durante el periodo de muestro (abril, junio, agosto 2013). 80
Tabla 17. Valores promedio de ingresos brutos, costos e ingresos netos (US$) por embarcación pesquera en la SCPP Pescadores de Puerto Morelos 81
Tabla 18. Zonas de restricción y acceso a la actividad pesquera en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (INE 2000). 85
Tabla 19. Clasificación de los indicadores para su posible uso en las decisiones de manejo, incluyendo acciones y contextos 96
Tabla 20. Identificación de potenciales indicadores para el monitoreo de la pesquería artesanal que opera en el área asociada al Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos 97

RESUMEN EJECUTIVO

En México existen diversos tipos de Áreas Naturales Protegidas (ANP): federales, estatales, municipales, comunitarias, ejidales y privadas. Quintana Roo ocupa el segundo lugar en el país en términos del número de áreas protegidas, con 29 ANP, con diferentes categoría y una extensión de 1,632,493.972 Ha de acuerdo a SEMA (2013)[1]. En este contexto se enmarca el **Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM)**, que se ubica en el Municipio de Benito Juárez, frente al poblado de Puerto Morelos. El parque tiene una extensión de 9,066 hectáreas (DOF, 1998a) que integran el "Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental" (segunda barrera arrecifal más grande del mundo). En el arrecife coralino y pastizal marino habitan una amplia variedad de especies de plantas, peces e invertebrados, algunas de ellas consideradas como amenazadas o sujetas a protección especial. Muchas otras especies utilizan el arrecife como zona de reproducción, alimentación y crianza (INE, 2000).

Por las condiciones naturales de Quintana Roo y su diversidad de recursos las actividades productivas que se desarrollan en el sitio (pesca, turismo, extracción de madera entre otros) demandan un manejo controlado de los mismos. En este estado las acciones de conservación se desarrollan de manera paralela a las actividades humanas, aunque este tipo de interacciones no han sido bien evaluadas. Por ejemplo, la pesca en Quintana Roo, tiene larga tradición de acuerdo a registros de la SAGARPA (2012) incluyendo la captura de meros, robalo, langosta, pulpo, tiburón, camarón, rubia, peto, pargo y esmedregal. La pesca deportiva también se desarrolla en el área. Sin embargo existen pocos reportes que aborden un diagnóstico de las pesquerías multiespecíficas que ahí se desarrollan.

En 1950 la población de Puerto Morelos era de 80 habitantes, con el desarrollo de la actividad turística se dio un incremento en la población a casi 12,000 habitantes hacia 2006 (Rodríguez-Martínez, 2008). Mientras que en el contexto pesquero pasó de pesca de subsistencia de los 1970s a pesca comercial en los 1980s y continuó incrementándose debido al aumento de la demanda generada por la apertura de mercados turísticos como Cancún, Playa del Carmen y Cozumel.

De acuerdo a la Regla 66 del Plan de manejo del PNAPM, existe una zonación que regula las actividades de los pescadores en el área y queda prohibido pescar con fines comerciales o deportivos fuera de las zonas definidas en dicha zonificación, así como aumentar la cuota de explotación o pescar con artes de pesca no autorizadas (INE, 2000). A pesar de que existen estas regulaciones y aquellas definidas por la Carta

[1] http://sema.qroo.gob.mx/index.php/quienes-somos/descargas-publico/category/7-anp#

Nacional Pesquera y la SAGARPA, a la fecha, no se encontraron reportes que refieran la actividad pesquera en el ANP del Parque de Puerto Morelos u otras ANPs. La percepción de los pescadores con respecto al uso y manejo de dicha área y las interacciones que se dan en la zona no han sido reportadas. El presente estudio proporciona información base sobre la pesca artesanal multiespecífica en el área asociada al Parque de Puerto Morelos a fin de generar información de referencia y proponer indicadores que permitan un monitoreo de la actividad pesquera en el lugar, así como sugerir elementos que permitan definir un esquema de manejo que favorezca las acciones de conservación del parque con la participación de los usuarios. Este reporte puede igual sentar bases sobre cómo abordar estudios de esta naturaleza para otras ANPs que permitan dar un seguimiento a los procesos que se desarrollan en las zonas y generar propuestas consensuadas con los usuarios para la implementación de estrategias de manejo viables en dichas áreas.

El presente estudio en el Parque de Puerto Morelos se desarrolló en base a trabajo de campo, revisión bibliográfica y uso de estadísticas pesqueras y portuarias obtenidas de agencias de gobierno locales y la cooperativa pesquera que opera en el sitio. El informe integra los siguientes componentes:

Biológico, Ecológico y Pesquero

Se incluye información relativa a la actividad pesquera, a la cooperativa de pescadores que opera en el área e información muy general sobre las actividades de pesca deportiva. Se integra información sobre la composición de especies e información básica de las mismas. Así mismo se reporta las características de la flota por arte de pesca, número de pescadores, número de embarcaciones, estacionalidad en la composición de especies y formas de operación de la flota en la zona.

Mercados y oportunidades

Se integra información sobre la cadena de valor de las principales especies capturadas en la zona incluyendo mercados existentes y potenciales, e integrando un análisis de económico pare identificar los incentivos de los pescadores en la actividad pesquera

Formas organizacionales y la comunidad

Se recopiló información demográfica de la comunidad de Puerto Morelos así como información relativa a las formas de organización de la cooperativa pesquera que tiene su base en Puerto Morelos y opera en la zona circundante del PPM, se exploró el tipo de interacciones que los pescadores comerciales tienen con otros grupos, así como los niveles de cooperación que existen dentro de la cooperativa y con los responsables del Parque. Se incluye un análisis general sobre la percepción de los pescadores sobre el uso y manejo de los recursos en el Parque de Puerto Morelos.

Arreglos institucionales

Se presenta el estado de los recursos capturados en el área asociada al parque y en términos del Manejo Pesquero (CNP, Libro Rojo, IUCN) y se concluye con propuestas respecto a un esquema de manejo de la actividad pesquera asociada al Parque.

Finalmente se presenta una propuesta de indicadores para monitoreo de la actividad pesquera en el marco de un área natural protegida y consideraciones generales en base a los resultados del estudios.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM)

El Estado de Quintana Roo, México, debido a su posición geográfica cuenta con gran diversidad de recursos naturales, desde regiones selváticas hasta playas caracterizadas por fina arena y mar turquesa; esto, aunado a una vasta historia reflejada en vestigios arqueológicos, que por sus particularidades se encuentran entre los más importantes a nivel mundial (Cusumbo *et al*. 2012) ha dado lugar al establecimiento de un número importante de ANPs de diferente naturaleza, en muchas de ellas las acciones de conservación se desarrollan de manera paralela a actividades humanas como la pesca y el turismo, aunque este tipo de interacciones no han sido bien evaluadas.

El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (PNAPM), se ubica en el Municipio de Benito Juárez, frente al poblado de Puerto Morelos. El parque tiene una extensión de 9,066 hectáreas (DOF, 1998a). Esta región forma parte de la barrera arrecifal denominada "Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental", considerada como la segunda barrera arrecifal más grande del mundo. Se extiende al norte hasta la colindancia con el Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. En el arrecife coralino y pastizal marino habitan una amplia variedad de especies de plantas, peces e invertebrados, algunas de ellas consideradas como amenazadas o sujetas a protección especial. Muchas otras especies utilizan el arrecife como zona de reproducción, alimentación y crianza (INE, 2000).

El parque fue declarado como área marina protegida en 1998 y está entre los primeros en México en ser creado a través de un enfoque basado en la comunidad, donde los usuarios locales participaron en la elaboración del Plan de Manejo del área, el cual fue publicado en el año 2000 (Rodríguez-Martínez 2008). El parque sustenta ricas comunidades biológicas donde destacan formaciones arrecifales y una extensa laguna arrecifal con pastos marinos, la cual es una área de alimentación, protección y crianza de varias especies de importancia pesquera local e internacional (INE 2000). Este conjunto de ecosistemas se encuentran bien conservados y tienen valor ecológico, económico, recreativo, comercial, histórico, educativo, estético y para investigación, lo que le confiere a la zona una importancia singular en el contexto regional y nacional.

El arrecife de Puerto Morelos ha venido siendo aprovechado a lo largo de los años y en él se desarrollan diversas actividades económicas siendo las principales el turismo y la pesca (Cusumbo *et al*. 2012). La pesca en Quintana Roo, tiene larga tradición, entre

las especies capturadas se encuentran meros y especies asociadas, robalo, langosta, pulpo, tiburón, camarón, rubia, peto, pargo y esmedregal (SAGARPA 2012) La pesca deportiva es por igual una actividad que genera una derrama económica importante, y cuyo objetivo se centra en la captura de especies tales como marlín (azul y blanco), dorado y pez vela.

1.2 Pesquerías en Puerto Morelos

1.2.1 La Pesca Comercial

Históricamente la actividad pesquera en Puerto Morelos era básicamente una actividad de subsistencia, pero a mediados de la década de los 1970s comenzó a desarrollarse rápidamente debido al aumento de la demanda generada por la apertura de mercados turísticos como Cancún. Esta actividad explotaba principalmente langosta y caracol rosado y se diversificó en 1986 con el establecimiento de una empresa tiburonera que al poco tiempo fue destruida por el huracán Gilberto en 1988 (Daltabuit *et al*. 2006).

Siendo Puerto Morelos una pequeña comunidad costera que se encuentra en una región cuya vocación principal es el turismo, la pesca artesanal como actividad económica pasó a un orden de importancia secundario. Sin embargo parte de esta actividad se desarrolla en el área de influencia del PNAPM, por lo que la pesca artesanal cobró especial relevancia. Si bien las actividades pesqueras en el área protegida están reguladas (INE 2000), existe poca o nula información acerca de su estructura, de cómo se desarrollan y de la dinámica de explotación de las especies que ahí se aprovechan. Actualmente, la pesca artesanal comercial en Puerto Morelos se realiza durante todo el año y conforme las condiciones meteorológicas lo permitan, en esta actividad participan únicamente 44 pescadores de la localidad que están agrupados en la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Puerto Morelos SCL.

La cooperativa inició en 1980 con 17 socios fundadores (Acta y Bases Constitutivas); para 1981 el número de socios de la cooperativa había aumentado a 22 según consta en el acta del Registro Cooperativo Nacional. Actualmente la organización cuenta con 11 socios (8 son miembros fundadores) y proporcionan empleo directo a 30 pescadores asalariados. Cada Socio es dueño de su embarcación con su respectivo motor; si bien el número de embarcaciones con que cuenta (11) no ha aumentado ni disminuido, si ha habido cambios en el número de socios. La salida de socios de la cooperativa ha sido por diversos motivos entre ellos por pensión, fallecimiento o renuncia voluntaria para incorporarse a cooperativas turísticas. Todos los socios son

de nacionalidad mexicana y residentes locales en la comunidad. La totalidad de su capital de trabajo es mexicano. La organización no tiene socios ni trabajadores extranjeros tanto a nivel administrativo, así como involucrados directamente en la actividad pesquera.

La Sociedad tiene una existencia legal de 33 años y desde su fundación ha estado orientada al aprovechamiento y explotación de especies marinas como langosta, tiburón, escama (mojarra, pargo, mero, liseta, chac-chi entre otros), pulpo, caracol, cangrejo, pepinos de mar, erizos, almejas, calamar y camarón. Como se manifiesta en el Acta Constitutiva de la Sociedad y en el documento donde les otorgan la concesión para la captura de langosta, la cooperativa está autorizada para desarrollar estas actividades en el litoral costero frente a Puerto Morelos, desde Punta Brava hasta Punta Nizuc (26°46´05" N, 86°51´00" O; 26°46´01" N, 86°56´47" O; 21°08´00" N, 86°49´00" O; 26°08´00" N, 86°37´03" O) (**Figura 1**).

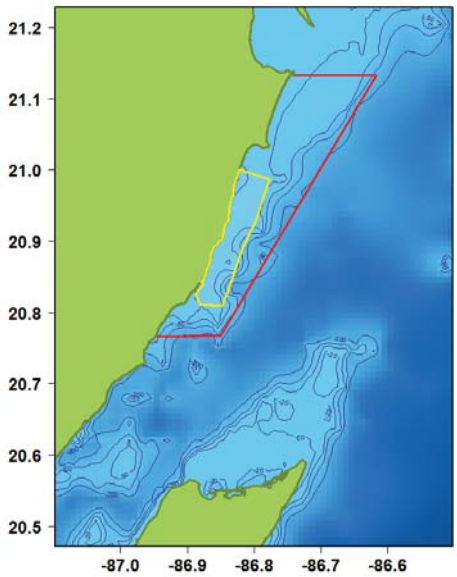

Figura 1. Área concesionada a la SCPP Pescadores de Puerto Morelos (línea roja) para la pesca comercial de escama (1980) y langosta (1994). La línea amarilla señala los límites del polígono que corresponde al PNAPM.

Hasta antes de la creación del PNAPM esta área estaba concesionada a la SCPP Pescadores de Puerto Morelos para la pesca de escama y langosta. Con la creación del parque en 1998, el área establecida para el Parque, quedó contenida dentro del área concesionada a la cooperativa, por lo cual las actividades de pesca de esta organización fueron restringidas a zonas específicas de acuerdo al plan de manejo establecido para el parque.

Los principales métodos de pesca que se usan en el parque y en las áreas de pesca aledañas a él son líneas de mano, palangres para pesca de especies de escama, así como buceo a pulmón y buceo con equipo SCUBA, arpón y gancho para langosta y especies complementarias. El uso del método de buceo con Hookah o compresor está prohibido (ver sección 5.1.1).

Entre las pesquerías más importantes en la zona está la de langosta. Al contrario de otras pesquerías de langosta en la Península de Yucatán, ésta pesquería a nivel local, ha registrado en los últimos 11 años un creciente aumento tanto en las capturas como en los ingresos generados que ha apuntalado la economía de los pescadores locales (**Figura 2**). Fuera de la temporada de captura de langosta, el resto del año la producción consiste de especies de escama (**Tabla 1**).

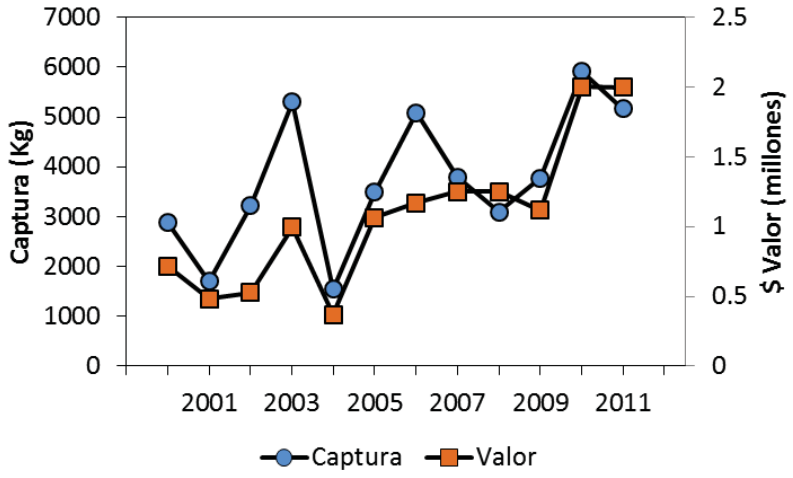

Figura 2. Captura de langosta SCPP Pescadores de Puerto Morelos (Fuente SAGARPA Q. Roo).

El precio de sus productos pesqueros se fija en función de la oferta y la demanda y la venta está dirigida principalmente a restaurantes, hoteles, pobladores locales, así como algunos compradores mayoristas en Cancún.

1.2.2 La Pesca Deportiva

En Quintana Roo, la pesca deportiva-recreativa se practica en sus dos modalidades: la pesca de altura y la pesca ligera con mosca. Esta última tiene por objeto promover y fomentar la pesca deportiva de liberación y concientizar a la población deportiva de proteger las especies de escama de los cuerpos de agua. En Quintana Roo se realizan anualmente en promedio 20 torneos de pesca deportiva, de los cuales el 25% son

internacionales y 75% estatales con la participación de más de 2 mil pescadores deportivos.

En Puerto Morelos, la pesca deportiva es una actividad tradicional en la comunidad, donde desde hace 30 años se realizan torneos de pesca. La comunidad cuenta con un club de pesca denominado Club de Pesca Amigos de Puerto Morelos, A.C. En 2011 se realizó el V Campeonato Nacional Big Game (29 abril – 1 de mayo) donde participaron 14 embarcaciones representando a 6 estados de la República (Domínguez, *et al*. 2011). En 2013 se han realizado dos torneos de pesca: el XXIV Torneo de pesca "*Cesar Martin Rosado*" (3-5 mayo) donde participaron 57 embarcaciones provenientes de 8 localidades del estado, y el IV torneo de pesca "*Andrés García Lavín*" (24-26 mayo) el cual tuvo una participación de 100 embarcaciones y 400 tripulantes. Las capturas que se obtienen durante estos torneos llegan a ser apreciables, Por ejemplo en el primer torneo fueron capturados 51 ejemplares de las especies de marlín azul (3), marlín blanco (2), wahoo (5), sierra (1), atún (5), dorado (28) y barracuda (4) con un peso total de 1438 libras (http://www.pescandoenelcaribe.com/index.html).

Oficialmente en Puerto Morelos hay 13 embarcaciones dedicadas a la pesca comercial y 40 personas con libreta de marinero pescador, sin embargo las autoridades de la SCT a nivel local, no cuentan con un padrón actualizado de embarcaciones ni de personas dedicadas a la pesca deportiva. Actualmente se tienen registradas 52 embarcaciones dedicadas a esta actividad pertenecientes a empresas y prestadores de servicios turísticos (Datos proporcionados por la Capitanía de Puerto, Abril 3, 2013).

Otra actividad relevante en el área es el buceo y snorkeling, un registro actualizado del número de buzos que incursionan en el área del Parque resulta relevante para evaluar el impacto de la actividad humana en el mismo.

2. OBJETIVOS

El presente estudio se desarrolló a partir de una necesidad de los responsables del PNAPM para caracterizar la pesca artesanal comercial en la región comprendida del Parque Puerto Morelos, Q. Roo.

Para este fin se propusieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la composición por especies en las capturas de la flota que incide en el área.

- Caracterizar la flota que opera en el área por arte de pesca, unidades de esfuerzo pesquero y capital humano activo.

- Identificar los mercados de las principales especies y los incentivos para entrar o mantenerse en la actividad pesquera en la zona.

- Conocer la percepción de los usuarios respecto a la zona protegida y el impacto de diferentes actividades sobre la misma.

- Evaluar los esquemas de manejo vigentes.

3. ENFOQUE METODOLÓGICO

Se desarrolló un plan de trabajo que permitió cubrir los objetivos propuestos en este estudio con base a trabajo de campo, recopilación de información estadística y de literatura disponible sobre el área.

Se hicieron tres visitas de campo a la localidad con duración de 5 días cada una. El trabajo se desarrolló cubriendo los siguientes aspectos: 1) Muestreo de las capturas comerciales, 2) recopilación de información de la cooperativa y la comunidad en instituciones y oficinas de gobierno, 3) aplicación de entrevistas a pescadores y prestadores de servicios, 4) monitoreo de la actividad pesquera con observadores a bordo de embarcaciones pesqueras. Detalles de estos pasos se describen a continuación:

1) Se hizo una evaluación prospectiva para identificar las principales actividades económicas en la localidad, así como para identificar la estructura de la actividad pesquera, considerando áreas, sitios e informantes clave para recopilar información social, económica y pesquera.

2) Se recabó información sobre la infraestructura económica, turística, pesquera y portuaria con la que cuenta la comunidad.

3) Se realizaron muestreos de los desembarcos en el centro de recepción de la cooperativa pesquera, con el objetivo de determinar la composición de especies en las capturas y su respectiva biomasa.

4) Los pescadores fueron entrevistados cada día durante el periodo de estancia en el sitio al retornar de su viaje de pesca para obtener información asociada a su jornada

de pesca, especies capturadas y su biomasa, indicadores del esfuerzo de pesca, y costos inherentes a la actividad (Anexo1).

5) Para conocer con mayor detalle las operaciones de pesca, así como la composición de especies en la captura, se incorporaron observadores a bordo de las embarcaciones de la Cooperativa en los días que se hicieron las campañas de campo a fin de obtener información espacial geo-referenciada de las operaciones de pesca (áreas de pesca, artes de pesca utilizados, esfuerzo efectivo de pesca y especies capturadas).

6) Se aplicó una entrevista adicional a los socios y ayudantes de la cooperativa pesquera, para determinar su nivel de participación en la cooperativa y formas de organización, así como para conocer cómo perciben su actividad en el contexto del área protegida y su impacto en la misma. Estas entrevistas contemplaron tres aspectos: relativos a la actividad pesquera; identificación de factores que generan sentido de vulnerabilidad entre los pescadores, y aspectos asociadas al Parque, su uso, su manejo y la participación de diferentes usuarios en la conservación del mismo (Anexo 2).

7) Con el objetivo de conocer la percepción de los usuarios con respecto a la ANP y el impacto que tienen las diferentes actividades humanas en la misma, además de identificar cuáles son los mercados para las diferentes especies, se realizaron entrevistas a pescadores, servidores turísticos y personal de la cooperativa. La base de datos y el análisis de los resultados de las entrevistas se realizaron en Excel 2010, donde se obtuvieron promedios y porcentajes a partir de los resultados (Anexo 3).

8) Se recopiló información de los registros de captura por pescador y ventas de la cooperativa para determinar canales de distribución y el papel de la cooperativa en el mercado local a través de la oferta y la demanda.

Los resultados de los análisis se presenta de acuerdo a las siguientes secciones: a) Componente bio-ecológico, b) dinámica de la flota, c) Socio-económicos, d) manejo de pesquerías, e) Indicadores de sustentabilidad. Finalmente se presentan conclusiones generales y una propuesta de esquema de manejo en el marco del PNAPM. Los procedimientos de análisis de la información se describen en las secciones correspondientes.

A menos que se proporcione la fuente, todas las gráficas, mapas y figuras incluidas en este documento son de elaboración propia usando R (Language and Environment for Statistical Computing and Graphics).

4. COMPONENTE BIO-ECOLÓGICO

La pesca es una actividad compleja, de la cual se ven beneficiadas millones de personas a nivel mundial, ya que genera alimento y es una fuente importante de empleo para miembros de comunidades costeras y zonas aledañas. Esta actividad, involucra la interacción de componentes biológicos, ecológicos, sociales, económicos y políticos del sistema pesquero, lo que implica abordar el entendimiento de este sistema con un enfoque interdisciplinario. En lo que se refiere a los aspectos biológicos y ecológicos, se ha reportado a nivel mundial el efecto que la pesca y otras actividades humanas han tenido sobre múltiples poblaciones explotadas. Entre estos se citan cambios en abundancia o densidad de las poblaciones, impactos en áreas de desove, crianza, o reproducción, entre otros (Jackson *et al*. 2001; Gutiérrez. 2012; Ojeda-Ruiz 2012).

Diferentes organizaciones, gobiernos, instituciones e investigadores han sumado esfuerzos para innovar la manera de administrar las pesquerías, proponiendo la aplicación de diferentes esquemas de manejo; el manejo precautorio, manejo integral costero, manejo eco-sistémico y el co-manejo, en los cuales se promueve que exista una corresponsabilidad de todas las partes involucradas en la actividad (De Young *et al*. 2008; FAO 2009; Chuenpagdee *et al*. 2011; Gutiérrez *et al*. 2011; García 2008; Ojeda-Ruiz 2012). Entre estos resaltan los esfuerzos por mejorar las condiciones de la pesca con la propuesta del Código de Conducta para la Pesca Responsable para aplicación voluntaria por los diferentes países (FAO 1995).

A pesar de los numerosos intentos por realizar una ordenación de la pesca en especial de la denominada como "*pesca artesanal*"; esta intención se ha tornado un tanto complicada debido a que esta actividad generalmente se encuentra relacionada con pobreza, escasas alternativas de empleo, incentivos inadecuados y una débil gobernanza (Chuenpagdee *et al*. 2005; Salas *et al*. 2007, 2011). Comúnmente estas pesquerías son multiespecíficas y existe una alta interacción espacio – temporal entre ellas así como cambios en las especies objetivo (Salas *et al*. 2004; Saldaña 2012). Generalmente, existe una alta heterogeneidad de las pesquerías ribereñas por la gran variedad de tipos de embarcaciones, artes de pesca empleados y el enfoque en uso de los recursos en términos espacial y temporal (Franquesa *et al*. 2001; Tzanatos *et al*. 2006; Chuenpagdee *et al*. 2011; Seijo *et al*. 2011; Ojeda-Ruiz 2012). Lo anterior hace aún más complicado el análisis de este tipo de pesquerías ya que la integración de la información y planteamiento de los objetivos de su manejo deben satisfacer múltiples intereses.

Actualmente, en México el manejo de las pesquerías está basado primordialmente en el establecimiento de tallas mínimas de captura, periodos de veda, sistema de permisos y concesiones y cuotas de captura (DOF 2007a, DOF 2012). Sin embargo, estas medidas se basan en estimaciones y conocimiento científico solamente de las especies objetivo; quedando desprotegidas el resto de las especies que son capturadas y que en México se han integrado dentro de la categoría de "Escama" (Monroy *et al*. 2010), otras especies son explotadas sin control dado que no se han desarrollado estudios que permitan conocer su potencial biológico para explotación. Con cambios significativos en las capturas de especies de alto valor comercial o abundancia en tiempos pasados, los pescadores exploran alternativas de ingresos económicos (Saldaña 2012). En este sentido, la falta de información sobre la composición de las especies capturadas, limita el conocimiento de los probables cambios en la estructura de los ecosistemas, ya que en la mayoría de los casos no existe una evaluación espacio – temporal de estos cambios, con los consecuentes impactos ecológicos, económicos, sociales y de manejo respectivos.

Por lo anterior, se resalta la relevancia de analizar el componente ecológico de un ecosistema que está estrechamente ligado a las actividades pesqueras, en el presente apartado. En este estudio se llevó a cabo una evaluación de la composición de especies de la captura en la pesca artesanal de Puerto Morelos, con el objetivo de identificar las especies capturadas y ver si existe alguna diferencia en la composición de especies por arte de pesca y por zona de captura.

4.1 Composición de especies

La información empleada en el análisis de esta sección proviene de tres fuentes: registros de observadores a bordo, entrevistas y datos de la cooperativa pesquera. Por cuestiones de logística en el sitio de desembarque solo fue posible identificar las especies de acuerdo al nombre que le dan los pescadores. Por lo tanto, estas capturas fueron agrupadas por categorías. Además, se tomaron fotografías de las diferentes especies encontradas para su posterior identificación utilizando claves especializadas (ej. Robins y Ray 1986; Dickson y Moore 1998; Humann 1994; Mc Eachran y Fechhelm 1998a, b).

Los resultados de registros a bordo de embarcaciones en los viajes de pesca mostraron la presencia de 32 especies, correspondientes a 13 familias y seis órdenes; no fue posible identificar dos especies. Cinco especies solo se identificaron a nivel de género (**Tabla 1**). El criterio utilizado para asignar la clave a cada especie fue las iniciales de Puerto Morelos (PM) y la primera letra de la familia. El número consecutivo para asignar especies fue independiente para cada familia. De las 32

especies encontradas, 31 de las especies corresponden a la clase Pisces y una a la clase Crustacea. En la **tabla 1** se enlistan las especies identificadas indicando su estatus de acuerdo a International Union for Conservation of Nature (IUCN).

Tabla 1. Listado de especies capturadas durante abril y junio de 2013 por la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. El estatus de la especie fue tomado de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (http://www.iucnredlist.org/).

Orden	Familia	Categoría (Nombre utilizado por pescador)	Especies	Clave asignada	Estatus IUCN
Carcharhiniformes	Carcharhinidae	Tintorera, cazón	**No identificado**		
Perciformes	Serranidae	Mero grande	*Epinephelus striatus*	PMS-01	En peligro
		Mero rojo	*Epinephelus drummondhayi*	PMS-02	En peligro
		Mero chico	*Cephalopholis fulva*	PMS-03	Preocupación menor
			Epinephelus guttatus	PMS-04	Preocupación menor
			Cephalopholis sp.	PMS-05	
		Abadejo	*Mycteroperca bonaci*	PMS-06	Casi amenazado
	Lutjanidae	Pargo grande	*Lutjanus analis*	PML-01	Vulnerable
		Rubia	*Lutjanus synagris*	PML-02	Desconocido
		Huachinango aleta negra	*Lutjanus bucanella*	PML-03	Desconocido
		Huachinango ojo amarillo (aleta amarilla)	*Lutjanus vivanus*	PML-04	Desconocido
		Huachinango seda, Huachinango chico	*Etelis oculatus*	PML-05	Desconocido
		Cubera	*Lutjanus cyanopterus*	PML-06	Vulnerable
		Canané	*Ocyurus chrysurus*	PML-07	Desconocido
	Haemulidae	Zapatero	*Haemulon álbum*	PMH-01	Desconocido
		Chac-chi	*Haemulon plumeri*	PMH-02	Desconocido
	Carangidae	Coronado	*Seriola dumerili*	PMC-01	Desconocido
		Macarela	*Elagatis bipinnulata*	PMC-02	Desconocido
		Ojotón	*Decapterus punctatus*	PMC-03	Desconocido

		Cojinuda	*Caranx sp.*	PMC-04	
	Sparidae	Besugo	*Pagrus pagrus*	PMSP-01	En peligro
		Pluma	*Calamus pennatula*	PMSP-02	Desconocido
		Mojarra caribeña	*Calamus spp.*	PMSP-03	
		Mojarra burra	*Calamus spp.*	PMSP-04	
	Sphyraenidae	Picuda	*Sphyraena barracuda*	PMH-01	Desconocido
	Malacanthidae	Corvinato	*Malacanthus plumieri*	PMM-01	Desconocido
		Conejo	*Caulolatilus chrysops*	PMM-02	Desconocido
	Labridae	Boquinete	*Lachnolaimus maximus*	PMLA-01	Vulnerable
Tetraodontiformes	Balistidae	Xcochin	*Balistes capriscus*	PMB-01	Desconocido
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	Pez león	*Pterois volitans*	PMSC-01	Desconocido
Pleuronectiformes	Bothidae	Lenguado	*Bothus lunatus*	PMB-01	Desconocido
Decápoda	Palinuridae	Langosta del caribe	*Panulirus argus*	PMP-01	Datos insuficientes

Según la IUCN, las especies que se encuentran en fase denominada "En peligro" son aquellas especies que reducen su tamaño poblacional así como su distribución entre 250 y 2500 organismos maduros y con una probabilidad extinción silvestre del 20% dentro de 20 años. Del total de las especies identificadas, 3 de ellas se ubican en la lista roja de la IUCN como "En peligro" las cuales fueron: *Epinephelus striatus*, *Epinephelus drummondhayi* y *Pagrus*.

Para el caso de las especies clasificadas como "Vulnerables", la IUCN menciona que son aquellas especies que reducen su tamaño poblacional de entre 10,000 a 1000 individuos con una probabilidad de extinción silvestre del 10% dentro de 20 años. En el presente trabajo se detectaron tres especies clasificadas como vulnerables las cuales fueron: *Lutjanus analis*, *Lutjanus cyanopterus* y *Lachnolaimus maximus*.

La clasificación de la IUCN denominada como "Casi Amenazada" se refiere aquellas especies cuyas poblaciones se reducen de tal manera que estén cercanas a clasificarse como "Vulnerables" en el futuro cercano. En la pesca de Puerto Morelos, se capturó solo una especie clasificada con este estatus (*Mycteroperca bonaci*) (**Figura 3**).

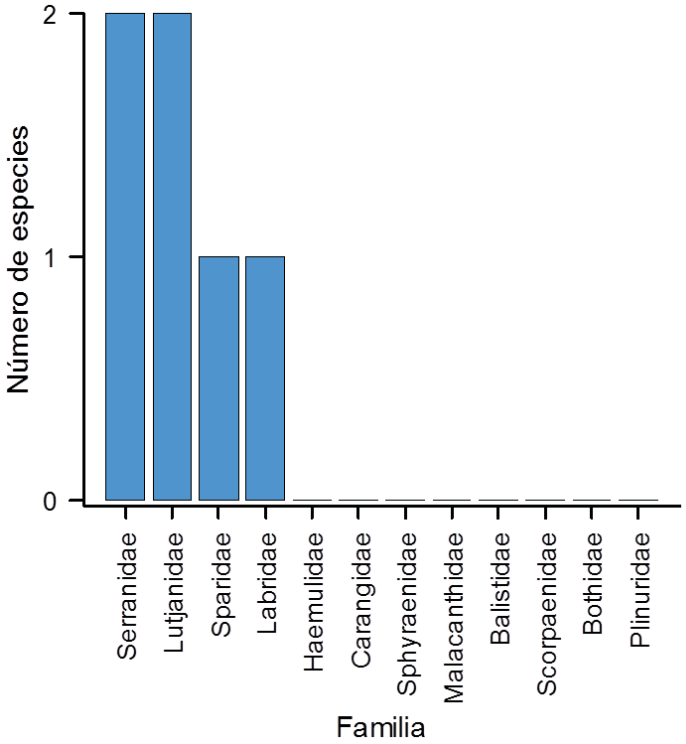

Figura 3. Número de especies por familia clasificadas por la lista roja de la IUCN como "*En peligro*", "*Vulnerable*" y "*Casi amenazada*". (Acceso en noviembre de 2013).

La clasificación de "Preocupación menor" son aquellas especies consideradas como abundantes, con distribución amplia y que de haber sido evaluadas no deben clasificarse en ninguna de las etapas anteriormente mencionadas. En el presente trabajo se detectaron dos especies en esta situación (*Cephalopholis fulva* y *Epinephelus guttatus*).

En el presente estudio solo una especie fue clasificada por la IUCN como "Datos insuficientes" (*Panulirus argus*) la cual se refiere aquellas especies cuyas poblaciones no cuentan con información científica suficiente para determinar si se encuentra en estado de Extinción. La FAO (2006) ha reportado amplias fluctuaciones en los registros pesqueros de esta especie en la región del Gran Caribe.

Finalmente, en la categoría denominada como "Desconocido" la cual es definida como aquellas especies cuyas poblaciones no han sido evaluadas bajo los criterios de la IUCN, donde se encontraron la mayoría de las especies (16 en total).

4.2 Sinopsis de las especies

Las familias que mayores especies aportaron fueron la Lutjanidae y la Serranidae con alrededor de ocho y seis especies respectivamente, mientras que las menos representadas fueron las familias Balistidae, Scorpaenidae, Bothidae y Palinuridae con solo una especie identificada por cada familia (**Tabla 2**).

Tabla 2. Generalidades de las especies de interés comercial identificadas en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Los valores de K, t_0 y L_∞ corresponden a los parámetros de crecimiento estimados de la ecuación de von Bertalanffy para la especie en las regiones más cercanas a Puerto Morelos (obtenidos de Froese y Pauly 2013: www.fishbase.org). M es el coeficiente de mortalidad natural. LP corresponde a la longitud patrón.

Sinopsis	Especie
Generalidades: Habita desde la costa hasta por lo menos 90 m de profundidad. En etapa juvenil habitan praderas y pastos marinos. Su dieta se compone principalmente de peces y cangrejos. Llega a pesar hasta 25 kg y se ha reportado que llegan a vivir hasta 29 años (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: dic-ene (INP 2012) t_0: -3.27 años K: 0.06 año^{-1} L_∞: 94 cm LP	*Epinephelus striatus*
Generalidades: Habita ambiente subtropicales y en la columna de agua se llega a encontrar entre 25 y 183 m con mayores abundancias en profundidades que oscilan entre 60 y 120 m. Llegan a pesar hasta 30 kg y vivir hasta 45 años (Allen *et al.*, 2013). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: abril-mayo (INP 2012) M: 0.20 año^{-1} t_0: -1.01 años K: 0.13 año^{-1} L_∞: 97 cm LP L_{max}: 108 cm LP	*Epinephelus drummondhayi*

Generalidades: Pez asociado a arrecifes de coral y aguas cristalinas. En el Golfo de México se produce en arrecifes profundos claros (al menos 45 m). Se alimenta principalmente de peces y crustáceos. Habitan comúnmente profundidades desde 2 a 150 m. Se han reportado especímenes de hasta 11 años de vida (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** Abril-julio con pico de desove en junio (Trott 2006) t_0: -5.30 años ***K*:** 014 año^{-1} L_∞: 31.6 cm LP	*Cephalopholis fulva*
Generalidades: Esta especie habita generalmente fondos rocosos y arrecifes poco profundos. Por lo general son solitarios y territoriales. Se alimentan de pequeños cangrejos y otros crustáceos como camarones y langostas. Llega a pesar hasta 25 kg y vivir 17 años (Smith 1997). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** febrero-marzo (IINPNP 2012) ***K***: 0.20 año^{-1} L_∞: 47.1 años L_{max}: 57 cm LP	*Epinephelus guttatus*

Generalidades: Especie que habita fondos rocosos y coralinos, generalmente vive solitario. Los adultos se alimentan principalmente de peces mientras que los juveniles se alimentan de pequeños crustáceos. Se han observados agregaciones de esta especie para el desove (Allsop y West 2003). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: diciembre-marzo (Brulé *et al*. 2003a). t_0: -0.30 años K: 0.16 año^{-1} L_∞: 120 cm L_{max}: 115 cm LP	*Mycteroperca bonaci*
Generalidades: Los adultos de esta especie habitan principalmente dentro de la plataforma continental, así como alrededor de islas. Mientras que los adultos viven entre fondos rocosos y corales los juveniles habitan en la arena y entre la vegetación. En la noche forman pequeñas agrupaciones y se alimentan de peces, camarones, cangrejos, cefalópodos y gasterópodos (Cervigón *et al*. 1992). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: febrero M: 0.31 año^{-1} t_0: -1.42 años K: 0.20 año^{-1} L_∞: 82 cm LP	*Lutjanus analis*

Generalidades: Los adultos pueden habitar todos los tipos de fondos, pero predominan los fondos alrededor de arrecifes de coral y en áreas arenosas y con vegetación abundante. Esta especie forma grandes agregaciones sobre todo cuando se reproduce. Se alimenta de noche generalmente de pequeños peces y cangrejos. Llega a pesar hasta 3.5 kg y vivir hasta 10 años (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: primavera-verano (Torres *et al*. 1991). ***M***: 0.51 año^{-1} t_0:-1.82 años ***K***: 0.25 año^{-1} L_∞**:** 41 cm LP L_{max}**:** 41 cm LP	*Lutjanus synagris*
Generalidades: Los especímenes adultos habitan aguas profundas que se caracterizan por tener fondos rocosos y arenosos. Los individuos jóvenes se encuentran generalmente en aguas con menor profundidad (entre 35 y 50 m). La alimentación de esta especie es comúnmente basada en pequeños peces (Allen 1985). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** Mayor actividad reproductiva en mayo, octubre y diciembre (reportada para Venezuela) (Gómez *et al*. 1995) t_0**:** -2.05 años ***K*:** 0.12 año^{-1} L_∞**:** 60.1 cm LP L_{max}: 49 cm LP	*Lutjanus bucanella*

Generalidades: Los adultos se encuentran generalmente cerca de la plataforma continental e insular a profundidades menores de 200 m. Su alimentación está basada en peces, camarones, cangrejos, gasterópodos, cefalópodos, tunicados y algunos organismos pelágicos. Se ha reportado que esta especie llega a pesar hasta 8.3 kg (Böhlke y Chaplin 1993). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: primavera-verano t_0: -2.08 años K: 0.10 año^{-1} L_∞: 75.7 cm LP	*Lutjanus vivanus*
Generalidades: Esta especie en su etapa adulta habita fondos rocosos y se alimenta generalmente de pequeños peces y calamares. Se ha encontrado que son abundantes en zonas cercanas a islas oceánicas. Llegan a pesar hasta 5.3 kg (Cervigón 1993). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: desove en abril (Ojeda-Serrano *et al*. 2007). K: 0.29 año^{-1} L_∞: 102 cm LP L_{max}: 93 cm LP	*Etelis oculatus*

Generalidades: Esta especie habita en zonas costeras en los alrededores de los arrecifes de coral. A menudo forman agregaciones. Se alimentan de una combinación de plancton y animales bentónicos como: peces, crustáceos, gusanos, gasterópodos y cefalópodos. Los juveniles habitan normalmente sobre vegetación. Estos organismos llegan a pesar hasta 4 kg y vivir 14 años (Frimodt 1995). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: otoño e invierno (González *et al*. 1997). ***K*:** 0.16 año^{-1} L_∞**:** 45.3 cm LP	*Ocyurus chrysurus*
Generalidades: Habita en pastos marinos, bancos de arena y arrecifes de coral. Se encuentran en parejas o segregaciones grandes. Su alimentación está basada en invertebrados bentónicos. Llegan a pesar hasta 7 kg (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** Pico de desove abril-julio (Heyman & Björn 2008) t_0**:** -0.30 años ***K***: 0.19 año^{-1} L_∞**:** 73 cm LP	*Haemulon album*

Generalidades: Se encuentra en densas agregaciones durante el día en los arrecifes de parche, en torno a las formaciones de coral, o en los fondos arenosos. Los juveniles se encuentran comúnmente en camas de *Thalassia testudinum*. Se alimenta de pequeños crustáceos, moluscos y pequeños peces. Llega a pesar hasta 4.4 kg (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** abril-octubre con pico de desove en junio-agosto (R-Regis & González y de la Rosa 1993) ***K***: 0.21 año^{-1} L_∞**:** 41.6 cm LP	*Haemulon plumeri*
Generalidades: Habita en bahías, puertos y zonas arrecifales. Cuando es juvenil vive en el sargazo. Generalmente vive solitario o en pequeños grupos. Se alimenta principalmente de invertebrados bentónicos como crustáceos y moluscos. Llega a pesar hasta 6.2 kg (Lieske y Myers 1994). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** pico de desove en mayo-agosto (Sedberry *et al*. 2006) t_0**:** -0.23 años ***K***: 0.18 año^{-1} L_∞**:**53.1 cm LP L_{max}: 54 cm LP	*Balistes capriscus*

Generalidades: Los adultos se encuentran en aguas oceánicas y costeras, generalmente cerca de la superficie o en los arrecifes o incluso a veces muy lejos de la costa a menudo alrededor de desechos flotantes. Forman grandes cardúmenes. Se alimentan de invertebrados, principalmente de crustáceos más grandes del zooplancton y peces pequeños. Llega a pesar hasta 46.2 kg (Smith-Vaniz 1995). **Parámetros biológico pesqueros:** No disponibles	*Elagatis bipinnulata*
Generalidades: Los adultos habitan principalmente playas neríticas comúnmente cerca de las playas arenosas. Se alimenta de invertebrados planctónicos, principalmente copépodos pero también se alimentan de larvas de gasterópodos, ostrácodos y pterópodos. Llega a pesar hasta 300 g (Cervigón *et al*. 1992). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** época de desove en el Golfo de México en abril (McBride *et al*. 2002) t_0: 0.07 años K: 4.38 año^{-1} L_∞:16.1 cm LP L_{max}: 21 cm LP	*Decapterus punctatus*

No identificado	*Caranx sp.*
Generalidades: Se encuentra generalmente sobre rocas, escombros o fondos arenosos. Los juveniles con frecuencia se localizan en lechos de pastos marinos y en la plataforma continental. Llega habitar hasta unos 250 m de profundidad. Se alimenta de crustáceos, peces y moluscos. Puede alcanzar un peso de 7.7 kg (Figueiredo *et al*. 2002). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción***: primavera (Pajuelo y Lorenzo 1996). t_0: -6.60 años K: 0.11 año^{-1} L_∞:45.9 cm LP	*Pagrus pagrus*

Generalidades: Especie asociada a fondos duros y arrecifes de coral. Llega a pesar hasta 2.6 kg y vivir hasta 17 años (Smith 1997). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción*:** pico de desove en abril-mayo (Sedberry *et al*. 2006). $\boldsymbol{M}$ = 0.26 año^{-1} $\boldsymbol{K}$ = 0.17 año^{-1} $\boldsymbol{t_0}$ = -088 años $\boldsymbol{L_\infty}$ = 51.2 cm LP	*Calamus nodosus*
Generalidades: Esta especie habita en fondos de escombros. Se alimenta principalmente de crustáceos y otros invertebrados; ocasionalmente de pequeños peces (Cervigón *et al*. 1992). **Parámetros biológico pesqueros:** No disponibles	*Caulolatilus chrysops*

Generalidades: Esta especie habita lagunas y arrecifes coralinos hacia el mar hasta profundidades de 50 m. A menudo se encuentran especímenes solitarios, se esconden en lugares no expuestos a durante el día a menudo con la cabeza baja y prácticamente inmóviles. Pelágicos juveniles expatriados a grandes distancias y la razón de su amplia gama geográfica. Cazan pequeños peces, camarones y cangrejos en la noche, con sus pectorales extendidas atrapar presas en una esquina y lo aturde y luego tragarlo de una sola vez (Myers 1991). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Reproducción:*** Se reproduce todo el año cada 3 o 4 días (Morris 2009). Parámetros de crecimiento no disponibles.	*Pterois volitans*
Generalidades: Esta especie habita en zonas someras como mangles y arrecifes coralinos cuando es adulto. En su etapa larvaria se encuentran a merced de las corrientes habitando aguas oceánicas. Su alimentación es omnívora (Briones-Fourzán *et al*. 2008). **Parámetros biológico pesqueros:** ***Asentamiento***: octubre y noviembre ***Desove***: marzo-junio (Briones-Fourzán *et al*. 2008). ***K***: 0.20 año^{-1} L_∞***:*** 257 cm LP (Lozano-Álvarez *et al*. 1991). t_0: 0.41 años (González-Cano 1991).	*Panulirus argus*

Puerto Morelos se caracteriza por presentar durante el año un periodo de lluvias que va desde junio a octubre y una temporada de secas que inicia en noviembre y finaliza en mayo (Álvarez-Cadena *et al*. 2007). Durante el periodo de secas suele presentarse la mayor productividad zooplanctónica disminuyendo ligeramente durante los meses de lluvias (Álvarez-Cadena *et al*. 2007). Esta productividad indudablemente va enriqueciendo gradualmente al resto de la trama trófica, favoreciendo la presencia de diferentes especies de importancia comercial. Por ejemplo: Álvarez-Cadena *et al*. (2007) reportaron la mayor abundancia de larvas de peces durante la época de secas favorecidos posiblemente con los incrementos en la abundancia del zooplancton que ayudan al abastecimiento de alimento para las larvas y juveniles. Sin embargo, es interesante señalar que casi el 95% de las especies que se encontraron en el presente estudio no aparecen en el listado de larvas de especies de peces reportada por Álvarez-Cadena *et al*. (2007) para esta misma región lo cual sugiere que posiblemente las especies que son capturadas por la pesca artesanal de Puerto Morelos no cumplan todo su ciclo de vida en esta zona y probablemente utilicen la región como zona de alimentación y/o reproducción.

4.3 Índice de Importancia Pesquera en la Captura (IIPC %)

Con el fin de determinar las especies que se capturan mayormente por los pescadores de la cooperativa, se jerarquizó la importancia de las especies provenientes de los desembarques en la pesquería comercial del puerto, aplicando un índice modificado de Ojeda y Ramírez (2012). El análisis se basó en información total de captura diaria por especie y por pescador facilitadas por la SCPP.

Para determinar el grado de importancia de cada especie se analizaron indicadores tales como la captura desembarcada, el valor de la captura y el número de viajes donde se registró la especie objetivo. Para cada indicador se obtuvo los valores promedio, se procedió a ordenarlos de mayor a menor y finalmente se calificaron en una escala inversa de 1-24 (considerando 1 para la menos importante y 24 a la más importante).

Una vez asignadas las calificaciones parciales para cada indicador, se sumaron. La importancia de cada especie desembarcada resultó de la cantidad de puntos ganados en términos de aportación a los totales de Captura (C), Valor (V) y Frecuencia de aparición (F) para posteriormente calcular el Índice de Importancia Pesquera en la Captura (IIPC) determinado por la ecuación 1.

$$\mathbf{IIPC = \%C + \%V + \%F} \qquad (1)$$

donde:

IIPC: Índice de importancia pesquera en la captura,

%C: Porcentaje de captura de las especies desembarcadas

%V: Porcentaje en valor de la captura desembarcada

%F: Porcentaje de la frecuencia de aparición en desembarques

En la **tabla 3** se muestra la calificación parcial asignada a cada especie de interés de las cuales destacan el mero, la langosta y el pargo. Cada especie muestra el lugar asignado por indicador de captura (biomasa), valor y frecuencia de aparición. De esta manera, el Mero tuvo el primer lugar en términos de peso pero el segundo lugar en valor y frecuencia de aparición. Sin embargo, la langosta fue clasificada en el quinto lugar por biomasa desembarcada pero en términos de valor de la captura y frecuencia de aparición fue categorizada en el primer lugar.

Tabla 3 . Importancia pesquera de las especies desembarcadas de la flota artesanal de Puerto Morelos con base en su valor alcanzado en cada indicador calculado.

Especies	**Captura**		**Valor**		**Frecuencia aparición**		**Calificaciones**	
	Kg	CP*	USD$	CP*	No.	CP*	CF*	Importancia
Mero	9110	24	353,689	23	1129	23	70	1
Langosta	5612	20	108,368	24	1163	24	68	2
Pargo	8066	23	24,103	22	681	21	66	3
Boquinete	6968	22	23,919	21	967	22	65	4
Xcochin	6022	21	9,318	17	574	20	58	5
Huachinango	4252	19	17,348	20	246	16	55	6
Pez León	3199	18	10,104	18	494	18	54	7
Zapatero	2793	17	3,775	16	396	17	50	8
Mojarra	2727	16	5,139	15	510	19	50	9
Abadejo	2258	15	10,998	19	200	14	48	10
Coronado	1445	14	2,275	13	159	12	39	11
Cojinuda	997	13	1,295	9	180	13	35	12
Robalo	800	12	2,378	14	98	9	35	13
Payaso	590	8	1,311	10	205	15	33	14
Cabrilla	649	9	1,979	12	149	11	32	15
Rubia	732	11	1,736	11	84	8	30	16
Chacchi	690	10	1,076	8	101	10	28	17
Cazón	500	7	828	7	60	7	21	18

Conejo	163	6	610	6	25	6	18	19
Cherna	118	5	332	5	3	3	13	20
Atún	63	4	135	4	8	5	13	21
Corvina	47	3	70	3	7	4	10	22
Wahoo	17	2	35	2	1	1	5	23
Peto	13	1	32	1	2	2	4	24

CP*: Calificación parcial CF*: Calificación final

Conforme al método cualitativo por puntos, de las especies consideradas dentro del análisis, destaca la langosta, mero y boquinete porque sus calificaciones parciales con respecto a los indicadores seleccionados son las más altas (**Tabla 4**). Dentro de estos valores finales del IIPC y con respecto a la calificación anterior, se observa que aunque la mayoría de las especies conservan su lugar, la langosta subió al primer lugar dejando en segundo al mero debido a que en términos de importancia relativa dentro de cada indicador, la langosta alcanzó los mayores porcentajes con respecto a las demás especies de importancia comercial.

Tabla 4. Importancia de las especies objetivo de la flota comercial de Puerto Morelos de acuerdo al IIR.

Especie	Captura (%)	Valor (%)	Frecuencia (%)	IIPC	Importancia
Langosta	9.70	41.28	15.63	66.61	1
Mero	15.75	13.47	15.17	44.39	2
Boquinete	12.05	9.11	12.99	34.15	3
Pargo	13.95	9.18	9.15	32.28	4
Xcuchin	10.41	3.55	7.71	21.68	5
Huachinango	7.35	6.61	3.31	17.27	6
Pez León	5.53	3.85	6.64	16.02	7
Mojarra	4.72	1.96	6.85	13.53	8
Zapatero	4.83	1.44	5.32	11.59	9
Abadejo	3.90	4.19	2.69	10.78	10
Coronado	2.50	0.87	2.14	5.50	11
Cojinuda	1.72	0.49	2.42	4.64	12
Payaso	1.02	0.50	2.75	4.27	13
Cabrilla	1.12	0.75	2.00	3.88	14
Robalo	1.38	0.91	1.32	3.61	15
Rubia	1.27	0.66	1.13	3.06	16
Chacchi	1.19	0.41	1.36	2.96	17
Cazón	0.87	0.32	0.81	1.99	18

Conejo	0.28	0.23	0.34	0.85	19
Cherna	0.20	0.13	0.04	0.37	20
Atún	0.11	0.05	0.11	0.27	21
Corvina	0.08	0.03	0.09	0.20	22
Peto	0.02	0.01	0.03	0.06	23
Wahoo	0.03	0.01	0.01	0.06	24

5. DINÁMICA DE LA FLOTA

Los pasos a seguir para el análisis de información para el entendimiento de la dinámica de la flota se enlistan de acuerdo a diferentes componentes incluidos en esta sección:

1) Caracterización de viajes de pesca y estimación del esfuerzo de pesca.
A partir de la información obtenida por los observadores a bordo se caracterizaron las actividades por método de pesca y se definieron zonas de pesca. La caracterización consistió en calcular el tiempo promedio por viaje de pesca, la distancia promedio recorrida por viaje, el número de actividades de pesca promedio por viaje y su respectiva captura promedio. Con la información de boletas de arribo (enero-septiembre de 2012) se estimó el número de días de pesca promedio por embarcación a nivel mensual y el número de días de pesca totales.

2) Determinación de zonas de pesca y de concentración de embarcaciones
Con el fin de identificar las zonas de captura por método de pesca se utilizaron dos fuentes de información. 1) Observadores a bordo: de la información obtenida del GPS junto con las bitácoras de observadores se realizaron mapas para mostrar los lances o inmersiones realizados durante los viajes de pesca observados, así como la CPUE por método de pesca, donde la unidad de esfuerzo fue el lance o inmersión. 2) Entrevistas en desembarque: se diseñó una malla de 0.03° x 0.03° (3.33 x 3.33 km) sobre un mapa de la zona, en esta malla, los pescadores señalaban la celda en la que realizaron sus operaciones de pesca. Con esta información se generaron mapas para mostrar la captura promedio en cada celda visitada. Estos mapas se discriminaron por arte de pesca como sigue: Palangre/Cordel y Buceo. Un diagrama metodológico del proceso de análisis se muestra en la **Figura 4**.

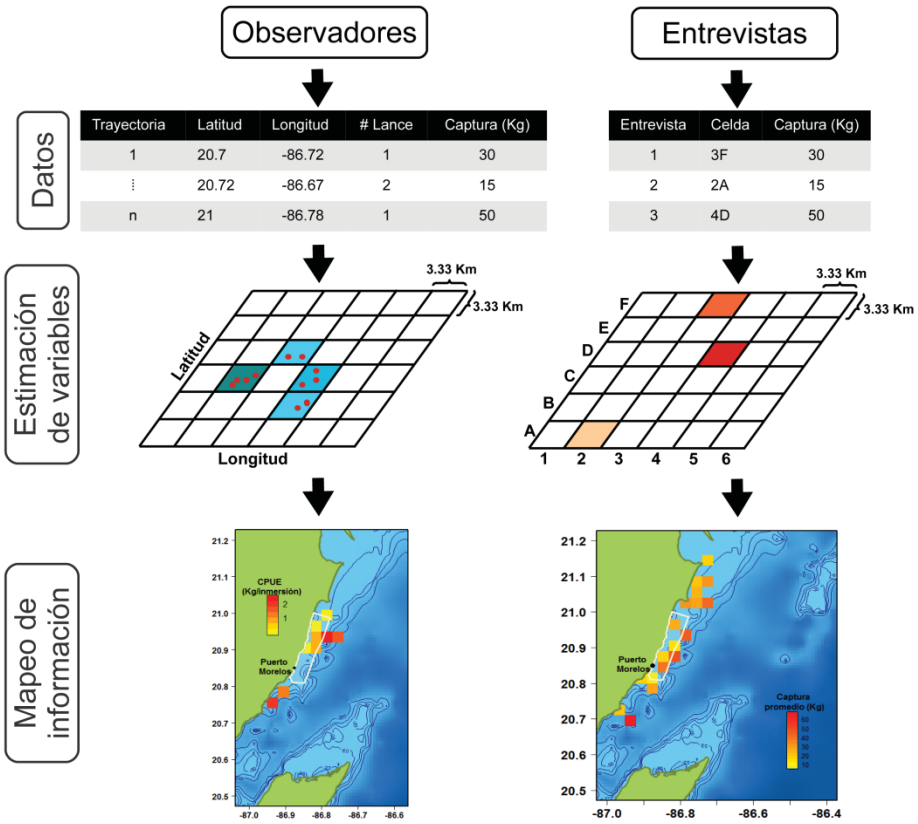

Figura 4. Esquema de los pasos para realizar los mapas a partir de dos fuentes de información: Observadores y Entrevistas.

Los lances o inmersiones fueron proyectados dentro de la malla diseñada para las entrevistas con el fin de estimar espacialmente la CPUE por método de pesca (**Figura 4**). En las entrevistas se calculó la captura total de las visitas en cada una de las celdas visitadas (señaladas por los pescadores) y se promediaron por el número de visitas registradas en la respectiva celda (**Figura 4**).

3) Proporción por frecuencia de aparición

Debido a que los pescadores agrupan diferentes especies y las denominan con un nombre común que las engloba, no fue posible determinar la proporción de la captura de cada especie en cada categoría asignada por el pescador. Debido a que no fue posible separar la proporción de especies en las capturas desembarcadas por el rápido manejo del producto por parte del pescador, se agruparon las capturas por familias y por arte de pesca. Lo anterior también obedece a que en Puerto Morelos el pescador puede llamar de diferente manera a la misma especie pero de diferente talla. De las 13 familias presentes en las capturas, 6 de ellas fueron compartidas en las

descargas de las embarcaciones que emplearon los tres métodos de pesca (cordel, palangre y buceo).

4) Ensamblaje de especies por arte de pesca.

Durante los muestreos que involucraron observadores a bordo de embarcaciones en Puerto Morelos, se registró la siguiente información del viaje de pesca: hora de salida y llegada, trayectoria de recorrido, posición geográfica de los sitios donde se hicieron operaciones de pesca, número de organismos capturados por cada especie en cada operación de pesca y tiempo de duración de las operaciones de pesca. A diferencia de la información obtenida a través de entrevistas, con los registros de observadores a bordo fue posible evaluar las capturas de cada embarcación a nivel de especie. Para ello se estimó el ensamblaje de especies totales por cada arte de pesca. Adicionalmente se construyeron curvas de acumulación de especies mediante un método de re-muestreo aleatorio utilizando para ello 1000 permutaciones (Coleman *et al*. 1982).

En estudios ecológicos, el número total de especies que se pueden observar se le conoce como riqueza específica, sin embargo en el presente trabajo el número de especies y su abundancia dependen en gran medida de la selectividad del arte de pesca y sitios donde operan las flotas, por lo que en este estudio se utilizó el término de ensamblaje de especies para referirse al número total de especies capturadas por cada arte de pesca. Comúnmente en los trabajos ecológicos, para analizar la composición de especies, se ha observado que las curvas de acumulación no alcanzan la asíntota que significaría para este estudio el número total de especies que pudiera capturar un arte de pesca. Para estimar la asíntota de cada curva se utilizaron cuatro métodos estadísticos no paramétricos diferentes como el de Chao 1, Jackknife (primer orden), Jackknife (segundo orden) y Bootstrap (ver más detalles en: Smith y van Belle 1980; Chao 1987; Palmer 1990; Colwell y Coddington 1994).

Para evaluar la similitud de las artes de pesca en relación al número y abundancia de las especies capturadas se estimaron las distancias a través del método de disimilitud de Bray-Curtis (Philip 2003). Con la matriz de disimilitud se realizó un análisis de escalamiento multidimensional no métrico, el cual hace posible representar las proximidades entre un conjunto de elementos como distancias en un espacio de un número reducido de dimensiones (López-González e Hidalgo-Sánchez 2010).

5.1 Descripción de los métodos de pesca y de las operaciones de pesca.

5.1.1 Pesca con palangre

En diferentes partes del mundo se utilizan dos tipos de palangres por su forma de operación, el palangre de superficie que captura especies pelágicas y palangre de fondo cuyo objetivo es capturar especies de peces demersales (FAO 2005). En Puerto Morelos los pescadores utilizan solamente el palangre de fondo con el objetivo de capturar principalmente especies de lutjánidos entre los que se encuentran pargos, huachinangos dentro de un amplio intervalo de tallas (**Figura 5**).

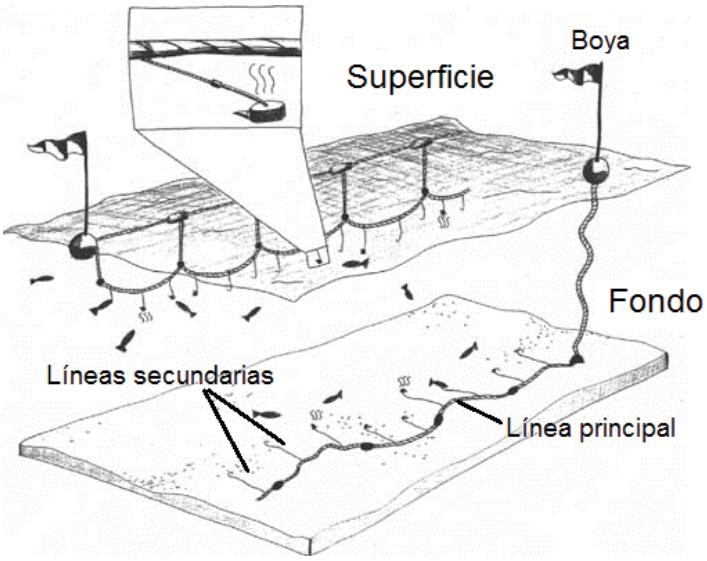

Figura 5. Diseño y operación de un palangre de superficie y de fondo (tomado de FAO, 2005).

El palangre de fondo que se utiliza en Puerto Morelos se compone de una línea principal de hilo de nylon multifilamento, que a su vez esta línea tiene atados hasta 180 líneas secundarias con un anzuelo cada una, estas líneas secundarias son construidas de metal (**Figura 5**). La separación entre cada línea secundaria es alrededor de entre 2.5 y 3 m y los palangres miden entre 450 y 550 m de largo. Una punta del palangre queda en la superficie ya que se encuentra atada a una boya de forma esférica con un banderín de señalamiento mientras que de la otra punta se ata el grampín o ancla y queda posado en el fondo el cual tiene como función evitar que el palangre sea arrastrado por las corrientes.

Figura 6. Sardina de la familia Clupeidae utilizada como carnada para la pesca con cordel en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Los pescadores de Puerto Morelos, tiran sus palangres en profundidades que van entre los 30 y 50 m generalmente en los bordes de las cuencas ubicadas en sus zonas de pesca. El palangre es operado generalmente por dos pescadores. Cada embarcación lleva dos palangres y se utiliza como carnada preferentemente sardina (Clupeidae) (**Figura 6**) colocando una por anzuelo (**Figura 7**).

Figura 7. Montado de la carnada en los anzuelos del palangre utilizado en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintan Roo.

La faena de pesca con palangre de acuerdo a los registros de observadores a bordo se realiza de la siguiente forma:

1. La primera actividad de la embarcación después de salir del puerto es dirigirse a la captura de carnada cerca de la playa. Debido a la gran cantidad de anzuelos que se utilizan en cada palangre los pescadores necesitan entre 15 y 20 kg de sardina.

para todo el viaje de pesca. Por esta razón, los pescadores pueden destinar hasta una hora o más capturando sardina con un atarraya. Si otro barco realizó una buena captura de carnada la comparte con otros pescadores para apresurar esta etapa.

2. Después de obtener la carnada necesaria, el capitán del barco elige una zona de pesca en base a sitios geo-referenciados en los que han obtenido buenas capturas en viajes de pesca anteriores. Al llegar al sitio, el capitán disminuye su velocidad y dos tripulantes comienzan a soltar el palangre. Durante este proceso el capitán puede dirigir la embarcación para formar un semicírculo o una línea recta. Soltar el palangre puede durar entre 10 y 15 minutos. Al finalizar, se dirigen a otro sitio cercano (no más de un kilómetro) a soltar el segundo palangre, siguiendo el mismo procedimiento. Después de soltar el segundo palangre regresan a cobrar el primer palangre. El cobrado es una operación que si no se atora el palangre dura entre 10 y 15 minutos. Si se presenta algún percance, el palangre puede levantarse por el otro costado, en algunos casos se deja el palangre para recuperarse más tarde. Si el palangre no se puede recuperar se decide recortarlo y recuperar sólo una parte. A partir de la recuperación del primer palangre el proceso de soltar y cobrar ambos palangres es el mismo. En general los palangres son colocados en la misma zona y las embarcaciones se mueven en un radio de alrededor de 3 km.

3. En general, se realizan cuatro lances por cada palangre durante un viaje de pesca. Al finalizar, algunas embarcaciones realizan dos o tres lances de cordel con la intención de complementar sus capturas y solventar costos de viaje. Terminando sus operaciones de pesca regresan a puerto para entregar sus capturas a la cooperativa.

5.1.2 Pesca con cordel

El cordel es un arte de pesca similar a la línea de mano, la cual se compone de un hilo de nylon (Polietileno) de multifilamento y el largo de este hilo depende de la zona y profundidad donde se esté pescando (**Figura 8**). En Puerto Morelos, Quintana Roo los pescadores utilizan el cordel para pescar en aguas más profundas que oscilan aproximadamente entre los 150 a 300 m. Generalmente, en una embarcación van de 4 a 5 pescadores y cada uno opera un cordel de manera independiente. El número de anzuelos en cada cordel oscila entre 1 y 3.

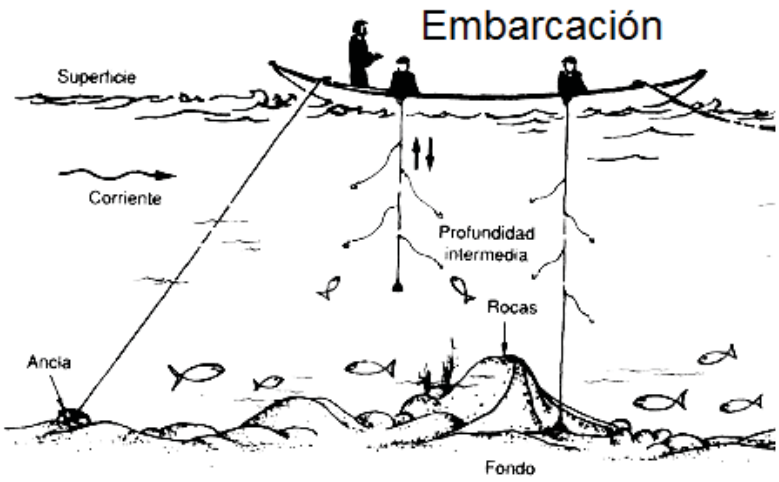

Figura 8. Esquema que ejemplifica la pesca con cordel. Tomado de FAO (2002).

Cada anzuelo lleva una carnada o cebo la cual es previamente capturada en zonas someras de la zona de estudio y la captura de la carnada se hace a través de pequeñas redes agalleras o atarrayas. Los pescadores de Puerto Morelos utilizan la sardina como carnada (familia Clupeidae) que se compone de diferentes especies las cuales no fue posible identificar en el presente estudio (**Figura 6**). La atarraya es un arte de pesca activo que tiene forma cónica y pueden ser operados desde una embarcación menor o a pie. Dependiendo de la especie a capturar es el material con el cual está construida. Por ejemplo: para la captura de peces como sardinas la atarraya se construye de hilo de nylon multifilamento.

La atarraya está constituida por las siguientes partes: a) Cuerpo de la red, que forma un copo donde se concentra la captura, b) línea de plomos, que es la parte inferior de la red y la que entra en contacto inmediatamente con el fondo cuando la red está en operación y c) guindaleza (cabo de recuperación) (INAPESCA, 2000).

Cuando se termina la sardina durante las operaciones de pesca, el pescador utiliza como carnada filete del pez conocido como "corvinato" (*Malacanthus plumieri*) el cual es capturado incidentalmente durante las operaciones de pesca (**Figura 9**).

Figura 9. Fileteado del pez "corvinato (*Malacanthus plumieri*) para utilizarse como carnada en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

La faena de pesca con cordel de acuerdo a los registros de observadores a bordo se realiza de dos formas principalmente: 1) aquellos barcos que se denominan huachinangeros, los cuales realizan únicamente lances con cordel durante todo el viaje de pesca y 2) barcos que al finalizar el uso del palangre utilizan el cordel antes de regresar a puerto para complementar sus capturas como una forma de solventar los gastos del viaje de pesca. A continuación se describe la forma de operación de los huachinangeros.

1. Al salir del puerto estas embarcaciones se dirigen a capturar sardina cerca de la playa, pero a diferencia del palangre la cantidad de carnada que necesitan es menor.

2. Al igual que en el palangre, el capitán del barco ya tiene sitios geo-referenciados en los que han obtenido buenas capturas y se dirigen a estos puntos.

3. Una vez que han llegado a la zona de interés cada pescador prepara su cordel con carnada para realizar un lance. El tiempo que permanecen en un sitio depende en gran parte de la captura realizada en el primer lance, si es buena la captura permanecen en el sitio. Cuando disminuye la captura el capitán decide moverse, por lo general a sitios cercanos que también tiene geo-referenciados. Debido a que utilizan pocos anzuelos, la cantidad de organismos que capturan es poca. Lo anterior hace que algunas embarcaciones dediquen mucho tiempo a esta actividad en un viaje de pesca, por ejemplo, algunas embarcaciones regresan a puerto hasta que se llena la hielera con pescado. Una vez finalizadas las actividades de pesca regresan a puerto para entregar su captura a la cooperativa.

5.1.3 Pesca por buceo

La pesca por buceo con tanques se realiza durante la temporada de pesca de langosta en Puerto Morelos (julio a febrero). Esta actividad se lleva a cabo durante la mañana y parte de la tarde de 7 a 16 h aproximadamente. En cada embarcación van de 2 a 3 pescadores y un motorista, cada pescador se sumerge con ayuda de un tanque de aire con un tiempo de inmersión de entre una hora y una hora con veinte minutos. Cada pescador utiliza en un viaje de pesca hasta 3 tanques. Para extraer la captura utilizan ganchos y pistola con arpón. Las profundidades en las cuales comúnmente los pescadores bucean para la captura principalmente de langosta varían entre 3 y 50 m. Aunque la especie objetivo es la langosta del caribe (*Panulirus argus*; **Figura 10**) el buzo generalmente atrapa aquellos peces de importancia comercial que se encuentre en el camino o bien que encuentra en los refugios o cuevas en la búsqueda de langostas. Durante esta temporada, los pescadores también dirigen parte de su esfuerzo para capturar pez león.

La faena de pesca con buceo se realiza de la siguiente forma de acuerdo a los registros obtenidos en campo:

1. Cuando la embarcación sale de puerto, el capitán decide a qué zona dirigirse a algún sitio geo-referenciado como con palangre y cordel. Como este método de pesca se realiza en zonas someras el traslado dura menos de una hora (menor al traslado al pescar con palangre o cordel).

2. Al llegar al sitio, por lo general, descienden dos buzos por inmersión. Los buzos pueden trabajar de dos formas dependiendo de la embarcación. i) ambos buzos trabajan el sitio de forma paralela, uno de los tripulantes es destinado a la supervisión de los buzos y orienta al tripulante en la embarcación para mantenerse cerca de los buzos. ii) de los dos buzos que realizan la inmersión cada uno trabaja una zona (entre 200 y 300 m de distancia), mientras que la embarcación permanece en un punto intermedio para ayudar a los buzos cuando terminan su actividad subacuática. Cada uno de los buzos utiliza una boya para que la embarcación pueda saber dónde se encuentran. Independientemente de la forma de operación de los buzos, éstos permanecen en la embarcación mientras otro par de buzos está pescando. La primera inmersión la realizan en la zona más profunda, tratando de que las siguientes se realicen en zonas más someras. Cada buzo llega a realizar hasta tres inmersiones por viaje de pesca. Al finalizar sus inmersiones la embarcación regresa a puerto para entregar su captura en la cooperativa. Cabe mencionar, que además de que el número de tanques limita el tiempo que permanecen en el mar, los pescadores tratan de regresar antes de las 17 h para que la langosta capturada pueda ser enviada al intermediario a tiempo. Si no llegan a

tiempo, la langosta entera, de la cual obtienen más remuneración, es descolada para almacenarse en los contenedores para enviarse al intermediario al día siguiente.

Figura 10. Captura de langosta espinosa *Panulirus argus* en la pesquería artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

5.2 Esfuerzo de pesca y temporalidad

Los observadores a bordo realizaron 14 viajes de pesca en seis embarcaciones, tratando de cubrir las actividades de los pescadores observando el uso de todos los métodos de pesca que utiliza la flota de Puerto Morelos. Se registraron 45 lances con palangre, 24 con cordel y 37 inmersiones con tanques. Las embarcaciones que realizaron operaciones con palangre recorrieron en promedio mayor distancia y emplearon más tiempo, mientras que los viajes realizados para buceo involucraron en promedio menor distancia recorrida y menor tiempo (**Tabla 5**).

Tabla 5. Promedio de distancia de recorrido, tiempo de viaje, número de lances-inmersiones y captura por viajes de pesca con observador a bordo durante el periodo de muestreo (Abril, Junio y Agosto). Dentro de los paréntesis se encuentran los valores mínimos y máximos de las variables.

	Distancia (Km)	**Tiempo (h)**	**Lances (Palangre/Cordel) Inmersiones (Buceo)**	**Captura (Kg)**
Cordel	58.65 (54.2-63.1)	9 (7.2-10.8)	12 (8-16)	46
Palangre	70.73 (53.8-86.5)	11.3 (8.7-12.4)	8 (6-10)	69
Buceo	45.27 (30-58)	7.4 (6-8.2)	6 (4-8)	22

La implementación de observadores a bordo permitió acceder a información valiosa para el mejor entendimiento de la dinámica de la flota. Lo anterior incluye, conocer con mayor precisión las zonas de pesca de las embarcaciones en función del método de pesca utilizado (palangre, cordel o buceo). También fue posible saber en promedio cuántos lances o inmersiones realizan los pescadores por viaje de pesca, contribuyendo a tener estimaciones del esfuerzo de pesca más precisas. Por otro lado, los observadores a bordo pudieron registrar todas las especies capturadas por cada método de pesca, esta información puede ser utilizada para evaluar el impacto de la actividad pesquera en el ecosistema del área de estudio. Sin embargo, para poder evaluar con mayor precisión los patrones de pesca de la flota es necesario aumentar el número de viajes observados y cubrir una temporalidad más amplia. La distribución espacial del esfuerzo de pesca observada estuvo limitada por las condiciones climáticas en la época en que se hicieron las observaciones, por tanto no representa necesariamente "el patrón clásico", se debe tener en cuenta que los resultados presentados son preliminares dentro del contexto de observación.

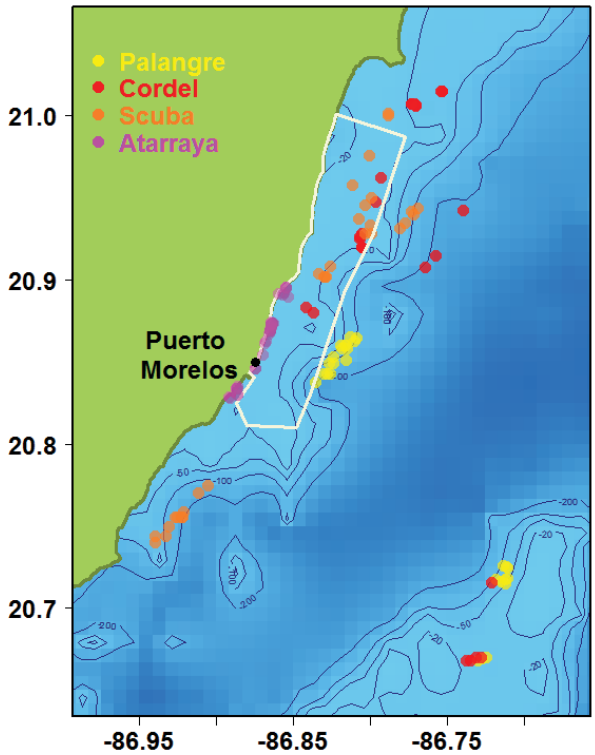

Figura 11. Lances registrados por observadores a bordo de embarcaciones de la flota artesanal de Puerto Morelos durante el periodo abril-agosto de 2013.

Con base en la información recabada por los observadores a bordo se caracterizaron las operaciones de pesca de embarcaciones de Puerto Morelos. Se observó que dependiendo del método de pesca utilizado varió la zona donde operaron las

embarcaciones (**Figura 11**). La pesca de carnada es cerca de la playa y dentro del parque. El palangre se utilizas en profundidades entre 50 y 100 metros, fuera del parque. El cordel llega a ser utilizado hasta los 200 metros de profundidad y puede ser dentro o fuera del parque. El buceo, se hace a profundidades menores a 50 metros y mayormente dentro del parque.

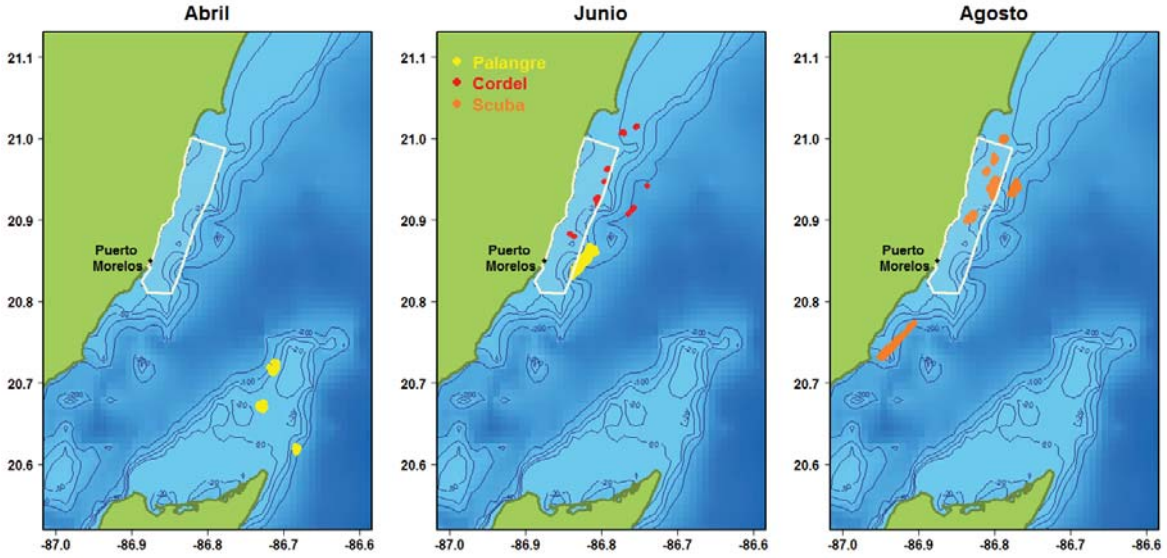

Figura 12. Distribución espacio-temporal de operaciones de pesca registrados por observadores a bordo en embarcaciones de la flota menor de Puerto Morelos.

En el mes de abril los viajes de pesca con observadores se realizaron en embarcaciones que usaron el palangre, estas operaciones ocurrieron en el área conocida como "Punta Molas", al norte de Cozumel (**Figura 12**). En el mes de junio, se registraron viajes de pesca con cordel o palangre y en áreas cercanas al Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos (PNAPM). En el caso del palangre, éste fue utilizado al borde del PNAPM (15 lances). En el caso del cordel, 8 operaciones de pesca fueron realizadas al interior y 13 afuera del área protegida (**Figura 12**). En agosto, que comprende la temporada de pesca de langosta, los viajes de pesca con observadores sólo incluyeron el buceo como método de pesca. En el buceo, 13 inmersiones se realizaron al interior del PNAPM mientras que 18 inmersiones se realizaron fuera del área protegida (**Figura 12**). Resulta interesante el cambio de arte de pesca una vez que comienza la temporada de langosta, en la que todos los pescadores dejan de utilizar el palangre y el cordel. Cabe mencionar que, de acuerdo a los reportado por los pescadores a los observadores a bordo, éstos no tienen claro los límites del PNAPM lo que ocasiona que algunas operaciones de pesca sean realizadas al interior de éste.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, el número de viajes con observadores fue limitado y los resultados deben tomarse con reserva. Por ejemplo, durante la visita realizada en el mes de junio las condiciones del mar no permitieron a los pescadores viajar a la zona de Punta Molas por lo que decidieron pescar cerca del cantil.

El análisis previo se complementó con información proveniente de entrevistas realizadas el momento del desembarque, donde se les solicito a los pescadores ubicar sus sitios de pesca en un mapa asociadas el uso de los diferentes artes de pesca. La captura de palangre y cordel se agruparon, ya que ambas se utilizan durante temporada de escama, mientras que la captura de buceo fue analizada por separado. El patrón observado con la información de entrevistas corroboró lo mostrado por la información de observadores a bordo. La zona donde mayores capturas (> 80 Kg) en promedio se observan para Palangre o Cordel es en "Punta Molas" (**Figura 13**). Además, las capturas provienen de zonas mayores a 100 m. En el caso del buceo, las zonas de pesca se encuentran en áreas de baja profundidad (< 50 m), cercanas a la costa; en algunos casos incluyeron parte del área protegida. La captura promedio con el buceo fue menor a 70 Kg por viaje de pesca. En el buceo se observan tres zonas de pesca principales: al sur de Puerto Morelos, el borde oeste del PNAPM y al norte entre Punta Nizuc y Punta Cancún (**Figura 13**).

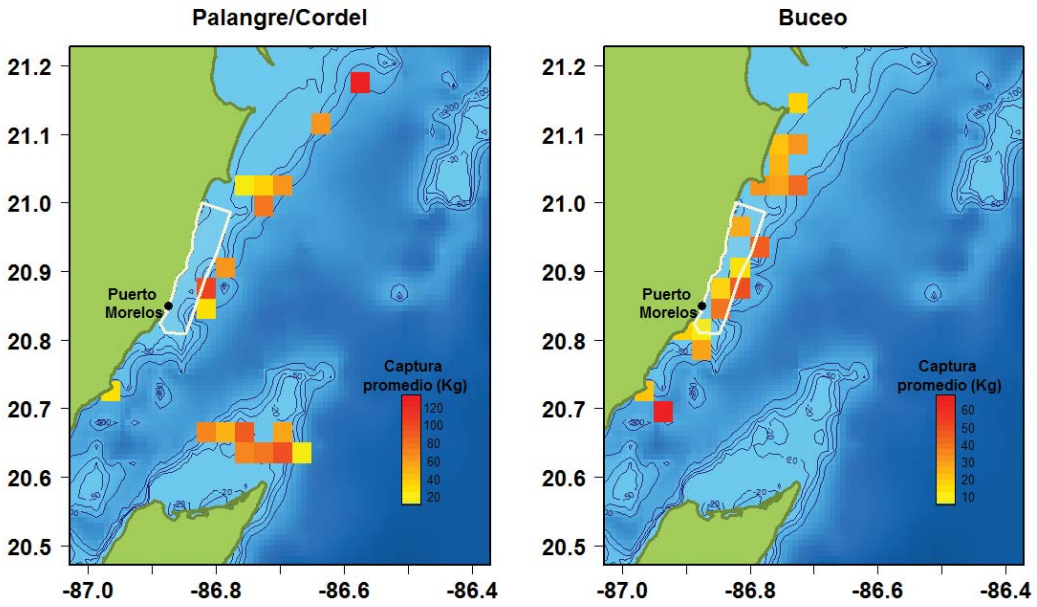

Figura 13. Captura promedio por visita a cada cuadrícula (3.33 x 3.33 km) correspondiente al método de pesca utilizado (Palangre/Cordel o Buceo). Mapas realizados con información proveniente de las entrevistas al momento de desembarque.

La información sobre los cuadrantes en los que las embarcaciones señalan que realizaron sus operaciones de pesca resultó muy útil y fácil de adquirir, además ayudó a complementar la información obtenida por los observadores a bordo. A diferencia de la información de observadores, mediante las entrevistas fue posible obtener información de todas las embarcaciones que salieron a pescar por cada día de muestreo lo que aumentó el tamaño de muestra. Sin embargo, la principal limitante de esta información es que el pescador hace una aproximación del sitio en el que fue a pescar. El hecho de que sólo sea señalado un cuadrante hace que la captura reportada por embarcación sea concentrada en un solo punto, lo que puede derivar en una sobreestimación de la captura por cuadrante. A pesar de estas limitantes, fue posible definir las zonas de pesca de los diferentes métodos de pesca.

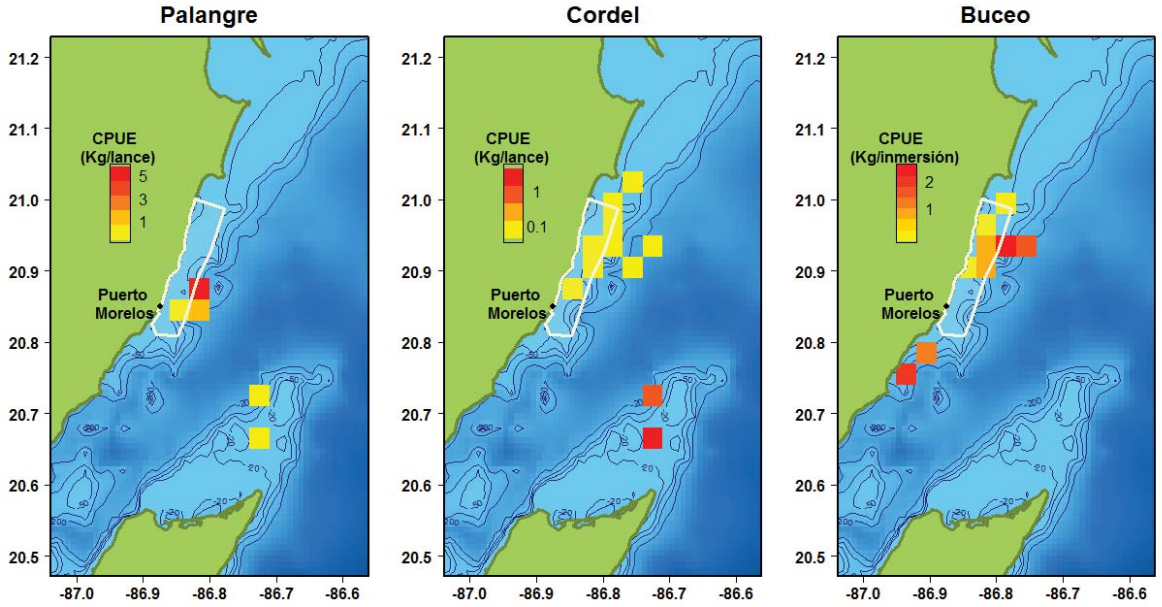

Figura 14. Captura promedio por lance (Palangre o Cordel) o inmersión (Buceo) realizado a partir de los datos de observadores en cuadrículas de 3.33 x 3.33 Km.

Al utilizar información proveniente de los observadores a bordo se pudo estimar la captura promedio por lance o inmersión en cuadrantes (captura por unidad de esfuerzo -CPUE-). Con el palangre, las mayores CPUE (~5 Kg/lance) se realizaron al borde oeste del parque. Las operaciones de pesca con cordel presentaron las menores CPUE (< 1.5 Kg/lance) entre los tres métodos de pesca que utiliza la flota (**Figura 14**). El área de Punta Molas fue la que registró las mayores CPUE derivadas del uso del cordel. En el caso del buceo, la andad de esfuerzo considerada en el análisis fue el

número de inmersiones. Las mayores CPUE se registraron por el borde oeste del parque y al sur de éste (**Figura 14**).

La representación en cuadrantes de las capturas por lance o inmersión permite conocer el volumen de captura respecto a una unidad de esfuerzo más precisa en las distintas zonas donde operaron las embarcaciones. Sin embargo, de acuerdo a lo mencionado anteriormente, el número de lances observados resulta una limitante en la precisión de esta aproximación.

Una fuente de información adicional empleada fue la proveniente de las boletas de arribo de los pescadores con lo que se obtuvo una estimación del esfuerzo de pesca en número de días, al ser viajes diario también se hace equivalencia a viajes. Los resultados del análisis de esta información mostraron heterogeneidad en la intensidad del esfuerzo ejercido de acuerdo a los diferentes meses del año (**Figura 15**). El mes de julio, por ejemplo, fue el mes donde se presentó el mayor número de viajes de pesca y coincide con la apertura de la temporada de pesca de langosta. Los meses de junio y marzo donde se captura escama fueron los que presentaron menor intensidad de pesca (**Figura 15**).

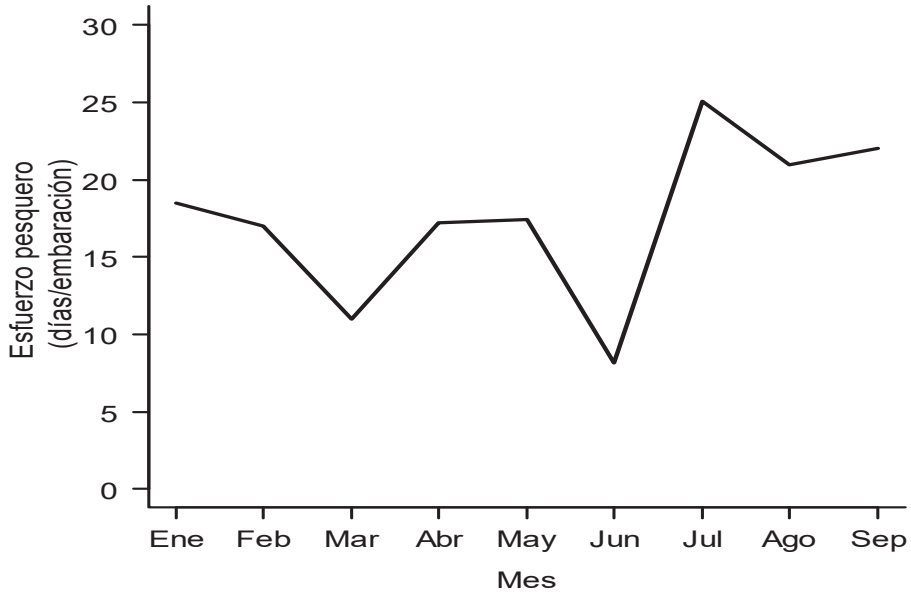

Figura 15. Esfuerzo pesquero promedio mensual (días de pesca) en la pesquería comercial de Puerto Morelos durante enero-septiembre de 2012.

En el análisis de la intensidad de esfuerzo pesquero por embarcación entre enero y septiembre del 2012 con base a la información recabada de las cooperativas, se observó que la mayoría de las embarcaciones aprovechan los días disponibles para

laborar, aumentando la intensidad de esfuerzo durante los meses de pesca de langosta (**Figura 15**). Esto puede estar relacionado con el alto valor económico de esta especie y por lo tanto los ingresos económicos que se obtienen de su captura.

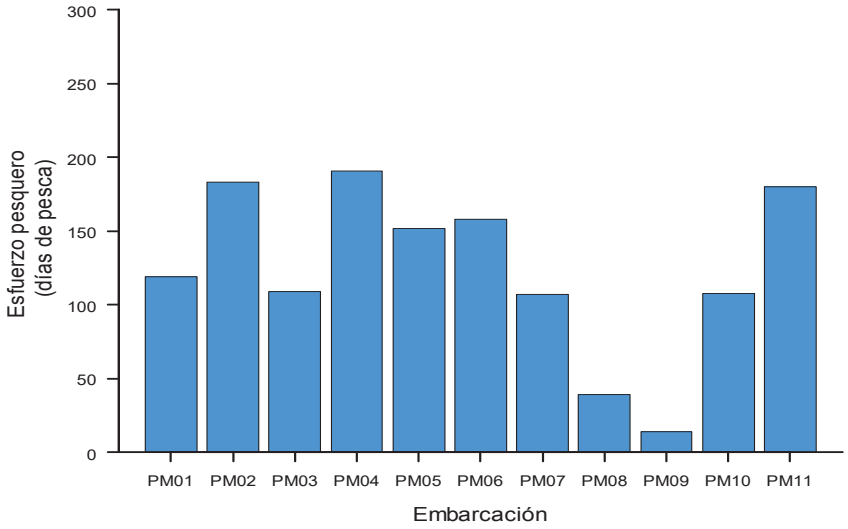

Figura 16. Asignación de esfuerzo pesquero total (número de días de pesca) por embarcación durante el periodo enero-septiembre 2012 en Puerto Morelos.

Se resalta de manera interesante que no todas las embarcaciones operan el mismo número de días. Del número total de días de pesca por embarcación entre enero y septiembre del 2012 resaltan las embarcaciones que operaron un mayor número de días: PM02, PM04 y PM11 (~200; **Figura 16**); los pescadores de PM09 sólo laboraron durante la temporada de langosta.

5.3 Ensamblaje de especies por método de pesca

5.3.1 Proporción por frecuencia de aparición.

A partir de las entrevistas aplicadas a pescadores se registró la composición de especies capturadas por las embarcaciones con el empleo de cada uno de los métodos de pesca. La familia Malacanthidae estuvo presente en dos de los tres artes de pesca (cordel y palangre), las familias que sólo aparecieron en un solo arte de pesca fueron: Bothidae (palangre), Sphyraenidae (palangre), Carcharhinidae (palangre), Labridae (buceo), Palinuridae (buceo) y Scorpaenidae (buceo) (**Figura 17**).

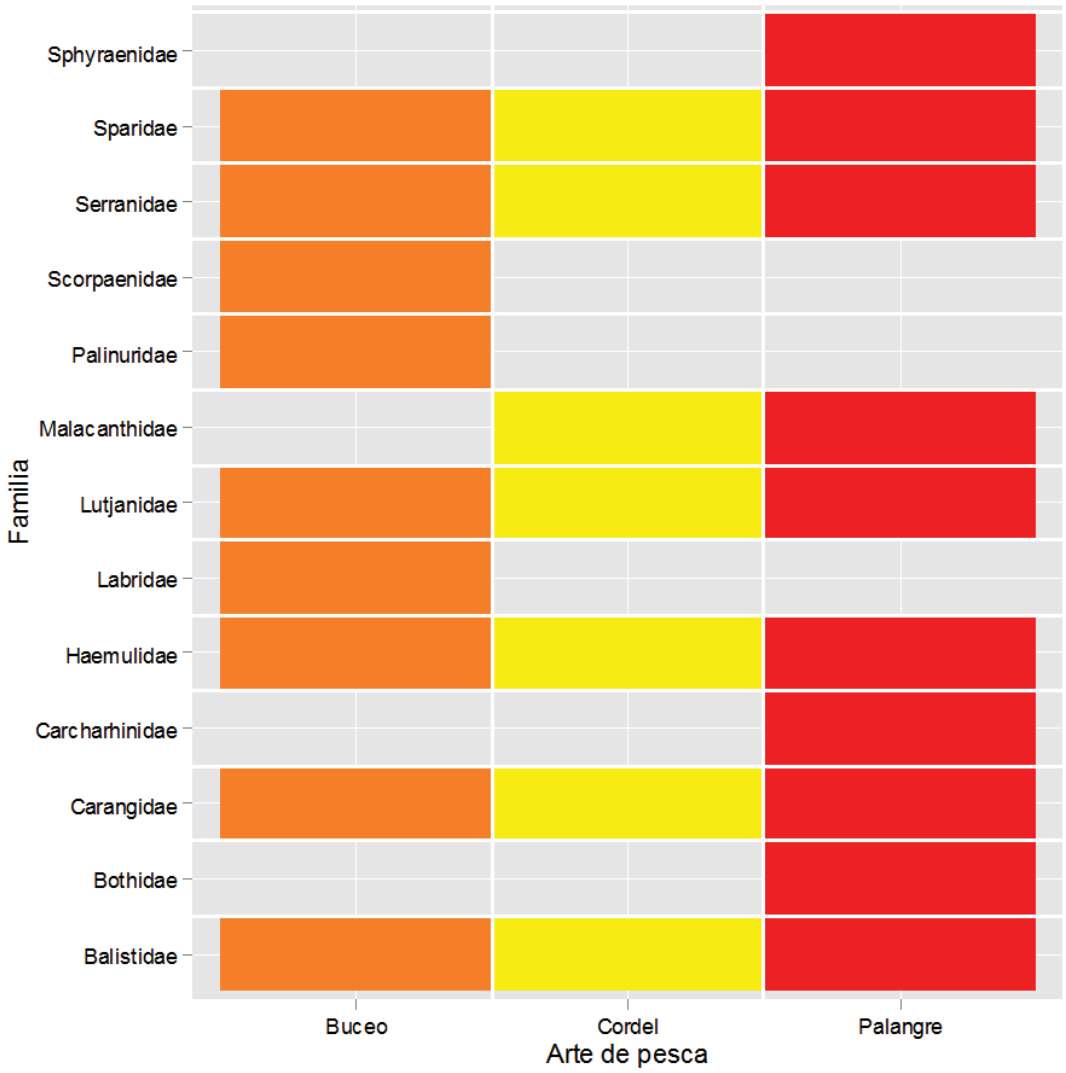

Figura 17. Representación de las familias capturadas en cada arte de pesca utilizado en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Realizando la comparación entre las familias y abundancias de las familias por cada arte de pesca, fueron el cordel y el palangre los que mostraron mayor similaridad, mientras que el buceo se separó influenciado posiblemente por las altas capturas de langosta *Panulirus argus* (Palinuridae) y pez león *Pterois volitans* (Scorpaenidae) (**Figura 18**). Es importante señalar que los tres artes de pesca operaron en diferentes estratos de profundidad, donde el buceo se llevó a cabo en profundidades bajas (3 a 50 m), el palangre en profundidades medias (30 a 50 m) y el cordel en profundidades altas (150 a 300 m).

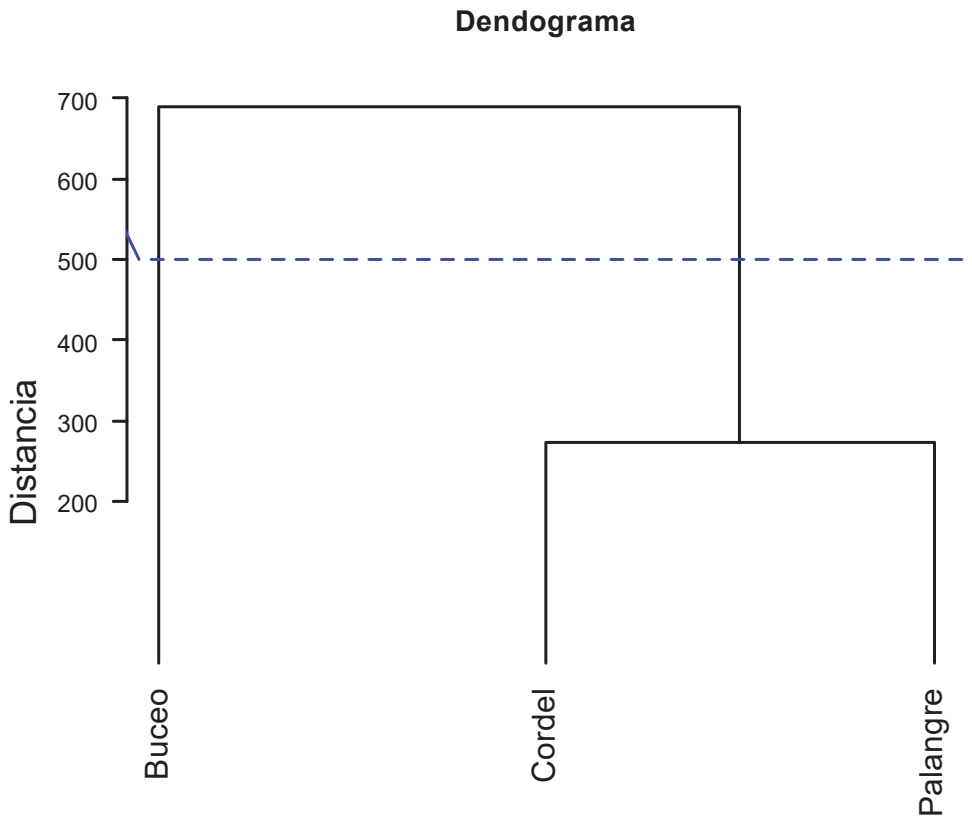

Figura 18. Asociación de las artes de pesca según la composición de familias capturadas con cada uno de los artes.

Además de las especies de la familia Lutjanidae, las especies de las familias Sparidae, Haemulidae y Balistidae fueron las que mayor porcentaje aportaron a la captura total de la pesca con cordel (22, 7 y 3% respectivamente), en el palangre las familias Haemulidae, Serranidae y Carangidae (21, 21 y 17% respectivamente) fueron además de la familia Lutjanidae las que aportaron más proporción de la captura total para este arte de pesca y finalmente, la pesca por buceo mostró una mayor selectividad hacia la captura de langosta (Palinuridae) con un porcentaje mayor al 57% de la captura total seguido por la captura de pez león (Scorpaenidae) que alcanzó el 18% de la producción total (**Figura 19**).

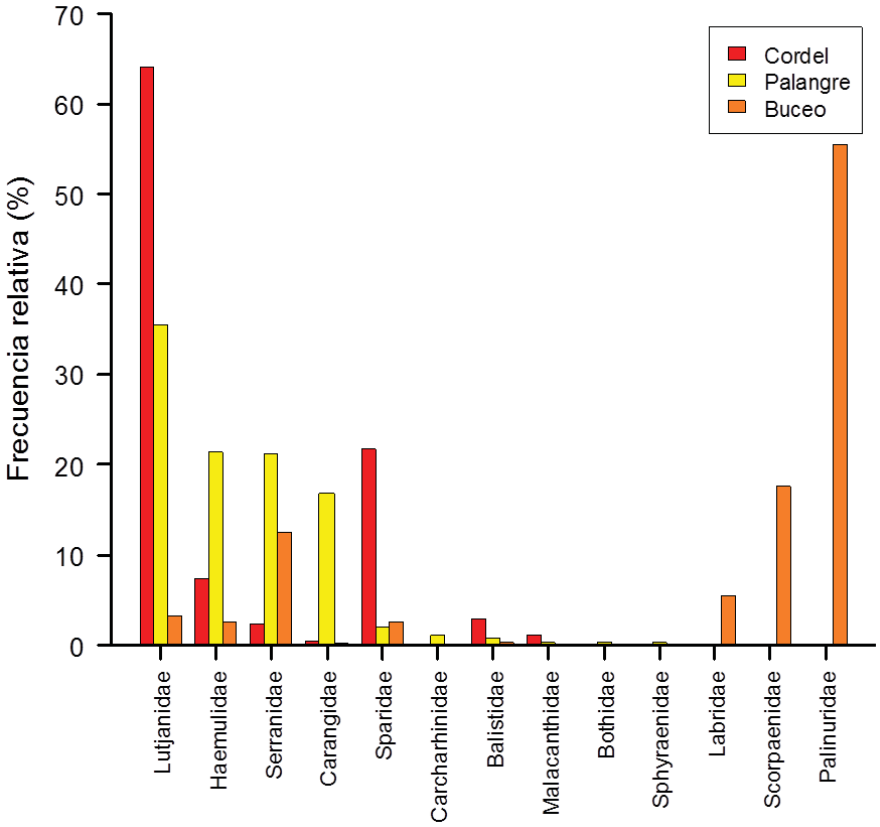

Figura 19. Proporción de las diferentes familias capturadas por arte de pesca por frecuencia de aparición en la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

5.3.2 Proporción por volumen.

A diferencia de la frecuencia de aparición, la mayor proporción en volumen se observó en la familia Carcharhinidae (68% del total) (capturada con palangre), que al incluir tiburones, sus tallas compensan por la baja frecuencia de aparición, por lo tanto esta familia fue excluida de la **figura 20** para no sesgar la aportación de las otras familias. Para el caso del cordel, las familias Lutjanidae y Balistidae fueron las que mayor porcentaje de biomasa se registraron en las capturas. Finalmente, en la pesca por buceo una alta proporción de la captura correspondió a las langosta *Panulirus argus* con casi el 45% del total de la captura, le siguieron los peces de la familia Serranidae con el 23% del total (**Figura 20**).

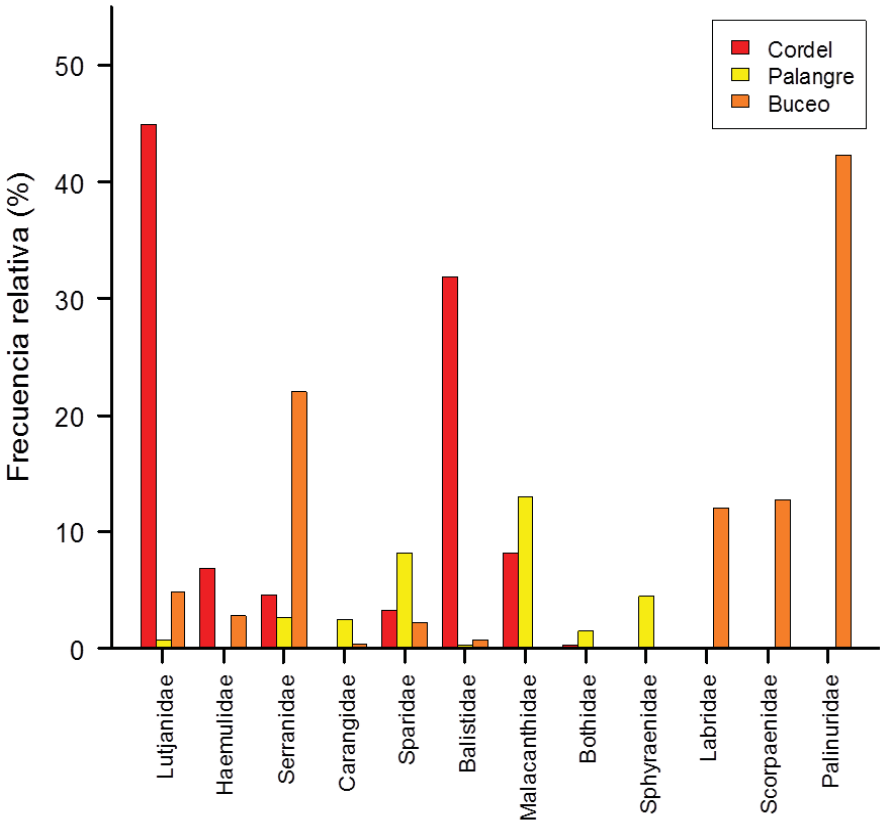

Figura 20. Frecuencia relativa en peso de las familias capturadas por la flota artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. La familia Carcharhinidae fue excluida de la figura por presentar un alto porcentaje (68% del total de la pesca por palangre).

5.3.3 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

Los tres artes de pesca presentaron variaciones importantes en la CPUE y las familias que dominaron en cada uno. Por ejemplo para los casos del palangre y el cordel la familia Lutjanidae fue la que aportó mayor captura debido a que las especies de esta familia son el objetivo de la pesca con cordel. A pesar de que el cordel capturó un número menor de familias que el palangre, la CPUE de 4 de las 6 familias capturadas por este arte de pesca fue ≥5 kg/viaje a diferencia del palangre que mostró mayor selectividad hacia los lutjánidos, ya que el resto de las familias capturadas estuvo siempre por debajo de 3 kg·100 anzuelos/viaje. Para el caso del buceo, se observó que aunque la captura objetivo son las langostas (familia Palinuridae) el pescador tiende a capturar otras especies mientras se encuentra buceando, aprovechando que tiene acceso a refugios y cuevas donde se encuentran principalmente peces de las familias Serranidae, Scorpaenidae y Labridae. Un caso importante de resaltar es que los

serranidos fueron mayormente capturados por buceo que por palangre y cordel (**Figura 21**).

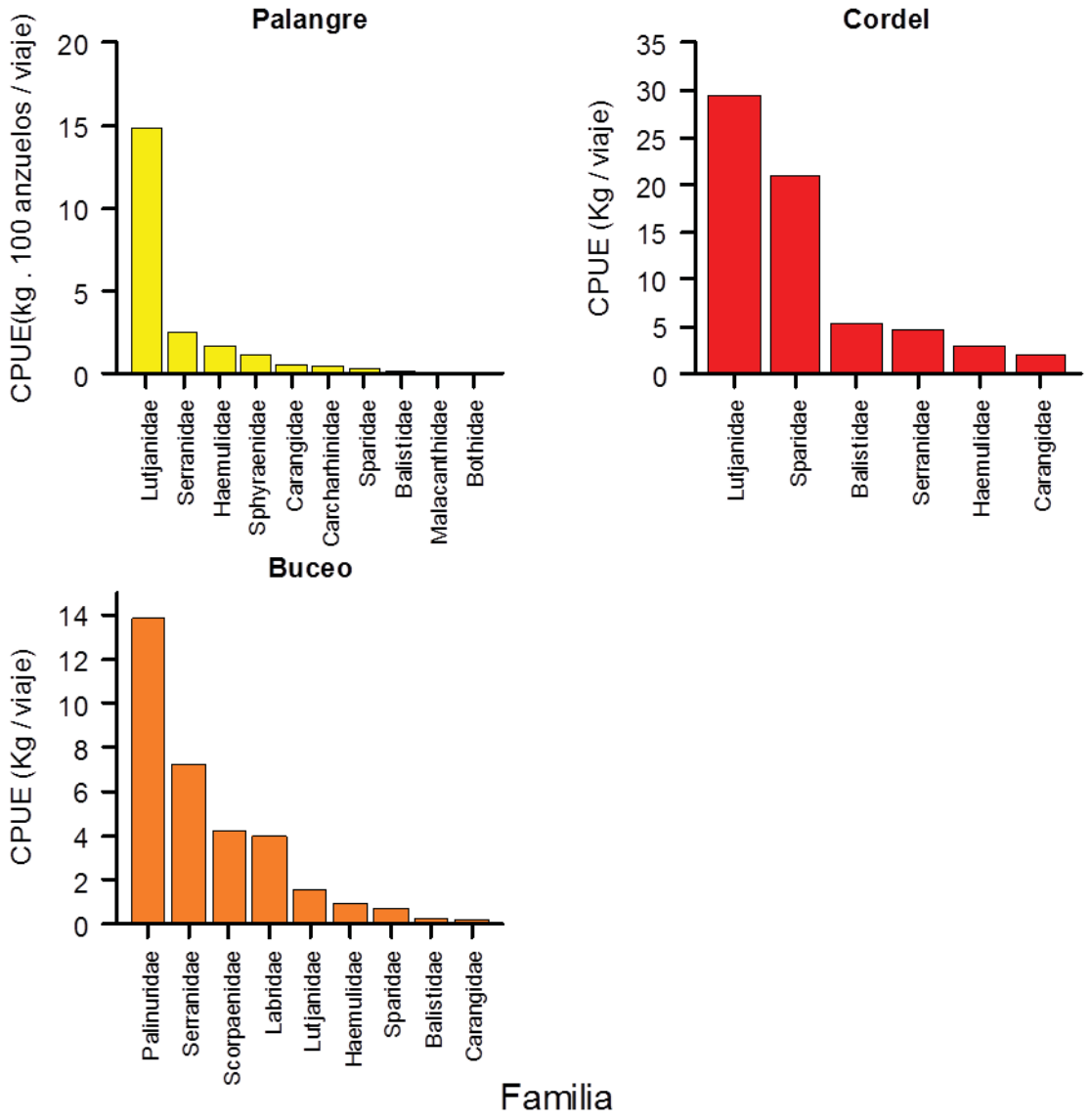

Figura 21. Captura por unidad de esfuerzo por familia dados los diferentes artes de pesca utilizados por la flota artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo.

5.4 Ensamblaje de especies por arte de pesca (observadores a bordo).

En total se realizaron 83 lances de pesca con observadores a bordo de los cuales: 35 correspondieron a palangres, 25 lances a cordel y 31 inmersiones por buceo. El arte de pesca que mayor número de especies registró fue el palangre, presentando un

ensamblaje de 25 especies, que fueron obtenidos con un total de 32 lances. Por otra parte, el uso del cordel y el buceo permitió capturar un ensamblaje similar con 16 especies, sin embargo, para obtener esta mezcla de especies en las capturas a través de buceo, se requirieron un total de 28 inmersiones y para el cordel sólo fueron necesarios 24 lances (**Figura 22**).

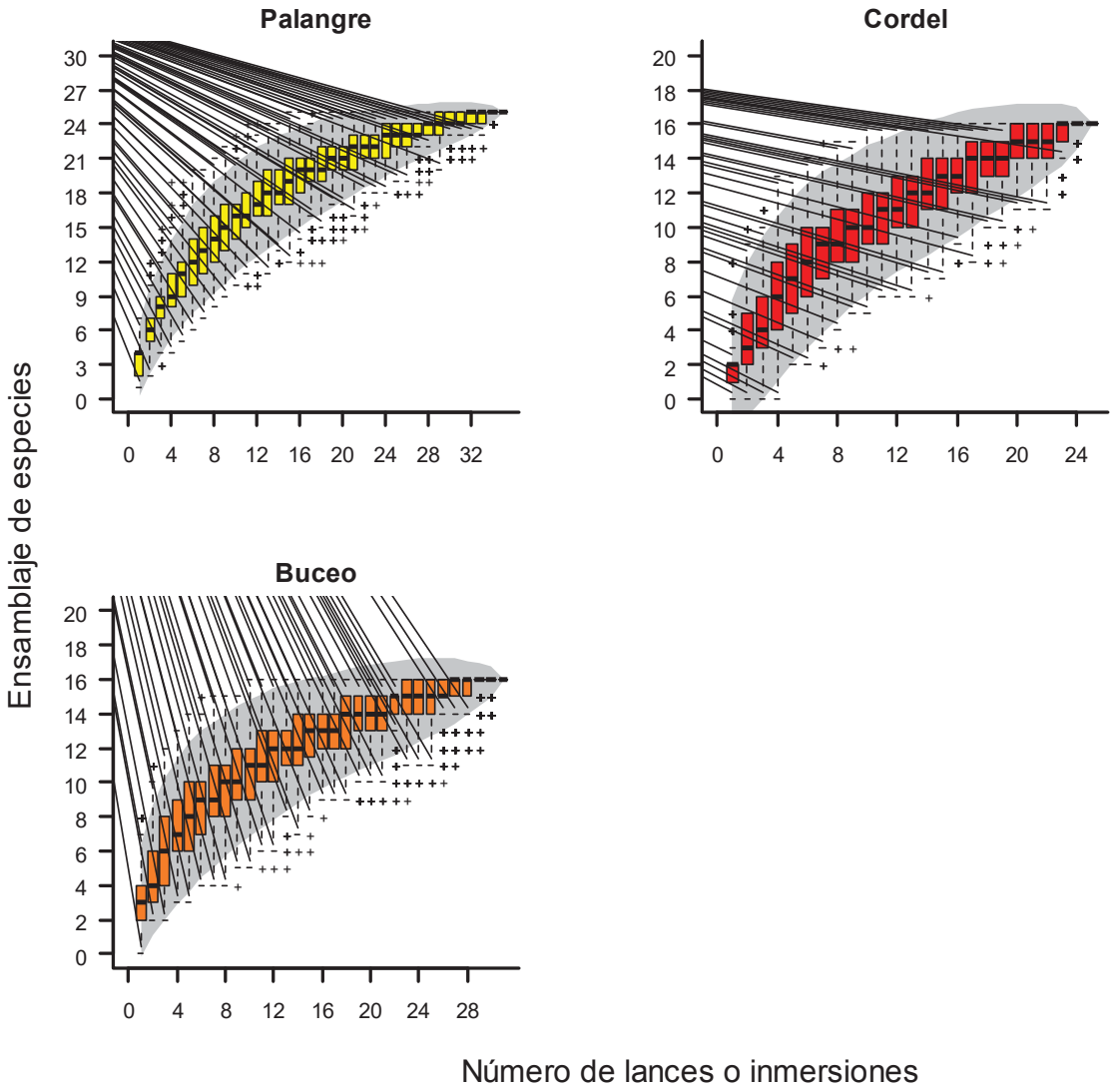

Figura 22. Curvas de acumulación de especies para cada arte de pesca. Las cajas denotan la mediana, cuartiles de 0.25 y 0.95, máximos y mínimos (líneas punteadas) y valores atípicos (+) obtenidos a través de las permutaciones.

De acuerdo a los métodos para estimar la asíntota de las curvas acumuladas de especies (**Figura 22**), el palangre es el arte de pesca que mayor ensamblaje de especies puede capturar. Métodos como el de Jackknife (primero y segundo orden) estimaron que el palangre puede capturar hasta 31 especies mientras que los métodos

de Chao 1 y Bootstrap fueron más conservadores con un ensamblaje estimado de 28 especies (**Tabla 6**).

El buceo fue el arte de pesca más selectivo en lo que se refiere al número de especies. El ensamblaje total estimado varió desde 18 hasta 24 especies (Bootstrap y Jackknife segundo orden respectivamente) mientras que el cordel presentó en los cuatro métodos una estimación mayor del número de especies que el buceo (**Tabla 6**).

Tabla 6. Estimación del número de especies que puede capturar cada arte de pesca a través de cuatro métodos matemáticos para estimar la asíntota de las curvas de acumulación de especies.

Arte de pesca	Ensamblaje de especies	Chao 1 (No. Especies)	Jackknife (primer orden) (No. Especies)	Jackknife (Segundo orden) (No. Especies)	Bootstrap (No. Especies)
Palangre	25	28	31	31	28
Cordel	16	24	23	27	19
Buceo	16	22	21	24	18

En el análisis temporal, se observó que la composición de la captura puede variar dependiendo principalmente del arte de pesca y la especie objetivo. Durante los meses de veda de la langosta, los pescadores optan por capturar diferentes especies de peces ayudados con artes de pesca como el cordel y el palangre. Sin embargo, fue notorio que el cordel es un arte de pesca con mayor selectividad que el palangre en lo que se refiere al ensamblaje de especies. Las familias Sphyraenidae, Carcharhinidae y Bothidae fueron capturadas solamente por el palangre pero familias como Carcharhinidae (tiburones) fueron poco frecuentes registrando solamente un espécimen durante el periodo de muestreos. Para el caso de la pesca con buceo, fue muy notorio registrar especies que por su comportamiento, habitan dentro de refugios, cuevas y entre rocas como fueron las familias Scorpaenidae (pez león) y Serranidae (mero).

La región de Puerto Morelos se encuentra dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) que se ubica desde Cabo Catoche, Quintana Roo, México hasta el complejo de Islas de la Bahía Cayos Cochinos en Honduras (Vera 2010), lo cual favorece la presencia de un número importante de especies de peces. Los resultados del presente estudio mostraron una coincidencia con lo reportado por la WWF (2006) quien mencionó que en el Arrecife Mesoamericano, artes de pesca como el palangre pueden capturar hasta 30 especies. Para el caso del uso de líneas de mano

(equivalentes al cordel) la WWF (2006) señaló que en dicho arrecife este arte de pesca puede capturar un ensamblaje de hasta 30 especies, lo cual significaría que la pesca artesanal de Puerto Morelos está capturando casi el 50% menos de especies que potencialmente podría capturar este arte de pesca en la región. Algunas especies registradas en el presente estudio no fueron reportadas por la WWF (2006) para el SAM como los son: *Epinephelus drummondhayi* (Serranidae), *Etelis oculatus* (Lutjanidae), *Seriola dumerili* y *Decapterus punctatus* (Carangidae), *Pagrus pagrus* (Sparidae), *Malacanthus plumieri* y *Caulolatilus chrysops* (Malacanthidae), *Pterois volitans* (Scorpaenidae) y *Bothus lunatus* (Bothidae).

Finalmente, Puerto Morelos presenta una plataforma continental estrecha a diferencia de otros puertos pesqueros de la península de Yucatán, lo cual provoca que los buzos que capturan langostas hagan sus inmersiones en zonas cercanas a la costa e inevitablemente inciden en el área del Parque. Lo anterior es un factor importante que debe considerarse en el manejo del ANP, de tal manera que no se vean afectados los pescadores ya que consideran que la langosta es el recurso que mayores dividendos económicos les genera además que la pesca por buceo es más selectiva en lo que comprende al número de especies, ya que el pescador hace inmersiones buscando principalmente especímenes de langosta por ser el recurso de más alto valor en la zona.

Un análisis de escalamiento multidimensional no métrico mostró que existe una disimilitud entre el palangre y el cordel con el buceo en relación al ensamblaje y abundancia de especies que captura cada arte de pesca. En la **figura 23** se observó que existe mayor traslapamiento entre el cordel y el palangre, quedando evidente la separación del buceo. Lo anterior obedece a que los artes de pesca como el palangre y el cordel podrían tener una selectividad similar debido a que ambos operan con anzuelo mientras que el buceo es un arte de pesca que opera de manera diferente y además en el buceo influye en gran medida el comportamiento del buzo al determinar qué especies capturará mientras se encuentra inmerso en el agua, mientras que para el cordel y el palangre existe una influencia importante por la selectividad del anzuelo.

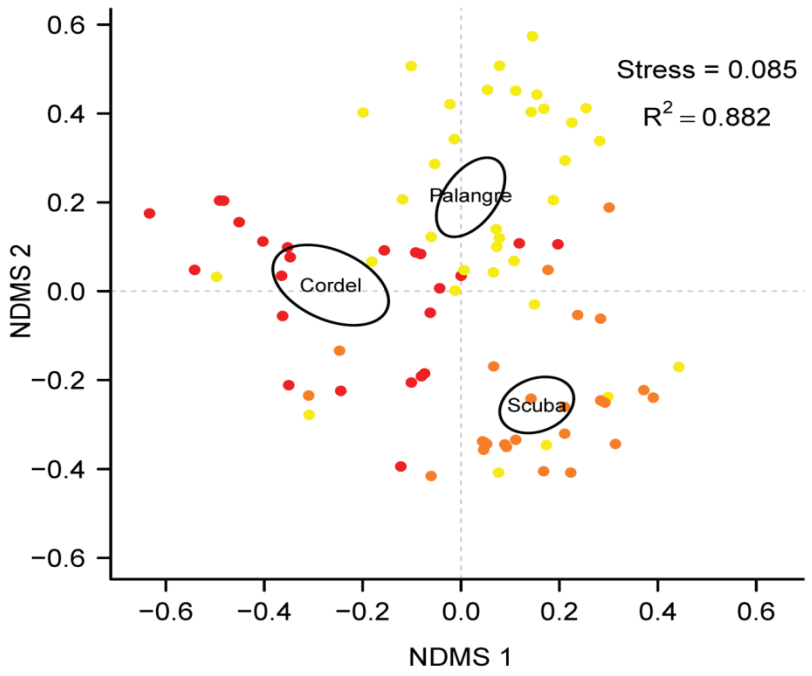

Figura 23. Análisis de escalamiento no multidimensional no métrico de las artes de pesca utilizadas en Puerto Morelos, Quintana Roo en relación a la diversidad de especies y su abundancia.

5.5 Ensamblaje espacial de especies por método de pesca.

Para cada arte de pesca se identificaron espacialmente dos zonas. Para el caso del palangre, las embarcaciones muestreadas realizaron la mayoría de sus operaciones al sureste del Área Natural Protegida (ANP) y una cantidad menor de lances fueron hechos al sureste de Puerto Morelos en Punta Molas (**Figura 24**). El ensamblaje de especies capturadas por palangre fue mayor en la zona de los "bajos" que frente a Puerto Morelos con un menor número de lances. Por otra parte, la pesca con cordel se llevó a cabo principalmente al norte de Puerto Morelos en los bordes del ANP y en zonas con mayor profundidad (>200 m), al igual que el palangre, se hicieron en menor intensidad lances con cordel en la zona de los bajos al sureste de Puerto Morelos. Finalmente, la pesca por buceo se llevó a cabo en zonas con menor profundidad (<50 m) lo cual implicó que la mayoría de estas inmersiones se llevaron a cabo dentro y al norte del ANP, también se registró una cantidad importante de inmersiones de buzos al sur de Puerto Morelos fuera del ANP entre Punta Brava y Punta Maroma ya que estas zonas son las que presentan las menores profundidades de la zona de pesca (**Figura 24**).

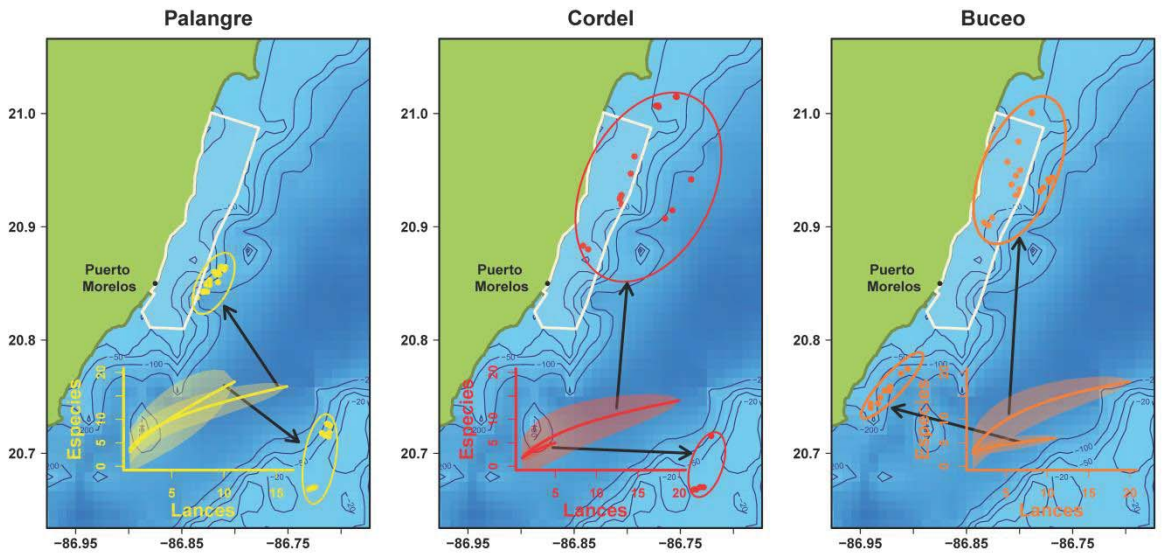

Figura 24. Comportamiento espacial del ensamblaje de especies capturadas por la pesca artesanal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Cada mapa muestra una curva acumulada de especies para cada zona de pesca identificada durante el periodo de muestreos.

6. Caracterización socioeconómica de la comunidad de Puerto Morelos

6.1 Demografía

Puerto Morelos es la tercera localidad con mayor población, de las localidades pertenecientes al Municipio de Benito Juárez en Quintana Roo, siendo superado por Cancún y Alfredo V. Bonfil. La información del INEGI muestra que ha habido importantes incrementos en la composición demográfica del poblado así como en el nivel educativo, viviendas habitadas y población económicamente activa. Su población aumentó de 1,097 en 2005 a 9,188 habitantes en 2010. La demografía se compone hasta 2010 de 4,667 hombres y 4,521. La población económicamente activa de Puerto Morelos hasta 2010 fue de 4,280 personas, de estos 2,823 son hombres y 1,457 son mujeres; estos valores sugieren una población joven o una población flotante.

El número de viviendas habitadas se ha incrementado de manera importante desde 2005 hasta 2010, siendo este incremento de 2,315 viviendas. De 1995 a 2005 el total de viviendas habitadas se mantenía entre 200 y 300.

6.2 Origen y migración

La población de Puerto Morelos se compone tanto de personas nacidas en la localidad o en alguna parte del estado de Quintana Roo y de personas que han llegado de otros estados e incluso de otros países (**Figura 25**). Las personas que son originarios de la

localidad o de alguna parte del estado suman 2,769 y los migrantes son un total de 5,820 personas. En los sesentas, Puerto Morelos fue habitado por migrantes de Tuxpan, Veracruz. A principios de los setentas, hubo una fuerte inmigración de habitantes de Chemax, Yucatán. Después, los inmigrantes han llegado de cualquier parte de México y del extranjero (Delegación Puerto Morelos).

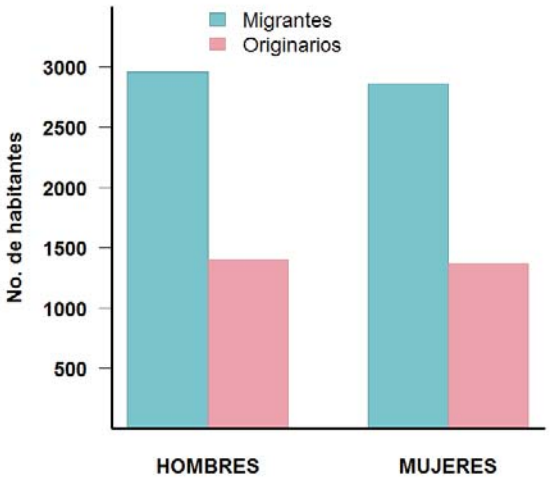

Figura 25. Población de Puerto Morelos originaria y migrante (INEGI 2010)

6.3 Escolaridad

La población de Puerto Morelos básicamente ha cursado la escolaridad básica (primaria y secundaria). Hasta 2010 se tenía un registro de 2,347 personas con educación post-básica (26% de la población total). Salas *et al*. 2012, reportaron en esta zona tres escuelas: una escuela de nivel preescolar, una de nivel primaria, y una de secundaria. Actualmente, existen en Puerto Morelos escuelas pertenecientes a los diferentes niveles educativos, desde preescolar hasta el nivel post-básico (**Tabla 7**; **Figura 26**).

Tabla 7. Niveles escolares en Puerto Morelos hasta 2013

Nivel escolar	No. de Escuelas
Jardín de niños	9
Primarias	4
Secundarias	3
Colegio de Bachilleres	1
Total	17

Figura 26. Planteles educativos de nivel básico en Puerto Morelos. Jardín de niños "Francisco I. Madero" (izquierda) y escuela primaria "David Alfaro Siqueiros" (derecha).

6.4 Marginación

El Índice de Marginación (IM) desarrollado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) permite identificar la intensidad de las privaciones y exclusión social de la población por áreas geográficas. La intensificación de esas carencias muestra entornos más adversos para los habitantes. Se trata de una medida continua que aumenta de valor en tanto mayores porcentajes de la población viven en localidades pequeñas, en viviendas inadecuadas, con falta de acceso a la educación y con ingresos monetarios reducidos. El IM se utiliza ampliamente en México para establecer jerarquías entre las unidades territoriales, según la intensidad de las carencias estructurales padecidas por sus pobladores y, de este modo, ofrece un criterio sólido para priorizar acciones de política social en los distintos niveles de gobierno.

El índice de marginación no tiene referentes internacionales ni adopta valores máximo y mínimo invariables, sino que éstos pueden variar de un año a otro según la situación relativa de las demarcaciones involucradas. Es una medida continua que puede tomar valores positivos –arriba de cero– o negativos –debajo de cero. El valor más elevado y el más bajo representan las situaciones de mayor y menor marginación, respectivamente; pero el cero no necesariamente indica marginación media. Entre menor es el valor del índice, menor es la proporción de su población juvenil y adulta en condiciones de aislamiento geográfico, con ingresos monetarios reducidos, carentes de una mínima escolaridad y con vivienda inadecuada. Para fines de identificación de los núcleos geográficos con marginación similar, las entidades se estratifican en cinco grupos, atribuyéndole a cada una un grado de marginación de entre los cinco que son: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (CONAPO; http://www.conapo.gob.mx/)

Los indicadores de marginación en Puerto Morelos han cambiado de 2000 a 2010. CONAPO indica que el índice de marginación en 2000 (-1.67) y 2005(-1.76) fue muy bajo y reportes del 2010 señalan que este indicador fue bajo (-1.24) (Figura 27). Estas cifras indican que la población no ha mejorado sus condiciones de vida, sin embargo, este aumento al 2010 no parece ser muy significativo dado el número de habitantes que se acrecentó en el puerto hasta el último censo poblacional. De lo contrario, si se presentara una disminución en el índice de marginación, es difícil con este indicador indicar en qué componente se están dando las mejoras, dado que a veces pequeñas mejoras de vivienda o compra de artículos eléctricos son consideradas por CONAPO como un indicador de mejora.

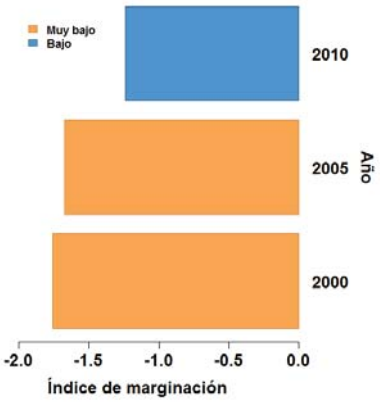

Figura 27. Índice y grado de marginación de la población de Puerto Morelos. (INEGI 2000, 2005, 2010)

6.5 Actividades Económicas

Los sectores económicos que han desarrollado la economía de la localidad son: el Sector Primario, en un 5%, el Sector Secundario un 9% y el Sector Terciario en 86%, perteneciendo a este último los servicios turísticos, comercio y transporte.

En Puerto Morelos resalta el ecoturismo, comercio de artesanías, servicios náuticos, servidores públicos y pesca como actividades económicas (Com. Pers. Sr. José Nicolás Lugo Chin). El principal recurso pesquero es la langosta espinosa *P. argus* y varias especies de peces como meros, pargos, boquinetes y mojarras, entre otras (**Figura 28**).

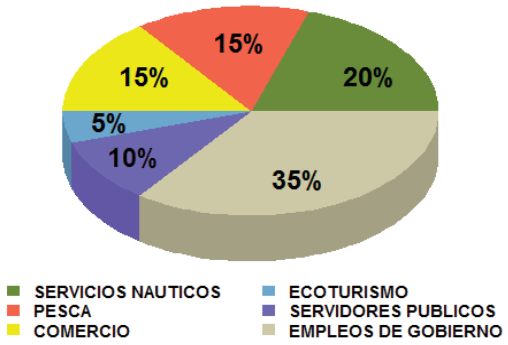

Figura 28. Actividades económicas de Puerto Morelos (Com. Per. Sr. José Nicolás Lugo Chin)

6.6 Turismo

El turismo es una de las actividades que aporta mayores ingresos a la comunidad de Puerto Morelos. Las playas y el mar de Puerto Morelos, cuya área costera pertenece al Parque y forma parte del segundo arrecife más importante del planeta, una de las principales atracciones de la zona. Esta localidad recibe gran afluencia de turismo, tanto nacional como internacional. El puerto cuenta con diferentes accesos públicos en el centro (la plaza principal, iglesia y establecimientos de venta de artesanías), así como la zona hotelera en la franja de costa. Las actividades de interés turístico van desde visitas guiadas hasta actividades marinas no motorizadas como kayak y windsurf, además de visitas a cenotes, buceo, snorkel, zoológicos, jardín botánico, paseo a caballo y ciclismo.

El puerto cuenta con ocho muelles de madera para lanchas y pequeños yates, que utilizan para embarcaciones turísticas y embarcaciones particulares pequeñas, esto incluye el muelle de pescadores, en el cual pueden atracar embarcaciones hasta de 3 m de calado; éste también da acceso a embarcaciones turísticas (**Figura 29**) (DOF 2000)

Figura 29. Embarcaciones turísticas de Puerto Morelos.

6.7 Infraestructura

Puerto Morelos cuenta con dependencias de Gobierno que apoyan y dan servicio a la comunidad y al turismo (**Figura 30**). Algunas de estas dependencias son ISSTE, Seguro Popular, DIF, Centro de cultura, Biblioteca, policía, Ministerio Público, Alcaldía, Navales, Administración Portuaria integral y Capitanía de Puerto.

Figura 30. Biblioteca pública y Alcaldía de Puerto Morelos.

La Capitanía de Puerto Morelos, que tiene bajo su jurisdicción el control, vigilancia y seguridad de las actividades que se desarrollan en el ambiente marítimo de la zona,

registró en 2013 la presencia de embarcaciones que realizan diferentes actividades: 13 embarcaciones de pesca comercial y 40 embarcaciones para pesca deportiva.

La Administración Portuaria Integral (API) es la Terminal Portuaria más importante del Estado y se encarga de realizar servicios de recepción de cruceros, transporte y carga marítima y manejo de turismo náutico. En 2010 esta dependencia registró 55 arribos de embarcaciones de altura; en 2011, 53 arribos de embarcaciones de altura y 49 transbordadores. En 2012 registró 57 arribos de embarcaciones de altura y 64 transbordadores (**Figura 31**).

Figura 31. Embarcación para transporte de carga en la Terminal Marítima de Puerto Morelos.

6.8 Pesca

La única cooperativa pesquera (Pescadores de Puerto Morelos S.C.L.) que existe en Puerto Morelos surgió por la necesidad de desarrollar la pesca artesanal, debido a que la actividad se ha convertido en importante fuente de ingresos y alimento para los habitantes de la localidad; cubre también necesidades del turismo local y de Cancún.

La cooperativa se constituyó el 28 de marzo de 1995 con un total de 17 socios. Actualmente, la cooperativa está formada por 11 socios activos de los cuales 8 son miembros fundadores y laboran en ella aproximadamente 50 personas (socios, pescadores, ayudantes y trabajadores fijos).

Los resultados de las entrevistas aplicadas a los pescadores mostraron que el promedio de edad es de 39 años, siendo la persona más joven de 18 años y la mayor de 70 años. En su mayoría, el origen de estos pescadores (57%) son de alguna zona de Quintana Roo y el 43% proviene de otros estados del sureste como: Chiapas, Tabasco y Yucatán.

La mayor parte de los pescadores (67%) tienen una escolaridad de nivel básico. De estos, el 24% cursó el nivel primara y el 43% nivel secundaria. Es importante resaltar que el 19% de ellos no cuenta con estudios de ningún tipo.

El estado civil de los pescadores varía, por ejemplo, 55% de los pescadores entrevistados, son casados, el 25% es soltero y el 20% restante son divorciados o viven en unión libre. Los que tienen familiares que dependen de ellos económicamente (80%), coinciden en número con los pescadores que viven con sus familias y los divorciados.

6.8.1 Pesca artesanal

Los pescadores de Puerto Morelos tienen en promedio, 20 años de experiencia. De los pescadores entrevistados, el que tiene menor experiencia lleva 4 años dedicado a esta actividad, cuya edad es de 25 años y el que tiene mayor experiencia lleva 50 años pescando y su edad es de 64 años.

La pesca artesanal es una actividad importante para los pescadores, pues además de brindarle opción económica, les brinda otros beneficios como alimento derivado de la pesca y al estar vinculados directa o indirectamente a la cooperativa, pueden gozar del servicio de salud (IMSS). El 66% de los entrevistados dijo contar con este servicio que ellos mismos costean a través de la cooperativa. Otro beneficio que les proporciona la cooperativa son los cursos de capacitación de Supervivencia y Navegación, pero sólo el 38% de ellos han recibido este beneficio, que ha sido proporcionado en su mayoría por la Capitanía de Puerto y en otras ocasiones por la ONG Comunidad y Biodiversidad (COBI), Protección Civil y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Otro beneficio que incentiva a los pescadores a realizar esta actividad son las ganancias que obtienen de la pesca. Las ganancias varían en función de la temporada de pesca. Ellos indicaron que la temporada que les deja mayor ganancia es la de langosta. Dijeron también que tienen temporadas buenas y malas, ya que en una temporada buena, la ganancia neta promedio al mes es de USD$ 1,240.00 y en una mala es de USD$ 465.11 (**Figura 32**),

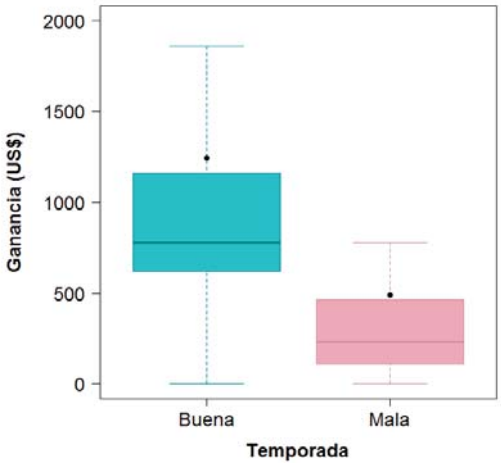

Figura 32. Ganancias netas mensuales de los pescadores en temporada buena y mala de pesca.

Con respecto a las tendencias en sus capturas, los pescadores han observado que las cantidades han cambiado a lo largo del tiempo. La mayoría de ellos considera que la captura era mayor hace 20 años e incluso que era mayor hace 5 años con respecto a la situación actual **(Figura 33**). Los pescadores más experimentados reconocen las diferencias en la cantidad de captura con respecto a años anteriores y además argumentan que la pesca ha disminuido de manera importante en los últimos 5 años. Ellos atribuyen estos cambios a los fenómenos naturales, pesca ilegal y a la contaminación, principalmente. Estos factores afectan y ponen en riesgo las zonas de pesca, así como a los recursos pesqueros.

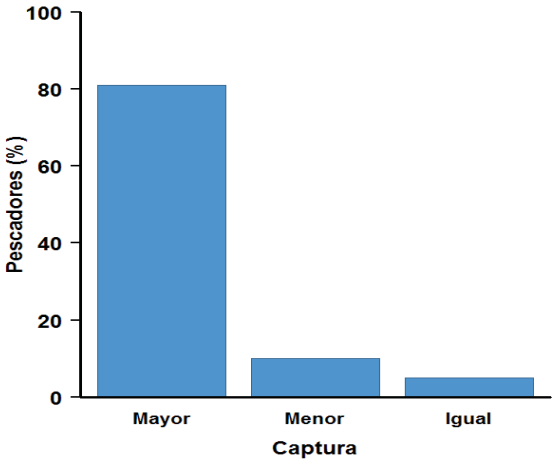

Figura 33**.** Captura indicada por los pescadores de Puerto Morelos, hace 20 años.

Además de contar con los permisos y facilidades necesarias para la pesca de escama y langosta, los pescadores de Puerto Morelos tienen el permiso para capturar el pez

león (*P. volitans*) (**Figura 34**), con lo que ayudan a controlar la población de esta especie además que se convierte en otra oportunidad de ingreso monetario, lo que para ellos representa una opción de pesca viable y remunerativa que les deja buenas ganancias ayudándoles para cubrir los gastos familiares y para reinvertir en insumos para la pesca.

Figura 34. Información del Proyecto para el control del pez león.

6.8.2 Formas de organización de la cooperativa

El personal de la cooperativa consta de 11 socios, 34 pescadores ayudantes, y dos empleados. La organización, cuenta con un centro de recepción, que facilita el procesamiento de los productos pesqueros y su almacenamiento. La **Tabla 8** muestra una relación de los activos con que cuenta la cooperativa en la actualidad.

Tabla 8. Bienes de la SCPP "Pescadores de Puerto Morelos" S.C.L.

Tipo	Cantidad	Características
Vehículo	1	Camioneta tipo pick-up
Restaurant	1	Capacidad 60 personas
Embarcaciones	11	Fibra de vidrio, 21 pies de eslora.
Motores	11	60 Hp
Tanques de buceo	50	Aluminio. 3000 lib.
Equipo básico de buceo	30	Visor y snorkel
Hieleras	10	Capacidad 142 lts.
Congeladores	2	Capacidad 674 lts.
Báscula	3	Capacidad 120 Kg
Diablitos para carga	5	Capacidad de carga 500 kg.
Contenedores	3	Capacidad 350 lts.
Javas	5	Plástico. Capacidad 20 kg.

Otros insumos son abastecidos por proveedores particulares como el Grupo Bajo Cero SA de CV, empresa de mayor producción de hielo situada en Playa del Carmen, Quintana Roo. Esta compañía surte diariamente a la cooperativa barras de hielo de 150 kg con un costo de $330 por barra.

El manejo del producto lo realizan 3 personas, dos de ellas son directivos de la cooperativa y un empleado quienes se encargan del manejo y recepción diaria de las capturas (**Figura 35**).

Figura 35. Empleados fijos de la Cooperativa

La Sociedad Cooperativa tiene una organización estructural que es representada por el Presidente. De manera jerárquica, después del Presidente se encuentran el Secretario, Tesorero y el encargado de Vigilancia (**Figura 36**). Cada uno lleva a cabo distintas acciones y responsabilidades. El Presidente es quien representa a dicha Sociedad Cooperativa y está encargado de realizar trámites administrativos y de logística, además de dar informes de las actividades realizadas durante su administración y de dirigir las asambleas. El Secretario se encarga de llevar registro de todas las asambleas y acuerdos de la Sociedad. El Tesorero administra los recursos financieros de la cooperativa y trabaja conjuntamente con los otros dirigentes de la Sociedad. El Vigilante supervisa todas las actividades de la cooperativa, que se realicen debidamente los arribos de producción y que los recursos de la cooperativa se administren de la mejor manera. Además de las figuras mencionadas, la cooperativa cuenta con un Contador que se encarga de realizar el reporte financiero de la Cooperativa cuyo trabajo es revisado y resguardado por el Secretario, el Tesorero y el Vigilante de la Sociedad.

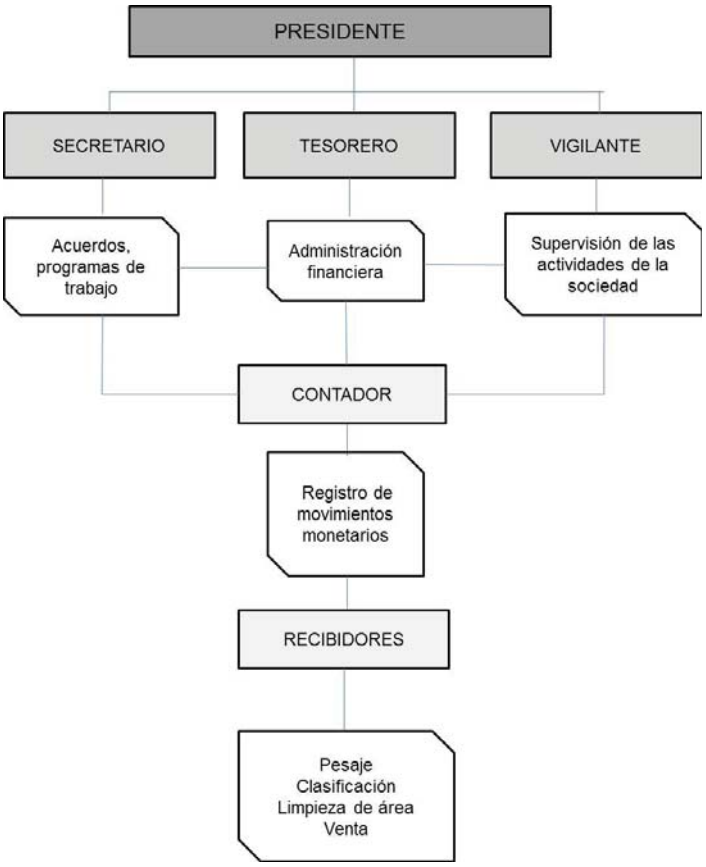

Figura 36. Estructura orgánica de la Cooperativa

6.8.3 Cadenas de valor

Las diferentes especies que llegan a la cooperativa pesquera tienen un proceso de manejo antes de llegar al consumidor como destino final. Este proceso es representado por la cadena o red de valor de los grupos de especies principales extraídos por la pesca artesanal de Puerto Morelos, como son: langosta, diferentes especies de peces a los que se nombran como "escama" y el pez león. En estas cadenas de valor se distinguen 5 etapas básicas por grupo de especie: Insumos, extracción, procesamiento, conservación o almacenamiento y comercialización. A continuación se describen las cadenas de valor de las tres especies o grupos de especies como el caso de escama más comunes y relevantes dentro de las descargas de la cooperativa.

6.8.3.1 Langosta

El primer eslabón de la cadena de valor para la langosta (**Figura 37**) es la obtención de los insumos, que son los materiales adquiridos con proveedores especializados o bien, en la misma cooperativa. Los principales insumos que se utilizan en esta etapa

son: tanques, trajes y equipo básico para buceo (visor y snorkel), hielo, hieleras y el arte de pesca (gancho/arpón).

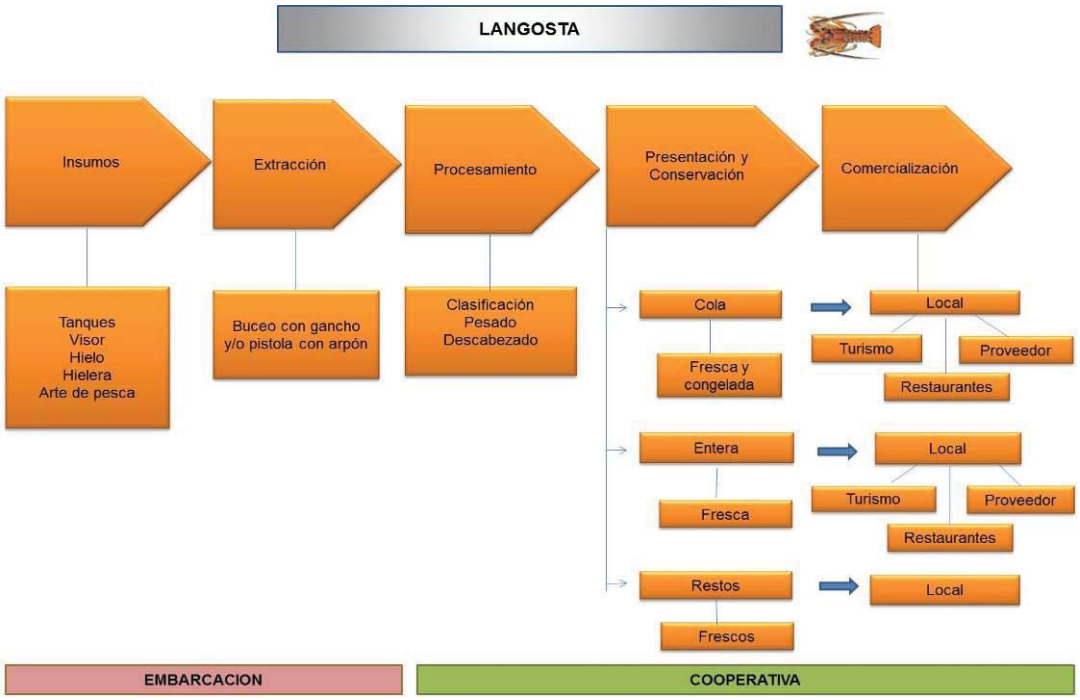

Figura 37. Cadena de valor de la langosta (*Panulirus argus)* en la pesquería artesanal de esta especie en Puerto Morelos.

El eslabón de extracción se lleva a cabo mediante buceo y el gancho. Esta extracción se realiza con 2 buzos por embarcación como se explica en la sección 5.1. Una vez extraído el producto, se desembarca y es llevado a la cooperativa donde se realiza el procesamiento (tercer eslabón), el cual consiste en clasificar y pesar las langostas que tienen la talla para ser comercializadas enteras y se descabezan aquellas que son de tallas pequeñas o mayores a la comercial. Después de ser procesadas, una parte se conserva en hielo (cuarto eslabón) y otra se entrega al proveedor. Las langostas enteras son transportadas en una camioneta tipo pick up con una hielera de aproximadamente 142 lts para entregarlas a un comprador en Puerto Juárez. La comercialización a nivel local se realiza al turismo, restaurantes o particulares que llegan a comprar al punto de venta localizado en el centro de recepción de la cooperativa. Los restos (antenas y cabezas) se venden a particulares o las consumen los mismos pescadores y sus familias (quinto eslabón). Como se refirió anteriormente el tiempo de entrega del producto desde el desembarco al centro de recepción es crucial para poder comercializar la langosta entera, que tiene mayor valor.

6.8.3.2 Escama

La cadena de valor de la "escama" **(Figura 38**) comienza con la obtención de varios insumos como hielo y hielera (proporcionados por la cooperativa), arte de pesca y la carnada. La carnada es obtenida por los pescadores cerca de la costa. Una vez obtenida la carnada suficiente, éstos se dirigen a la zona de pesca para la extracción de las diferentes especies de peces.

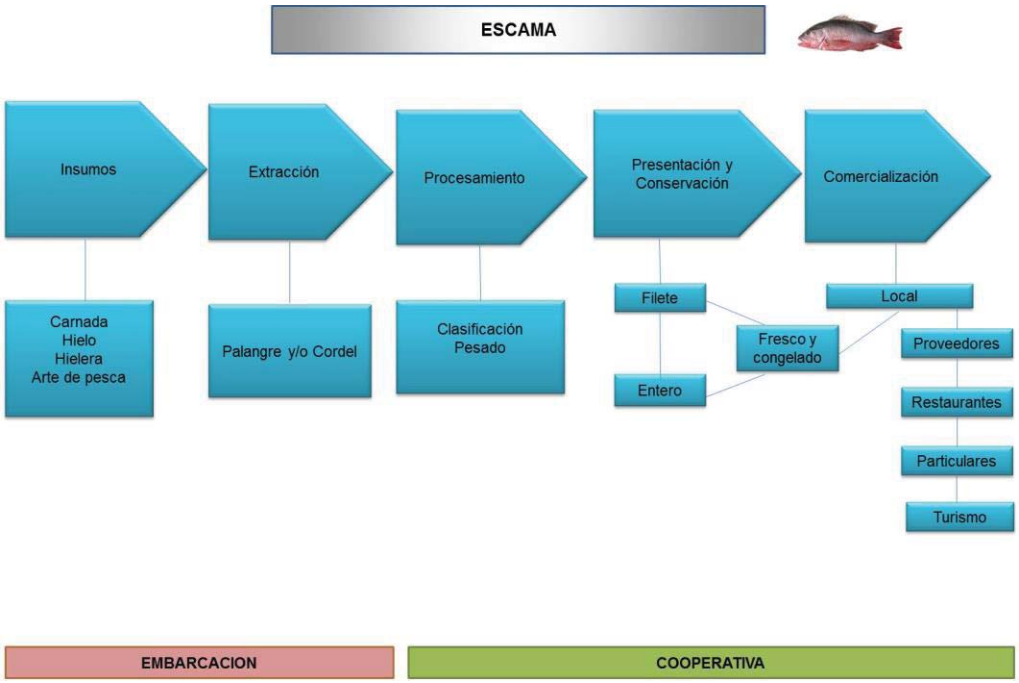

Figura 38. Cadena de valor de la "escama" extraída en la pesca artesanal de Puerto Morelos

La extracción de escama se realiza con palangre o cordel, según la preferencia del pescador sobre el uso de un arte de pesca u otro. A bordo, el producto es conservado en las hieleras. Durante la extracción, los pescadores comienzan el eviscerado del producto, actividad que concluyen al llegar al muelle y antes de desembarcar el producto. En la cooperativa, el siguiente paso de la cadena de valor es el procesamiento, que consiste en separar o clasificar los pescados por categoría comercial. Una vez separado el producto, revisan que cuente con la calidad para su venta y posteriormente se pesan. El siguiente paso es dar la presentación al producto, que es filetear el pescado o conservarlo entero para su venta. El pescado se comercializa en la localidad vendiendo a turistas, restaurantes y habitantes.

6.8.3.3 Pez león

La extracción del pez león (*P. volitans*) se realiza durante la pesca de langosta (*P. argus*) por lo que se utiliza el mismo arte de pesca.

Una vez extraída esta especie, en la cooperativa se realiza el procesamiento que consiste en pesar el producto. Después del pesaje, los recibidores se encargan de filetear el pescado para ser comercializado, ya sea fresco o congelado, que es la presentación con más demanda, aunque también se comercializa entero, pero en menor cantidad. El filete de pez león se comercializa al turismo local, restaurantes y habitantes de la localidad. Otro uso del producto incluye la fabricación de artesanías como aretes, pulseras y collares para la venta al turismo principalmente, lo que se convierte en una alternativa más de ingreso para los pescadores artesanales (**Figura 39**). La extracción de esta especie está asociada también a un control de su población que se considera como un invasor de amplia expansión que afecta a varias localidades del Caribe (Caamal 2011; Albins & Hixon 2013).

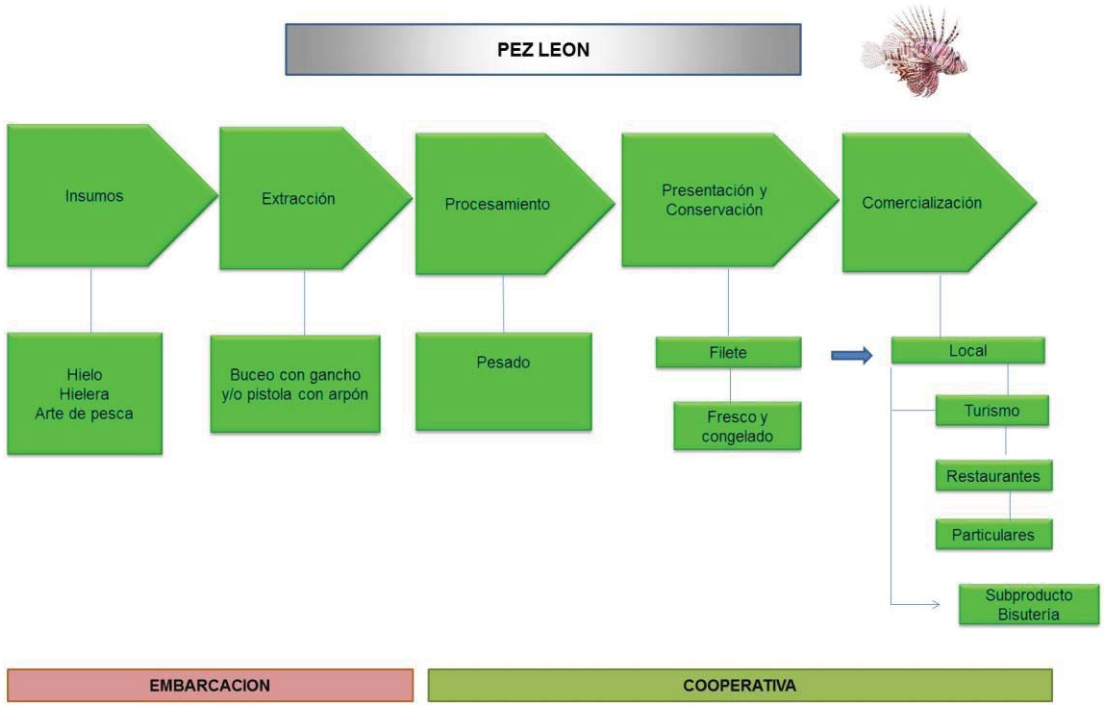

Figura 39. Cadena de valor del pez león (*P. volitans)* extraído en la pesca artesanal de Puerto Morelos.

6.9 Canales de distribución de productos pesqueros en Puerto Morelos

Puerto Morelos es una localidad pequeña que recibe una gran cantidad de turistas por lo que su oferta de servicios turísticos es muy grande, principalmente en lo relacionado a servicios de hospedaje y alimentación. Actualmente existen en la localidad 58 restaurantes que ofrecen una amplia variedad de platillos en cocina internacional y mexicana, de los cuales más del 50% ofrece en su menú platillos elaborados con base en pescados y mariscos de la región. Además de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos, en la localidad no existe otra procesadora o empacadora de productos marinos que pueda atender dicha demanda y abastecer a estos negocios de dichos insumos. Por lo anterior uno de los objetivos de este estudio fue determinar el papel de la cooperativa como proveedor de productos marinos así como sus canales de distribución y venta dentro de la comunidad y fuera de ella. Para ello se analizó información de los registros de venta diaria que fueron proporcionados por personal de la cooperativa para los años 2011, 2012 y 2013 (**Tabla 9**). Se utilizaron precios al consumidor los cuales son más elevados que los precios de playa pagados al pescador. Si bien la información proporcionada de los tres años no fue completa, se encontró que el impacto económico generado por la actividad pesquera en Puerto Morelos es importante para los pescadores de la localidad.

Tabla 9. Ingresos económicos de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos por concepto de ventas de productos pesqueros a mayoristas, restaurantes, intermediarios y público en general [1].

Año	Volumen de venta (Kg)	Ingreso ($US)
2011 (Nov-Dic)	8148	76,291
2012 (Ene-Sep)	45336	265,669
2013 (Abr-May)	7060	33,076
Total (2011-2013)	60544	375,039

Los compradores del producto proveniente de la pesca son diversos ya sea a nivel comercial o para consumo propio. En el periodo evaluado, la SCPP tuvo 198 compradores entre mayoristas, minoristas, hoteles, restaurantes y público en general. Parte de la producción pesquera de la cooperativa fue vendida a dos empacadoras y comercializadoras de productos marinos.

La empresa yucateca Caiman Products fue la mayorista con más volumen de compra (15.97 t con un valor de US$47,619), principalmente de especies de escama (boquinete, abadejo, mero, huachinango y mojarra entre los más importantes) y la

empresa Ocean Leader que provee de insumos a cadenas de hoteles, se enfocaron principalmente en la compra de 3.44 t de colas de langosta con un valor aproximado a US$ 84,638. Ambas en conjunto compraron el 32% de la producción de escama y langosta de la cooperativa en el periodo señalado. Les siguen un grupo de ocho minoristas intermediarios quienes en conjunto compraron 3.6 t de escama con valor de US$ 16,432 (6% de la producción total). La venta a nivel local, en general resultó ser sumamente importante ya que se vendieron 15.7 t con un valor de US$ 84,815 principalmente de escama, la segunda respecto al volumen de venta y la primera en términos del valor económico.

El análisis mostró que la demanda local (restaurantes, hoteles y venta al público) de productos marinos es muy importante y representó el 62% de la producción de la cooperativa (**Figura 40**). El restante 38% fue comprado por mayoristas y minoristas para ser comercializado en otras localidades del estado, en Yucatán e incluso exportado.

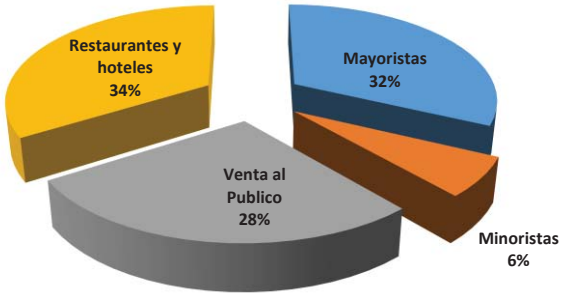

Figura 40. Principales compradores de la producción pesquera de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en el periodo 2011-2013.

A fin de poder observar los patrones mensuales de comercialización, se analizó el comportamiento de la demanda de los productos pesqueros en el año 2012, periodo en el que se cubrió de manera continua (enero-septiembre) un mayor número de meses en los registros estadísticos proporcionados por la cooperativa pesquera. Se observó que la demanda fue alta en abril y agosto, que pudiera estar asociado a los periodos vacacionales que tienen mayor afluencia de turismo en la zona (**Figura 41**).

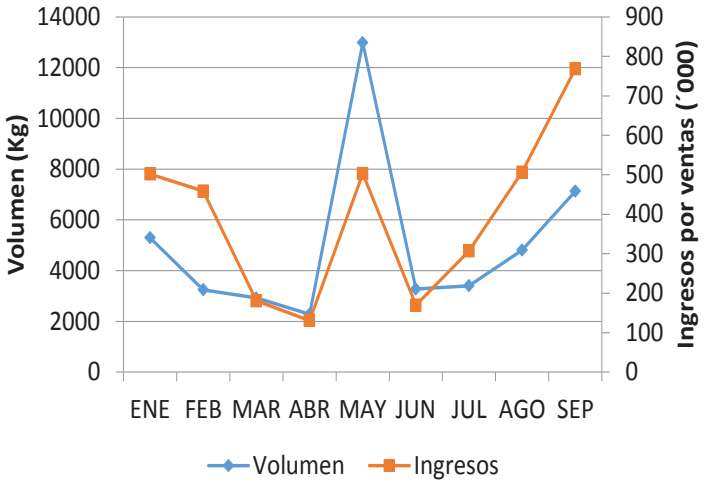

Figura 41. Comportamiento de la demanda de productos del mar en Puerto Morelos en el periodo enero-septiembre 2012.

La demanda de productos pesqueros estuvo representada por 30 especies, con presentaciones como pescado grande, mediano, chico, cola de langosta y filete de pescado (e.g., pez león). Por el volumen de ventas y el ingreso generado, puede notarse que fueron siete las especies de mayor demanda en el mercado local: Boquinete, Pargo, cola de Langosta, Abadejo, Mero, Huachinango y Xcochin (**Figura 42a**). En años recientes, especies como el boquinete y especialmente el pez león han incrementado su precio y su presencia en el mercado debido a que su carne es apreciada entre los consumidores. De todos ellos, los que generaron los mayores ingresos para la cooperativa fueron la cola de langosta, boquinete, abadejo y pargo (**Figura 42b**). De acuerdo a los resultados, los precios están modulados por la oferta y la demanda ya que el aumento observado en los mismos se presentó en los meses donde localmente hay mayor demanda de productos pesqueros (abril-mayo y otoño).

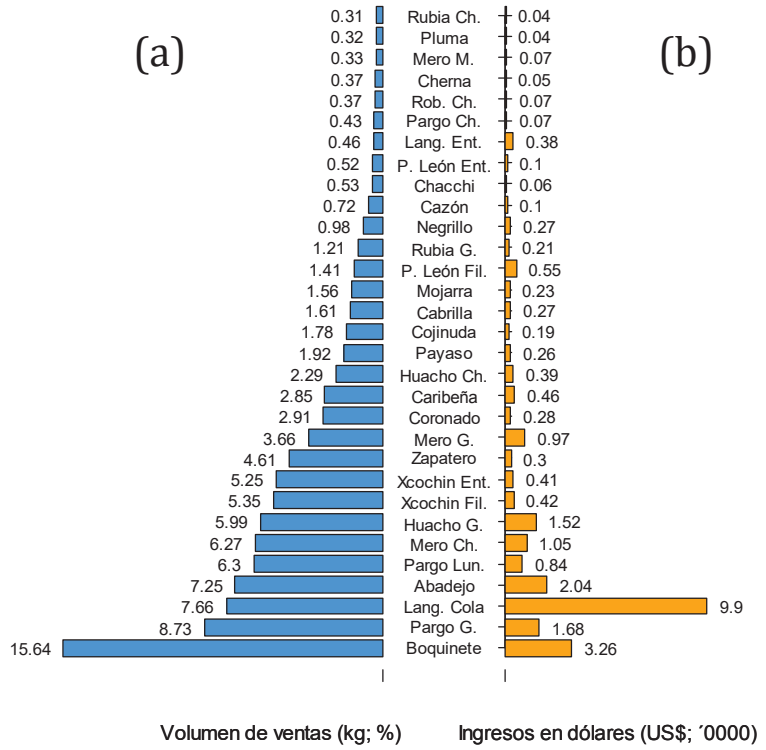

Figura 42. Volumen de ventas y valor de las capturas de las especies que forman parte de la producción pesquera de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en el periodo enero-septiembre 2012.

Respecto a los precios durante el periodo analizado, se observaron fluctuaciones en algunas especies. Por ejemplo, la langosta finalizó en el 2011 con un precio de $350/kg, mientras que al inicio de 2012 se incrementó en 14.3% alcanzando los $400 el kilogramo y se mantuvo constante durante todo el año. El precio del boquinete presentó altas variaciones, inclusive dentro de un mismo mes. En 2011 su precio osciló entre $45y $85, un aumento de cerca del 90% de su valor por kilogramo; inició el 2012 con un precio más bajo ($55) y continuó con variaciones entre $60 y $70 pesos hasta septiembre. El abadejo registró pequeñas variaciones durante 2012 y 2013 donde se cotizó entre $75 y $85. Los precios del mero considerando sus tres presentaciones oscilaron de la siguiente manera: mero grande ($25 - $85), mero mediano ($40 - $85) y mero chico ($40 - $90). La misma situación prevaleció para el huachinango (huachinango grande $43 - $90; huachinango chico $30 - $75) y el pargo (pargo grande $35 - $75; pargo chico $20 - $75). Las diferencias que se observan en los precios de una misma especie, obedece a que representan el valor de un producto que generalmente es clasificado como de segunda.

7. INCENTIVOS ECONÓMICOS EN LA PESCA

Uno de los aspectos importantes a evaluar dentro de una pesquería es la dimensión económica que se refleja en los retornos netos que genera la actividad. Entre los factores que se toman en cuenta son las condiciones de mercado, la estructura del capital, la mano de obra, tasa de depreciación por embarcación; tasa real de intereses (cuando aplique); costos por manejo de la pesquería las variaciones en tasas de interés, entre otros.

Existen diferentes tipos de análisis que van desde relación beneficio-costo hasta análisis bioeconómicos dinámicos de pesquerías (Seijo *et al*. 1998; Rose *et al.* 2000; Anderson y Seijo, 2010).

Otro enfoque que se ha aplicado, particularmente en el caso de pesquerías artesanales es el concepto de Cuasi-renta, que proporciona información sobre los incentivos para entrar, salir o mantenerse en una pesquería, considerando únicamente los ingresos generados por una jornada de pesca. Se le denomina cuasi-renta debido a que el cálculo sólo estima los costos variables derivados del viaje de pesca (combustible, alimentos, aceite, tanques, etc.). No se consideran dentro del cálculo los costos fijos (mencionados anteriormente), los cuales son independientes de que la flota opere o no (Coronado-Castro *et al*. 2013).

7.1 Composición y valor de la captura

Con la información provenientes de boletas de pesca que representan la captura diaria por pescador se estimó la composición de especies y valor de la captura. Este cálculo se realizó con la información que se presenta en la **tabla 10**.

Tabla 10. Ingresos económicos de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos por concepto de ventas de productos pesqueros a mayoristas, restaurantes, intermediarios y público en general [1].

Año	Meses
2011	octubre
2012	enero-septiembre
2013	abril-mayo

Las especies que contribuyeron con mayor volumen a la captura total durante el periodo analizado se muestran en la **figura 43** dominado mayormente por las especies mero y pargo (29.7%), estas especies son denominadas en la literatura oficial y registros estadísticos, así como por los pescadores como “escama”. Le siguieron en orden de importancia, el boquinete, xcochin y langosta mientras que las demás

especies contribuyen con un porcentaje menor (0.02%). Es preciso mencionar la importancia de aparición del pez león en las capturas tomando en cuenta el estado como "especie invasora". Para lo cual existen incentivos para los pescadores tanto sociales como económicos para capturar esta especie. La SCPP recibe la captura en dos presentaciones, entero y filete; no obstante, la comercialización sólo se hace en filete alcanzando precio en playa de $35.00/kg pero el filete comercializado al público alcanza un valor de $120.00/kg.

Tomando como referencia el valor de la captura (VC) que resulta del producto del volumen capturado de una especie dada por su precio (representado en el eje secundario) la aportación de las especies a la actividad cambia, siendo mayor la contribución de la langosta, debido a su precio y alta demanda a nivel nacional e internacional. Esta especie se comercializa en $250.00/kg de cola, pero también se vende en presentación de langosta entera ($150.00/kg) la cual es demandada por hoteles principalmente en determinada talla (300-1000g) siendo mayores o menores tallas comprado como cola. Al vender el animal entero aunque el precio por kilo es menor la ganancia derivada de un individuo es mayor. Las especies que contribuyen en mayor proporción en términos de valor después de la langosta son: mero, pargo y boquinete.

En términos de volumen se desembarcaron en el puerto de estudio 5.44 t de langosta en total, de las cuales el 3% (168.7 kg) corresponden a langosta entera.

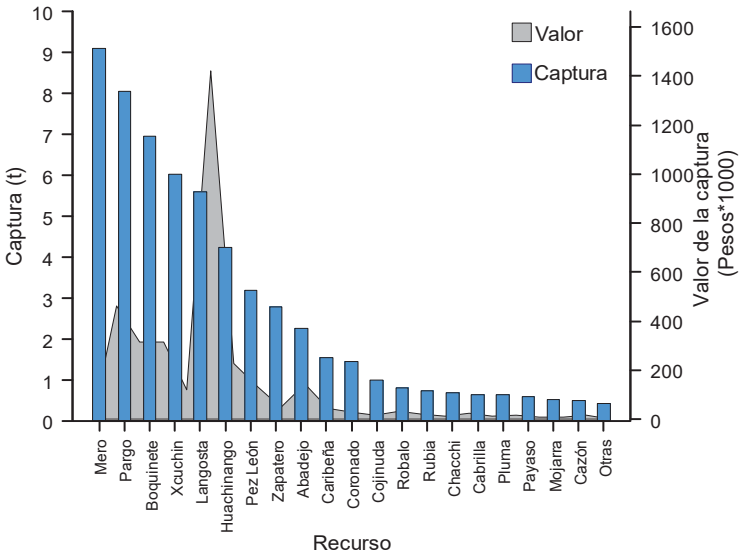

Figura 43. Captura y valor total de los recursos descargados en la pesca comercial de Puerto Morelos en el periodo abril-agosto/2013.

7.2 Análisis de ingresos netos por viaje (cuasi-renta): Datos cooperativa

En este apartado se realizó una estimación de los ingresos generados en los viajes de pesca de los pescadores basados en las bitácoras obtenidas de la cooperativa, éstas incluyen información que fue cruzada con datos de entrevistas para verificar la información obtenida. En este caso, fue posible realizar un análisis similar a los ingresos netos provenientes de entrevistas donde se descartaron sólo los costos de alimentación de la tripulación. Primeramente se presentará un análisis global, indistintamente de la temporada de pesca de langosta. Enseguida se presentará por separado el análisis de los meses que comprenden la pesca de escama y los de langosta, con el fin de conocer si existen diferencias en cuanto a ingresos percibidos por los socios de la SCPP con y sin langosta. A continuación se presentan las funciones utilizadas para estimar los ingresos netos (cuasi-renta) por embarcación y por flota en diferentes periodos.

7.2.1 Ingresos brutos

El análisis de ingresos brutos permite conocer los ingresos generados por la especie objetivo durante la temporada de pesca. El valor de la captura diaria de cada embarcación se denominó como ingresos brutos (IB), calculados con la ecuación (2) que resulta del producto de la captura total de cada embarcación (kg) en un día de pesca, multiplicado por el precio de playa (precio pagado al pescador) de las especies ($pesos), involucradas (langosta, escama, tiburón) en el mes.

$$IB = (CL * PL) + (CE * PE) + (CT * PT) \qquad (2)$$

donde:

IB = Ingresos brutos por embarcación

CL = Captura de langosta

PL = Precio de langosta

CE = Captura de escama

PE = Precio de escama

CT = Captura de tiburón

PT = Precio de tiburón

7.2.2 Costos totales

La estimación de los costos variables de operación (CO) se obtuvo a través del costo de avituallamiento en cada viaje de pesca por embarcación (ecuación 3) donde se consideraron gastos que incluyen principalmente gasolina y aceite. Debido a que la información obtenida comprende las temporadas de pesca de escama y langosta, algunos costos de operación varían dependiendo de la especie objetivo como se muestra en la Tabla 11. Debido a que la información obtenida comprende las temporadas de pesca de escama y langosta, algunos costos de operación pueden variar dependiendo del método de pesca, es decir, cordel, palangre o buceo (Tabla 11). En este sentido, durante la temporada de pesca de langosta, el pescador incurre a la renta y llenado de tanques así como gastos de cámara hiperbárica que permiten realizar la actividad del buceo. Por otro lado, durante la temporada de pesca de escama, los plomos y anzuelos son insumos necesarios para la implementación del método de pesca (cordel y palangre).

Tabla 11. Costos variables requeridos por viaje de pesca según temporada.

Cordel y Palangre	Costo	Buceo	Costo
Gasolina	$100-$600/Viaje	Gasolina	$200-$400/Viaje
Aceite	$65/L	Aceite	$78/L
Anzuelos	$2 c/u	Renta de tanque	$33/tanque
“Quitavueltas”,	$6 c/u	Llenado de tanque	$25/tanque
“Triguelles”	$6 c/u	Cámara hiperbárica	$75/buzo
Abono a hielera		IMSS	$133/Pescador
Plomos	$60-81/kg		

La SCPP no recibe subsidios por parte de gobierno en materia de combustible, así que los valores tomados en cuentan para el cálculo de la cuasi-renta son precios de mercado.

$$\boldsymbol{CO} = \mathbf{Cm} + \mathbf{Ac} + \mathbf{Rt} + \mathbf{Llt} + \mathbf{Im} + \mathbf{Ch} + \mathbf{Og} \qquad (3)$$

donde:

CO= Costos de operación

Cm= Costos de combustible en el viaje de pesca

Ac= Costos de aceite

Rt= Renta de tanque

Llt= Llenado de tanque

Im= Costos de servicios médicos (IMSS)

Ch= Costos de Cámara hiperbárica

Og= Otros gastos

Por lo tanto, los ingresos brutos (IB) menos los costos de operación (CO) estimados por embarcación, permitió obtener el valor de los ingresos netos (ecuación 4).

$$IN = IB - CT \qquad (4)$$

donde:

IN= Ingresos netos por embarcación por viaje

IB= Ingresos brutos por embarcaciones por viaje

CT= Costos totales por embarcación por viaje

El resultado por el periodo analizado se muestra en la **tabla 12**, donde se observa que los mayores ingresos brutos totales percibidos por los pescadores se obtienen a partir de la temporada de langosta (julio-febrero).

Tabla 12. Valores totales mensuales de ingresos brutos, costos e ingresos netos expresados en dólares en la SCPP Pescadores de Puerto Morelos en diferentes periodos.

Año	Mes	Total de embarcaciones	Ingreso bruto	Costos	Ingreso neto
2011	Oct	11	28,286	5,220	23,066
2012	Ene	10	23,159	6,125	17,034
	Feb	9	18,269	4,845	13,424
	Mar	8	10,733	1,746	8,987
	Abr	6	15,838	2,965	12,873
	May	7	15,163	2,734	12,430
	Jun	6	6,790	1,280	5,511
	Jul	10	47,801	9,176	38,625
	Ago	9	33,603	7,410	26,193
	Sep	10	38,209	6,619	31,590
2013	Abr	7	12,410	2,489	9,921
	May	7	11,154	2,377	8,777

Así, en el primer mes, cuando el recurso es más abundante se obtuvo más de USD$38,000, mientras que agosto y septiembre los ingresos fluctuaron alrededor de USD$28,000. Al analizar los ingresos generados durante el periodo de escama, estos fueron claramente menores. En cuestión de costos, los mayores valores totales de gastos incurridos por los pescadores también son durante los meses de pesca de langosta, esto debido a costos variables extras como la renta y el llenado de tanques así como el seguro de la cámara hiperbárica.

Un análisis más detallado puede mostrar los ingresos generados por embarcación (**Tabla 13**), donde se observa que si bien, la embarcación PM11 tuvo mayores costos, es la embarcación que generó mayores ingresos brutos así como ingresos netos con respecto al resto de las embarcaciones. Al analizar la figura de esfuerzo pesquero en términos del número de días (**Figura 16**, Sección 5.2), se observó que esta fue una de las embarcaciones que realizó el mayor número de viajes y por otro lado, la que consiguió la mayor captura de especies de alto valor comercial como la langosta y el boquinete. La embarcación PM02 se encontró en una posición similar a PM11, pero en el caso de la segunda se muestra más eficiente que la primera.

Tabla 13. Valores totales de ingresos brutos, costos e ingresos netos (dólares) por embarcación de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos durante el periodo analizado.

Embarcación	Ingreso bruto	Costos	Ingreso neto
PM01	20,714	4,975	15,739
PM02	40,920	8,419	32,502
PM03	16,687	4,519	12,168
PM04	28,512	6,023	22,488
PM05	33,661	7,052	26,608
PM06	29,028	6,196	22,832
PM07	28,136	6,208	21,929
PM08	6,281	622	5,660
PM09	2,386	619	1,767
PM10	12,766	2,058	10,707
PM11	42,324	6,294	36,030

En la **figura 44** se muestran los valores promedio mensuales de ingresos brutos, costos e ingresos netos donde se observa en primera instancia que las entradas económicas promedio son positivas para todos los casos analizados; tomando en cuenta que en el análisis se incluyen tanto viajes de pesca de langosta como viajes en los que no se registró uso de tanques (gastos extras).

Los mayores ingresos se obtuvieron durante los meses de pesca de langosta. No obstante, se registraron ingresos altos durante la temporada de pesca de escama, donde los pescadores utilizan como arte de pesca el palangre. De acuerdo a los resultados, los meses que reflejan "bonanza" son abril y mayo, datos consistentes con los observados en esfuerzo pesquero y demanda de productos.

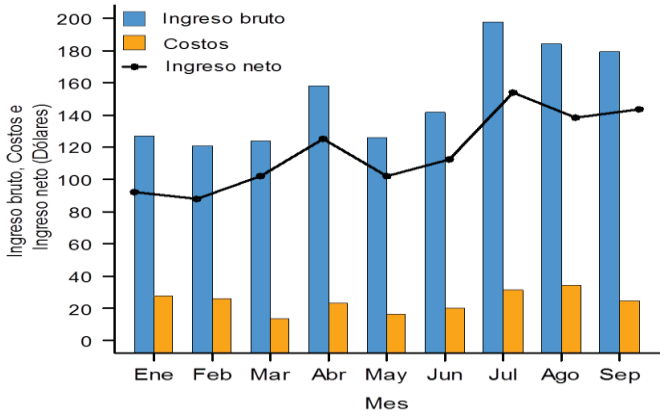

Figura 44. Valores promedio mensual de ingreso bruto, costos e ingreso neto durante los meses de enero-septiembre de 2012 provenientes de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos.

El análisis de los ingresos netos promedio por embarcación se muestra en la **figura 45**, donde los ingresos promedio por embarcación fluctuaron entre USD$85.00 y USD$194.00 por viaje de pesca, presentando mayores ingresos aquellas embarcaciones que laboraron más tiempo. Por otro lado, los costos de viaje fueron mayores para la embarcación PM07, la cual presenta viajes de pesca dedicados a la langosta en su mayoría, incurriendo en mayores gastos debido a esta actividad.

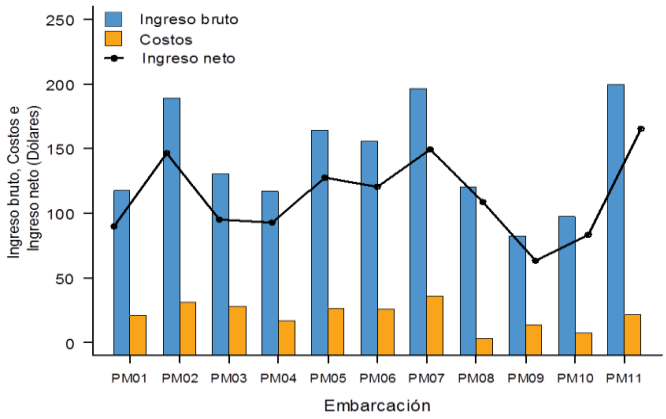

Figura 45. Valores promedio de ingreso bruto, costos e ingreso neto por flota durante los meses de estudio provenientes de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos.

7.3 Análisis de ingresos netos por viaje (cuasi-renta): Datos entrevistas

A fin de cruzar información del análisis de los ingresos obtenidos de la pesca por parte de las diferentes embarcaciones se realizaron entrevistas a los pescadores al momento del desembarque. Se aplicaron 60 entrevistas lo que permitió obtener la composición de especies en los desembarques y los ingresos netos generados por el viaje de pesca. Adicionalmente se obtuvo información socio-económica. La **tabla 14** muestra el número total de entrevistas aplicadas a las diferentes embarcaciones en los tres meses de muestreo. Se pudo observar que algunas embarcaciones sólo laboran durante la temporada de pesca de langosta como Las Gemelas, Tania y Quelonios, mientras que la embarcación Soledad, no pudo ser incluida en el estudio porque sus viajes (si los hizo) no coincidieron con el periodo de muestreo.

Tabla 14 . Número de entrevistas realizadas por embarcación durante el periodo de muestreo en Puerto Morelos.

Embarcación	Clave de embarcación	abril	junio	agosto	Total de entrevistas
Damaris	PM02	3	3	4	10
Viviana	PM11	3	2	4	9
Concepción	PM01	1	2	4	7
Indio Chambor	PM04	1	2	4	7
Mary-Janet	PM06		3	4	7
Manuela II	PM05	2		4	6
Nicté-Ha	PM07	3		3	6
Las Gemelas	PM03			3	3
Tania	PM10			3	3
Quelonios	PM08			2	2

7.3.1 Composición de las capturas

Las especies que contribuyeron a la captura total se muestra en la **figura 46** donde en términos de biomasa, las especies mayormente capturadas fueron pargo, mero, langosta, mojarra y xcochin. Sin embargo, en términos de valor la langosta (USD$19.4) permanece como dominante, el xcochin se situó en el mismo lugar. Dado que el huachinango es considerado como una especie cotizada en el mercado, se situó dentro de los primeros cinco lugares en términos de valor, dejando fuera a la mojarra debido a su bajo precio (USD$1.2 a 2.3). El pargo y el mero se mantuvieron dentro del segundo y el tercer lugar respectivamente.

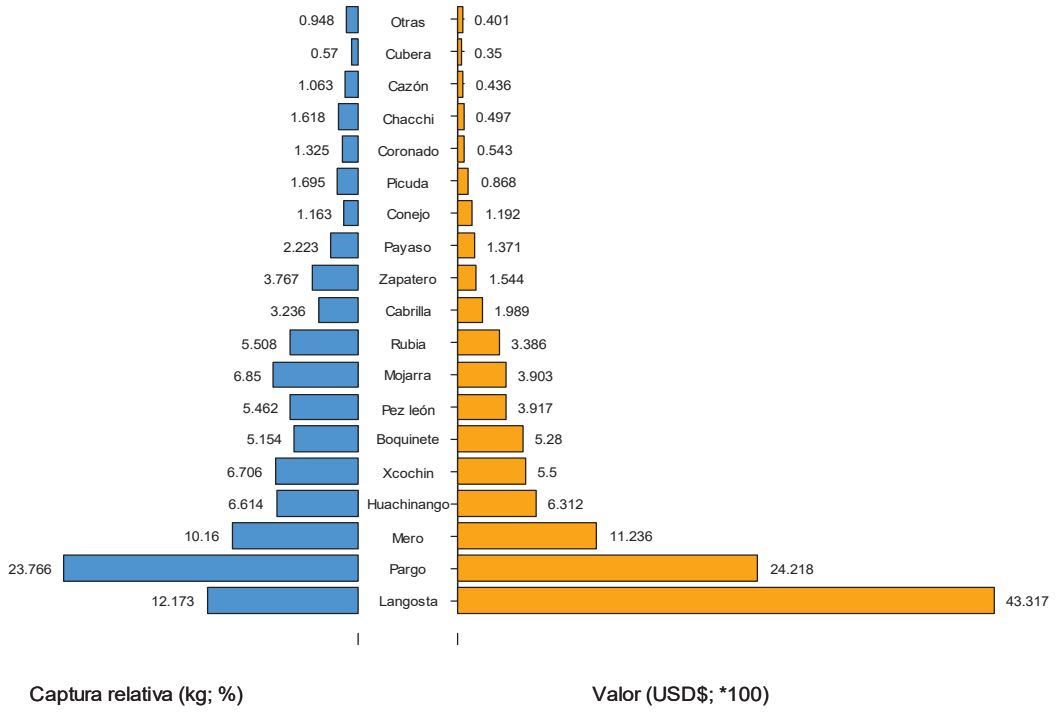

Figura 46. Composición de especies en la captura total derivada de información obtenida mediante entrevistas.

7.3.2 Composición de las capturas e ingresos globales

Durante el muestreo de abril, cuando los pescadores pescan básicamente escama, incurren en un mayor costo de operación, si bien obtuvieron los mayores ingresos netos. Por otro lado, en el mes de junio se registraron menores ingresos percibidos. Sin embargo, en el tercer muestreo (agosto) que coincide con la temporada de pesca de langosta, se presentó un incremento en los ingresos promedio y los costos promedio con respecto a junio (**Tabla 15**).

Tabla 15. Ingresos netos mensuales calculados en dólares correspondientes al periodo de muestreo en Puerto Morelos.

Mes	Ingresos brutos	Costos totales	Ingresos netos
Abril	223	54	169
Junio	146	38	109
Agosto	196	45	151

Para determinar las embarcaciones más eficientes en términos de ingresos generados, se muestra la **tabla 16.** Entre las embarcaciones que tuvieron mayores ingresos, involucrando todos los días de pesca muestreados son PM11 y PM02, con valores que superan a las demás embarcaciones, estos resultados son consistentes con una intensidad de pesca mayor por parte de esas embarcaciones como se ha referido anteriormente. Aún la distancia que existe entre las embarcaciones citadas es alta, dado que PM11 supera en un 65% a las ganancias de PM02. Mientras que las embarcaciones PM03 y PM08 registraron menores ganancias debido a que sólo fueron registradas en el último muestreo, es decir únicamente en temporada de langosta.

Tabla 16. Ingresos netos totales (dólares) por embarcación en Puerto Morelos durante el periodo de muestro (abril, junio, agosto 2013).

Embarcación	Ingresos brutos	Costos	Ingresos netos
PM01	1332	331	1001
PM02	1831	495	1335
PM04	720	265	455
PM03	321	168	151
PM05	1528	313	1216
PM06	1135	363	772
PM07	1570	323	1248
PM08	157	16	141
PM10	863	61	803
PM11	2597	511	2087

7.3.3 Ingresos promedio

Se observaron ingresos positivos con promedios que van desde USD$51 a USD$268 por viaje de pesca (**Tabla 17**); los costos promedio de viaje fluctuaron entre USD$8 y USD$57 por viaje. Dado que los pescadores tuvieron costos menores a sus ingresos su utilidad siempre fue positiva.

En cada viaje se registró un promedio de 4 tripulantes a bordo de la embarcación, los cuales tuvieron un ingreso promedio de USD$37/viaje. Aunque el análisis expresado en este documento no hace referencia a la renta económica de la pesquería, uno de los conceptos abordados con estas estimaciones es la motivación que presentan los pescadores de la región en salir a pescar. Para el estado de Quintana Roo el salario mínimo para 2013 es de USD$4.8 (STPS 2013), el cual es menor que el ingreso generado por concepto de la pesca de acuerdo a las presentes estimaciones. Por lo tanto, un pescador obtiene un ingreso mayor dedicándose a la actividad pesquera, lo

que resulta en un incentivo para mantenerse en la misma. Las alternativas económicas para evaluar los costos de oportunidad por ejemplo de decidir moverse a otra actividad como el turismo no se evaluaron, pero los ingresos que la pesca genera parecen ser suficientes como para considerarla como una buena alternativa laboral.

Tabla 17. Valores promedio de ingresos brutos, costos e ingresos netos (US$) por embarcación pesquera en la SCPP Pescadores de Puerto Morelos

Embarcación	Ingresos brutos	Costos totales	Ingresos netos	Tripulantes	Ingreso total/ tripulante
PM01	190	47	143	3	42
PM02	183	50	134	4	35
PM03	107	56	51	4	13
PM04	103	38	65	2	30
PM05	255	52	203	4	51
PM06	162	52	110	4	30
PM07	262	54	208	4	58
PM08	79	8	71	2	35
PM10	288	20	268	2	115
PM11	289	57	232	5	52

Los ingresos netos muestran a una mayor escala la situación de la pesquería. En este caso los precios del producto aumentan cada año principalmente de langosta así como de las especies de escama con mayor importancia comercial, las cuales son piezas clave para que el pescador tenga un incentivo para permanecer dentro de la pesquería.

Un análisis para conocer los ingresos por embarcación separado por arte de pesca muestra que durante la temporada de pesca de escama, estos fueron bajos (**Figura 47**), comparados con los generados por concepto de buceo (**Figura 48**). La actividad de los pescadores también cambia a lo largo del año, ya que una mayor cantidad de socios participan en la temporada de langosta, mientras que para la pesca de escama algunos pescadores permanecen inactivos. Los ingresos netos generados durante la temporada de langosta variaron de USD$17 a USD$241 por embarcación por viaje. Con el empleo de cordel y palangre los costos promedio por viaje de pesca fueron de USD$48 (**Figura 47**).

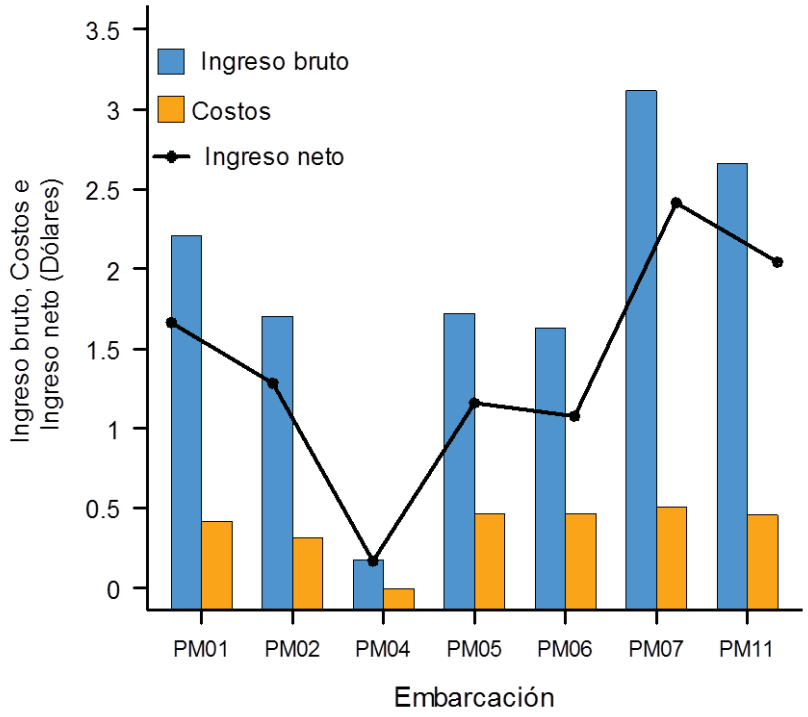

Figura 47. Valores promedio (USD*100) de ingresos brutos, costos e ingresos netos por temporada de escama calculados durante el periodo de muestreo.

Analizando la temporada de langosta (**Figura 48**), se observó que los ingresos netos generados por esta actividad fluctuaron entre los USD$50 y USD$257 dólares por embarcación, indicando que los ingresos son mayores por actividad de pesca de langosta que de escama. Con respecto a los costos por viaje fueron de USD$45 dólares por viaje de pesca considerando valores promedio de todas las embarcaciones. Sin embargo aquellas que fueron más constantes tuvieron costos de viaje mayores (USD$60) dado los gastos extras a los que incurren para realizar el buceo.

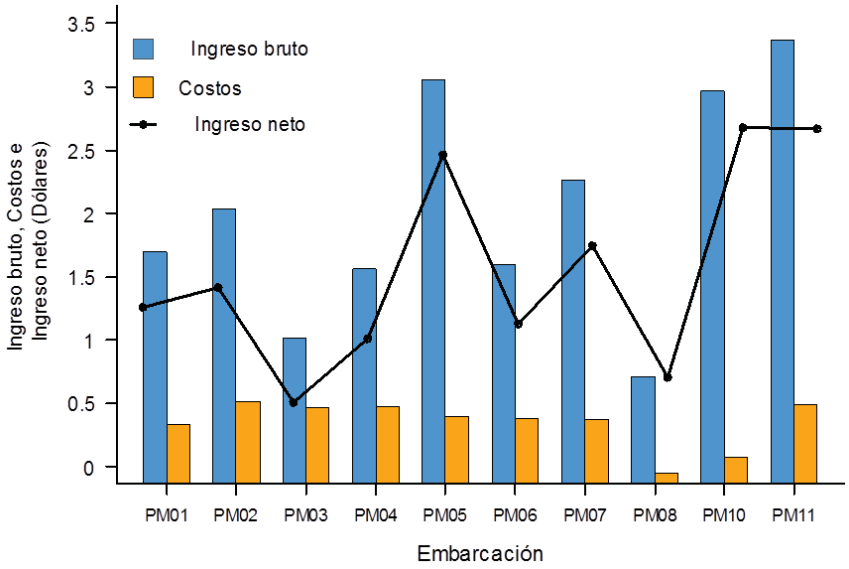

Figura 48. Valores promedio (USD*100) de ingresos brutos, costos e ingresos netos por temporada de langosta calculados durante el periodo de muestreo.

8. CONTEXTO DEL MANEJO DE LAS PESQUERÍAS ASOCIADAS AL PNAPM

Los esquemas de manejo pesquero se han enfocado de manera regular al uso de herramientas que tienen un "enfoque de recurso", es decir como si fueran pesquerías uni-específicas. La complejidad de las pesquerías artesanales, generalmente de naturaleza multiespecífica, que emplean múltiples artes de pesca, con formas de organización compleja (Chuenpagdee *et al*. 2011; Salas *et al*. 2011) demanda por un enfoque más integral al momento de hacer evaluaciones de las mismas. La complejidad aumenta cuando las áreas de operación de los pescadores coinciden o se sobrepone con áreas de protección natural (ANP). El conocimiento de las características de la pesquería y las formas de operación de los pescadores (Cabrera y Defeo 2001; Salas *et al*. 2004; Salas y Gaertner 2004; Bueno y Basurto 2009), así como la percepción de los mismos con respecto al uso y manejo del ANP (Olmos *et al*. 2008) pueden ayudar en el proceso de gestión de los recursos y su interacción con las áreas en protección. La identificación de los problemas y conocimiento del contexto puede ayudar a definir controles de manera coordinada con los usuarios y definir indicadores que permitan dar un seguimiento al estado de los recursos y al potencial impacto que la actividad humana genera sobre ellos (Fraga 2010; Salas *et al*. 2011; Valdéz 2012).

8.1.1 Medidas de regulación en el PNPM

El estado de Quintana Roo cuenta con un buen número de Áreas Naturales Protegidas (ANP), donde las acciones de conservación se desarrollan de manera paralela a actividades humanas como la pesca y el turismo, aunque este tipo de interacciones no han sido bien evaluadas. La pesca en Quintana Roo, tiene larga tradición; de acuerdo a registros de la SAGARPA (2012), las especies capturadas incluyen meros y especies afines, langosta, mojarra, pulpo, tiburón, camarón, rubia, peto, pargo y esmedregal. La pesca deportiva también se desarrolla en el área y está enfocada principalmente a especies como el marlín azul, marlín blanco, wahoo, dorado, barracuda y atún.

El parque de Puerto Morelos fue decretado el 2 de febrero de 1998. De acuerdo al artículo 5º del Decreto por el cual se declaró Área Natural Protegida, en el parque están permitidas todas las actividades relacionadas con la preservación de los ecosistemas marinos y sus elementos, la investigación, repoblación, recreación, educación ecológica y aprovechamiento de los recursos naturales y pesqueros. Todo ello deberá estar autorizado por la autoridades competentes en las áreas, temporadas y modalidades que determinen.

Dado que el ANP abarca un polígono que comprende parte del área que fue concesionada en 1994 a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Puerto Morelos S.C.L para el aprovechamiento pesquero de langosta por un periodo de 20 años, el decreto establece que las actividades pesqueras que tradicionalmente se habían venido desarrollando hasta la expedición del mismo, se podrán mantener siempre y cuando no afecten significativamente los recursos ícticos y malacológicos del área. Así mismo hace hincapié en la observación de la Ley de Pesca y de las Normas Oficiales Mexicanas (Vargas y Escobar 2000).

El programa de manejo del parque (PMP) fue publicado en mayo del 2000 (INE 2000). En él se reconoce la existencia de la pesca como una actividad productiva (autoconsumo y comercial) y recientemente deportivo-recreativa. La SCPP Pescadores de Puerto Morelos es actualmente la única organización autorizada para la pesca comercial ribereña que cuenta con permisos de pesca para escama, tiburón, pepino de mar y otras especies, además de tener un área concesionada para el aprovechamiento de la langosta. Por otra parte, la pesca deportiva en el parque, es una actividad cotidiana igualmente importante por los torneos que se organizan alrededor de ella y por la derrama económica que deja en la comunidad. Esta actividad forma parte de los servicios que ofrecen diversos prestadores turísticos a las personas que visitan Puerto Morelos.

Dentro del PMP se contemplan los criterios para el ordenamiento y desarrollo de estas dos actividades. De acuerdo a la Regla 66 de este programa, existe una zonación que regula las actividades de los pescadores en el área y queda prohibido pescar con fines comerciales o deportivos fuera de las zonas definidas en dicha zonificación, así como aumentar la cuota de explotación o con artes de pesca no autorizadas (**Tabla 18**).

Tabla 18. Zonas de restricción y acceso a la actividad pesquera en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (INE 2000).

Zona	Tipo de Pesca
I Uso recreativo intenso	Se permite la pesca de autoconsumo con anzuelo desde la orilla o los muelles.
II Uso educativo e interpretación ambiental	No se permite la extracción de recursos naturales. No se hace referencia directa la pesca.
III, VI, VII y IX	No se permite pescar
IV Zona para navegación en la laguna arrecifal	Solo para navegación de embarcaciones con calado menor a dos metros. Se permite la pesca de autoconsumo con anzuelo y desde embarcación. Se permite la pesca comercial únicamente al sur de la Unidad Picudas y la Unidad Puerto Morelos.
V Zonas para navegación	Se permite la pesca comercial por parte de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos, acorde a las vedas, cuotas de captura y artes de pesca autorizados. Se permite la pesca deportiva si se cuenta con los permisos correspondientes. Pesca de autoconsumo solo con anzuelo y desde embarcación.
VI y VII Uso Recreativo semi-intensivo y especial	No se permite pescar
VIII Uso pesquero concesionado	Parte del área concesionada a la SCPP Pescadores de Puerto Morelos. Se permite la pesca comercial por parte de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos, acorde a las vedas, cuotas de captura y artes de pesca

	autorizados. Se permite la pesca deportiva si se cuenta con los permisos correspondientes.

8.1.2 Medidas de regulación de pesquerías comerciales

La Carta Nacional Pesquera incluye en su sección V el tema de la pesca en áreas naturales protegidas y proporciona una ficha para 18 áreas naturales en México, donde se analizan aspectos relacionados con su manejo. Desafortunadamente el PNAPM aún no cuenta con una ficha de este tipo. Sin embargo los lineamientos generales establecen que el aprovechamiento y/o cultivo de recursos pesqueros en una ANP tendrán que sujetarse a las regulaciones federales y a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, al decreto de creación del área, la categoría de manejo, su programa de manejo, avisos de veda, a las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Dada la complejidad del carácter multiespecífico de la pesca que se desarrolla en la región del Golfo de México y Mar Caribe sea esta comercial o deportiva, solo es posible encontrar medidas de manejo para algunas especies dado que por su importancia comercial constituyen ***especies objetivo***. Existe una gran cantidad de especies que comparten el hábitat y las áreas de pesca con ellas, que son capturadas como pesca incidental o complementaria y que son denominadas como ***especies asociadas***. En la mayoría de los casos dada esta situación, no hay medidas de manejo particulares para estas últimas. En esta categoría caen muchas especies que son pescadas por flota comercial y que se ha denominado de manera global como escama y en la Carta Nacional Pesquera se definen como **especies objetivo y asociadas** con la finalidad de emitir recomendaciones de manejo relacionando su componente ecológico con los sistemas de pesca que operan en la zona costera (eg. mero-negrillo-abadejo; huachinangos-pargos, jurel-cojinuda, etc.), (DOF 2012).

En el siguiente grupo de tablas se presenta una revisión derivada de la Carta Nacional Pesquera –CNP- (DOF 2012), de la Norma Oficial (NO) y del Diario Oficial de la Federación (DOF), relativa a las disposiciones normativas para varias de las especies comerciales que fueron identificadas en los desembarcos de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos durante el periodo de estudio. Cabe resaltar y como se hace notar en la CNP, que debido a la complejidad y diversidad de las especies explotadas y los artes de pesca utilizados en la pesca ribereña, algunas especies son consideradas en más de un grupo; como consecuencia, las recomendaciones de manejo elaboradas y

presentadas en la CNP para cada grupo deberán ser aplicadas por igual para las especies **objetivo** y **asociadas**.

Grupo Tiburones			
Especies Objetivo		**Especies Asociadas**	
Tintorera		Meros	*Epinephelus spp.*
Cazón	*Rhizoprionodon terranovae*	Pargos y cuberas	*Lutjanus spp.*
		Jureles	*Caranx spp.*

Medidas de Manejo y Recomendaciones

- En la región del Caribe y Golfo de México la especie *Rhizoprionodon terranovae* es la única conocida comúnmente como cazón de ley. Sin embargo cazón es un término común que se aplica regularmente a todas las especies de tiburón que son capturadas en etapa juvenil o subadulta.

- Para no aumentar el esfuerzo de pesca existente, desde 1993 no se expiden nuevos permisos para captura de tiburón, excepto en el caso de que se sustituyan embarcaciones descartadas o que se renueven permisos.

- Las especificaciones para el aprovechamiento de este grupo de especies está contemplado en la NOM-029-PESC-2006 (DOF 2007b). En él se destaca que la pesca comercial de tiburones y rayas cuando se realice en Áreas Naturales Protegidas estará sujeta adicionalmente a las disposiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), al reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas, la Declaratoria, y en su caso al Programa de Manejo respectivo.

Grupo Mero, Negrillo y Abadejo			
Especies Objetivo		*Especies asociadas*	
Mero grande, Cherna	*Epinephelus striatus*	Pluma	*Calamus bajonado*
Mero Lenteja	*Epinephelus drummondhayi*	Mojarra caribeña	*Calamus spp.*
Cabrilla	*Cephalopholis fulva*	Mojarra burra	*Calamus spp.*
Payaso	*Epinephelus guttatus*	Chac-chi	*Haemulon plumeri*
Mero chico	*Cephalopholis sp.*	Boquinete	*Lachnolaimus maximus*
Abadejo	*Mycteroperca bonaci*	Pargo Lunar	*Lutjanus analis*
		Rubia	*Lutjanus synagris*
		Huachinango aleta Negra	*Lutjanus bucanella*
		Huachinango ojo amarillo	*Lutjanus vivanus*
		Canané	*Ocyurus chrysurus*
		Pluma	*Calamus nodosus*
		Corvinato	*Malacanthus plumieri*

Medidas de Manejo y Recomendaciones

- La regulación para el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas se describe en la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-065-PESC-2007 (DOF. 2009a). La pesquería de mero es multiespecífica y de libre acceso, si bien se necesita tener el permiso de pesca por embarcación respectivo. Todas las especies aquí listadas son catalogadas y conocidas comúnmente como meros y comprenden hasta 21 especies principalmente de los géneros *Epinephelus, Mycteroperca, Cephalopholis* (Brulé *et al*. 2003b, 2009). Las medidas de manejo para estas especies involucran el establecimiento de una veda permanente durante el periodo comprendido entre el 15 de febrero y el 15 de marzo, en aguas de Jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe frente a Campeche, Yucatán y Quintana Roo desde el rio Río San Pedro, hasta la frontera con Belice (DOF 2007c). Así mismo establece la prohibición del uso de palangre de fondo para escama en la zona y época de veda. No está permitido el uso de redes de enmalle y fisgas.

- En su primera publicación, la NOM-065-PESC-2007 establecía una talla de primera captura para *E. morio* de 30.9 cm de longitud total (450 gr peso), que estuvo vigente hasta el 23 de mayo del 2010. Posteriormente aumentó a 36.3 cm de LT con vigencia desde el 24 de mayo de 2010 hasta el 23 de mayo del 2011. Esta última no ha sufrido cambios y permanece vigente a la fecha. (DOF 2012).

- Si bien se establece claramente que la época de veda del mero es aplicable a *E. morio* y especies afines, no está claro si la restricción en la talla de primera captura aplicable a *E. morio*, es igualmente aplicable para el resto de especies catalogadas como mero.

- Con respecto al esfuerzo pesquero aplicado a estas especies, solo está permitido que las embarcaciones menores (menores de 10 t de registro bruto) lleven un palangre no mayor de 750 m de línea madre con un máximo de 150 anzuelos de tipo garra de águila del No. 7 o equivalente.

Grupo Huachinangos y pargos			
Especies Objetivo		*Especies Asociadas*	
Pargo Lunar	*Lutjanus analis*	Cabrilla	*Cephalopholis fulva*
Rubia	*Lutjanus synagris*	Abadejo	*Mycteroperca bonaci*
Huachinango aleta negra	*Lutjanus bucanella*	Chac-chi	*Haemulon plumeri*
Huachinango ojo amarillo	*Lutjanus vivanus*	Jurel	*Caranx sp.*
Huachinango de seda	*Etelis oculatus*	Zapatero	*Haemulon álbum*
Cubera	*Lutjanus cyanopterus*	Pluma	*Calamus bajonado*
Canané	*Ocyurus chrysurus*	Pluma	*Calamus nodosus*
		Mojarra caribeña	*Calamus spp.*
		Mojarra burra	*Calamus spp.*
		Coronado (esmedregal)	*Seriola dumerili*
		Boquinete	*Lachnolaimus maximus*
		Picuda, Barracuda	*Sphyraena barracuda*

Medidas de Manejo y Recomendaciones

- Las especies objetivo y las especies asociadas incluidas en este grupo se sujetan a las siguientes disposiciones y normas.

- Acceso controlado mediante permiso de pesca, en donde deben especificarse las características de los artes de pesca, y se sugiere incrementar la selectividad en la captura por especie.

- En cuanto al esfuerzo pesquero la CNP recomienda no expedir nuevos permisos de pesca, concesiones, o unidades de pesca que afecte a los huachinangos y pargos.

Grupo Jurel y Cojinuda			
Especies Objetivo		*Especies Asociadas*	
Jurel	*Caranx sp.*	Pargo Lunar	*Lutjanus analis*
Cojinuda	*Caranx sp.*	Rubia	*Lutjanus synagris*
		Canané	*Ocyurus chrysurus*
		Chac-chi	*Haemulon plumeri*

Medidas de Manejo y Recomendaciones

- Se requiere tener permiso de pesca comercial de escama donde se especifiquen las áreas y artes de pesca autorizadas.

- Se recomienda no aumentar el esfuerzo pesquero otorgando nuevos permisos, concesiones o unidades de pesca que afecten a jureles y Cojinuda. Así mismo prohíbe el uso del chinchorro playero.

Langosta			
Especies Objetivo		*Especies Asociadas*	
Langosta del Caribe	*Panulirus argus*	Langosta Pinta	*Panulirus guttatus*

Medidas de Manejo y Recomendaciones

De acuerdo a la LGPAS las áreas de pesca de langosta dentro de los polígonos de Áreas Naturales Protegidas están sujetas también a las reglas administrativas de los programas de manejo de las ANP, en concordancia con las disposiciones de las LGPAS, NOM-006. NOM-009 y planes de manejo pesquero (DOF 2012).

LA NOM-006-1993 publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF 1993) y sus cuatro modificaciones (DOF 1997; 1998b; 2007d y 2009b), establecen las regulaciones pesqueras en materia de tallas mínimas, artes de pesca y control del esfuerzo pesquero). Un resumen de dichas regulaciones se presenta a continuación (DOF 2012):

1. La pesca de langosta podrá realizarse mediante uso de trampas a fin de permitir la liberación de organismos vivos al medio natural, así como ejemplares menores a la talla mínima y hembras con hueva. En Quintana Roo y Yucatán está autorizado el uso de los siguientes métodos para pescar la langosta por medio de: buceo libre o en apnea, buceo autónomo con equipo SCUBA, buceo con Hookah y casitas, así como el uso de ganchos como instrumento complementario.

2. La regulación incluye una talla mínima de pesca para el Golfo de México y Mar Caribe de 135 mm de LA para *P. guttatus* y *P. argus* equivalente a 74.6 mm de LC y 223 mm de LT.

3. Se aplica una veda para las especies de langosta que habitan en aguas del Golfo de México y Mar Caribe que está dirigida a proteger su temporada más intensa de reproducción y reclutamiento y abarca los meses de *marzo a junio* (DOF 1994).

4. Está prohibido pescar ejemplares con tallas menores a la talla mínima (13 cm cola) y hembras en estado avanzado de madurez reproductiva (Hembras con Hueva).

La pesca de langosta en Áreas Naturales Protegidas se sujetará a las disposiciones aplicables, así como al decreto de creación y su programa de manejo.

Especies sin referencia de manejo o con medidas de manejo muy generales		
Macarela Besugo Conejo Lenguado	*Elagatis bipinnulata* *Pagrus pagrus* *Caulolatilus chrysops* *Bothus lunatus*	Estas especies son mencionadas en la CNP como parte del grupo general de Peces Marinos de Escama del Golfo de México y Caribe, donde se da especificaciones de manejo muy generales para este grupo de especies.
Ojotón Xcochin	*Decapterus punctatus* *Balistes capriscus*	No hay lineamientos ni recomendaciones de manejo para estas especies en particular.
Pez león, pez escorpión	*Pterois volitans*	En la CNP la CONANP la reporta como una especie invasora en el ANP Arrecifes de Cozumel, sin embargo para la fecha de publicación de la CNP aún no está reportada su presencia en el PNAPM. CONANP ha publicado una Diagnosis y propuesta de manejo de esta especie para el Parque Nacional Isla Contoy (Caamal 2011). No existen medidas de manejo para esta especie, únicamente se ha promovido su explotación intensa y aprovechamiento gastronómico, con la finalidad de disminuir su abundancia poblacional e impacto en otros recursos pesqueros.

8.1.3 Regulación sobre métodos y artes de pesca en el PNAPM

Uno de los componentes de las pesquerías artesanales o ribereñas que también están sujetos a regulaciones son los métodos y artes de pesca empleados en la captura de especies de escama, crustáceos y moluscos En el proyecto de la NOM064PESC2006 se establecen y definen los sistemas, métodos, técnicas y equipos de pesca cuyo uso está prohibido en la pesca comercial, deportivo-recreativa, didáctica y de consumo doméstico que se realizan en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos (DOF 2007e). De todos ellos las prohibiciones que pueden ser aplicables en el contexto del Parque Marino de Puerto Morelos son los siguientes:

- EL empleo de redes de arrastre.
- Cualquier sistema de captura que a través del método de succión, tenga por objeto capturar organismos vivos de flora y fauna acuática.
- El uso de explosivos y sustancias toxicas y su transportación en embarcaciones pesqueras.
- El uso de redes y palangres en arrecifes de coral.

- Ganchos, fisgas y arpones para la captura de pulpo en aguas marinas del litoral del Golfo de México y Mar Caribe, excepto donde sea imposible el uso de otros equipos o técnicas de pesca.
- El uso de palangres o cimbras en embarcaciones destinadas a la pesca deportivo-recreativa.
- El empleo de alimento balanceado como atrayente alimenticio industrializado en polvo o pellet en aguas de jurisdicción federal.
- El empleo de cualquiera de estas técnicas y equipos de pesca en proyectos de investigación científica y tecnológica estará determinado por las condiciones técnicas y de control que establezca la SAGARPA en los permisos de pesca y fomento respectivos con base en la opinión del Instituto Nacional de la Pesca.

En cuanto a la pesca deportivo-recreativa la NOM-017-PESC-1994 contempla una variedad de restricciones, de las cuales las más relevantes en el contexto del Parque Marino de Puerto Morelos las siguientes (DOF 2013):

- Solo podrá realizarse pesca sobre peces, queda prohibida la captura de crustáceos, moluscos, mamíferos acuáticos, reptiles y anfibios.
- Podrá realizarse la pesca desde tierra, a bordo de alguna embarcación o de forma subacuática. En el primer caso no se requiere permiso, sin embargo debe respetar las disposiciones de tallas mínimas, vedas, límites de captura y usando solamente las artes de pesca que autorizadas en las normas y disposiciones aplicables. La pesca subacuática sólo deberá realizarse buceando a pulmón.
- En la pesca subacuática sólo deberá usarse un arpón de liga o resorte por pescador deportivo, quedando prohibido el uso de ganchos y fisgas.
- No podrá realizarse pesca en zonas y épocas de veda.
- No podrá realizarse pesca a menos de 250 metros de embarcaciones dedicadas la pesca comercial, de artes fijas o flotantes.
- No deberá realizarse pesca a menos de 250 m de la orilla de playas frecuentadas por bañistas.
- En zonas de refugio, de reserva y áreas naturales protegidas, la pesca deportiva se permitirá en los términos y condiciones que establezcan los ordenamientos legales aplicables en dichas zonas, así como con la autorización expresa de la SEMARNAT y otras autoridades competentes.
- La pesca deportiva queda sujeta a los siguientes límites máximos de captura:
  a) Diez ejemplares diarios por pescador con no más de cinco ejemplares de una especie
  b) Cuando se trate de marlín, pez vela, pez espada y tiburón será de un ejemplar por pescador/día, en el caso de sábalo, dorado, o pez gallo será de dos

ejemplares. En ambos casos, dichos límites serán equivalentes a 5 ejemplares de otras especies.

c) La pesca subacuática tiene como límite máximo la captura de cinco ejemplares de cualquier especie de pez marino o de agua dulce por pescador/día.

9. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD Y DE MONITOREO EN PESQUERÍAS

Las áreas protegidas generan un amplio rango de beneficios de consumo directo (pesca, recreación), indirecto (incremento en la biomasa de organismos de uso comercial y recreativo), así como beneficios ambientales intangibles como la protección de la zona costera por parte de la barrera arrecifal frente a Puerto Morelos. Los beneficios de las áreas protegidas generalmente se refieren a los procesos de conservación, sin embargo, al generar otros beneficios como pesca recreativa y comercial en la que se involucra a usuarios directos, se requiere una evaluación de la dinámica que estos usuarios tienen en los procesos de operación, de los incentivos para incursionar en ciertas zonas, así como su actitud y respuesta con respecto a acciones de conservación de la misma.

También existen costos en la implementación de medidas de regulación que van más allá de los sistemas de vigilancia, por lo que el reconocimiento y evaluación de los mismos puede definir la diferencia en la viabilidad de las medidas a implementar. El presente estudio se concentró en la pesca como actividad económica que se desarrolla en el Parque y el área que lo rodea, generando así una línea base de referencia. El monitoreo de las actividades pesqueras, como de otras actividades que inciden en el área es muy importante, a fin de determinar si tienen algún impacto, las dimensiones del mismo y las estrategias de remediación o de contingencia que se requirieran de ser el caso. La complejidad de las pesquerías artesanales y su entorno es tan amplia que se considera pertinente identificar indicadores que puedan ayudar a monitorear al sistema en el corto, mediano y largo plazo de acuerdo a las necesidades de manejo y los recursos disponibles dado que "no se puede medir todo". A continuación se describe el marco de referencia relativo a indicadores asociados a la pesca, esto puede aplicar igual en otros contextos como la pesca recreativa pero cada caso debe ser evaluado por separado. En el largo plazo se requiere una evaluación para definir la pertinencia de mantener los indicadores seleccionados o cambiarlos si fuese necesario. Los objetivos de los administradores, el contexto de la zona, la participación activa de los usuarios, los recursos económicos disponibles son los elementos a considerar para seleccionar los indicadores a monitorear.

9.1 Relevancia de áreas protegidas e identificación de indicadores

La pesca ha sido una actividad importante en la generación de alimento y empleo a nivel mundial. Sin embargo, con el avance tecnológico y científico en materia pesquera, el hombre se ha dado cuenta que los recursos naturales explotados no son infinitos y que debe de aprovecharlos de una manera que permita mantener los stocks en niveles que sostengan la actividad a mediano y largo plazo (Pauly *et al*. 2008; Pedroza and Salas 2011).

A pesar de lo anterior, en las últimas décadas se ha notado que diversas pesquerías en el mundo sufren un estado de sobreexplotación, y se han observado modificaciones en los diferentes ecosistemas, así como pérdidas económicas importantes que ponen en peligro la sostenibilidad de los recursos pesqueros a largo plazo (Pauly *et al*. 2008; Costello *et al*. 2012; Burgess *et al*. 2013) En este contexto, varias instituciones internacionales, así como el Comité de Pesca de la FAO han venido proponiendo nuevos enfoques de ordenamiento que abarquen aspectos ecológicos, sociales y económicos. De esta manera surgen varias propuestas que incluyen el *Código de Conducta para la Pesca Responsable* (FAO 1995), el concepto de *Desarrollo Sostenible* incluyendo la generación de una serie de indicadores a distintas escalas (FAO 2000). Así mismo, la FAO y algunas organizaciones no gubernamentales y de pescadores realizaron una consulta a nivel mundial sobre una propuesta de políticas para la sustentabilidad de pesquerías de pequeña escala en el contexto de la seguridad alimentaria y erradicación de la pobreza[1]. La participación de varios actores retroalimentando la propuesta ha sido amplia, pues las expectativas son finalmente alcanzar la sustentabilidad de las pesquerías al lograr la sustentabilidad de los recursos; sin embargo a diferencia de otras propuestas esta visión es más integral y multidimensional e incluye varios componentes.

La meta de tener pesquerías sustentables no es tan simple. Caddy (1999) propuso un esquema político simple que idealiza un "manejo cíclico" de una pesquería. Este autor señaló que en diversas pesquerías este ciclo se lleva a cabo año con año, y por lo tanto es necesario llevar a cabo un constante monitoreo de los recursos para generar información valiosa que también permita actualizar las regulaciones de la actividad. Sin embargo, dentro de ese ciclo de manejo es indispensable echar mano de indicadores para conocer de manera simplificada el estado del recurso y la actividad de extracción donde se involucren aspectos biológicos, sociales y económicos. Boyd and Charles (2006) propone que un indicador debe cumplir con ciertas características para ser eficiente: debe ser: medible, pertinente, sensible y costeable. Debido a que

[1] Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the Context of Food Security and Poverty Eradication (http://www.fao.org/fishery/ssf/guidelines/en)

medir cada uno de los indicadores implica incurrir en costos de monitoreo, de evaluación y elaboración de reportes; es importante que no exista redundancia en los mismos y deben ser factible de medir. Para poder determinar el grado de importancia de un indicador para cada una de las partes involucradas, Rice y Rochet (2005) plantearon una serie de criterios de importancia para los tres principales grupos involucrados en la actividad pesquera, estos pueden ser consultados directamente en la cita original.

El uso de indicadores da un panorama sencillo y claro sobre el estado actual de una actividad y sobre todo permite obtener opciones que a su vez darán como resultados la decisión y la implementación de medidas de manejo mediante la regulación y legislación (Caddy 2011). Los indicadores son utilizados comúnmente para el monitoreo, evaluación y entendimiento del estatus del ecosistema, para evaluar impactos de las actividades humanas y la efectividad de las medidas de manejo sugeridas según sea el objetivo a alcanzar (Rice y Rochet 2005). El conjunto de indicadores utilizados y debidamente analizados deberá arrojar propuestas que permitan obtener un mejor manejo y que cubran las expectativas de todas las partes involucradas (pescadores, manejadores e investigadores).

El concepto de indicador ha sido descrito por diferentes autores, por ejemplo: Alfsen y Serbo (1993) definieron como un indicador, a un número que refiere al estado, respuesta o desarrollo de importantes aspectos del ambiente a través de variables que pueden ser medidas u observadas; Lenz *et al.* (2000) distinguieron entre un indicador y un índice, aclarando que este último se construye a partir de varios indicadores ponderados para describir el estado más amplio del medio ambiente; por su parte García y Staples (2000) definieron a un indicador pesquero como una variable, un punto, un índice relacionado a un criterio y cuyas fluctuaciones revelan las variaciones en los atributos claves de sostenibilidad en el ecosistema, el recurso pesquero o los sectores sociales y económicos a evaluar; finalmente Sainsbury y Sumaila (2003) señalaron que un indicador es algo medible, no necesariamente de manera numérica y se utiliza para el seguimiento de un objetivo operacional. Un indicador que no se refiere a un objetivo operacional no es útil en este contexto. Kruse (2012) define y propone algunos indicadores socioeconómicos también.

<u>De acuerdo al contexto, los objetivos y los recursos disponibles</u>, los indicadores a seguir deben ser elegidos una vez de que se dispone de una lista amplia de potenciales indicadores. Por ejemplo, desde una perspectiva netamente ecológica, Costanza (1991) propuso tres aspectos importantes para lograr la sustentabilidad de un ecosistema, y estos aspectos aportan criterios e indicadores importantes para ser considerados en las pesquerías. Estos aspectos son:

Vigor: que es la habilidad de mantener una productividad alta y sostenida.

Estabilidad organizacional: que es la habilidad de mantener sus funciones y estructura interna.

Resiliencia: que es la habilidad de lograr los anteriores dos aspectos a pesar de que haya presiones internas o externas que puedan modificar la actividad.

En la **tabla 19** se enlistan diferentes indicadores de vigor, estabilidad organizacional y resiliencia que pudieran ser usados en el manejo pesquero considerando los componentes biológico, ecológicos, social y económico (Adaptado de Constanza 1991 y Caddy 2011).

Tabla 19. Clasificación de los indicadores para su posible uso en las decisiones de manejo, incluyendo acciones y contextos

Categoría	Vigor	Estabilidad organizacional	Resiliencia
Ecológica	Alta productividad primaria. Alta y diversa producción de multiespecies.	Alta biodiversidad y alta diversidad de las especies explotables. Alta diversidad de productos económicos. Pesquerías de importancia socioeconómica con muchos participantes.	¿El sistema se recupera rápidamente del estrés? ¿El ecosistema es sensible a los pequeños errores en el manejo? ¿Pueden ser conservadas las especies sensibles o protegidas por pequeños cambios en las estrategias de manejo? ¿Son críticas las áreas de desove? ¿Existen especies de poca movilidad con alta presión de pesca?
Biológica	Producción alta y estable de especies comerciales.	Depredadores y presas no son amenazadas por factores antropogénicos. Hábitats críticos no degradados por humano.	¿Las especies capturadas muestran fluctuaciones crecientes o colapsos en relación a la intensificación de la pesca?
Social	Las partes involucradas son sensibles a los límites de productividad. Se limita el esfuerzo.	Acuerdos entre los usuarios. Alta conciencia de los límites de productividad. Limitados conflictos entre usuarios.	¿El valor neto de los recursos es fácilmente afectado por las acciones de los humanos? ¿El sistema de manejo prevé la resolución de los conflictos entre usuarios? ¿Existen condiciones de alta

			vulnerabilidad y pobreza en el área?
Económica	¿Es positivo el retorno de la inversión?	¿Son claros los objetivos económicos de diferentes grupos de usuarios y medios para conciliar la reducción de la sobre capitalización?	¿Dentro de la pesquería existen los mecanismos para reducir el esfuerzo pesquero sin excesivas pérdidas económicas?

El conjunto de indicadores utilizados debe proporcionar al tomador de decisiones las herramientas necesarias para elaborar e implementar las medidas de manejo que le permitan alcanzar sus objetivos en la búsqueda de un equilibrio en el bienestar ecológico y el bienestar humano.

9.2 Indicadores para evaluar la situación de una pesquería

Tomando en consideración la literatura, las observaciones en campo y la información proporcionada por los pescadores se elaboró la siguiente propuesta de una serie de indicadores del tipo: biológico-pesquero, social y económico. Estos se definen de acuerdo a los costos que involucraría monitorearlos, la temporalidad en la toma de información y una descripción de lo que involucra el indicador y su monitoreo (**Tabla 20**).

Tabla 20. Identificación de potenciales indicadores para el monitoreo de la pesquería artesanal que opera en el área asociada al Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

Categoría	Indicador	Unidad	Temporalidad	Costo	Descripción
Biológico pesquero	**+Composición y abundancia de especies**	Número de especies y número de organismos por especie	Mensual, anual	Medio	Identifica el número de especies capturadas por periodo y área, los cambios en la composición de especies a través del tiempo y la cantidad de organismos de cada especie para determinar la cantidad de organismos que pueden ser explotados en la zona.
	+Distribución de la especies objetivo y en riesgo	Densidad y biomasa de especies objetivo	Bi-anual	Alto	Identifica cambios en la distribución tradicional de las principales especies registradas, se puede concentrar en especies objetivo de pesca y aquellas identificadas como vulnerables o en riesgo, como por ejemplo el número de especies capturadas por periodo.
	Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)	Kg / viaje Kg / inmersión Kg / lance Kg / día	Mensual, anual	Medio	La CPUE puede ser utilizada como un indicador de la abundancia relativa de cada especie de importancia comercial. Permite observar los cambios en la abundancia relativa por área de pesca y temporalidad.
	+Capturas globales	Kg o toneladas	Mensual, anual	Bajo	Registrar las capturas globales de la pesca comercial en Puerto Morelos y analizar los cambios temporales de las mismas.

	+Tallas de las principales especies	Longitud patrón (peces) y longitud de cola (langosta)	Mensual	Medio	Determinar la estructura de tallas mensual de las principales especies capturadas en Puerto Morelos de acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IIR). Determinar los cambios espacio temporales de la estructura de tallas.
	Desove y Reclutamiento	área	Bianual	Medio	Determinar las zonas de desove y reclutamiento de las principales especies explotadas.
	Hábitat	área	Bianual	Alto	Características del hábitat de las principales especies y aquellas vulnerables o en riesgo.
Dinámica de la flota	**+Días de pesca totales**	Día	Mensual	Bajo	Permite conocer la frecuencia con la que la flota sale a pescar e identificar meses con mayor intensidad de pesca.
	Días de pesca por barco/pescador	Día	Mensual	Bajo	Permite identificar qué barcos y pescadores tienen mayor actividad pesquera a lo largo del año.
	+Número de barcos y pescadores.	Barcos/ pescadores	Anual	Bajo	Permite conocer si hay un aumento en el número de pescadores o barcos dedicados a la pesca.
	+Viajes de pesca deportiva	Viajes	Mensual	Bajo	Cuantifica la frecuencia con la que los barcos de pesca deportiva salen a pescar y ofrece un panorama de la intensidad del esfuerzo de pesca deportiva
	+Captura total por arte de pesca y especie	Kg	Mensual	Media	Discrimina la captura obtenida por arte de pesca, permitiendo conocer cuál presenta mayores capturas a lo largo del año.
	Días de pesca por temporada	Día	Mensual	Medio	Cuantifica la frecuencia con la que se usan los diferentes artes de pesca, permitiendo observar la intensidad de esfuerzo pesquero por arte de pesca.
	+Zonas de pesca	Cuadrantes	Mensual	Medio	Identifica las zonas que son más frecuentadas por la flota, permitiendo observar cambios espacio-temporales de la asignación del esfuerzo de pesca.
	Cuasi-renta por arte de pesca	Pesos/ Dólares	Mensual	Bajo	Cuantifica las ganancias que son obtenidas por arte de pesca, identificando cuál presenta mejores rendimientos. El indicador permite observar cambios temporales.
	Rendimiento por zona de pesca	Pesos/ Dólares	Mensual	Medio	Identifica en qué zonas se obtienen las mejores ganancias, así como cambios espacio-temporales de éstas.
Socioeconómico	Cuasi-renta total/barco	$/barco	Mensual	Bajo	Cuantifica el ingreso promedio mensual que percibe la flota dentro de una temporada. Se considera de bajo costo dada la disponibilidad de los registros de costos de operación permitiendo visualizar cambios temporales en los ingresos netos por embarcación.
	+Precios de playa y de venta	$/Kg	Mensual	Bajo	Determinado por el precio promedio que se paga al pescador y precio de venta de las principales especies de importancia comercial. Percibe cambios en la demanda de las especies en el mercado de una temporada a otra.
	Mercados	No. grupos	Anual	Medio	Permite identificar los tipos de mercados que demandan el producto en la región (local, nacional e internacional), observar cambios temporales en el porcentaje de venta y destinos que permita añadir valor agregado a determinadas especies.
	Número de pescadores/ embarcaciones	Pescadores/ embarcación	Mensual	Medio	Permite saber cuántos pescadores por embarcación se emplean cada temporada de pesca y si hay cambios durante cada temporada de pesca.
	Número de habitantes y migrantes relacionados con la pesca		Anual	Medio	Cuantifica el aumento o disminución en el número de personas originarias o migrantes que se emplean en la pesca y calcula el porcentaje de la población que se beneficia por la actividad pesquera y el Parque.
	+Tasa de visitación (Viajes de barcos turísticos)	Viajes/mes	Mensual	Medio	Permite calcular el porcentaje y frecuencia de barcos turísticos que ingresan al Parque y ponderar la capacidad de carga del mismo. Registrar el número de visitantes al Parque mensualmente. Este indicador puede ser diferenciado entre número de viajes para snorkel y buceo.
	Índice de marginación		Anual	Bajo	Permite conocer el grado de desarrollo socioeconómico de los habitantes de la localidad y se puede utilizar para evaluar si hay un vínculo con los ingresos económicos generados por las actividades turísticas y pesqueras de Puerto Morelos.
	+Nivel de organización de la SCPP		Cada tres años	Bajo	Permite conocer cuáles son las interacciones de los actores dentro de la organización pesquera. Si hubiera cambios en la organización de la SCPP permitiría conocer cambios en su forma de operación.

	+Número de establecimientos turísticos fijos y temporales		Anual	Medio	Registrar cuántas personas se benefician indirectamente del Parque y de la pesquería en temporadas de menor y mayor afluencia turística al Parque
	+Número de Prestadores de servicios de buceo y snorkel		Anual	Bajo	Permite tener un registro y control de prestadores de servicios turísticos de buceo/ snorkel que laboren bajo las reglas de operación de la reserva. Registrar el número de personas que utilizan las zonas de buceo por temporada
	Ingreso por pescador	Pesos/ pescador	Mensual	Medio	Permite conocer la variabilidad de la ganancia neta de cada pescador a lo largo del año. Estas variaciones pueden reflejar incentivos para mantenerse en la pesca o buscar alternativas. Si no hay variaciones marcadas, este indicador se puede contrastar con el indicador de tallas de las principales especies. Lo anterior permitiría conocer si el pescador compensa sus capturas con organismos de tallas pequeñas con la finalidad de homologar sus ingresos derivados de la captura de organismos de tallas grandes.
Manejo	**+Impacto en AP**	Área/recursos	Anual	Medio	Determinar la frecuencia y el nivel de incursión e impacto en el área protegida
	Participación en manejo	Número de participantes/Tipos de acciones	Anual	Bajo	Nivel de participación de los diferentes usuarios en el manejo del parque y su asociación con otras actividades
	Participación en monitoreo y vigilancia	No. de grupos e individuos participantes	Bi-anual	Bajo-medio	Entrenamiento a usuarios para monitoreo de recursos y generación de programas de vigilancia.
	Éxito en el manejo	Tasa de cumplimiento; $- Tiempo	Bi-anual	Medio-Alto	Viabilidad y costo de medidas de manejo, procesos de recuperación del sistema

La información vertida en la tabla incluye varias de las variables y elementos considerados en el análisis de este estudio por lo que se considera viable poder obtenerla, algunos componentes son más complejos y difíciles de monitorear, e incluso más costosos. La selección de los indicadores a monitorear dependerá como se indicó previamente de los objetivos a alcanzar, el contexto, los recursos económicos y la sensibilidad del sistema, en algunos casos puede ser más apremiante atender un aspecto que genera estrés en el sistema más que otros, por ejemplo impacto en corales que son zonas de refugio de muchos recursos. Los indicadores pueden ser ponderados y de acuerdo a su peso y las necesidades definir prioridades (Costanza 1991; Rose *et al.* 2000). Un ejemplo en este contexto es presentado por Salas *et al.* 2012 para el caso de la pesquería de langosta *Panulirus argus*. Ese trabajo se realizó en colaboración con pescadores para definir prioridades. La implementación puede ser costosa inicialmente, pero se puede entrenar a los mismos pescadores o buzos recreativos para monitorear las áreas, esto ya se ha hecho exitosamente en el Pacífico con el apoyo de la ONG COBI.

En color azul y acotación en negritas se marcaron algunos indicadores que se considera pertinente monitorear si los recursos humanos y económicos los permiten, a fin de poder generar información que sea contrastable con la generada en este estudio de "Línea Base". Los marcados en verde son deseables y siendo más costosos pudieran monitorearse a una temporalidad mayor o al menos ocasionalmente.

Cabe resaltar que los objetivos del programa de monitoreo y de manejo del sistema a evaluar definirán en gran medida los esquemas de monitoreo y los indicadores a monitorear. La ventaja de usar indicadores es que se tienen puntos de referencia consistentes.

10. CONTEXTO Y PROPUESTA DE ESQUEMA DE MANEJO DINÁMICO EN EL PNPM

De acuerdo a la normatividad actual y a los resultados derivados del presente estudio se puede decir que los pescadores de la cooperativa cumplen con la normatividad en términos generales y que el impacto de la actividad en la zona es bajo. Se observó que la actividad pesquera se realiza principalmente fuera del parque con ciertas incursiones ocasionales en el mismo, principalmente en el caso de pesca de langosta. Cabe hacer notar que para hacer afirmaciones más contundentes en este sentido se requiere cubrir un periodo más amplio de estudio pues se observa cambios en los procesos de operación y aplicación de esfuerzo pesquero por zona y mes por parte de los pescadores.

El control en el tamaño de la cooperativa y el tamaño de la flota es un aspecto importante, dado que esto define un límite del esfuerzo pesquero que se ejerce en la zona. Se hizo evidente una tendencia de las capturas asociadas a las demandas del mercado y la estacionalidad temporal de las especies y por regulación, la cual sigue las tendencias del esfuerzo pesquero. Igual se evidenció diferencias en la eficiencia de pesca de las embarcaciones, siendo las más eficientes aquellas que realizan más viajes de pesca. En este sentido un control del esfuerzo pesquero y el tamaño de la flota es requerido, limitando un crecimiento de esta actividad en el área.

Los ingresos netos de la actividad pesquera fueron positivos lo que define en gran medida la estabilidad de la actividad en la zona. Los pescadores manifestaron en entrevistas que la pesca había mostrado declinación en las capturas, sin embargo la aparición de especies como el pez león y el precio alto de especies como la langosta mantienen el incentivo en la actividad. Los pescadores manifestaron igualmente que el establecimiento del ANP resulta positivo para la actividad pesquera, por lo que se sienten involucrados en la conservación de los recursos dentro de la misma y tratan de contribuir a su conservación pues los recursos que se encuentran en la zona representan su patrimonio. La interacción con otros actores como pescadores recreativos es desconocida, aunque parece mínima pues no compiten en términos de especies, sin embargo los pescadores comerciales manifiestan que se debe conocer a mayor profundidad las acciones de todos aquellos que incursionan en el parque.

El turismo se ve beneficiado de la producción local mediante el abastecimiento de productos marinos para hoteles y restaurantes, manteniendo el atractivo de la zona. No fue evidente una vinculación clara entre pescadores y prestadores de servicios turísticos como buceo y snorkel, sin embargo los pescadores atribuyen los daños al arrecife por parte de buzos inexpertos que llevan los guías.

Se puede visualizar al Parque Nacional Arrecife Puerto Morelos y la comunidad del mismo nombre como un sistema integral y dinámico en el que participan muchos actores y que requiere la participación de todos para lograr la conservación de los recursos de los que todos se benefician, dado que el Parque además de mantener la diversidad genética y calidad del ecosistema, genera servicios ambientales que favorecen a la región y al país, oportunidades laborales, alimento y actividades recreativas como se manifiesta en la **Figura 49**.

Una representación gráfica del sistema "Parque Puerto Morelos" puede ser un cubo, es decir se plantea una figura tridimensional y compleja, un cubo con varias aristas donde se cruzan diferentes actores que tienen impacto en el sistema, pero que reciben beneficio del mismo, por tanto es pertinente la contribución de todos para lograr la sustentabilidad del mismo. Los números tratan de ejemplificar interacciones y vinculación. Por ejemplo algunos miembros de la comunidad (2) se benefician de la pesca y el turismo obteniendo ingresos del mismo. El gobierno (1) en sus diferentes niveles y representados por diversas instituciones se involucran en la conservación e implementación de medidas de manejo; el involucramiento de los usuarios sin embargo es necesario para dar viabilidad a las medidas propuestas.

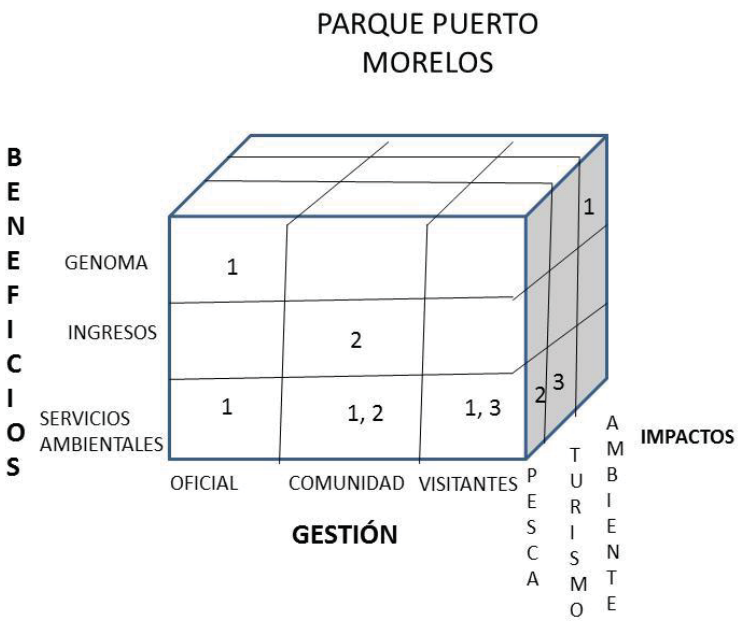

Figura 49. Visualización del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos y su comunidad como un sistema integral y dinámico.

La complejidad del sistema en el que se enmarca el parque de Puerto Morelos demanda una aproximación integral donde se considere la evaluación de:

La dinámica del sistema natural- Evaluación del estado de los recursos y sus hábitats, evaluación de interacciones entre especies y su distribución espacio-temporal. Evaluación del impacto de factores ambientales y meteorológicos que pudieran afectar el área y sus recursos.

La dinámica de los usuarios- Evaluación espacio-temporal de la aplicación de esfuerzo pesquero sobre los componentes del sistema pesquero y el impacto en el área protegida, evaluación de las estrategias de pesca de los pescadores comerciales y recreativos, procesos de interacción de artes y métodos de pesca. Conflictos entre diferentes usuarios

La dinámica del componente de manejo- Identificación de los arreglos institucionales (instancias de gobierno involucradas y actores diversos) definiendo claramente las reglas de manejo y niveles de operación. La definición de las formas de participación de los diferentes actores en el sistema a manejar es clave para el éxito de planes de manejo adaptativo o co-manejo (Pomeroy y McConney 2007; Guidetti y Claudet 2010). Se deben igualmente evaluar los costos económicos e institucionales potenciales, así como potenciales costos sociales como resultado de la implementación de medidas de manejo.

Finalmente reconociendo que los sistemas son dinámicos, se debe mantener el monitoreo del sistema con base a indicadores que permitan evaluar cambios en el sistema, de forma tal que se puedan hacer las adecuaciones pertinentes cuando así se requiera.

11. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se integran una serie de conclusiones y consideraciones generales a fin de resumir los resultados del estudio y aspectos que se considera importante tener en consideración en el interés de mantener un monitoreo de la zona a fin de evaluar potenciales impactos en caso de que tengan lugar, esto usando como línea base los resultados generados en este estudio.

- Se registraron 31 especies en las capturas descargadas por la flota artesanal en Puerto Morelos. La mayoría pertenecen a las familias Serranidae, Lutjanidae y Sparidae. La información sobre su estatus de acuerdo a CITES es desconocida en la mayoría de los casos; se reportan tres especies vulnerables o en peligro (*Epinephelus striatus*, *Epinephelus drummondhayi* y *Pagrus pagrus*).

- Mero, langosta, pargos y boquinete mostraron las mayores frecuencias y mayores contribuciones en términos de valor. La langosta es la especie de mayor valor (1.5 millones en los últimos 10 años) con un promedio 4 toneladas por temporada. Además de contar con los permisos y facilidades necesarias para la pesca de escama, pez león y langosta.

- El palangre fue el arte de pesca donde se registró un mayor número de especies (un ensamblaje de 25 especies), éstas fueron obtenidas con un total de 32 lances registrados por observadores. El uso del cordel y el buceo permitió registrar un ensamblaje de 16 especies. El buceo fue el método de pesca más selectivo en lo que se refiere al número de especies.

- Se registró un promedio de 100 días efectivos de pesca por parte de los pescadores comerciales en el periodo analizado, solo dos embarcaciones operaron menos de 50 días de pesca, siendo el palangre el arte más empleado y julio presentó el mayor número de viajes de pesca, que coincide con la apertura de la temporada de pesca de langosta.

- Durante el monitoreo de las actividades de la flota con observadores a bordo, se registraron 45 lances con palangre, 24 con cordel y 37 inmersiones con tanques. Las embarcaciones que realizaron operaciones con palangre recorrieron en promedio mayor distancia y emplearon más tiempo en la operación, mientras que los viajes realizados para buceo involucraron en promedio menor distancia recorrida y menor tiempo.

- La zona donde operaron las embarcaciones fue diferente dependiendo del método de pesca utilizado. El palangre se utiliza en profundidades entre 50 y 100 m y las operaciones se realizan principalmente fuera del parque. El cordel llega a ser utilizado hasta los 200 metros de profundidad, pero puede emplearse dentro y fuera del parque. El buceo, se hace a profundidades menores a 50 m fuera del parque (60% de los viajes), aunque también registró actividad dentro de los límites del parque (aproximadamente 40% de los viajes).

- Las mayores capturas y por ende las mayores CPUE derivadas del método de pesca con cordel, se registraron en el área de Punta Molas. En el caso del buceo, las mayores CPUE se registraron por el borde oeste y sur del parque.

- Puerto Morelos tiene una plataforma continental estrecha, por lo que los buzos que capturan langostas realizan inmersiones en zonas cercanas a la costa e inevitablemente inciden en el área del Parque. Lo anterior es un factor importante que debe considerarse en el manejo del ANP. Dado, que la langosta es el recurso que mayores dividendos económicos para los pescadores, es pertinente involucrarlos en los planes de manejo.

- La mayor parte de los pescadores (67%) tienen una escolaridad de nivel básico, al menos 50 % provienen de otros estados del país y la mayoría tienen dependientes económicos, siendo la pesca su actividad principal.

- El análisis mostró que la demanda local de productos marinos (restaurantes, hoteles y venta al público) es muy importante para los pescadores de Puerto Morelos, ya que el 62% de la producción de la cooperativa se comercializó en la localidad. El restante 38% fue comprado por mayoristas y minoristas de otras localidades del estado o incluso, parte del producto llega a ser exportado.

- Los compradores del producto proveniente de la pesca son diversos y los pescadores mantienen parte del producto para consumo personal también. En

el periodo evaluado, la SCPP tuvo 198 compradores entre mayoristas, minoristas, hoteles, restaurantes y público en general.

- La langosta se vende fresca entera, y cola, el tiempo de entrega del producto desde el desembarco al centro de recepción es crucial para poder comercializar la langosta entera con mayor valor. Las antenas se mantienen para consumo personal. Las especies de escama y pez león se venden en presentación de filete y entero fresco.

- En años recientes, especies como el boquinete y especialmente el pez león han incrementado su precio y su presencia en el mercado debido a que su carne es apreciada entre los consumidores.

- Se observaron diferencias en los ingresos por embarcación y por pescador, dependiendo del número de tripulantes, tres embarcaciones muestran los mejores ingresos. Entre julio y septiembre se obtuvieron los mayores ingresos netos.

- Los ingresos generados por la pesca fluctuaron entre los $50 USD y $257 USD por embarcación, siendo la langosta la que aporta más ingresos, aunque los costos de viaje por buceo son más altos.

- Dado el tamaño de la cooperativa y las formas en que operan, no se percibieron impactos de importancia en la zona como consecuencia del desempeño de la actividad, sin embargo es conveniente asegurarse que no haya un incremento en el esfuerzo pesquero ya sea como resultado de aumento de la flota o del número actual pescadores.

- Capitanía de Puerto en la zona reporta un total de 13 embarcaciones dedicadas a la pesca comercial, 11 de ellas son de la cooperativa. 40 personas cuentan con libreta de mar, sin embargo las autoridades de la SCT a nivel local no cuentan con un padrón actualizado de embarcaciones pesqueras, ni de personas dedicadas a la pesca deportiva.

- En Quintana Roo se realizan anualmente en promedio 20 torneos de pesca deportiva, de los cuales el 25% son internacionales y 75% estatales con la participación de más de 2 mil pescadores deportivos. No existen estudios asociados a esta actividad y su impacto en el área.

- Otra actividad relevante en la zona es el buceo y snorkeling, un registro actualizado del número de buzos que incursionan en el área del Parque resulta relevante para evaluar el impacto de esta actividad en el mismo.

- En este reporte se generó una línea base que puede servir como referencia para monitorear la diversidad de especies en el parque y su asociación con la actividad pesquera, así como monitorear el sistema para estar alerta a cambios cuando estos tengan lugar.

- Los indicadores enlistados en este documento representan una guía para poder definir con base en los objetivos la pertinencia de monitorear algunos de ellos. Los objetivos, los costos y los tiempos de monitoreo servirán de referencia para definir las prioridades. Algunas sugerencias se han hecho en la sección correspondiente, por ejemplo capturas por especie y arte, zonas de pesca, CPUE, composición de especies y tallas de las especies más importantes, cambios en los mercados y las formas de organización de los grupos.

Como Fujitani y colaboradores (2012) señalan, las aéreas protegidas siempre van a tener un impacto en los pobladores de la zona o zonas aledañas, especialmente si desarrollan una actividad productiva en la misma, en ese sentido un entendimiento de los patrones de comportamiento de los usuarios, sus respuestas a cambios en el mercado, regulaciones o cambios ambientales es importante en la integración de un manejo integral de un área. Por tanto, la viabilidad en las regulaciones establecidas se verá altamente favorecida si se promueven procesos participativos en el monitoreo y manejo de la zona.

12. LITERATURA CITADA

Albins, M.A. & M.A. Hixon. 2013. Worst case scenario: Potential long-term effects of invasive predatory lionfish (*Pterois volitans)* on Atlantic and Caribbean coral-reef communities. *Environmental Biology of Fishes*, 96(10-11): 1151-1157. doi:10.1007/s10641-011-9795-1

Allen, G.R. 1985. FAO Species Catalogue. Vol. 6. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop. Roma. FAO. 125: 208 pp.

Allen, H.A., K. Beverly, J. Robert, P. Ryan, & D. Hannah. 2013. Great longevity of speckled hind (*Epinephelus drummondhayi*), a deep-water grouper, with novel use of postbomb radiocarbon dating in the Gulf of Mexico. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 70-75.

Allsop, D.J. & S.A. West. 2003. Constant relative age and size at sex change for sequentially hermaphroditic fish. *Journal of Evolution Biology*, 16: 921-929.

Alfsen, K. & H. Serbo. 1993. Environmental quality indicators: background, principles and examples from Norway. *Environmental and Resources Economics*, 3: 415-435.

Álvarez-Cadena, J.N., U. Ordoñez-López, A.R. Almaral-Mendivil, M. Ornelas-Roa & A. Uicab-Sabido. 2007. Larvas de peces del litoral arrecifal del norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Hidrobiológica,* 17: 139-150.

Anderson, L.G. & J.C. Seijo. 2010. Bioeconomics of Fisheries Management. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.

Böhlke, J.E. & C.C.G. Chaplin. 1993. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. 2nd edition. University of Texas Press, Austin.

Boyd H. & A. Charles. 2006. Creating community-based indicators to monitor sustainability of local fisheries. *Ocean & Coastal Management*, 49(5–6): 237–258.

Briones-Fourzán, P., J. Candela & E. Lozano-Álvarez. 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: 970-985.

Brulé, T., X. Renán, T. Colas-Marrufo, Y. Hauyon, A. Tuz-Sulub & C. Déniel. 2003a. Reproduction in the protogynous grouper *Mycteroperca bonaci* (Poey) from the Southern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin,* 101: 463-475.

Brulé, T., T. Colás-Marrufo, X. Renán, A. Tuz-Sulub, E. Falfán-Vázquez, E. Pérez-Díaz & C. Déniel. 2003b. Bases biológicas para la explotación racional y la protección del recurso Mero del Banco de Campeche. 2003. II Foro de Investigación de Mero *Epinephelus morio* en Yucatán. INP-CRIPY. Progreso, Yucatán, México. 23 p.

Brulé, T., V.E. Noh-Quiñones, M. Sánchez-Crespo, T. Colás-Marrufo & E. Pérez-Díaz. 2009. Composición de las capturas comerciales del complejo mero-pargos en el sureste del Golfo de México e implicaciones para el manejo de su pesquería. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.,* 61: 198-209.

Bueno, N., & X. Basurto. 2009. Resilience and collapse of artisanal fisheries: a system dynamics analysis of a shellfish fishery in the Gulf of California, Mexico. *Sustainability Science*, 4: 139–149.

Burgess, M. G. E. Polasky, & D. Tilman. 2013. Predicting overfishing and extinction threats in multispecies fisheries. Proceedings of the National Academic of Science of United States of America. (PNAS) 110 (40) 15943-15948

Caamal, B. 2011. La invasión del pez león (*Pterois spp*.) en el Parque Nacional Isla Contoy, México. Diagnosis y propuesta de manejo. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 97 p.

Cabrera, J.L. & O. Defeo. 2001. Daily bioeconomic analysis in a multispecific artisanal fishery in Yucatan, Mexico. *Aquatic Living Resources*, 14: 19–28.

Caddy, J.F. 1999. Fisheries management in the twenty-first century: will new paradigms apply? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 9: 1-43.

Caddy J. 2011. Sustainability indicators for fisheries: their use in fisheries management. Part II. *Ciencia Pesquera*, 19(1): 73-100

Cervigón, F.R., W. Cipriani, L. Fischer, M. Garibaldi, J.A. Hendrickx, R. Lemus, J.M. Márquez, G. Poutiers & B. Rodriguez. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Roma. 513 p.

Cervigón, F. 1993. Los peces marinos de Venezuela. Volumen 2. Fundación Científica Los Roques, Caracas, Venezuela. 497 p.

Chao, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics,* 43: 783–791.

Chuenpagdee, R., P. Degnbol, M. Bavinck, S. Jentoft, D. Johnson, R. Pullin,& S. Williams. 2005. Challenges and concerns in capture fisheries and aquaculture. En: J. Kooiman, M. Bavink, S. Jentoft, R. Pullin (Eds.), Fish for Life. Interactive Governance for Fisheries, Amsterdam University Press, Amsterdam. 25–37

Chuenpagdee, R., S. Salas, A. Charles & J.C. Seijo. 2011. Assessing and Managing Coastal Fisheries in Latin America and the Caribbean: Underlying Patterns and Trends. En Salas S., R. Chuenpagdee, A. Charles, J.C. Seijo. (Eds). Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO. Fisheries Technical Paper. No. 544. Rome

Coleman, B.D., M.A. Mares, M.R. Willis, & Y. Hsieh. 1982. Randomness, area and species richness. *Ecology*, 63: 1121–1133.

Colwell, R.K. & J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345: 101–118.

Costanza, R. 1991. Assuring sustainability of ecological economic systems. Pp 331-343. In R. Costanza, R. (Editor). 1991. Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability. Columbia University Press, New York, NY. 525 p.

Costello C., D. Ovando, R. Hilborn, S. D. Gaines, O. Deschenes & S.E. Lester. 2012. Status and Solutions for the World's Unassessed Fisheries. *Science*. 338(6106): 517-520.

Coronado-Castro E., S. Salas & Thierry Brulé. 2013. Estimación de la composición de las capturas y la cuasi-renta de diferentes flotas dirigidas a la pesquería de mero americano en Yucatán, México. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.,* 65: 375-383.

Daltabuit, M.D., L.M. Vázquez, H. Cisneros & G.A. Ruiz. 2006. EL turismo costero en la ecorregión del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. UNAM. 384 p.

Delegación Puerto Morelos. http://cancun.gob.mx/residentes/files/2011/09/delegacion_morelos.pdf

De Young, C. ; Charles, A. ; Hjort, A. 2008. Human dimensions of the ecosystem approach to fisheries: an overview of context, concepts, tools and methods. FAO Fisheries Technical Paper. 489. FAO. Rome. 152 p.

Dickson, H.H. & H. Moore. 1998. Fishes of the Gulf of México, Texas, Louisiana and Adjacent Waters. Texas A & M, University Press. 422 pp.

DOF, 1993. Norma Oficial Mexicana NOM-006-1993. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe; así como del Océano Pacifico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. 31 de diciembre de 1993.

DOF, 1994. Aviso por el que se da a conocer el establecimiento de épocas y zonas de veda para la pesca de diferente especies dela fauna acuática en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 13 de junio de 1994.

DOF, 1997. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe; así como del Océano Pacifico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. 1 de julio de 1997.

DOF 1998a. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de parque nacional, la región denominada Arrecife de Puerto Morelos, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 9,066-63-11 hectáreas. Diario Oficial de la Federación. 2 de Febrero 1998.

DOF, 1998b. Resolución por la que se modifica la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe; así como del Océano Pacifico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. 11 de agosto de 1998.

DOF, 2000. Aviso por el que se informa al público en general que la Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca ha concluido la elaboración del Programa de Manejo del área Natural Protegida v con el carácter de Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, ubicado en la Costa Caribe del Municipio de Benito Juárez, frente el poblado de Puerto Morelos en el Estado de Quintana Roo, establecido por Decreto Presidencial publicado el 2 de febrero de 1998. Diario Oficial de la Federación. 18 de septiembre de 2000.

DOF. 2007a. Decreto por el que se expide la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Diario Oficial de la Federación. 24 de julio de 2007.

DOF, 2007b. Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación. 14 de Febrero de 2007.

DOF, 2007c. Acuerdo por el que se establece veda para la captura de todas las especies de mero en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México correspondientes al litoral de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Diario Oficial de la Federación. 14 de febrero de 2007.

DOF, 2007d. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe; así como del Océano Pacifico, incluyendo el Golfo de California, publicada el 31 de diciembre de 1993. Diario Oficial de la Federación. 15 de junio de 2007.

DOF, 2007e. Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-064-PESC-2006, sobre sistemas, métodos y técnicas de captura prohibidos en la pesca en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. 8 de mayo 2007.

DOF, 2009a. Norma Oficial Mexicana NOM-065-PESC-2007, Para regular el aprovechamiento de las especies de mero y especies asociadas en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe. Diario Oficial de la Federación. 24 de marzo de 2009.

DOF, 2009b. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-006-PESC-1993. Para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe; así como del Océano Pacifico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. 12 de octubre de 2009.

DOF, 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación 24 de Agosto de 2012.

DOF, 2013. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 9 de mayo de 1995. Diario Oficial de la Federación. 25 de noviembre de 2013.

Domínguez, O., Y. Hernández & E. Ramírez. 2011. V Campeonato Big Trolling 2011. Boletín del Instituto Nacional de la Pesca. No. 1.

FAO. 1995. Código de conducta para la pesca responsable. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 46 pp.

FAO. 2002. Pesca con línea y calamarera. FAO Documento Técnico de Capacitación. FAO Roma, No. 62p.

FAO. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. FAO Documento Técnico de Pesca. FAO Roma, No. 424. 231p.

FAO. 2006. Informe del quinto Taller Regional sobre la Evaluación y la Ordenación de la Langosta Común del Caribe. Mérida, Yucatán, México, 19-29 de septiembre de 2006. FAO Informe de Pesca. No. 826. Roma. 99 p.

FAO. 2009. Estado Mundial de la Pesca y la Acuacultura. Departamento de Pesca y Acuacultura. 175 pp.

Figueiredo, J.L., A.P. dos Santos, N. Yamaguti, R.A. Bernardes & C.L. Del Bianco Rossi-Wongtschowski. 2002. Peixes da zona econômica exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: Levantamento com Rede de Meia-Água. São-Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Imprensa Oficial do Estado. 242 p.

Franquesa, R.M. Idrissi & J. Alarcón. 2001. Feasibility assessment for a database on socio-economic indicators for Mediterranean fisheries. Studies and reviews. General Fisheries Commission for the Mediterranean, Rome, FAO, pp. 71:1-5

Frimodt, C. 1995. Multilingual illustrated guide to the world's commercial warm-water fish. Fishing News Books, Osney Mead, Oxford, England. 215 p.

Froese, R. & D. Pauly. Editors. 2013. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2013).

Fujitani, M.L. E.P. Fenichel, J. Torre & L.R. Gerber. 2012. Implementation of a marine reserve has a rapid but short –lived effect on recreational angler use. *Ecological Applications,* 22(2): 597-605.

García 2008. Towards integrated assessment and advice in small-scale fisheries: principles and processes. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 515. FAO, Rome. 84 p.

García, S. M. & D. J. Staples. 2000. Sustainability reference systems and indicators for responsible marine capture fisheries: a review of concepts and elements for a set of guidelines. *Marine and Freshwater Research,* 51(5): 385 - 426.

Gómez G., R. Guzmán, T. Ramírez & L. Marcano. 1995. Aspectos reproductivos y biométricos del pargo aleta negra, *Lutjanus buccanella* (CUVIER, 1828) de las islas Los Hermanos, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 13(1):31-48.

González-Cano, J.M. 1991. Migration and refuge in the assessment and management of the spiny lobster *Panulirus argus* in the Mexican Caribbean. Tesis doctoral. Imperial College, University of London.

González, M.E., J.A. Sánchez & G. Mexicano. 1997. Lutjanidos de importancia comercial del Golfo y Caribe, p. 289-305. En D. Flores, P. Sánchez-Gil, J.C. Seijo y F. Arreguín-Sánchez (eds) Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche, EPOMEX Serie Científica. 7. 496p.

Guidetti P. & J. Claudet. 2010. Co-management Practices Enhance Fisheries in Marine Protected Areas. *Conservation Biology*, 24(1): 312–318

Gutiérrez N., R. Hilborn & O, Defeo. 2011. Leadership, social capital and incentives promote successful fisheries. *Nature*, 470: 386–389.

Heyman, W.D. & Björn, 2008. Characterization of transient multi-species reef fish spawning aggregations at gladden at Gladden spit, Belize. Rosenstiel School of

Marine and Atmospheric Science of the University of Miami. *Bulletin of Marine Science*, 83(3): 531–551.

Humann, P. 1994. Reef Fish Identification: Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publications., Inc. U.S.A. 396 p.

INAPESCA. 2000. Catálogo de sistemas de captura de las principales pesquerías comerciales. Instituto Nacional de Pesca. Dirección General de Investigación y Desarrollo Tecnológico Pesquero. México. 133p.

INE. 2000. Programa de Manejo del Parque Nacional "Arrecife de Puerto Morelos". Instituto Nacional de Ecología, 1ª Ed. México D.F. 225 p. Disponible en:

http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/puerto_morelos.pdf.

INEGI 2000.

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2000.aspx?c=27437&s=est

INEGI 2005.

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2005.aspx?c=27436&s=est

INEGI 2010.

http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est

INP. 2012. Plan de manejo pesquero para la Pesquería de mero en la Península de Yucatán, México. Manuscrito no publicado.

Jackson, J., B. Kirby, M.X. Berger, W.H. Bjorndal, K.A. Botsford, L.W. Bourque, B.J. Bradbury, R.H. Cooke, R. Erlandson, J. Estes, J.A. Hughes, T.P. Kidwell, S. Lange, C. Hunter, B. Lenihan, S. Pandolfi, J.M. Peterson, C.H. Steneck, R.S. Tegner & R.R. Warner. 2001. Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*, 293: 629-637

Kruse S. A. 2012. Socioeconomic Indicators for Fisheries: A Case Study of the Yukon River Salmon Fishery. *Economics for Equity and Environment*, 23 p.

Lenz, R. I.G. Malkina-Pykh & Y. Pykh. 2000. Introduction and overview. Special issue on Environmental Indicators and Indices. *Ecological Modeling*, 130: 1-11.

Lieske, E. & R. Myers, 1994. Collins Pocket Guide. Coral reef fishes. Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea. Harper Collins Publishers. 400 p.

López-González, E. & R. Hidalgo-Sánchez. 2010. Escalamiento Multidimensional No Métrico. Un ejemplo con R empleando el algoritmo SMACOF. Estudios sobre educación 18: 9-35.

Lozano, E., P. Briones & B.F. Phillips. 1991. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus* in Bahia de la Ascension, Mexico. *Fishery Bulletin,* 89: 79-89.

McBride R.S., F.J Stengard & B. Mahmoudi. 2002. Maturation and diel reproductive periodicity of round scad (Carangidae: *Decapterus punctatus*).Springer-Verlag . 140:113-122

McEachran, J.D. & J.D. Fechhelm. 1998a. Fishes of the Gulf of Mexico. Volume 1. University of Texas Press, Austin. 1112 p.

McEachran, J.D. & J.D. Fechhelm. 1998b. Fishes of the Gulf of Mexico. Volume 2. University of Texas Press, Austin. 1004 p.

Monroy, C., S. Salas y J. Bello-Pineda. 2010. Dynamics of fishing gear and spatial allocation of fishing effort in a multispecies fleet. *North American Journal of Fisheries Management*, 30: 1187-1202.

Morris, J.A., Jr. 2009. The Biology and Ecology of Invasive Indo-Pacific Lionfish . Disertación doctoral . North Carolina State University, Raleigh, North Carolina USA.

Myers, R.F. 1991. Micronesian reef fishes. Second Ed. Coral Graphics, Barrigada, Guam. 298 p.

Ojeda, R.M. & Ramírez, R.M. 2012. Interacciones de pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-almejas, Baja California Sur. *Región y Sociedad*, vol. XXIV. No. 53. 189-204 p.

Ojeda-Ruiz, M.A. 2012. Interacciones entre pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Tesis Doctoral. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur. México. 123 p.

Ojeda-Serrano E., R.S. Appeldoorn, & I. Ruíz-Valentín. 2007. Reef Fish Spawning Aggregations of the Puerto Rican Shelf. University of Puerto Rico, Mayagüez. Pp: 401-408.

Olmos, E., S. Salas, L.F. Beltrán-Morales, A. Preceda-Solís & A. Ortega-Rubio. 2008. Riqueza ecológica y pobreza económica en un área natural protegida en Baja California Sur. *Región y Sociedad*. XX (42):133-164.

Palmer, M.W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology,* 71: 1195–1198.

Pajuelo, J.G. & J.M. Lorenzo, 1996. Life history of the red porgy *Pagrus pagrus* (Teleostei: Sparidae) off the Canary Islands, central east Atlantic. *Fisheries Research,* 28: 163-177.

Pauly, D., V. Christensen, J, Dalsgaard, R. Froese & F.C. Torres Jr. 2008. Fishing down marine food webs. *Sciences* (Washington, D.C.) 279: 860-863.

Pedroza C. & S. Salas. 2011. Responses of the fishing sector to transitional constraints: From reactive to proactive change, Yucatan fisheries in Mexico. *Marine Policy*, Vol. 35(1): 39-49.

Philip, D. 2003. VEGAN, a package of R functions for community ecology. *Journal of Vegetation Science,* 14: 927-930.

Rice, J.C., & M. Rochet. 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 516-527

R-Regis C & M.E. González y de la Rosa. 1993. Aspectos reproductivos del Chacchi *Haemulon plumieri* en la Bahía de Campeche. México. INP. Centro Regional de Investigación Pesquera. Informe interno. Pp 1-9.

Pomeroy R. & P. McConney. 2007. Conditions for Successful Fisheries Co-management in the Wider Caribbean. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst*., 58: 63-65.

Robins, C.R. & G.C. Ray. 1986. A field guide to Atlantic Coast fishes of North America. Houghton Mifflin Company, Boston, U.S.A. 354 p.

Rodriguez-Martínez, R.E. 2008. Community involvement in marine protected areas: The case of Puerto Morelos reef, Mexico. *Journal of Environmental Management,* 88: 1151-1160.

Rose, R., M. Stubbs, P. Gooday, A. Cox & W. Shafron. 2000. *Indicators of the Economic Performance of Australian Fisheries*, ABARE Report to the Fisheries Resources Research Fund, Canberra, October.

SAGARPA 2012.
http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/anuario_2012_zip

Sainsbury, K. & U.R. Sumaila. 2003. Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including 'Best Practice' reference points and use of marine protected areas. Pp. 343-361. In M. Sinclair & G. Valdimarsson. editors. Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations/CABI Publishing. 426 p.

Salas, S., R. Chuenpagdee, A. Charles & J.C. Seijo. (Eds) 2011. Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO. Fisheries Technical Paper. No. 544.

Saldaña, A. 2012. Asignación temporal del esfuerzo pesquero de la flota artesanal de langosta en el puerto de San Felipe, Yucatán. Tesis de Maestría. CINVESTAV Unidad Mérida, Agosto 2012.

Sedberry, G.R., O. Pashuk, D.M. Wyanski, J.A. Stephen & P. Weinbach. 2006. Spawning locations for Atlantic reef fishes off the Southeastern U.S. South Carolina. *Gulf Caribb. Fish. Inst*., 57: 463-514.

Seijo, J.C., O. Defeo & S. Salas. 1998. Fisheries bio-economics: theory, modelling and management. FAO. Fisheries Technical Paper. 368. FAO, Roma, Italia .108 p.

Seijo J.C., A. Charles, R. Chuenpagdee & S. Salas 2011. Toward Sustainability for Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean: Effective Governance and Healthy Ecosystems. pp. 395-413. In Salas S., R. Chuenpagdee, A. Charles, J.C. Seijo. (Eds). Coastal Fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO. Fisheries Technical Paper. No. 544. Rome.

Smith, E.P & G. van Belle. 1980. Nonparametric estimation of species richness. *Biometrics*, 40: 119–129.

Smith, C.L. 1997. National Audubon Society field guide to tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York. 720 p.

Smith-Vaniz, W.F. 1995. Carangidae. Jureles, pámpanos, cojinúas, zapateros, cocineros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota. Pp. 940-986. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V. Niem (eds.) Guía FAO para Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacifico Centro-Oriental. Roma. FAO. 3 Vols.

STPS, 2013. Comisión Nacional de Salarios mínimos. Disponible en http://www.conasami.gob.mx/nvos_sal_2013.html. Fecha de consulta 24/11/13

Trott, T.M. 2006. Preliminary Analysis of Age, Growth, and Reproduction of Coney (Cephalopholis fulva) at Bermuda . Marine Resources Division. Pp. 385-399

Torres, R., S. Salas, G. Mexicano-Cíntora & M.A. Cabrera. 1991. Sinopsis de la dinámica de las poblaciones de cinco especies de Lutjanidae en las costas de Yucatán. UNAM. México*. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,* 18(2): 189-198.

Tzanatos, E., S. Somarakis, G. Tserpes & C. Koutsikopoulos. 2006. Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: A case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research,* 81: 158-168.

Valdéz L.G.L. 2012. Producción pesquera ribereña por zonas de pesca en la región del Golfo de Ulloa, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 87p.

Vargas, F. & S. Escobar (compiladores). 2000. Áreas Naturales de México con decretos federales (1899-2000). SEMARNAT, PNUD, RDS. 830 p.

Vera, J.C. 2010. Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM)
http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/fronterasur/Paginas/SAM.aspx Consulta: 18/11/2013.

WWF. 2006. Mejores prácticas de pesca en arrecifes coralinos. Guía para la colecta de información que poye el Manejo de Pesquerías Basado en Ecosistemas. WWF México/Centroamérica. 81 p.

Cusumbo, L. , E. Cruz & A. Onofre. 2012. Acción social y áreas naturales protegidas; refuncionalización de recursos en Puerto Morelos, Quintana Roo. *Revista Rosa dos Ventos*, 4(II):192-207.

ANEXO 1

Formato de muestreo empleado en la pesca artesanal de Puerto Morelos para registrar información de composición de las capturas, esfuerzo pesquero y costos de operación.

CENTRO DE INVESTIGACION Y DE ESTUDIOS AVANZADOS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS DEL MAR

FOLIO _____

Pesquería Puerto Morelos
CONANP

HOJA [ ] de [ ]

Puerto _____ Empresa/Cooperativa_____ Fecha_____

Datos de la embarcación

Nombre del Patron _____ Edad_____ Experiencia _____ Origen _____

Nombre del barco _____ Eslora _____m Antiguedad _____años

Instrumentos de navegacion: ( ) Compas ( ) Loran ( ) GPS ( ) Ninguno ( ) Otro _____

Motor: Estacionario ( ) F/B ( ) Potencia (HP)_____ Antigüedad _____ # Tripulatntes _____

Tipo de pesquería ( ) Comercial ( ) Deportiva ( ) Otra _____

Datos y costos del viaje de pesca

Fecha y hora de salida _____ Fecha y hora de regreso _____

Especie Objetivo _____ Arte(s) de pesca: _____

Área de pesca _____ Profundidad _____ brazas Distancia de la costa _____millas

Gasolina ☐ Diesel ☐ _____ lts Aceite _____ lts Gasto en alimentos $ _____

Otros gastos _____ Costo Total $ _____

Desglose de la captura Total

CLAVESP	ESPECIE	Captura (# Org)	Peso de la Captura (Kg)	
			CAPTURA TOTAL	Kg

Precio individual especies capturadas

ESPECIE		$/ KG	ESPECIE	$/ KG

ANEXO 2

Encuesta aplicada a los socios y ayudantes de la SCPP Pescadores de Puerto Morelos para determinar formas de organización y vulnerabilidad y percepción de los pescadores con respecto al ANP.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

Unidad Mérida

Cinvestav-Mérida

PROYECTO:

Estudio de las Pesquerías en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

CUESTIONARIO SOCIOECONÓMICO

Folio_____ Fecha_____ Entrevistador_____

Nombre: _____ Localidad: _____

Cooperativa: _____ Actividad _____

Edad: _____ Origen: _____ Estado civil: _____ No. de hijos_____

Grado de estudios: Primaria _____ Secundaria____ Postbásica ____

Casa propia: Si___ No___ renta: ____ Tiempo de vivir en Puerto Morelos: _____

No. De personas que dependen de usted: _____

No. De familiares que se dedican a la pesca: _____

A) LA PESCA

1.- ¿Cuánto tiempo lleva pescando? _____

2.- ¿Es usted socio de la cooperativa? Sí_____ No_____ Tiempo_____

3.- ¿Qué beneficios da el estar vinculado a una cooperativa?
Económicos: _____ Personales: _____

4.- ¿Cómo se dio su ingreso a la cooperativa pesquera?
Por invitación: _____ Por méritos: _____ Otro: _____

5.- ¿Es dueño de alguna embarcación? SÍ_____ No ____ # de embarcaciones_____

6.- ¿Utiliza algún instrumento de navegación? SÍ_____ No_____ ¿Cuáles?_____

7.- ¿Recibe algún tipo de capacitación periódicamente? SÍ____ No_____
¿Cuál?_____ ¿Quién lo proporciona? _____

8.- ¿Tiene servicios de salud a través de la cooperativa? Sí_____ No_____ ¿Cuál?_____

9.- ¿Sabe usted cuál es la estructura organizativa de la cooperativa? Sí _____ No _____

Cuál?
_____
_____

10.- ¿Cuál es su ingreso promedio en una temporada de pesca?
Temporada buena: _____ Temporada mala: _____.

11.- ¿Cuáles son las especies que captura al año?

Especie	Mes	Precio promedio x Kg

12.- ¿Conoce cuál es el sitio favorito dentro del parque donde habitan las langostas y las especies de escama de importancia económica? (MAPA)
Langosta: _____
Escama: _____

13.- En época de reproducción de estas especies, ¿cambian los sitios de pesca?
SÍ____ No_____ ¿Cuál?_____ (MAPA)

14.- ¿Hay sitios preferidos por las langostas pequeñas?
Sí_____ No _____ ¿Cuál?_____ (MAPA)

15.- ¿Hay sitios preferidos por los peces pequeños?
Sí_____ No ____ ¿Cuál?_____ (MAPA)

16.- De las especies que captura, ¿cuáles utiliza para consumo propio y en qué proporción?_____

17.- ¿Cuáles son las razones para no salir a pescar?
Por mal tiempo: _____ Por razones personales: _____ Otras: _____

18.- ¿Cómo comparten las ganancias del viaje de pesca?_____

19.- ¿Considera que el pez león ofrece una opción de pesca viable y remunerativa?
Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____

20.- ¿Participa usted en la toma de decisiones dentro de la cooperativa? Sí____ No_____

21.- ¿Considera que la cooperativa le deja algún beneficio a la comunidad? Sí____ No____ ¿Cuál?_____

B) VULNERABILIDAD

1.- ¿Qué fenómenos naturales afectan las zonas de pesca y al parque?_____

2.- ¿Cómo afectan los fenómenos naturales a la comunidad?_____
_____

3.- ¿De qué modo las acciones humanas ponen en riesgo el bienestar de la comunidad?_____

4.- ¿Qué métodos de pesca considera que son dañinos para los recursos pesqueros?_____

5.- ¿Qué métodos de pesca considera que ponen en riesgo la seguridad del pescador?_____

6.- ¿Que otras acciones además de la pesca pueden afectar los recursos pesqueros?_____

7.- La embarcación que utiliza, ¿cuenta con equipo de seguridad? Sí___ No_____ Cuál?_____

8.- ¿Quién le proporcionó el equipo de seguridad? Cooperativa: _____ Otro: _____

9.- ¿Cuáles son los accidentes más frecuentes y quienes acuden en su ayuda cuando estos ocurren?_____

10.- ¿Hay algún programa de gobierno al que puedan tener acceso? Sí_____ No_____ Cuál?_____

C) ANP

1.- ¿Conoce los límites y divisiones del parque? Sí_____ No_____ (MAPA)

2.- ¿Sabe cuál es la importancia de implementar un parque?
Sí____ No_____ ¿Cuál? _____

3.- ¿Conoce las razones por las cuales el parque fue establecido? Sí_____ No_____ ¿Cuáles?_____

4.- ¿Sabe cuál es la importancia de los arrecifes en el ambiente marino? Sí_____ No_____ ¿Cuál?_____

5.- ¿Sabe qué especies de importancia comercial habitan en el parque? Sí ____ No _____ ¿Cuáles? _____

6.- ¿Sabe qué tipo de actividades se realizan dentro del parque? Sí _____ No_____
Cuál? _____

7.- ¿Sabe qué especies se pescan dentro del parque?
Si _____ Cuáles? _____

8.- ¿De las especies que habitan en el parque, cuáles son económicamente importantes?_____

9.- Desde que comenzó su actividad como pescador, ¿considera que se ha modificado la cantidad de la captura? Sí ____ No _____
10.- Con respecto a la cantidad de captura:
a) Hace cinco años era: Mayor ( ) Menor ( ) Igual ( )
b) Hace veinte años era: Mayor ( ) Menor ( ) Igual ( )

11.- ¿ A qué atribuye los cambios en las capturas?
_____

12.- ¿Se le invita a participar en la definición de planes de manejo pesquero o acciones de conservación en el parque? Sí_____ No_____

13.- ¿Considera que otros pescadores respetan las reglas de la reserva cuando realizan su actividad pesquera? Sí_____ No_____

14.- ¿Conoce otros miembros de la comunidad que realicen actividades en el parque que pudieran afectarle? SÍ_____ No_____

15.- ¿Cómo repercute la existencia del parque en su actividad?
Positivamente_____ Negativamente_____
¿De qué forma?_____

16.- ¿Cree que la pesca, como actividad económica, pueda afectar o alterar el parque? SÍ____ No____

17.- ¿Cree usted que el parque ayuda a mejorar la abundancia de peces dentro del parque?
Mucho_____ poco_____ nada_____

18.- ¿Cree usted que el parque ayuda a mejorar la abundancia de peces fuera del parque?
Mucho_____ poco_____ nada _____

19.- ¿Cree usted que el parque ayuda a atraer turistas?
Mucho_____ poco_____ nada_____

20.- ¿Cree usted que el parque ayuda a reducir la pesca ilegal?
Mucho_____ poco_____ nada_____

ANEXO 3

Encuesta aplicada a prestadores de servicios turísticos para conocer su percepción con respecto al ANP y su percepción sobre el impacto de su actividad en ella.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

Unidad Mérida

Cinvestav-Mérida

PROYECTO:

Estudio de las Pesquerías en el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos

PRESTADORES DE SERVICOS TURISTICOS

Folio_____ Fecha_____ Entrevistador_____
Nombre: _____ Localidad: _____
Edad: _____ Origen: _____ Empresa _____
Actividad: _____ Estado civil: _____ No. de hijos_____
Escolaridad: Primaria _____ Secundaria_____ Postbásica _____
Casa propia: Si___ No___ renta: _____ No. De personas que dependen de usted: _____
Tiempo de vivir en Puerto Morelos: _____
Tiempo de laborar en la empresa: _____

1.- ¿Sabe cuál es la importancia de la implementación del parque?
Sí_____ No_____ Cuál? _____

2.- El parque beneficia a su empresa? Sí____ No____ Cómo? _____

3.- ¿Qué tipo de actividades se realizan dentro del parque?
_____

4.- ¿Cree usted que el parque ayuda a atraer turistas? Sí _____ No_____

5.- ¿Sabe si existen conflictos entre los prestadores de servicios que ocupan el parque?
Sí____ No_____

6.- ¿Se organizan los prestadores de servicios turísticos para apoyar en la conservación del parque? Sí_____ No_____

7.- ¿Considera que algún servicio turístico impacta negativamente al parque? Sí____ No_____
Cuál?_____

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

Recopilación de información económica y social en la comunidad

Estas son las oficinas y edificios de algunos sitios donde se realizaron visitas a lo largo del proyecto con la finalidad de obtener información económica, social y poblacional de Puerto Morelos. .

Cinvestav

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional