

UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS

IMPACTO BIOLÓGICO-PESQUERO DEL ÁREA MARINA DE PESCA
RESPONSABLE GOLFO DULCE, COSTA RICA, SOBRE LA CAPTURA
ARTESANAL DEL PARGO MANCHA (*Lutjanus guttatus*) 5 AÑOS DESPUÉS
DE SU INSTAURACIÓN (2010-2015).

POR:

RAÚL SOTO RODRÍGUEZ

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del Programa Maestría en Ciencias Marinas y Costeras para optar al grado de *Magister Scientiae* en Ciencias Marinas y Costeras con énfasis en Manejo de Recursos Marinos y Costeros.

Heredia, Costa Rica, 2024

IMPACTO BIOLÓGICO-PESQUERO DEL ÁREA MARINA DE PESCA
RESPONSABLE GOLFO DULCE, COSTA RICA, SOBRE LA CAPTURA
ARTESANAL DE PARGO (*Lutjanus guttatus*, STEINDACHNER 1869) 5 AÑOS
DESPUÉS DE SU INSTAURACIÓN (2010-2015).

RAÚL SOTO RODRÍGUEZ

Tesis presentada para optar por el grado de *Magister Scientiae* en Ciencias Marinas y Costeras con énfasis en Manejo de Recursos Marinos y Costeros. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Dr. Ángel Herrera Ulloa
Representante del Consejo Central de Posgrado

M.Sc. Cristian Fonseca Rodríguez
Coordinador del posgrado o su representante

M.Sc. Rigoberto Víquez Portugués
Tutor de tesis

Dra. Yara Azofeifa Romero
Miembro del Comité Asesor

M.Sc. Luis Villalobos Chacón
Miembro del Comité Asesor

Lic. Raúl Soto Rodríguez
Sustentante

UNA-MCMC-ATFG- 001 - 2024

ACTA DE DEFENSA PÚBLICA DE TESIS DE MAESTRÍA

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las 10 horas del 06 de agosto de 2024 bajo la modalidad presencial de:

Nombre de la persona sustentante	Número identificación
Raúl Soto Rodríguez	112220018

Quien se acoge a la Normativa de Trabajos Finales de Graduación en Posgrado y el Reglamento Interno de la Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, bajo la modalidad de tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Ciencias Marinas y Costeras con énfasis en Manejo de los Recursos Marinos y Costeros.

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:

Grado académico	Nombre completo	Puesto
Dr.	Ángel Herrera Ulloa	Representante del Consejo Central de Posgrado, quien preside
M.Sc.	Cristian Fonseca Rodríguez	Coordinador (a) del posgrado o representante
M.Sc.	Rigoberto Víquez Portuquez	Tutor (a) de tesis
Dra.	Yara Azofeifa Romero	Miembro del Comité Asesor

ARTÍCULO 1: Presentación de la persona sustentante

La persona que preside abre formalmente la sesión del Tribunal Examinador e inquiere a la coordinación del posgrado sobre el cumplimiento de los requisitos para este acto por parte de la persona sustentante.

El o la representante del posgrado declara que la persona sustentante ha cumplido con todos los requisitos del Plan de Estudios correspondiente, ha realizado su proceso de investigación bajo los cánones del rigor académico, con el auxilio de su comité asesor de tesis, y ha satisfecho sus obligaciones académicas y financieras con el Programa de Posgrado, lo cual le hace idónea para este acto.

ARTÍCULO 2: Defensa y réplica

La persona que preside le solicita a la persona sustentante que proceda a hacer la exposición oral, para lo cual le otorga un plazo máximo de 40 minutos.

La persona sustentante hace la exposición oral del trabajo de graduación titulado: *"IMPACTO BIOLÓGICO-PESQUERO DEL ÁREA MARINA DE PESCA RESPONSABLE GOLFO DULCE, COSTA RICA, SOBRE LA CAPTURA ARTESANAL DEL PARGO MANCHA (*Lutjanus guttatus*) 5 AÑOS DESPUÉS DE SU INSTAURACIÓN (2010-2015)."*

Terminada la presentación, la persona que preside otorga la palabra a los miembros del Tribunal Examinador para que se refieran a la tesis de maestría presentada. Los miembros del Tribunal Examinador interrogan a la persona sustentante, quien con la venia de la persona que preside procede a hacer su réplica para satisfacer las cuestiones que se le plantean.

ARTÍCULO 3: Deliberación privada del Tribunal Examinador

La persona que preside solicita a la persona sustentante y a la concurrencia que se retiren con el fin de que el Tribunal Examinador proceda a su deliberación privada en relación con el trabajo escrito, exposición oral y su capacidad de réplica ante las preguntas y comentarios del Tribunal.

ARTÍCULO 4: Evaluación de la tesis

La persona que preside comunica a la persona sustentante el resultado de la deliberación, por el cual este Tribunal Examinador considera el trabajo final de graduación:

X	Aprobado
	Reprobado

	Con observaciones
X	Sin observaciones

Dichas observaciones deben ser incorporadas y entregadas en el plazo establecido en el Reglamento Interno del Posgrado.

De acuerdo con el artículo 55 del Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado y el Artículo 80 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional, se le confiere la calificación de [95]. De acuerdo con el artículo 81 del Reglamento General del Proceso de Enseñanza y Aprendizaje se le otorga la mención de:

	Cum Laude
	Magna Cum Laude
	Summa Cum Laude
X	No aplica

Justificación de la mención otorgada:

ARTÍCULO 5: Otorgamiento del grado de Máster

La persona que preside el Tribunal Examinador declara a Raúl Soto Rodríguez, acreedor (a) al grado de Magister Scientiae en Ciencias Marinas y Costeras con énfasis en Manejo de los Recursos Marinos y Costeros.

ARTÍCULO 6: Cierre de la defensa pública

La persona que preside indica a la persona sustentante su obligación de presentarse al acto público de juramentación, al que será oportunamente convocada por la Universidad Nacional.

Se da lectura al acta que firma el representante del Consejo Central de Posgrado, quien preside, a las 11:10 horas del 6 de agosto de 2024.

Observaciones indicadas por el Tribunal Examinador al documento final y/o de la defensa pública:

ANGEL
FRANCISCO
HERRERA
ULLOA (FIRMA)

Firmado digitalmente
por ANGEL
FRANCISCO HERRERA
ULLOA (FIRMA)
Fecha: 2024.08.06
12:40:55 -06'00'

Dr. Ángel Herrera Ulloa
Representante
Consejo Central de Posgrado, quien preside.

RESUMEN

El pargo mancha *Lutjanus guttatus* es una de las especies de peces de mayor importancia comercial dentro del Golfo Dulce, sin embargo, ha sufrido de una fuerte presión pesquera que se acrecentó al inicio del siglo XXI con las nuevas tecnologías utilizadas por los barcos de pesca semi-industrial, así como el aumento de la captura incidental por embarcaciones camaroneras de arrastre y la mayor cantidad de flota artesanal ilegal en la zona. Es así, como un grupo de pescadores artesanales solicitaron al INCOPESCA en el año 2009 la creación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (AMPRGD) con el afán de regular la pesca en general mediante planes de ordenamiento elaborados de manera participativa por los actores con interés legítimo en la actividad. El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar el estado de la pesca artesanal de *L. guttatus* durante el primer año de fundación del AMPRGD (2010/11) y cinco años después (2015/16), para generar recomendaciones de manejo pesquero relacionadas con el establecimiento de esta medida. Se obtuvieron en total 994 pargos manchados, distribuidos en 501 para el primer período de investigación (Set/10 a Abr/11) y 493 para el segundo (Set/15 a Abr/16) con el fin de conocer algunos aspectos biológico-pesqueros para cada etapa y analizar si el establecimiento del AMPRGD representó algún beneficio con el tiempo. Para el período I se reportaron los mayores valores de Captura por Unidad de Esfuerzo en los meses de setiembre, enero y marzo, con un ámbito de longitudes en los especímenes de los 14.8 a 42.5 cm; mientras que para la etapa II las CPUE más elevadas se dieron en octubre y enero, con un rango longitudinal de capturas de 10.3 a 50 cm. El número de cohortes etarias bajó de cinco a tres del 2010/11 al 2015/16, y se identificó que para la variable longitud existen diferencias significativas entre períodos ($F_{1, 992} = 11.532$; $P = 0.002$). Los parámetros poblacionales estimados para la etapa I fueron $L_{\infty} = 36.54$ cm, $K = 0.49$, $t_0 = -0.5$, $W_{\infty} = 931$ g y $\phi' = 2.81$; mientras que para la etapa II correspondieron a $L_{\infty} = 52.81$ cm, $K = 0.63$, $t_0 = -0.4$, $W_{\infty} = 831$ g y $\phi' = 3.24$; alcanzando el peso asintótico a los 16 años en el 2010/11 y a los 14 años en el 2015/16. Para ambos períodos la relación longitud total-peso total indicó que esta especie contó con un crecimiento alométrico negativo en donde el valor de b fue estadísticamente menor a 3 ($p < 0.05$). Las tasas de mortalidad estimadas para el 2010/11 fueron $Z = 1.09$, $M = 0.23$ y $F = 0.86$; en tanto que para el 2015/16 resultaron en $Z = 3.71$, $M = 1.12$ y $F = 2.59$ siendo la mortalidad por pesca la que influyó más en la mortalidad total del recurso en ambas etapas. Ambas tasas de explotación "E" obtenidas resultaron por encima del equilibrio ($E = 0.78$ y $E = 0.69$ respectivamente para el periodo I y II). Para el período I se presentó una proporción de 1.3 machos por cada hembra con una diferencia significativa ($\chi^2 c = 9.97$; $P > 0.05$) de la proporción esperada de 1:1; y para el período II esta proporción fue de 1.1 y no se encontró una diferencia significativa ($\chi^2 c = 1.18$; $P < 0.05$). Se obtuvo una Talla Media de Madurez de 31.1 cm para el 2010/11 y para el 2015/16 fue de 30.2 cm. Los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a los pescadores artesanales muestran una opinión generalizada de que la creación del AMPRGD no representó ningún beneficio para el factor socioeconómico del gremio ni para la recuperación poblacional de *L. guttatus*, que aunado a los resultados biológico-pesqueros que expusieron que el pargo mancha se encontró en estado de sobreexplotación para ambos períodos de estudio, muestran la necesidad de reformular en conjunto entre las comunidades costeras y las autoridades de pesca las medidas de manejo que regulan la actividad.

Palabras clave: *Lutjanus guttatus*, pargo mancha, parámetros de crecimiento, Talla Media de Madurez, Relación longitud-peso, Golfo Dulce, pesca artesanal.

ABSTRACT

The spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* is one of the most commercially important fish species in Golfo Dulce, however, it has suffered from strong fishing pressure that increased at the beginning of the 21st century with the new technologies used by the vessels that captured on a large scale, as well as the increase in bycatch by shrimp trawlers and the greater number of illegal artisanal fleets in the area. This is how a group of artisanal fishers requested INCOPECA in 2009 to create the Golfo Dulce Marine Responsible Fishing Area (AMPRGD: by its acronym in Spanish) with the aim of regulating fishing in general through management plans prepared in a participatory manner by the actors with legitimate interest in the activity. The main objective of the present study was to evaluate the status of the artisanal fishery of *L. guttatus* during the first year of founding of the AMPRGD (2010/11) and five years later (2015/16), to generate fishery management recommendations related to the establishment of this measure. A total of 994 spotted rose snappers were obtained, distributed in 501 for the first research period (Set/10 to Apr/11) and 493 for the second (Set/15 to Apr/16), to know some biological-fishery aspects for each stage and analyze whether the establishment of the AMPRGD represented any benefit over time. For period I, the highest values of Catch per Unit of Effort were reported in the months of September, January and March, with a range of lengths for the specimens from 14.8 to 42.5 cm; while for stage II the highest CPUE occurred in October and January, with a longitudinal range of catches from 10.3 to 50 cm. The number of age cohorts decreased from five to three from 2010/11 to 2015/16, and the length variable presented significant differences between periods ($F_{1, 992} = 11.532; P = 0.002$). The estimated population parameters for stage I were $L_{\infty} = 36.54$ cm, $K = 0.49$, $t_0 = -0.5$, $W_{\infty} = 931$ g and $\phi' = 2.81$; while for stage II they corresponded to $L_{\infty} = 52.81$ cm, $K = 0.63$, $t_0 = -0.4$, $W_{\infty} = 831$ g and $\phi' = 3.24$; reaching asymptotic weight at age 16 in 2010/11 and at age 14 in 2015/16. For both periods, the total length-total weight relationship indicated that this species had negative allometric growth where the value of b was statistically less than 3 ($p < 0.05$). The estimated mortality rates for 2010/11 were $Z = 1.09$, $M = 0.23$ and $F = 0.86$; while for 2015/16 they resulted in $Z = 3.71$, $M = 1.12$ and $F = 2.59$, with fishing mortality having the most influence on the total mortality of the resource in both stages. Both exploitation rates "E" obtained were above equilibrium ($E = 0.78$ and $E = 0.69$ respectively for period I and II). For period I, a proportion of 1.3 males per female was presented with a significant difference ($\chi^2 c = 9.97; P > 0.05$) from the expected proportion of 1:1; and for period II this proportion was 1.1 and no significant difference was found ($\chi^2 c = 1.18; P < 0.05$). An Average Length at Maturity of 31.1 cm was obtained for 2010/11 and for 2015/16 it was 30.2 cm. The results obtained in the surveys applied to artisanal fishermen show a generalized opinion that the creation of the AMPRGD did not represent any benefit for the socioeconomic factor or for the population recovery of *L. guttatus*, which, together with the biological-fishery results that stated that the spotted rose snapper was found in a state of overexploitation for both study periods, showing the need to reformulate altogether between coastal communities and fishing authorities the management measures that regulate the activity.

Keywords: *Lutjanus guttatus*, Spotted rose snapper, growth parameters, size at maturity, length-weight relationship, Golfo Dulce, small-scale fishing.

AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Rigoberto Víquez P., M.Sc. Luis Villalobos C. y Dra. Yara Azofeifa R. por aportar su valioso conocimiento en la tutoría del presente trabajo y por permitirme participar en proyectos para realizar esta tesis, pero ante todo por su apoyo, amistad y confianza.

A Leonardo Rojas por ayudarme varias veces arreglándome la computadora con la que pude realizar esta tesis, y a Kaliana Vargas por colaborar en el ordenamiento de datos y cubrirme en el trabajo cuando la maestría lo requirió. Gracias por su apoyo y amistad a ambos.

A la Federación Costarricense de Pesca (FECOP) y al Lic. José Ángel Palacios Villegas, por permitirme colaborar *ad honorem* en la investigación de la cual se obtuvo parte de los datos analizados en esta tesis.

A los pescadores artesanales del Golfo Dulce que colaboraron en los muestreos de campo y encuestas.

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada principalmente a mis padres por su esfuerzo y apoyo incondicional, trascendental para el cumplimiento de mis objetivos de vida.

Para mi familia en general; a los que están y a los que han partido, pero siempre estarán presentes.

Para los pescadores artesanales del Golfo Dulce.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	11
PROBLEMA.....	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
MARCO TEÓRICO.....	17
MARCO METODOLÓGICO.....	28
I. Área de estudio.....	28
II. Fase de campo.....	29
III. Fase de Laboratorio.....	33
IV. Identificación del nivel de explotación.....	35
a. Captura Por Unidad de Esfuerzo	35
b. Crecimiento	36
c. Crecimiento en peso	37
d. Tasa de mortalidad	39
e. Coeficiente de explotación	39
V. Características Reproductivas.....	39
a. Determinación del sexo y madurez sexual.....	39
b. Talla media de primera madurez sexual.....	41
VI. Percepción de los pescadores artesanales.....	42
VII. Recomendaciones de manejo.....	43

RESULTADOS.....	44
I. Identificación del nivel de explotación.....	44
a. Captura Por Unidad de Esfuerzo	47
b. Crecimiento.....	48
c. Crecimiento en peso	56
d. Tasa de mortalidad y de explotación.....	57
II. Características Reproductivas.....	57
a. Determinación y proporción de sexos.....	57
b. Madurez sexual.....	58
c. Talla media de primera madurez sexual.....	58
III. Percepción de los pescadores artesanales.....	60
IV. Recomendaciones de manejo pesquero para el AMPRGD.....	62
DISCUSIÓN.....	63
I. Identificación del nivel de explotación.....	63
a. Captura Por Unidad de Esfuerzo	66
b. Crecimiento.....	67
c. Crecimiento en peso	74
d. Tasa de mortalidad y de explotación.....	75
II. Características Reproductivas.....	80
a. Determinación y proporción de sexos.....	80
b. Madurez sexual.....	81
c. Talla media de primera madurez sexual.....	83
III. Percepción de los pescadores artesanales.....	85

CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES.....	91
LITERATURA CITADA.....	94
ANEXOS.....	109

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ejes temáticos para la zonificación participativa.....	20
Cuadro 2. Ubicación geográfica de los puestos recibidores de pescado y los respectivos puntos de captura asociados.....	31
Cuadro 3. Parámetros poblacionales obtenidos en diferentes investigaciones para <i>Lutjanus guttatus</i>	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de muestreo con los puestos recibidores de pescado y sus respectivas zonas de captura en el Golfo Dulce, Costa Rica.....	32
Figura 2. Diagrama de la medición de la Longitud Total (LT).....	34
Figura 3. Abundancia total (N) obtenida para cada período de muestreo de la especie <i>L. guttatus</i>	44
Figura 4. Distribución de la abundancia relativa (AR%) obtenida para <i>L. guttatus</i> por puesto recibidor, y para ambos períodos de muestreo.....	45
Figura 5. Capturas mensuales obtenidas de <i>L. guttatus</i> durante ambos períodos de muestreo.....	46
Figura 6. Representación de <i>L. guttatus</i> en el peso total (Kg) de la captura en ambos períodos de muestreo.....	46
Figura 7. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) calculado por mes de <i>L. guttatus</i> en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	47
Figura 8. Número de capturas según rangos longitudinales para <i>L. guttatus</i>	48
Figura 9. Distribución total de frecuencias de <i>L. guttatus</i> en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	49
Figura 10. Distribución mensual de la longitud total de <i>L. guttatus</i> en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	50
Figura 11. Curva de crecimiento en longitud de <i>L. guttatus</i> en el en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	52
Figura 12. Tasa de crecimiento en longitud de <i>L. guttatus</i> en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	53
Figura 13. Curva de crecimiento en peso de <i>L. guttatus</i> en el en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....	54

Figura 14. Tasa de crecimiento en peso de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....55

Figura 15. Relación longitud-peso para individuos de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....56

Figura 16. Proporción de sexos para *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....57

Figura 17. Porcentaje de estadios de madurez gonadal total de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....58

Figura 18. Talla media de primera madurez para *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.....59

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Artes de pesca permitidos según la zonificación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (Fuente: López-Garro y Zanella, 2015).....	109
Anexo 2. Ficha técnica del <i>Lutjanus guttatus</i>	110
Anexo 3. Descripción de los estadios de desarrollo gonadal.....	111
Anexo 4. Encuesta aplicada a pescadores artesanales del Golfo Dulce.....	112

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

a:	Factor de condición
ACOSA:	Área de Conservación Osa
AJDI:	Acuerdo de Junta Directiva de INCOPECSA
AMPR:	Área Marina de Pesca Responsable
AR%	Abundancia Relativa
b:	Coefficiente de alometría
C:	Montos de captura
°C:	Grados centígrados
CET	Conocimiento Ecológico Tradicional
CPUE	Captura por Unidad de Esfuerzo
E:	Tasa de explotación
F:	Tasa de mortalidad por pesca
f:	Esfuerzo de pesca
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FENOPEA:	Federación Nacional de Organizaciones de Pescadores Artesanales y Afiliados
FiSAT:	FAO-ICLARM Stock Assessment Tool
GD:	Golfo Dulce
GN:	Golfo de Nicoya

INCOPESCA:	Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
K:	Constante de crecimiento
L_{∞} :	Longitud asintótica
L_0 :	Talla teórica promedio del primer grupo de edad
L_t :	Longitud total
$L_{50\%}$:	Longitud donde el 50% de los organismos están maduros
M:	Tasa de Mortalidad Natural
MAG:	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MINAET:	Modelamiento del Crecimiento por Composiciones de Tallas
MOPT:	Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica
N:	Número total de individuos en la muestra
PR%	Peso Relativo
Pt:	Peso total
\emptyset' :	Índice de comparación de parámetros poblacionales
t_0 :	Edad teórica cuando los individuos tienen talla cero
TCM:	Talla Media de Captura
TMM:	Talla Media de Primera Madurez Sexual
Wt:	Peso Total
W_{∞} :	Peso asintótico
Z:	Tasa de mortalidad total

INTRODUCCIÓN

La actividad pesquera representa una fuente importante de alimentos, de empleo y consecuentemente de beneficios económicos a la sociedad. En la región latinoamericana se ha encontrado amplia evidencia arqueológica (concheros, restos de fauna marítima, utensilios y motivos artísticos, entre otros) que atestiguan la existencia de esta práctica siglos previos a la invasión española (Lenz-Volland y Volland, 1992).

La pesca erróneamente fue considerada una fuente ilimitada de alimento, por lo que su explotación se daba sin ninguna regulación. La evolución dinámica de las pesquerías durante el siglo XX demostró la necesidad de implementar planes de manejo y de ordenamiento marino-costeros, para que el aprovechamiento del recurso se mantenga ambiental, social y económicamente sostenible (FAO, 1995).

En América Latina se han introducido una serie de políticas de manejo orientadas a evitar la sobrepesca, regulando componentes particulares del esfuerzo y limitaciones de carácter espaciotemporal al acceso. Sin embargo, para el sector pesquero artesanal es difícil adoptar algunas regulaciones, debido a la complicada situación socioeconómica que aqueja a este gremio, y la urgencia en obtener basto producto en poco tiempo (Agüero, 1992). En contraparte, el sector pesquero industrial goza de mayores facilidades en su logística de captura y producción, debido a la gran diversidad de técnicas y estrategias que pueden utilizarse, al contar con mejor estatus económico. Estas diferencias influyen directamente en los aspectos sociales e institucionales relacionados, en donde se reflejan características socioeconómicas muy diferenciadas con respecto al gremio artesanal (Agüero, 1992).

En Costa Rica, la problemática en tenencia de tierra y la mecanización avanzada que se ha dado en el sector agrícola y ganadero en zonas costeras, ha generado que gran parte de la población de estas regiones opten por la pesca artesanal como principal actividad económica, provocando un aumento en la explotación del recurso marino (Palacios, 2003). Sin embargo, el aumento de embarcaciones de pesca industrial tecnológicamente más avanzadas en los mares costarricenses a finales del siglo XX y principios del XXI, magnificó la tasa de explotación pesquera por el uso irracional de artes y métodos que aseguran una mayor captura, impulsados principalmente por la demanda proveniente del mercado externo sin importar el daño ambiental que esto cause (Sierra *et al*, 2003).

Viquez y Acuña (2002) afirman que la falta de investigación científica de los procesos de pesca artesanal o industrial ha provocado graves problemas en la conservación del recurso marino en general, ya que los entes reguladores establecen medidas de manejo y leyes sin una base investigativa ambiental sólida, enfatizando únicamente en atender las presiones del mercado que obedecen a la defensa de lo económico sin importar los daños ambientales. La falta de un dinamismo socioeconómico de mayor intensidad en el gremio de pesca artesanal costarricense genera un control inadecuado por parte de las autoridades responsables como el INCOPECA, MOPT y MINAET, entre otros (Sierra *et al.*, 2003).

Es así, como surgen algunas medidas de manejo marino-costero como las áreas marinas protegidas que buscan mitigar los impactos generados por la pesca total, regulando las actividades y la zonificación en las aguas jurisdiccionales del país (Viquez y Acuña, 2002). En Costa Rica la principal institución encargada del manejo sostenible de los recursos pesqueros es el INCOPECA (Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura) teniendo como una de sus principales estrategias la creación de las Áreas Marinas De Pesca Responsable (AMPR), como la que se estableció en el Golfo Dulce y fungió como el área objetivo del presente estudio.

ANTECEDENTES

Araya (2013) afirma que *“la producción industrial y la artesanal son estructural y funcionalmente diferentes. La primera está orientada a los mercados globales y la acumulación de capital, mientras que la segunda está vinculada a prácticas de subsistencia e intercambio local. Esto, además, tiene importancia en términos de las prácticas culturales y los significados sociales asignados a la actividad pesquera, también profundamente diferenciadas”*.

McGoodwin (2002) y Fargier *et al* (2009) mencionan que cerca del 95% de los pescadores del planeta pertenecen a pesquerías de pequeña escala, las cuales son indispensables para la subsistencia de los habitantes de las comunidades costeras. Este gremio, presenta diferentes características socioeconómicas, que definen su cultura y la relación ecológica con el sitio en donde residen.

A pesar de la gran cantidad de personas involucradas en la pesca artesanal, no ha adquirido la relevancia económica en el mercado que tiene la de tipo industrial, que según Fargier *et al* (2009) presenta una logística de acción más evolucionada que le permite capturar numerosas presas objetivo, muchas veces desconocidas, dispersas y de difícil acceso.

La falta de sistemas adecuados de gobernanza y/o de recursos financieros que se presenta en la pesca artesanal, genera un escaso avance en sus metodologías de acción, por lo que el rango posible de especies objetivo es menor a la pesquería industrial, lo que conlleva a la sobreexplotación de las que ya están siendo capturadas (Fargier *et al.* 2009).

Una amenaza notable para la pesca a pequeña escala es que cada vez más personas se dedican a esta actividad, tanto así que una de cada tres de estas agrupaciones pesqueras vigiladas por la FAO, reportan señales de sobreexplotación o agotamiento del producto, afectando la estabilidad del recurso marino costero, y por consiguiente también al factor socioeconómico de las comunidades costeras involucradas (McGoodwin, 2002).

Este aumento en el número de pescadores se da en gran parte por el mejoramiento de las técnicas de captura, situación que facilita la pesca de las especies de interés comercial, desafiando su capacidad de reproducción, que si bien disponen de determinado nivel resiliente para soportar la presión extractiva ejercida (mortalidad por pesca), no logran compensar la reposición de su biomasa en el medio natural (Viquez y Acuña, 2002).

Además, Lenz-Volland y Volland (1992) señalan también que la introducción constante de novedosas y más efectivas metodologías en la pesca industrial, aunado a la comercialización intensiva de sus productos, ha generado un aumento significativo en la explotación de la fauna marítima mundial, situación que afecta directamente al sector pesquero artesanal.

En Latinoamérica, la división que se da en la estructura productiva del sector pesquero ha generado una competencia histórica entre el sector industrial y el artesanal, que se ha visto excluido de los mercados nacionales e internacionales, y a la vez ha visto como ha disminuido su rango espacial de captura, por lo que se deduce que la visión desarrollista ha atribuido su estancamiento (Araya, 2013).

Otras regiones del mundo no escapan de esta situación, como por ejemplo África, donde la intensa competencia por el recurso pesquero entre la flota industrial y la artesanal, ha generado graves impactos en las poblaciones ícticas de esta región, aunado a los efectos del calentamiento del océano. Esto ha provocado que se realicen más investigaciones científicas para proporcionar datos desglosados sectorialmente, y así establecer medidas de manejo pesquero adecuadas al escenario analizado (Belhabib *et al.* 2018).

Camus *et al.* (2016), sugieren que una mayor integración entre los pescadores artesanales e industriales permitiría un mejor control de la actividad a través de nuevos modelos de pesca sostenible; y cita como ejemplo la transformación que se dió de la flota artesanal de Mar del Plata, Argentina, en una flota “costera”, que proveía de materia prima a la pesca de gran escala. Este modelo resultó ser el más exitoso del siglo XX en este país, acrecentando el estatus socioeconómico de esta región.

La pesca artesanal del litoral pacífico costarricense constituye una importante fuente de alimento y empleo; y es trascendental para la comercialización del producto a nivel nacional. Sin embargo, el mega turismo y el aumento de las flotas industriales en Centroamérica (semi-industriales en Costa Rica) generan mayor explotación del recurso, perjudicando intensamente a este gremio pesquero (Araya, 2013).

Según Araya (2013) el turismo como actividad económica en Costa Rica incide en el desplazamiento de otras actividades tradicionales como la pesca artesanal y sus poblaciones relacionadas, quienes sufren de la lentitud, el entramamiento y la negligencia de las instancias legales que deberían beneficiarlos o protegerlos. En contraparte, las empresas mega

turísticas, la pesca semi-industrial y la deportiva se ven beneficiadas por sus grandes capitales que solventan la ausencia de las instituciones, aprovechando las debilidades y vacíos legales.

En el Golfo Dulce, la pesca artesanal se ubica en segundo lugar en orden de importancia socioeconómica, por debajo del turismo que se da en la mayoría de las comunidades apoyado por alrededor del 60% de su población (Fargier *et al.* 2014). A pesar de esto, la actividad pesquera en el pacífico sur de Costa Rica, (en su mayoría en puerto Golfito) es esencial para muchos de los principales pueblos que se sitúan en esta región (Guzmán, 2012).

Aquí, la pesca artesanal se da principalmente en las zonas costeras de poca profundidad (de 40 m a 80 m), desembocaduras de ríos y en Bahía Pavones (Fargier *et al.* 2009). Además, el número de pescadores artesanales en el Golfo Dulce es relativamente escaso, debido a la baja productividad del sitio y al aislamiento de tipo geográfico. En este contexto, Fargier *et al.* (2014) menciona que menos de 250 pescadores artesanales viven en las comunidades pesqueras en la Península de Osa y en comunidades cercanas a Golfito.

Bahía Pavones es la zona más productiva del Golfo Dulce y es aquí donde se centraliza gran parte de las capturas de las comunidades pesqueras artesanales que conforman el segmento externo del Golfo Dulce, en donde están Puntarenitas de Golfito, Puntarenitas de Puerto Jiménez, Zancudo, Puerto Pilón, Cocal Amarillo y Río Claro (Fargier *et al.* 2009). No obstante, otras comunidades de la península de Osa tales como Puerto Jiménez, La Palma/Playa Blanca y Rincón/Puerto Escondido, también son importantes sitios de pesca (Fargier *et al.* 2014).

Las redes de actores claves para la pesca en el Golfo Dulce están dominados por ONG's y algunas instituciones gubernamentales, además de las organizaciones locales de pescadores, que funcionan como puente de información en lugar de ser emisores. Un ejemplo de estas organizaciones fue la Federación Nacional de Organizaciones de Pescadores Artesanales y Afiliados (FENOPEA) (Marín y Cabrera, 2012).

El principal objetivo de estas organizaciones es regular la actividad pesquera direccionando los esfuerzos en evitar la sobreexplotación del recurso, combatiendo factores como la pesca industrial incontrolada que se da en las playas abiertas del Área de Conservación Osa (ACOSA), por culpa principalmente de los camaroneros provenientes de Puntarenas, Quepos, Golfo de Nicoya y Golfo Dulce. Estos, son comúnmente avistados en

aguas protegidas de zonas como la Isla del Caño, los manglares de Terraba-Sierpe, la costa del Parque Nacional Corcovado y zonas vecinas de la Península de Osa y el Golfo Dulce (Sierra *et al.* 2003).

Quesada y Cortés (2003), afirman que las capturas que realizan los bancos de camarón en el ACOSA se considera crítica, para la estabilidad poblacional de especies de camarón como el *Farfantepenaeus brevisrostris* (rosado), *F. californiensis* (café), *L. stylirostris* (jumbo) y *Xiphopennaeus riveti* (titi). Además, ponen en peligro incidentalmente poblaciones de otras especies marinas debido a los mecanismos pesqueros de arrastre utilizados.

La comercialización del producto pesquero se da aproximadamente en un 59% a través de intermediarios, mientras que el 41% restante se da a través de la venta directa a restaurantes, hoteles, sodas y comunidades locales. Las especies ícticas más comercializadas son los pargos (*Lutjanus sp.*), los jureles (*Caranx vinctus*), los róbalos (*Centropomus nigrescens*, *C. armatus* y *C. pectinatus*), la macarela (*Scomberomorus sierra*) y algunas corvinas como la agria (*Micropogonias altipinnis*) y la picuda (*Cynoscion phoxocephalus*). También se da la pesca pelágica, sin embargo, en su mayoría dentro de la categoría deportiva, e involucra especies como el marlín, el vela, el atún aleta amarilla y el dorado (Palacios, 2003).

Una de las principales medidas de manejo pesquero adoptadas para el ordenamiento y desarrollo sostenible de la actividad a nivel mundial, fue la creación del Código de Conducta para la Pesca Responsable (FAO, 1995), que, a pesar de ser una resolución internacional aprobada sin carácter vinculante para los Estados, su alcance global y sus principios conservacionistas, lo convierten en un modelo a seguir.

Con base en este Código se han formulado políticas pesqueras en diversos países traducidos en las legislaciones de control compatibles con los objetivos conservacionistas de la pesca responsable por su principal ocupación de formular “*normas universales para orientar a los gobiernos y actores privados en la conservación y gestión de los océanos, ríos y lagos del mundo*”. Las autoridades, las industrias y las comunidades han procurado aplicar y respetar conjuntamente estos términos en la explotación de los recursos marinos (FAO, 1995).

La pesca y acuicultura se vieron totalmente beneficiadas con la creación de este Código, que busca integral y equilibradamente regular la realización de estas actividades socioeconómicas conforme al concepto de “pesca responsable”, lo que se refleja en la

utilización sostenible de los recursos asociados, basándose en el uso de prácticas y mecanismos que no dañen el curso ni la calidad de los ecosistemas, y por consiguiente sus componentes (FAO, 1995).

Este código fue aprobado en Costa Rica en 1998 por medio del Decreto Ejecutivo N° 27919, que: *“Establece aplicación oficial del Código de Conducta Para Pesca Responsable Aprobado por la FAO”*, en reconocimiento de que el mismo contiene principios y normas aplicables a la conservación, la ordenación y el desarrollo de todas las pesquerías.

Con este Decreto, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, INCOPECA, (ente encargado de establecer medidas de ordenamiento para el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos de Costa Rica), crea una serie de normativas y medidas de manejo pesqueras, enfatizando en la conservación, uso y manejo de las especies de interés, siempre en conjunto con comunidades costeras y/o de otras instituciones.

En el 2008, INCOPECA crea las AMPR, que son áreas marino-costeras cuyo objetivo principal es la regulación de la pesca en una zona determinada, de tal modo que se pueda asegurar el aprovechamiento de los recursos pesqueros a largo plazo. Están regidas por Planes de Ordenamiento, elaborados de manera participativa por los actores con interés legítimo en la actividad, tanto pescadores como autoridades (Fargier *et al.* 2014).

Surgen con la finalidad de mejorar la situación pesquera del país, y representan una de las herramientas más recientes de manejo para esta actividad, teniendo como uno de sus objetivos principales incluir a las organizaciones de pescadores de pequeña escala en la formulación de políticas de ordenamiento (Fargier *et al.* 2014).

Las AMPR toman en cuenta dentro de su normativa, las características biológicas, pesqueras y socioculturales de la región en donde se encuentren, así como el respeto a la demarcación clara de sus límites geográficos. Según estos parámetros, esta categoría de manejo cuenta con criterios de uso que regulan la pesca en el sitio para asegurar la utilización de los recursos en el presente y a futuro (Fargier *et al.* 2014).

Las AMPR se establecen a través del Decreto Ejecutivo N°35502-MAG (2009), con el cual se declaran de interés público nacional. El acuerdo fue adoptado en Junta Directiva del INCOPECA (A.J.D.I.P./191-2009), significando un gran avance en la conservación de las

especies pesqueras de interés comercial (como lo son los pargos objetivo de esta investigación), fortaleciendo las regulaciones existentes gracias a los siguientes pilares:

- Se estableció un Reglamento para el establecimiento de las AMPR, con condiciones de uso pesquero que regulan esta actividad de manera sostenible.
- Respaldo Constitucional dentro de las políticas de uso de las AMPR, a través de los artículos Art.6 (Estado ejerce soberanía completa y exclusiva en sus aguas territoriales), Art.50 (derecho de toda persona a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado) y Art.56 (Estado debe garantizar el trabajo digno, honesto y útil para la sociedad).
- Decreto Ejecutivo N° 27919-MAG, aceptación del Código de Conducta para la Pesca Responsable (medidas de regulación que buscan favorecer el aprovechamiento de los recursos pesqueros en las aguas de jurisdicción nacional).
- Apoyo por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), rectoría del sector productivo de pesca y acuicultura.
- Ley N° 8436, Ley de Pesca y Acuicultura (INCOPECA podrá establecer, conforme a criterios técnicos, científicos y socioeconómicos, las zonas o épocas de veda, total o parcial, sea por áreas o por especies determinadas).
- Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo.

En Costa Rica están establecidas 13 AMPR; 12 en el pacífico y 1 en el caribe (Castro-Campos, 2022):

1. Papagayo
2. San Juanillo
3. Níspero
4. Palito-Montero
5. 201 (en Golfo de Nicoya)
6. Costa de Pájaros
7. Isla Venado
8. Isla Caballo
9. Paquera-Tambor
10. Tárcoles
11. Dominicalito
12. **Golfo Dulce.**
13. Barra del Colorado (caribe)

El AMPR Golfo Dulce se estableció mediante el Acuerdo de Junta Directiva del INCOPECA, AJDIP 196 (2010), adoptado en la ciudad de Puntarenas (La Gaceta, 2010).

Antes de la creación de las AMPR, las zonas marino-costeras de relevancia pesquera no contaban con un manejo ni un ordenamiento adecuado, por lo que sufrían de afectaciones directas tanto para su recurso biológico como en su factor socioeconómico. Sin embargo, estas áreas de manejo surgen como una alternativa sostenible que busca un equilibrio entre las necesidades económicas de los pobladores costeros con la conservación del medio ambiente (Fargier *et al.* 2014).

Es así, como el INCOPECA deberá dar prioridad a las AMPR que sean propuestas por parte de las agrupaciones de pescadores, que cumplan previamente con la entrega de documentos que justifiquen de forma válida la situación legal de sus organizaciones, y fundamenten su solicitud con bases biológicas, pesqueras, culturales y socioeconómicas, acompañado obligatoriamente de un plan de manejo preliminar (Fargier *et al.* 2014).

En el caso del Golfo Dulce, el AMPR surgió en el 2009 por solicitud de seis organizaciones de pescadores artesanales y una organización de pesca turística del Golfo Dulce, que debido a la sobreexplotación que se presentaba en esa época, vieron disminuidas sus cuotas de captura, y por consiguiente sus ingresos económicos. Por lo que, era crucial establecer medidas de ordenamiento territorial para el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos.

Así, mediante el Acuerdo de Junta Directiva del INCOPECA, AJDIP 251/2009 del 07 de agosto del 2009, adoptado en la ciudad de Puntarenas (La Gaceta, 2009), se crea el AMPRGD que presta especial énfasis en proteger las áreas de reproducción, reclutamiento y de alimentación claves, que favorecen el incremento poblacional de las especies y el aumento de su biomasa, principalmente las de interés comercial que aportarán beneficios económicos para los pescadores de pequeña escala. A continuación, las asociaciones solicitantes:

1. Asociación Pescadores De Pequeña Escala Y Turística-Zancudo
2. Asociación De Pescadores y Piangueros Del Golfo Dulce
3. Asociación Pescadores Artesanales De Puerto Pílon Pavones- ASOSINPAP
4. Asociación Pescadores De Bahía Pavones (APEBAPA)
5. Asociación De Pescadores Artesanos Para El Desarrollo Sostenible (Puerto Jiménez)
6. Asociación De Pescadores Artesanales Conservacionistas De La Isla De Puntarenitas De Golfito
7. Asociación De Pesca Turística Costarricense, APTC

Con el establecimiento del AMPR (en firme con AJDIP 196/2010), se prohíbe en el Golfo Dulce la pesca de arrastre con embarcaciones industriales y semi-industriales, así como el uso de ningún otro tipo de redes de arrastre para realizar faenas de pesca. Esto a partir de una línea imaginaria establecida en su boca o entrada desde Cabo Matapalo (coordenadas de GPS 08° 22' 20"60 N y 083°17'16" W) a Punta Banco (coordenadas de GPS 08°22'19" N y 083°09'08"60 W); y desde esta línea imaginaria aguas adentro en dirección norte-noroeste, abarcando totalmente su zona interior para que se convierta de inmediato en una región en la cual los recursos sean utilizados únicamente con fines de pesca artesanal o turística-deportiva, prohibiéndose permanentemente la flota pesquera industrial o semi-industrial de cualquier modalidad de captura que pretenda utilizar redes de arrastre.

Años después del establecimiento del AMPRGD, en el año 2013 se modificó la Ley de Pesca mediante la Resolución 10540 de la Sala Constitucional (voto de Sala Cuarta), con lo que se limita en todo Costa Rica el ejercicio de la pesca de arrastre en tanto no se cuenten con evidencias científicas de peso sobre la reducción del impacto a los fondos y la exclusión significativa de fauna de acompañamiento. Con esto, el INCOPECA no puede otorgar permisos, autorizaciones o licencias nuevas, ni renovar documentos vencidos y/o inactivos (La Gaceta, 2013).

JUSTIFICACIÓN

La pesca artesanal es la principal actividad económica de los poblados costeros en el AMPRGD e influye directamente en el factor sociocultural, por lo que los esfuerzos de captura se centran en las especies de interés comercial que generan más réditos monetarios (Proyecto Golfos, 2013) como por ejemplo la pesca de lutjanidos que comercializa entre 2 y 3 toneladas mensuales (Campos, 1989; Palacios, 2003; Soto, 2014). Sin embargo, se ha presentado históricamente en la zona la captura desmedida del pargo por parte de la flota semi-industrial y de pescadores artesanales ilegales, generando una afectación directa en el ecosistema y en la dinámica poblacional íctica general, lo que evidencia la necesidad de contar con estudios poblacionales actualizados de la familia Lutjanidae para formular las medidas de manejo adecuadas para regular esto, como con el caso del establecimiento de las AMPR.

Investigaciones como la presente permiten evaluar el grado de efectividad de los procesos participativos de ordenamiento pesquero aplicados, que deberían consolidar la gobernanza local que controla la explotación del recurso del cual dependen las comunidades costeras (Salas *et al.* 2012). En este caso, se analizó si la fundación del AMPRGD ha representado un impacto positivo en la recuperación del *Lutjanus guttatus* para la pesca artesanal de la zona, según evidencia científica obtenida que representará un insumo preliminar para las autoridades encargadas que procuran mantener un equilibrio sostenible entre lo económico, lo ambiental y lo social.

El análisis de los parámetros poblacionales de *L. guttatus* que se realizó en este estudio permitió examinar si algunos de los problemas de ordenamiento pesquero artesanal identificados durante el primer año de funcionamiento del AMPRGD (2010/11) mantienen la misma tendencia o presentaron algún tipo de mejoría cinco años después del surgimiento de dicha área en el año 2015/16. Paralelamente, incluir un análisis de la percepción los pescadores artesanales con respecto al AMPRGD permite a todas las partes involucradas a tener una visión científico-social de temas que impactan al recurso como (Fargier *et al.* 2009):

- Pesca de arrastre semi-industrial de camarón (no sostenible en Bahía Pavones), que afectaban la dinámica de las poblaciones de pargos.
- Proyectos de granjas atuneras en la entrada del Golfo (no deseados por los pescadores), que perturbaban la dinámica pesquera artesanal.
- Otorgamiento dudoso de licencias de pesca, falta de asesoría y escasa participación de los pescadores artesanales en el manejo de los recursos marino-pesqueros.

Un beneficiario directo de trabajos como este son las organizaciones de pescadores artesanales que se apoyan en este tipo de investigaciones biológico-pesqueras para plantear soluciones a los problemas socioeconómicos del gremio en relación con la escasez paulatina del recurso íctico, para definir en conjunto con las autoridades gubernamentales encargadas de la administración pesquera dentro del AMPRGD cambios o mejoras en las medidas establecidas dentro Plan de Ordenamiento Pesquero del área para definir soluciones ante el agotamiento del recurso, la degradación de ecosistemas costeros-marinos, la destrucción involuntaria de artes de pesca pasivos de pequeña escala y el desarrollo económico del gremio artesanal implicado (McGoodwin, 2002).

Es así, como los tomadores de decisiones del INCOPECA y ONG's que trabajan dentro del AMPRGD serán otros de los beneficiados directos de la realización de este tipo de investigaciones, ya que los estudios de los parámetros poblacionales de especies ícticas aportan conclusiones preliminares relevantes para la estimación de características como la edad de primera madurez, la edad de primera captura, la edad promedio del stock y modificaciones en la mortalidad, que aportan un panorama preliminar del rendimiento del recurso en un lugar determinado (Madrigal-Abarca, 1985).

Estos estudios de la biología reproductiva íctica basados en el análisis de los estados gonadales y las tallas corporales aportan un panorama base de los parámetros poblacionales de explotación que exponen si la pesca está afectando la reproducción cíclica de las especies, según la premisa de que uno de los principales factores que afecta la renovación natural de estas es la sobrepesca de animales pequeños que no alcanzan a reproducirse al menos una vez (Fargier *et al.* 2009).

En su mayoría el conocimiento que se tiene sobre aspectos de reproducción y crecimiento de *L. guttatus* dentro del AMPRGD es escaso, lo que evidencia la necesidad de realizar una comprobación periódica científica frecuente de dichos aspectos para actualizar las medidas de gestión pesquera, lo que aportará las bases para actualizar las políticas de aprovechamiento del recurso, evaluando los parámetros de explotación asociados como las tasas de mortalidad por pesca y natural, optimizando las metodologías que se han venido aplicando en la pesquería artesanal de la zona.

Además, el análisis de la percepción socioeconómica de los pescadores artesanales involucrados aporta una visión actual de la pesca según las necesidades actuales del usuario y el comportamiento de la figura legal que administra dicha actividad. Militelli y Rodrigues

(2011) afirman que el conocimiento de la biología y la dinámica poblacional de la especie, analizando su abundancia y nivel de potencial biológico (reproducción y reclutamiento) en conjunto con la conceptualización del entorno socioeconómico que lo limita, es clave para determinar las competencias de organización y aprovechamiento que aseguran la ejecución de la pesca de manera racional y sostenible, cuidando que las partes se beneficien equilibradamente.

Este tipo de investigaciones son la base para estudios futuros similares, que buscan inculcar prácticas de uso sostenible de los recursos marino-costeros, y a la vez mostrar el escenario presente de una región particular. En caso de evidenciarse la existencia de sobreexplotación pesquera, la misma especie en cuestión impondrá limitaciones en su extracción, por lo que es probable que el aumento de la pesca y la inversión implicada no resuelvan nada, situación que a la vez afectaría a los pescadores asociados.

Este trabajo busca ser un aporte para las principales organizaciones pesqueras artesanales que se benefician de la captura del *L. guttatus* dentro del AMPRGD, al mostrar un estado preliminar de la dinámica poblacional de dicha especie cinco años después del establecimiento del área, lo que servirá como insumo inicial para otros estudios similares actualizados que realizarán las autoridades competentes y otras organizaciones científicas que se encargan de velar por el usufructo sostenible del pargo mancha, en pro del crecimiento socioeconómico del gremio de pescadores.

La escasa existencia de estudios sobre dinámica poblacional de *L. guttatus* en el Golfo Dulce no permite discernir con claridad que tan efectiva a resultado ser la creación del AMPRGD para el aprovechamiento sostenible del pargo mancha, por lo que investigaciones como estas buscan determinar en qué estado se encuentra la especie y que tanto ha beneficiado la creación del área a los pescadores artesanales. Es por esto, que los resultados brindaran un aporte significativo en pro de la sostenibilidad del pargo mancha, así como para la promulgación de uso de métodos responsables de pesca, lo cual generará beneficios económicos, sociales y ambientales para las comunidades pesqueras, y para los ecosistemas del que los pescadores dependen.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El AMPRGD surge en el 2009 como medida de manejo para el control y la regulación de los procesos pesqueros que se dan dentro del Golfo Dulce, pero hasta la fecha no se ha presentado un seguimiento periódico adecuado por parte de las autoridades competentes para verificar el grado de efectividad de dicha área sobre la captura y comercialización de especies ícticas de interés comercial (como lo es el *L. guttatus*), el medio ambiente y el factor socioeconómico implicado.

Escasean los estudios biológico-pesqueros dentro del AMPRGD que analicen el impacto generado por el establecimiento de dicha medida en la pesca artesanal de pargo mancha, por lo que es fundamental realizar investigaciones que identifiquen si existe una complementariedad efectiva entre las regulaciones impuestas y el desarrollo socioeconómico de la población implicada, analizando a la vez el estado de la sostenibilidad ambiental general del sitio. La falta de este tipo de investigaciones no permite actualizar la información existente, tornando difícil de identificar y actualizar el nivel de explotación que existe sobre *L. guttatus* en el Golfo Dulce, por lo que se pueden estar presentando cuotas de captura desmedidas y por consiguiente una afectación económica para los pescadores debido a la escases paulatina de dicha especie con valor comercial.

La realización de estudios pesqueros periódicos que permitan comparar parámetros poblacionales de explotación durante los distintos años de funcionamiento que tiene la figura legal del AMPRGD (en el caso de esta investigación 2010/11 vs 2015/16), son necesarios para evaluar el grado de efectividad que han tenido con el paso del tiempo las regulaciones impuestas en dicha área sobre la pesca de *L. guttatus*, para así contar con un panorama actualizado del estado de dicha especie y su comercialización.

El conocimiento que existe sobre el estado poblacional de *Lutjanus guttatus* en el AMPRGD es escaso, lo que perjudica al momento de establecer las decisiones de manejo por falta de referencias científicas sólidas que respalden. Por medio de este tipo de estudios es posible ampliar los conocimientos biológico-pesqueros para optimizar la gestión sostenible del recurso, por lo que los pescadores contarán con reseñas oficiales que respalden los criterios espaciotemporales de captura a respetar.

Con estudios como este se procura cumplir con los requisitos metodológicos que validen las estimaciones basadas en los análisis de características biométricas de las especies

de interés, como en el caso del crecimiento en *L. guttatus* que debe evitar caer solo en el estudio de tamaños modales abarcando la mayor cantidad de las clases de edad que componen la población, utilizando artes de pesca poco selectivos en tallas de captura para contar con datos de todas las variedades longitudinales de la población.

El análisis de los parámetros poblacionales para *L. guttatus* (como crecimiento, mortalidad por pesca, mortalidad natural, entre otros), revelará de manera preliminar que tanto efecto causó para las poblaciones de pargo mancha dentro del AMPRGD, la creación de esta área después de cinco años en vigor. A la vez, aportará para el pescador artesanal una visión espaciotemporal más clara sobre el estado de la especie en relación con la actividad pesquera en el sitio.

Además, es posible identificar exploratoriamente potenciales zonas de reproducción de los pargos mediante el análisis de los estados de maduración gonadal y la determinación de la talla de primera madurez sexual, para definir los sitios en donde la pesca se puede realizar sin afectar las poblaciones, ya que la captura de juveniles puede producir un desequilibrio en estas que afectara en consecuencia la tasa de desove futura, y por consiguiente el número de capturas por parte de los pescadores.

La falta de investigaciones que comparen periódicamente datos poblacionales de *L. guttatus* desde que se fundó el AMPRGD, no permite definir si el manejo pesquero ha sido el correcto en dicha área, así como el grado de impacto que se genera sobre el factor socioeconómico del gremio de pescadores artesanales asociados. Este estudio busca generar resultados que sean un insumo para la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes en el sitio, basándose en la siguiente pregunta investigativa:

¿Qué efecto tuvo sobre los volúmenes de captura y los parámetros poblacionales del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) el establecimiento del AMPRGD cinco años después de su creación, y que injerencia paralela ha tenido sobre el factor socioeconómico del gremio pesquero artesanal asociado?

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el estado de la pesca artesanal de *Lutjanus guttatus* durante el primer año de fundación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (2010/11) y cinco años después (2015/16), para la generación de recomendaciones de manejo pesquero relacionadas con el establecimiento de esta medida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar el nivel de explotación del *Lutjanus guttatus*, mediante el cálculo de parámetros poblacionales y de esfuerzo pesquero, para los períodos 2010/11 y 2015/16 en el Golfo Dulce.
2. Determinar la talla media de primera madurez sexual del *Lutjanus guttatus* analizando características reproductivas para los períodos 2010/11 y 2015/16 en el Golfo Dulce.
3. Identificar la percepción de los pescadores artesanales con respecto a la creación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce.
4. Proponer recomendaciones de manejo pesquero para el Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce.

MARCO TEÓRICO

La problemática de la sobrepesca y la necesidad de investigación científica.

La actividad pesquera contribuye positivamente en el factor socioeconómico y a la salud alimenticia mundial. Desde el inicio del presente milenio, mayor cantidad de personas se han sumado al gremio pesquero a nivel global, cuya producción ha oscilado entre 85 y 90 millones de toneladas anuales, y se estima que el valor del pescado asciende aproximadamente a 40 000 millones de dólares por año (Cochrane, 2005).

Los recursos pesqueros mundiales están sufriendo los efectos combinados de la intensa explotación y, en algunos casos, de la degradación ambiental. La FAO concluyó, que, a finales del siglo anterior, el 47% de las 441 especies de interés para la pesca, de las cuales existe información sobre su estado poblacional, se encontraban plenamente explotadas, el 18% sobrexplotadas, el 9% diezmadas y el 1% en recuperación (FAO, 2010).

Estudios de Soriguer (2005) con respecto al tema, mencionan que *“las poblaciones marinas son recursos renovables, es decir que las pérdidas causadas por la mortalidad natural que les afecta son compensadas por la incorporación de nuevos individuos producto de la reproducción. Resulta evidente que cualquier arte de pesca ha sido diseñado para obtener capturas de especies que puedan ser comercializadas y que, consecuentemente, genera una serie de mortalidades sobre las poblaciones potencialmente explotables”*.

Por lo tanto, la pesca actúa sobre una población íctica haciendo descender el número de sus supervivientes, por lo que, al darse capturas excesivas, se genera un desequilibrio en los flujos energéticos, de entrada y salida, por lo que las especies no pueden reponer su población a partir de los mecanismos reproductivos naturales; principal manifestación de lo que conocemos como sobreexplotación pesquera (Soriguer, 2005).

La pesca a pequeña escala o artesanal, definida como una actividad de extracción que utiliza artes de captura y embarcaciones pequeñas poco tecnificadas (FAO, 2010), se ve directamente afectada por las nuevas técnicas industriales y la comercialización intensiva de los productos pesqueros, que han generado un aumento significativo en la explotación de la fauna marítima mundial y en la disminución del producto (Lenz-Volland y Volland, 1992).

Es necesario monitorear las metodologías pesqueras actuales según las características ecológicas de los sitios en donde se aplican, para establecer a tiempo cualquier

síntoma de sobrepesca sobre las poblaciones ícticas, dando especial énfasis en aspectos como (Soriguer, 2005):

1. Disminución de los desembarcos totales.
2. Descenso de las capturas/ unidad de esfuerzo.
3. Disminución del volumen de capturas y de las tallas capturadas.
4. Desplazamiento de las capturas hacia otras especies acompañantes de escaso interés anterior.
5. Alteraciones y fallos en el reclutamiento (porcentaje de natalidad).

Según los resultados obtenidos en este tipo de estudios, se deben analizar una serie de caracteres no siempre percibibles representativos de la sobreexplotación pesquera entre ellos (Soriguer, 2005):

1. Disminución del reclutamiento como consecuencia de la reducción de la biomasa de reproductores
2. Aumento de la probabilidad de muerte entre los nuevos reclutas como consecuencia de alteraciones en las características ambientales de las zonas de puesta, las cuales son intermareales, muy próximas a la costa, y por lo tanto en general muy degradadas por la presión humana, por efecto de actividades como el turismo, regeneración de playas, dragados, vertidos urbanos, entre otros.
3. Pérdida de diversidad genética, tanto intraespecífica (poblacional) como interespecífica (pérdida de biodiversidad)
4. Riesgo de alteración en la estructura de las comunidades y por tanto en la estabilidad del ecosistema

Cuando este tipo de investigaciones evidencian que el aumento en la explotación pesquera genera un descenso en la producción, se deben planificar medidas de ordenamiento para esta actividad que busquen activar la recuperación poblacional de las especies de interés y por consiguiente favorezcan al aprovechamiento sostenible de la pesca de captura marina y continental (FAO, 2009).

Es necesario establecer medidas de manejo para el recurso pesquero en general, implementando acciones de protección formuladas en base a información científica, biológica, tecnológica y socioeconómica, obtenida a través de la investigación. Se debe planificar e implementar formas de administración pesquera racional, que garanticen no solo la sostenibilidad económica, sino la protección y estabilidad natural de los recursos explotados,

aspiración poco frecuente en los países subdesarrollados ávidos de obtener del mar, en el menor plazo, la mayor cantidad de los recursos pesqueros (Viquez y Acuña 2002).

JICA *et al.* (2004), afirman que estudios como este se deben generar habitualmente, para mantener actualizada la información científica referente al estado socioeconómico y ambiental involucrado con el sector pesquero, mediante alianzas estratégicas entre organizaciones relacionadas con el tema, como lo son las universidades estatales, el INCOPECA y el Área de Conservación Osa (ACOSA), entre otros; cuidando que las acciones de manejo adoptadas tengan un impacto positivo sobre el desarrollo pesquero, y consecuentemente sobre la calidad de vida de los habitantes.

Es así, como han surgido en Costa Rica organizaciones y autoridades encargadas de regular y monitorear la actividad pesquera, teniendo como principal al Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), que se crea mediante la Ley 7384 publicada el 29 de marzo de 1994 en el diario oficial La Gaceta.

Surgimiento del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (AMPRGD).

Con la creación del AMPRGD se enfatizó en solo permitir el uso de artes de pesca sostenibles y se prohibió la pesca industrial, semi industrial y el uso de redes de arrastre. Esto con la idea de proteger las especies marinas y los ecosistemas en que habitan, manteniendo prácticas pesqueras que no sobreexploten el recurso, beneficiando al gremio artesanal costero involucrado en esta actividad (La Gaceta, 2009).

Se estableció como el Área Marina más grande en su categoría en América Central (774 km²), en donde la pesca artesanal, comercial y turística, son actividades fundamentales en la generación de ingresos para las comunidades costeras dentro del Golfo Dulce (Guzmán, 2012). Es por esto, que se redactó un Plan de Ordenamiento Pesquero (INCOPECA, 2010), que evidencia entre otras cosas los artes de pesca permitidos según una zonificación establecida para el Área total (anexo 1).

Esta sección muestra dentro del Plan de Ordenamiento las coordenadas geográficas de la zonificación propuesta, revisada y avalada por el Instituto Geográfico Nacional, además de una línea base de la condición socioeconómica por zonas, y una señalización clara de los sectores destinados para la pesca o para la veda (total o parcial) (INCOPECA, 2018a).

Toda aquella comunidad costera que solicite la creación de un AMPR debe cumplir de forma efectiva con todos los requisitos solicitados por el INCOPECA para oficializar la

solicitud, iniciando el proceso con la redacción de un **Plan de Ordenamiento Pesquero** para el Área solicitada, con el fin de definir las características y regulaciones particulares para el ejercicio de la pesca o acuicultura.

Ya con el Plan de Ordenamiento establecido en el Golfo Dulce, se definieron las obligaciones que se deben cumplir por las organizaciones pesqueras dentro de los límites del AMPRGD, que determina las condiciones y responsabilidades relacionadas con la gestión en la zona (Decreto N° 35502-MAG):

1. Ningún miembro de la Organización puede pescar si no cuenta con la respectiva licencia, permiso o autorización.
2. Elaborar y aplicar un Código de Ética para la Pesca Responsable.
3. Asegurar el cumplimiento de toda la legislación y normativa aplicable, incluyendo las disposiciones establecidas en el Plan de Ordenamiento Pesquero.
4. Ejercer un deber de vigilancia de sus miembros. Las personas autorizadas a pescar serán responsables ante el INCOPESCA por cualquier canon o multa en cumplimiento de la legislación vigente, y se sujetará a lo que disponga el Código de Ética de Pesca Responsable adoptado por la organización.
5. Cooperar y gestionar apoyo adicional financiero y técnico para la colocación de boyas, adquisición de equipos de radiocomunicación, y cualesquiera otros materiales necesarios para el aprovechamiento, conservación y manejo del área.
6. **Zonificación participativa** compuesta por 8 Programas según eje temático (cuadro 1).

Cuadro 1. Ejes temáticos para la zonificación participativa.

Eje 1: Programa de Biología y manejo pesquero	Identificación de las áreas de veda total o parcial. Identificación de las artes de pesca permitidas.
Eje 2: Programa de monitoreo e investigación:	Control y Monitoreo
Eje 3: Programa de capacitación y extensión	Capacitación técnica, financiera y sobre Código de Conducta para pesca Responsable.
Eje 4: Programa de capacitación y extensión	Fortalecimiento de las Estructuras Locales de Organización.
Eje 5: Programa de Generación de actividades productivas	Acuicultura marina, turismo pesquero, valor agregado a la producción pesquera, otros.
Eje 6: Programa de Mercadeo	Alianzas Estratégicas, certificación de productos, mantenimiento y apertura de mercado.
Eje 7: Programa de Comercialización	Comercio de productos
Eje 8: Programa de aplicación y legislación	Conocimiento de leyes

La estadística aplicada en la dinámica poblacional y en el esfuerzo de captura como herramienta de manejo en especies ícticas.

Wosnitza-Mendo (1992) manifiesta que, aunque la implementación de una base de datos para el manejo pesquero es un proceso complicado, permite reunir los datos necesarios en un lapso relativamente corto, para aportar recomendaciones basadas en términos científicos y socioeconómicos, que ayuden a diagnosticar aspectos claves concernientes al manejo adecuado de la actividad pesquera.

Paralelamente, la evaluación periódica de la integridad ecológica de cierta zona determinada permite establecer programas de monitoreo, que ayudan a identificar posibles cambios negativos dentro de la dinámica ecosistémica, para así determinar las causas de dichas alteraciones. Con esto se podrán determinar las acciones a adoptar para la gestión de la biodiversidad presente, y consiguientemente para los recursos pesqueros asociados (Herrera, 2008).

El número de capturas obtenidas por unidad de esfuerzo de pesca (CPUE) es un indicador fundamental en la gestión y el estudio de las pesquerías, ya que muestra la eficiencia económica de un tipo de arte basado en términos de gastos y ganancias, aportando una idea preliminar de la eficiencia con la que se están capturando los peces (Baigún, 2013).

Belhabib *et al.* (2018), muestra como cada unidad de esfuerzo pesquero toma una fracción constante de la población a cada instante, manteniendo una relación proporcional con la tasa de mortalidad y las estimaciones de la abundancia relativa. Suelen utilizarse técnicas estadísticas para eliminar los efectos de factores externos en dicho análisis (económicos y geográficos, entre otros) (Csirke, 1989).

Una CPUE decreciente es un indicador de disminución en la abundancia poblacional, por lo que se considera una herramienta valiosa en el monitoreo del impacto de las actividades pesqueras en determinada región, analizando los artes utilizados, las regulaciones impuestas o las condiciones ambientales que influyen sobre las faenas de captura (Baigún, 2013).

A pesar de que la CPUE es una herramienta valiosa en la gestión de pesquerías, puede presentar ciertas limitaciones, ya que puede verse influenciada por factores externos climáticos, por la migración de los peces según disponibilidad de presas, por los métodos de pesca utilizados o el hecho de que no refleja la biomasa total al solo medir la cantidad de peces capturado (Gulland, 1983; Baigún, 2013).

En el caso de los análisis estadísticos pesqueros basados en la distribución de clase de tallas y pesos dentro de un período temporal determinado aportan datos importantes para la toma de decisiones de manejo, ya que la variación de estos aspectos biométricos en un pez o grupo de peces sirve como indicador cuantitativo de las condiciones alimentarias y el desarrollo gonadal en una población (Acosta, 2011).

Navarrete (2001) afirma que el aumento longitudinal es un parámetro utilizado para determinar el crecimiento de los organismos en un período de tiempo determinado, manteniendo una relación directa con la edad. El crecimiento de los peces presenta un incremento longitudinal exponencial, creciendo rápidamente en etapas de vida juveniles, y disminuyendo esta capacidad conforme se acerca a la máxima longitud posible (asintótica) (Csirke, 1989).

En contraparte, el incremento en el peso presenta un patrón contrario a la longitud, ya que la curva es de tipo sigmoideo, aumentando lentamente en las etapas juveniles, para acelerar gradualmente hasta alcanzar sus mayores aumentos cuando el pez logra un 1/3 de su peso máximo. Luego se presenta una inflexión y el crecimiento se va haciendo más y más lento cada vez, con lo cual el pez se va acercando asintóticamente a su peso máximo (Csirke, 1989).

Mediante análisis de distribución mensual de la longitud total de cada especie, se pueden identificar posibles períodos de reclutamiento poblacional, definido como el proceso de incorporación de individuos a una población, en el cual los peces jóvenes entran en el área explotada, movilizándose desde el área poco profunda de cría a lo largo de la costa, hacia las zonas principales de pesca. Esto puede ser solamente un cambio de hábito, donde jóvenes y adultos se encuentran en las mismas áreas, siendo pelágicos los más jóvenes, los cuales son reclutados a la fase explotada cuando adquieren un hábitat demersal (Gulland, 1983).

Paralelo a esto, se debe analizar la tasa de crecimiento poblacional, importante en todas las evaluaciones pesqueras, debido a que este parámetro constituye la fuente de suministro de las capturas extraídas por una pesquería, ya que cuantifica la producción del stock y el exceso productivo, analizando procesos tales como la maduración sexual, el riesgo de la depredación y la longevidad, entre otros (Bravo *et al.* 2009).

Perera-García *et al.* (2008), afirma que la distribución de tallas puede diferir entre regiones y dentro de una misma región; además de que en una misma especie los stocks poseen parámetros de crecimiento que cambian. Esta irregularidad longitudinal entre los

individuos puede deberse a cambios en la disponibilidad y calidad del alimento entre regiones, influenciado por condiciones ambientales como la temperatura y el fotoperiodo (Acosta, 2011; Bravo *et al.* 2009; Díaz, 2013).

Uno de los factores más determinantes que afectan el crecimiento poblacional de los peces es el grado de explotación pesquera al cual estos son sometidos. Esto genera que los individuos más grandes sean capturados, situación perjudicial para la población general, debido a que estos por lo general se encuentran maduros sexualmente, y su pesca genera un déficit reproductivo poblacional, disminuyendo el promedio general de talla a la vez (Acosta, 2011; Bravo *et al.* 2009; Díaz, 2013).

Tagliafico *et al.* (2012), afirma que una reducción en el promedio de tallas es un síntoma de sobreexplotación pesquera, por lo que el análisis de parámetros como la tasa de crecimiento, nos advierte indicadores del estado poblacional actual de la especie de interés, permitiendo establecer las medidas de manejo más adecuadas a tomar.

Cifuentes *et al.* (2012), afirma que el análisis de la biomasa del stock poblacional en peces según la relación longitud-peso, aporta indirectamente información sobre el crecimiento, la madurez, el desarrollo gonadal y la nutrición, lo que resulta útil para estimaciones de cambios graduales de peso en una población, y así evaluar paralelamente las interrelaciones con el medio en términos de disponibilidad de alimento y condiciones para reproducción.

Otro importante análisis estadístico utilizado en estudios de manejo poblacional es el propuesto por Sparre y Venema (1997), basado en el valor del índice de crecimiento *phi prima* (ϕ') que determina a su vez al coeficiente de variación, el cual no debe ser mayor al 4%; para asumir que los resultados son estadísticamente confiables, en comparación con otros reportados anteriormente.

El cálculo del valor de t_0 o parámetro de condición inicial, determinada como la edad en la que el pez tiene una talla cero, es de gran importancia como parámetro de ajuste en la curva de crecimiento, sin embargo, no representa ningún significado biológico, debido a que la edad inicial del pez comienza a nivel larval. Comúnmente este valor se realiza analizando los datos de longitud corporal para luego utilizar un modelo de regresión para estimar la longitud que tenían al nacer (Villaseñor-Talavera, 1993).

Santamaría y Chávez (1999), afirman que el estudio de la distribución de frecuencias longitudinales permite la comprensión de la historia reproductiva anual de la población,

identificando posibles períodos de reclutamiento a la pesquería, de los cuales siempre hay uno más intenso y con mayor variancia. Este tipo de manejo estadístico toma en cuenta otra serie de coeficientes que relacionan aspectos biométricos con la tasa de mortalidad natural de los peces (representada por M). Por ejemplo, un crecimiento acelerado K indica que probablemente el valor de M será elevado, y viceversa, aunque esta relación difiere entre especies (Gulland, 1983).

Este método es muy útil en las primeras etapas del estudio para determinar qué tipo de mortalidad será el elemento dominante, ya sea natural o por pesca. La que se da por presión pesquera, permite detectar cambios en la intensidad de captura ejercida a cualquier nivel de esfuerzo (Gulland, 1983).

La tasa de mortalidad natural (M) por factores como depredación, inanición y cambio de parámetros ambientales fisicoquímicos, es comúnmente utilizada en los modelos estadísticos pesqueros, representada como función de k , L^∞ (longitud asintótica: talla promedio de los peces más viejos al alcanzar la edad de máxima longevidad) y la temperatura del agua. Se deduce que, los valores de M se verán afectados por un incremento en la mortalidad por pesca, alterando a la vez la proporción de edades en su nivel más longevo, y consecuentemente las tallas de captura en general (Bravo *et al.* 2009).

La mortalidad por pesca “ F ” analiza el grado de afectación de esta actividad en determinada población de peces, aportando un coeficiente de proporcionalidad para los decesos relacionados y se concluye que entre menor sea F , menor será M . Una alta presión pesquera incidirá directamente en la tasa de mortalidad total “ Z ”, afectando la abundancia absoluta de la especie, así como la calidad y cantidad de las capturas para la pesca artesanal. Cuando la tasa de muerte por pesca es mayor que la natural, se puede deducir que el recurso está siendo sobreexplotado (Guerrieri *et al.*, 2015).

Debido a la dificultad de medir con precisión los fenómenos naturales que causan la muerte dentro de una población íctica, y la incertidumbre que esto puede generar en los cálculos de la tasa M , obtener estimaciones confiables de la mortalidad natural es sumamente complicado. Sin embargo, este valor es un parámetro fundamental en gran variedad de modelos pesqueros (Pauly, 1984).

Entre las causas de muerte que afectan los valores de M están las provocadas por las relaciones intra e interespecíficas, en temas de depredación, sitio de hábitat y obtención de alimento. También, en esta tasa influyen las enfermedades, la falta de recursos y la longevidad,

todas directamente influenciadas por características espaciotemporales de cada región (Guerrieri *et al.* 2015).

Paralelamente, es necesario conocer el grado de inherencia que está teniendo sobre determinada especie la explotación pesquera, para lo que se utiliza comúnmente el parámetro tasa de explotación (E). Guerrieri *et al.* (2015) afirman que la tasa E presenta valores máximos permitidos que no afectan la reproducción para determinada especie, sin embargo, el sobrepasar estos límites puede generar bajas en el stock que pueden ser irrecuperables de manera natural.

Guerrieri *et al.* (2015), considera que la tasa de explotación óptima (E óptima) se da cuando la tasa de mortalidad por pesca (F) es igual a la tasa de mortalidad natural (M), ósea $F=M$, estableciendo generalmente una E óptima $\approx 0,5$. No obstante, cuando la tasa F se acerca a la M es un síntoma de que, con el tiempo, el aumento progresivo de F podría generar la sobreexplotación del recurso.

Cuando se analizan las tasas de variación de los parámetros pesqueros poblacionales antes mencionadas, se debe estudiar a la vez en función temporal, los montos de captura (C) obtenidos en relación con el gasto de tiempo, de medios y la energía que significa para el pescador poder aplicar cierta mortalidad por pesca a la población y poder así obtener cierta cantidad de captura (Csirke, 1989).

Con el establecimiento de normas de regulación pesquera, es imprescindible relacionar los datos de captura y esfuerzo de pesca con el análisis de aspectos de dinámica poblacional, tales como la edad, el crecimiento, los estadios de madurez y la fecundidad, para asegurar que las medidas a tomar encontrarán un equilibrio positivo según las posibilidades del pescador artesanal y el estado del recurso (Morales y González, 2009).

El esfuerzo de pesca (f), suele ser identificado según el empleo de embarcaciones, medios y artes de pesca, aplicados en diferentes escenarios espaciotemporales y de variada intensidad pesquera. Puede expresarse en términos de días de operación de un barco pesquero, o según la logística de acción utilizada para cierto arte de pesca (número de anzuelo, cantidad de lances, número de trampas, luz de malla, entre otros) (Csirke, 1989).

Por otra parte, la sobrepesca de animales pequeños (que no alcanzan a reproducirse al menos una vez), puede llegar a afectar los procesos poblacionales de reproducción natural, por lo que es de gran relevancia analizar estadísticamente este fenómeno utilizando datos de

tallas longitudinales y de los estados de madurez sexual gonadal de una muestra significativa de peces. Una de las metodologías más utilizadas es la comparación entre datos de Talla Media de Captura (TCM) y de Talla Media de Madurez Sexual (TMM) (Holden y Raitt, 1975).

La TCM de la muestra total por especie, se refiere a la talla promedio en que los peces fueron capturados por los pescadores durante todo el período de muestreo. Mientras que la TMM es definida como la talla a la cual la mitad de los individuos de una población se reproduce por primera vez (Narváez *et al.*, 2013). La TMM nos advierte preliminarmente sobre los efectos que pudiera provocar la intensidad de pesca generada sobre determinada especie (Marín y Vásquez, 2012).

Lo recomendado es pescar especímenes con longitudes por encima de la TMM, con la finalidad de asegurar que los individuos tengan la oportunidad de crecer y reproducirse por primera vez, y así asegurar las poblaciones en el futuro. Vale destacar, que cada especie presenta una TMM diferente, esta depende de la biología, el crecimiento y la edad de madurez sexual, además de las condiciones climáticas y la disponibilidad de alimento en el medio donde crecen, por lo que este dato variara según zona de muestreo (Holden y Raitt, 1975).

En los análisis de parámetros reproductivos, la distinción del sexo exacta en peces se realiza mediante el examen de las gónadas, basándose en las diferencias anatómicas de dichas estructuras entre el macho y la hembra (Vega, 2010). La proporción sexual de los individuos está directamente relacionada con la talla de su madurez sexual, así como el momento y el sitio de reproducción (Acosta, 2011).

Lutjanus guttatus (Descripción general en anexo 2).

Muchos países consideran fundamental para su economía la pesca del pargo, y contienen centros pesqueros de gran importancia. Los principales países son: México, países del norte de Suramérica, Norte y Centroamérica, Antillas Mayores (países como, República Dominicana, Haití, Puerto Rico), Antillas Menores (Antigua, Barbados, Granada) (Claro y Linderman, 2004).

Freitas *et al.* (2011), afirman que los grandes rangos de distribución que presenta la familia Lutjanidae por los océanos del planeta, y a la vez su gran capacidad de reproducción, la convierte en un grupo taxonómico de gran importancia económica para la industria pesquera. La demanda de la producción del *L. guttatus* o pargo mancha, se debe principalmente a la coloración blanca de su carne y su sabor. Las capturas a nivel mundial de

las distintas especies de pargos llegan a alcanzar las 90, 000.00 toneladas métricas anuales (Soto-Rojas *et al.*, 2009).

L. guttatus juega un papel importante en el complejo ecológico de arrecifes y manglares de las plataformas insulares y continentales del Caribe y Golfo de México. Los pargos pueden considerarse como depredadores sub-apicales que actúan sobre una gran diversidad de presas. Si consideramos además su densidad poblacional, y sus relaciones con los hábitats, resulta evidente que los cambios en sus poblaciones pueden provocar un impacto en el ecosistema (Claro y Linderman, 2004).

A nivel nacional, Soto-Rojas *et al.* (2009) mencionan que esta especie es de gran importancia para las cuotas pesqueras nacionales, con producciones mensuales registradas superiores a 3 millones de dólares para setiembre del 2003. Por ejemplo, en el pacífico norte de Costa Rica, en el Golfo de Nicoya, las capturas pasaron de 118 a 299 toneladas anuales, entre 1994 y el 2005.

Existen pocos estudios en el Golfo Dulce, relacionados directamente con el *L. guttatus*, sin embargo, en una investigación realizada por Guzmán-Mora *et al.* (2008), esta especie ocupó el segundo lugar en cuanto las capturas pesqueras artesanales y afirman que posteriormente, un análisis socioambiental reportó a este lutjánido como uno de los grupos principales en las capturas. Esto, concuerda con estudios de Campos (1989) que incluyó entre los 5 taxones principales capturados en este Golfo a los pargos (*Lutjanus sp.*).

El género *Lutjanus* es uno de los más numerosos en el pacífico, con 67 especies que incluye nueve en la parte Oriental y 12 con 4 géneros del lado costero panameño (Robertson y Allen, 2015), colocando al pargo mancha entre los más buscados por las pesquerías en Centroamérica, en los golfos de Nicoya y Dulce de Costa Rica; y el de Montijo, Panamá. Es también frecuentemente capturado en la pesca deportiva y pesca con trasmallo en el Golfo de California. Su carne se considera de excelente calidad, y se comercializa fresco o congelado (IUCN, 2018).

Es catalogado de preocupación menor por la IUCN (2018), sin embargo, debido a su importancia comercial debe prestarse especial atención a su conservación. Se distribuye por varias áreas protegidas del Pacífico Oriental, y no se conocen datos exactos de disminución poblacional ni de medidas de conservación impuestas sobre esta especie.

MARCO METODOLOGICO

I. Área de estudio.

El Golfo Dulce de Costa Rica, es uno de los cuatro fiordos tropicales que existen, junto con el Golfo de Cariaco en Venezuela, la Bahía Darwin en Ecuador y la Bahía Kaeo en Indonesia (Richards, 1965). Es un estuario o cuenca profunda rodeada por terrenos de pendiente fuerte y con una profundidad máxima de 215 m (Rattray, 1967). En la boca del golfo se encuentra un umbral que hace que la columna de agua alcance solamente 60 m de profundidad, que junto con la península de Osa restringen a su vez la entrada de agua oceánica. Como consecuencia, la circulación en el golfo es restringida, lo que provoca una estratificación estable (Morales y Nowaczyk 2006).

En este golfo desembocan los ríos Esquina y Rincón hacia su parte interna, mientras que cerca de la parte externa desemboca el río Coto. Es una bahía semicerrada del Pacífico Tropical Oriental, de formación tectónica y localizada en la costa sur de Costa Rica, entre los 8°27' y 8°45' norte; y los 83°07' y 83°30' oeste. Está separado del océano Pacífico por la Península de Osa, un área montañosa y cubierta de bosque. Cuenta con cerca de 50 km de longitud y de 10 a 15 km de ancho, con un área de 750 km² (Wolff *et ál.* 1996) o de 802 km² según el Instituto Tecnológico de Costa Rica (2008).

Administrativamente está dividido entre los cantones de Osa, Golfito y Puerto Jiménez (nombrado cantón en 2022) de la provincia de Puntarenas, y se encuentra rodeado por áreas protegidas como la Reserva Forestal Golfo Dulce al oeste, el Parque Nacional Piedras Blancas al noroeste y el Parque Nacional Corcovado, situado al sur (Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008).

Las temperaturas medias anuales están entre los 25 °C y los 30 °C, con una precipitación anual aproximada en el Golfo Dulce es de 4000-5000 mm, lo que hace a esta región una de las más lluviosas de Costa Rica. En este sentido se distinguen dos estaciones climáticas al año: una estación lluviosa (500-800 mm/mes) de mayo a finales de noviembre y una estación menos lluviosa (semi-seca) (150-200 mm/mes) de diciembre a abril (Herrera, 1985).

Golfo Dulce se encuentra rodeado de bosques que han sido sometidos a la extracción maderera continua, lo que se ha convertido en una de las problemáticas ambientales

principales, junto con la sobreexplotación pesquera y la creciente visitación turística. Asimismo, se pueden encontrar manglares y pequeños parches de arrecifes coralinos, que también han sido afectados por estos agentes antrópicos (Cortés, 1990).

Ugalde *et al.* (2020) señalan que estos arrecifes coralinos comenzaron a decrecer, en las últimas décadas por la actividad tectónica, el flujo de sedimentos de los ríos por los movimientos de tierra, contaminación por PCB, metales pesados y derivados de hidrocarburos. Se suma además la extracción desmedida de organismos como peces, crustáceos, moluscos y corales; el uso de anclas y las malas prácticas de manejo.

Quesada y Morales (2004), describen la hidrografía del Golfo Dulce basados en la composición de sus masas de agua, en donde se evidencian dos capas: una capa superficial cálida (19-30 °C) y diluida (salinidad < 34‰), que alcanza los 50–60 m de profundidad, justo sobre la profundidad del umbral ubicado en la parte externa del Golfo. La otra capa la componen las aguas profundas y físicamente homogéneas, con un mínimo de temperatura de 15.4 °C y salinidades que alcanzan los 34.8.

La mezcla y circulación de estas aguas es influenciada por la dinámica de las mareas, el viento, el ingreso de agua al sistema, el afloramiento de agua subsuperficial y la topografía de la cuenca (Richards *et al.* 1971, Córdoba y Vargas, 1996). Svendsen *et al.* (2004), reportaron para el Golfo Dulce una estructura de corrientes de tres capas en la parte externa y una circulación de tipo estuarino en la parte interna.

Hartmann (1994), afirma que en el Golfo Dulce la renovación de las aguas profundas es lenta y está restringida a dos periodos de entrada de agua subsuperficial. Así mismo, Richards *et al.* (1971) afirman que se han identificado masas densas de agua que ingresan a la cuenca pasando sobre el umbral externo, en donde se hunden con rapidez, desplazando las aguas profundas hacia arriba.

II. Fase de campo

Primero se definió la especie objeto de estudio (*Lutjanus guttatus*) según las características recaladas en el marco teórico, además de tomar como base la opinión de los pescadores artesanales del Golfo Dulce, que definen la importancia de este pargo basados en parámetros de oferta y demanda en el mercado pesquero nacional (ficha técnica en anexo 2).

Este estudio presenta un enfoque investigativo mixto, en el cual se incluyen análisis de tipo cualitativo y cuantitativo, por lo que contiene poblaciones de naturaleza diferente. Cuantitativamente, se examinaron datos de diferentes aspectos biométricos y reproductivos del pargo mancha, mientras que cualitativamente se basó en la opinión de actores claves dentro de la pesquería artesanal de la zona.

Los **datos biométricos** analizados, se dividen en dos períodos diferentes:

- Período 2010/11: datos que formaron parte de la base analítica de mi tesis de licenciatura (Soto, 2014), los cuales cubrieron un rango temporal de setiembre del 2010 hasta abril del 2011. Dentro de este período se instauró el AMPRGD, por lo que el efecto de las normas de pesca asociadas a esta medida de manejo aún no presentaba ningún grado de influencia en la actividad pesquera artesanal del pargo en la zona.
- Período 2015/16: abarca los mismos meses que se analizaron en el período I, pero con datos obtenidos cinco años después, de setiembre del 2015 a abril del 2016, dentro del marco del proyecto de la Federación Costarricense de Pesca (FECOP), denominado *“Evaluación para reconocer la recuperación de los recursos pesqueros del Golfo Dulce”* (2017) en el cual colaboré en los análisis de laboratorio, y mediante un acuerdo firmado, me fue permitido utilizar parte de estos datos en los análisis biológicos-pesqueros para la presente tesis. Hay que destacar que este período II se dió aproximadamente siete años después de la fundación en el 2009 de la figura de manejo del AMPRGD.

En ambos períodos se eligieron exactamente los mismos puntos de muestreo (fig. 1) junto con los pescadores artesanales encargados de cuatro puestos recibidores de pescado dentro del AMPRGD, analizando criterios como el esfuerzo de captura, los artes de pesca, los tiempos de calado y el registro positivo de colecta que han mostrado históricamente estos sitios, procurando que entre estos puntos existiera una distancia geográfica que asegurara un muestreo más uniforme dentro del área de manejo. El cuadro 2 muestra las coordenadas exactas de los puestos recibidores de pescado y los puntos de captura asociados a estos. Además, se verificó que las zonas elegidas cumplieran con las regulaciones de ordenamiento impuestas dentro del Golfo Dulce, y se procuró respetar un mínimo de tamaño muestral por mes de 25 a 30 organismos recolectados. Sin embargo, hay meses en donde la abundancia poblacional de la especie puede disminuir significativamente por distintas razones.

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los puestos recibidores de pescado y los respectivos puntos de captura asociados.

Puesto Recibidor	Puntos de Captura
Puerto Pilón de Río Claro (lado Oeste) (8°27'17.77"N y 83°5'16.69"O).	<ul style="list-style-type: none"> • Punta Banco (8°21'6.98"N/83°11'9.39"O) • Punta de Piedra (8°35'12.70"N/83°10'4.01"O).
Playa Zancudo (lado Oeste) (8°32'31.51"N y 83°8'48.65"O).	<ul style="list-style-type: none"> • Playa Zancudo (8°32'31.51"N/83°8'48.65"O), • La Piedra (8°30'72.9"N/83°17'07.7"O).
Bahía Rincón y Punta Palma (lado Noreste) (8°42'0.99"N y 83°29'46.44"O).	<ul style="list-style-type: none"> • Los Mogos (8°45'0.28"N/83°22'59.60"O) • Punta Palma (8°38'42.63"N/83°26'45.26"O).
Puerto Jiménez (lado Este) (8°32'38.82"N y 83°18'33.78"O).	<ul style="list-style-type: none"> • Cañaza (8°35'28.40"N/83°23'40.30"O) • El Ñeque (8°34'34.50"N/83°21'51.40"O) • Playa Zapote (8°29'19.7"N/83°16'28.10"O).

Otro de los criterios de selección de estos puntos, fue la susceptibilidad que presentan estas zonas a sufrir de sobreexplotación pesquera dentro del AMPRGD según criterio de los pescadores artesanales, y por consiguiente la necesidad de plantear inferencias enfocadas en regular la pesca en estos sitios. La figura 1, presenta un mapa con los diferentes puntos de muestreo georreferenciados. Para ambos períodos de muestreo (2010/11 y 2015/16) se utilizó la siguiente metodología pesquera siempre en horario matutino, para cada uno de los 9 puntos de captura (cuadro 2) dentro del AMPRGD:

- Una faena pesquera cada quince días (dos por mes) en cada uno de los 9 puntos (18 faenas al mes en total).
- Cada faena de pesca de 4 horas (18 faenas por 4 h= 72 h en total al mes).
- 3 pescadores por faena cada uno con línea de mano, hecha de nylon, con una plomada y tres anzuelos (por lo tanto 18 anzuelos por sitio y 162 anzuelos en total por mes).
- Línea de fondo (palangre), formada por una línea madre (principal), anclada en sus extremos, con relingas cada 3 metros y con sus respectivos anzuelos
- El número de anzuelo varió entre pescadores azarosamente, por lo que no fue posible registrar este dato. Se uso de carnada sardina y caballa.
- Cada pargo colectado se mantuvo en congelación en los puestos recibidores contratados, para posteriormente movilizarlos en hieleras hasta el laboratorio.
- Estos datos de metodología de captura fueron utilizados para obtener los valores mensuales de CPUE.

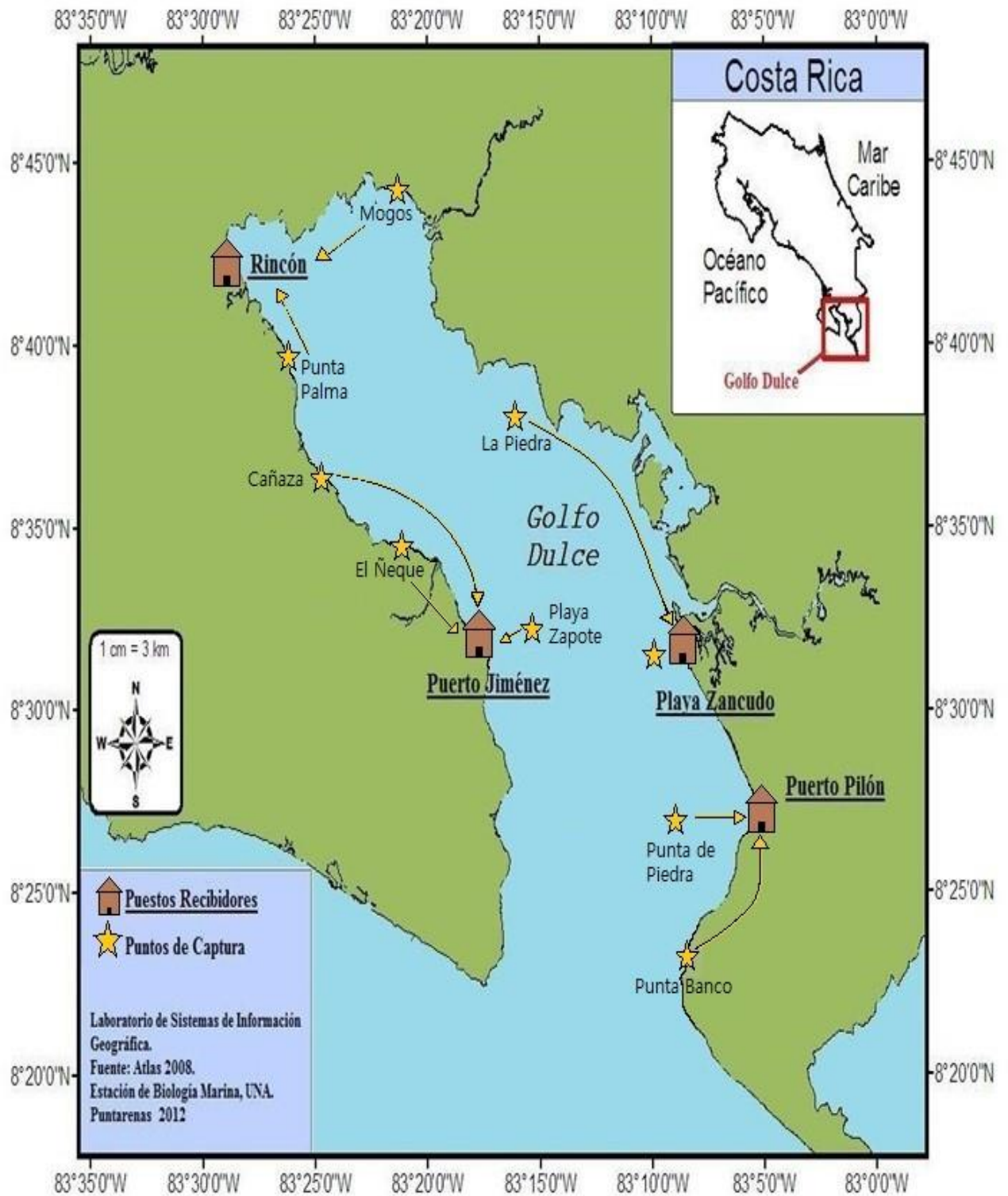


Figura 1. Área de muestreo con los puestos recibidores de pescado y sus respectivas zonas de captura en el Golfo Dulce, Costa Rica (Fuente: Elaboración propia).

En lo que respecta al trabajo de campo en el análisis del **factor socioeconómico** involucrado en la pesca artesanal en el Golfo Dulce, la muestra estuvo representada por pescadores de las diferentes asociaciones que integraban la Comisión del AMPRGD en el 2016 (momento del período II de muestreo analizado en este estudio). Se registraron diferentes opiniones de este gremio con respecto al manejo que se ha dado en dicha Área desde su creación.

Como instrumento de recolección de datos, se aplicaron encuestas a estos pescadores, en donde se abordaron temas relacionados con el establecimiento del AMPRGD y lo que ha representado esta medida de manejo desde su instauración en el 2011 para el gremio artesanal. Además, se analizaron temas relacionados con los esfuerzos de promover mecanismos de pesca responsable en la zona.

La definición del número de individuos a encuestar procuró respetar el objetivo de aplicación en aproximadamente el 50% de la muestra total de pescadores artesanales legales ante INCOPECA para el período 2015/16, basados en información suministrada por el biólogo de esta institución en la sede Golfito, Daniel Bermúdez; que fungía como representante de esta organización en las reuniones mensuales de la Comisión del AMPRGD y contaba con registros actualizados de los pescadores activos legalmente. Para el 2016 existían aproximadamente 100 pescadores artesanales oficialmente registrados (con licencia de derecho de pesca al día), por lo que, para cubrir cerca del 50% del total de la muestra, se lograron realizar 45 encuestas, mismas aplicadas durante algunas de las reuniones de la Comisión de Pesca Responsable del 2017 y 2018 aprovechando la presencia de los pescadores artesanales que laboran dentro del AMPRGD.

III. Fase de Laboratorio

Tanto para los datos del período I (2010/11), como para los del período II (2015/16), se efectuaron los mismos procedimientos de laboratorio para asegurar que los resultados obtenidos en los parámetros poblacionales y de esfuerzo de captura fueron alcanzados mediante los mismos procesos, y así la comparación de estos sea fidedigna. La identificación taxonómica de cada espécimen colectado se realizó con las claves taxonómicas de Bussing y López (1994), Fischer *et al.* (1995), Allen (1998), Robertson y Allen (2002). Además, se realizó corroboraciones con catálogos en línea como Fishbase (<http://www.fishbase.org/search.php>) y The California Academy of Sciences (<https://www.calacademy.org/>).

Se registró mensualmente el número de individuos colectados (N) y se realizaron análisis biométricos cuyos resultados fueron comparados entre los períodos de análisis. Dentro de los aspectos examinados están la longitud total (Lt) en cm, el peso total (Pt) en Kg, la identificación del sexo y el estado de madurez gonadal. A continuación, se explican estos aspectos a fondo:

- **Longitud total:** se utilizó un ictiómetro de 0.1 cm de precisión para el cálculo de la longitud total, medida que es definida por Agudelo *et al.* (2011) como “la medición desde el límite del margen anterior del pez hasta el extremo del lóbulo superior de la aleta caudal, esto para peces y elasmobranquios concretamente” (Figura 2).

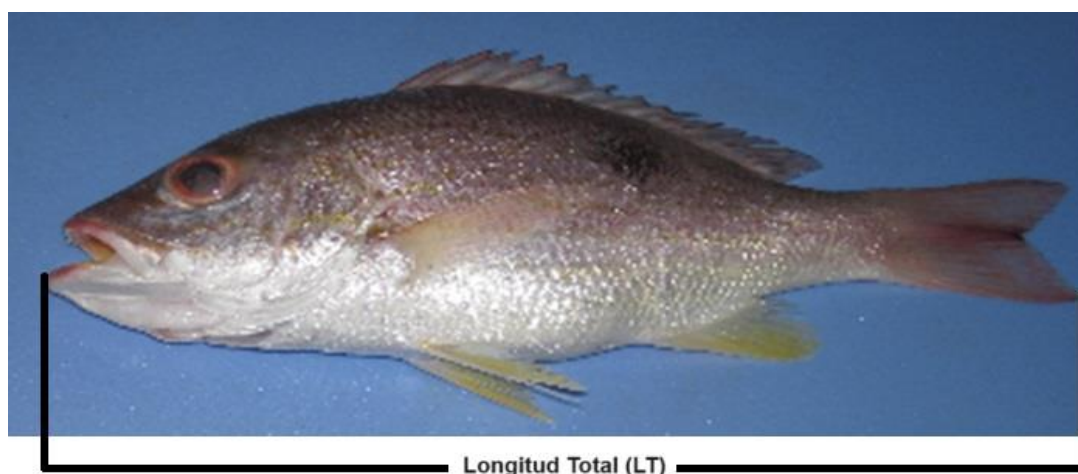


Figura 2. Diagrama de la medición de la Longitud Total (LT) (Elaboración Propia).

- **Peso total:** se utilizó una balanza analítica con una precisión establecida en rangos de 5g, para obtener el peso de cada individuo capturado, y así calcular la representación porcentual de cada especie de lutjanido en el peso total obtenido entre ambas especies de interés.
- **Determinación del sexo y estadíos de maduración sexual:** Se realizó un corte longitudinal en la zona ventral de cada ejemplar colectado, desde el ano hasta el istmo branquial, para así separar la masa visceral y dejar expuestas las gónadas. La determinación del sexo y de la madurez gonadal se realizó mediante el método macroscópico o de observación directa de las gónadas, basándose en caracteres morfométricos que permitieron una diferenciación efectiva del espécimen, incluso en ejemplares inmaduros. Más adelante se explica con detalle este análisis.

IV. Identificación del nivel de explotación (parámetros poblacionales y CPUE).

Se inició con la determinación de la abundancia absoluta del estudio conocida como N (*Número total de individuos capturados*), para comparar este dato entre ambos períodos de análisis (2010/11 vs 2015/16). Paralelamente, se realizó este mismo cálculo para cada puesto receptor individualmente; con el afán de verificar si se dio algún cambio en los volúmenes de captura de dichos puestos dentro del AMPRGD. Estos análisis se graficaron en términos de abundancia relativa (AR%: *cantidad proporcional, calculada, del total de los individuos (n) con respecto a la muestra total obtenida en cierta área (N)*).

$$\text{AR\%} = (n / N) * 100$$

Paralelamente, se graficó los valores de abundancia absoluta mensual para determinar qué periodo temporal resultó con mayor número de capturas, para la totalidad del muestreo. Se compararon los datos obtenidos entre ambos periodos de muestreo para identificar posibles cambios relacionados a este rubro.

En lo referente a los datos del volumen de captura total obtenida (suma de los pesos obtenidos en Kg de todos los especímenes capturados), se calculó la proporción representativa de cada período en porcentajes del peso total de la captura, lo que se conoce como el Peso Relativo (PR%). Esto con el fin de identificar qué período predominó en términos de biomasa poblacional de la muestra total obtenida.

$$\text{PR\%} = \frac{\text{Peso total (Kg) capturas de un período} * 100}{\text{Peso total (Kg) capturas de todo el estudio}}$$

a. Captura Por Unidad de Esfuerzo

Se realizó el cálculo del Índice CPUE (Captura Por Unidad de Esfuerzo) utilizando la fórmula propuesta en un estudio realizado con *L. guttatus* en el pacífico colombiano por Correa-Herrera y Jiménez-Segura (2013), la cual divide el peso total de las capturas (en Kg) entre el total de horas de muestreo (hr.hombre) de cada mes:

$$\text{CPUE} = (\text{kg/hr.hombre})$$

Este análisis se efectuó de manera mensual, para graficar la tendencia que toma dicho índice a lo largo del período muestreado. Los datos obtenidos en el 2015/16 se compararon con los de la primera etapa analizada durante el 2010/2011 para observar los cambios entre los resultados seis años después de la creación del AMPRGD.

b. Crecimiento

Para ambos períodos de muestreo (2010/11 y 2015/16) se realizó una gráfica de distribución mensual de las capturas según rangos longitudinales, y así evidenciar cuáles fueron los tamaños predominantes del estudio. Además, con esto identificar posibles períodos de reclutamiento poblacional o etapas durante las cuales la pesca puede estar ejerciendo una presión negativa.

Con la composición de tallas lista para ambos períodos, se identificaron las cohortes de edad con el método de Bhattacharya contenido en el programa de evaluación FiSAT II (Gayanilo *et al.* 2005), el cual logra identificar los componentes normales en las distribuciones de frecuencias longitudinales para obtener una combinación de datos de talla y edad necesarios para la estimación de los parámetros de crecimiento. Mediante este programa se trazaron los puntos y líneas continuas que describen cada cohorte.

Los cálculos respectivos para la estimación de los parámetros de crecimiento: curva de crecimiento (K) y longitud asintótica (L^∞); se realizaron mediante el procedimiento ELEFAN I (Electronic Length of Frequency Analysis) contenido en FiSAT II. A continuación, se estimó el valor de t_0 por medio de la ecuación propuesta por Pauly (1984):

$$\log(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \log L^\infty (\text{cm}) - 1.038 \log K (\text{año}^{-1})$$

Dónde:

- t_0 = edad teórica del individuo cuando su talla es cero
- L^∞ = longitud asintótica
- K = constante de crecimiento (anual)

Para obtener mayor confiabilidad, los parámetros de crecimiento obtenidos fueron comparados con los resultados reportados por otros autores, mediante el índice de crecimiento estándar “phi intraespecífico” (ϕ'), y se estimó con la ecuación de Pauly (1984):

$$\phi' = \log K + 2 \log L^\infty$$

Donde:

- K = parámetro de curvatura (anual).
- L^∞ = longitud asintótica.

A la postre, los parámetros fueron incorporados a la ecuación de crecimiento en longitud de von Bertalanffy (Sparre y Venema, 1997), para obtener la curva de crecimiento.

$$L(t) = L_{\infty}[1 - \exp(-K*(t-t_0))]$$

Donde:

L(t)= longitud total (mm)

t= tiempo que tarda el pez en alcanzar L_{∞}

t_0 = edad teórica del individuo cuando su talla es cero.

L_{∞} = longitud asintótica.

K = curva de crecimiento (anual)

c. Crecimiento en peso

Primero, se realizó un análisis basado en la **relación exponencial entre los valores de peso total (P) y de longitud total (Lt)**, para ambos períodos. Estos datos se examinaron con el programa ofimático Excel con la herramienta “Solver”, para obtener la ecuación potencial de las relaciones corporales:

$$P = a (Lt)^b$$

Dónde:

P: peso en gramos.

a: Factor de condición.

Lt: longitud total en cm.

b: pendiente.

En este modelo se crea una línea de tendencia según una función potencial minimizando la suma de los cuadrados de las desviaciones empleando la siguiente ecuación:

$$f(x) = a * x^b$$

*a y b son constantes calculadas por el programa.

Esta regresión permitió cuantificar la relación que hay entre el tamaño y el peso de las capturas, así como que tanta homogeneidad de tallas se presentó, usando los coeficientes de correlación y determinación. Se utilizó como base los estudios de Cifuentes *et al.* (2012), el cual menciona que b se relaciona con el tipo de crecimiento considerando que la talla de un pez incrementa en una dimensión de magnitud lineal, mientras que el peso lo hace en tres como representación al cubo de la talla, presentándose los siguientes criterios:

- Crecimiento isométrico (b=3): pez mantiene su forma al crecer.
- Crecimiento alométrico positivo (b>3): pez aumenta su peso más que la longitud.
- Crecimiento alométrico negativo (b<3): pez incrementa su longitud más que su peso.

Este análisis se demostró mediante una prueba de hipótesis t-student basada en el valor de p al 95% de confianza con el programa R (R Core Team, 2022), para comprobar si el tipo de crecimiento era significativamente diferente de 3 (De La Hoz-M *et al.*, 2009). La hipótesis para comprobar fue: $H_0 = b=3$ (crecimiento isométrico) y $H_a = b \neq 3$ (crecimiento alométrico).

$$t = \frac{b - \beta}{ES^b}$$

Dónde:

t: valor de *t student*.

b: valor del coeficiente de crecimiento.

β : valor esperado del coeficiente de crecimiento.

ES^b : Error estándar de b.

Posteriormente, se estimó el peso asintótico (W_∞):

$$W_\infty = a (L_\infty)^3$$

Dónde:

W_∞ = peso asintótico

L_∞ = longitud asintótica

a = factor de condición

Con esto, la fórmula de crecimiento de von Bertalanffy se modifica a peso de la siguiente manera (Sparre y Venema, 1997):

$$W_t = W_\infty [1 - \exp(-k(t-t_0))]^b$$

Dónde:

W_t = peso total (gramos)

W_∞ = peso asintótico

K = curva de crecimiento (anual).

t_0 = edad del individuo a la edad 0

b = coeficiente de alometría

Se realizaron pruebas estadísticas comparando los dos períodos para las variables longitud (cm) y peso (Kg); además, de las tallas por sexo para cada etapa. La prueba utilizada se determinó revisando primero los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro al 95% de confianza) y de homocedasticidad (prueba de Levene al 95% de confianza) mediante el

programa R (R Core Team, 2022). Se realizaron pruebas multivariadas (PerMANOVA) con los programas estadísticos PRIMER-e v.7 (2017).

A continuación, las comparaciones realizadas:

- Tallas longitudinales del período 2010/11 vs período 2015/16.
- Pesos del período 2010/11 vs período 2015/16.
- Tallas longitudinales por sexo del periodo 2010/11.
- Tallas longitudinales por sexo del periodo 2015/16.

d. Tasa de mortalidad

Para obtener la tasa de mortalidad por pesca (F), se utilizó la siguiente formula:

$$F = Z - M$$

Por lo que, se calculó primero la **mortalidad total (Z)** aplicando el modelo de curva de captura linealizada (“*Length-converted catch curves*”) del software FiSAT II (Gayanilo *et al.* 2005). Mientras que, la **mortalidad natural (M)** se calculó a través de la siguiente ecuación (Pauly, 1982):

$$\log(M) = -0,0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T (^{\circ}C)$$

Donde:

M = tasa de mortalidad.

L_{∞} = longitud asintótica.

K = parámetro de curvatura (anual).

T = temperatura promedio del agua ($^{\circ}C$) según época de muestreos y capas de profundidad en el AMPRGD: $28^{\circ}C$ (Quesada y Morales, 2004).

e. Tasa de explotación

Se utilizó la ecuación de Gulland (1983) para obtener la tasa de explotación (E) para cada lutjanido analizado, de la siguiente manera:

$$E = F/Z$$

Se consideraron los siguientes supuestos: $E=0.5$ (población estable); $E<0.5$ (población sub-explotada); $E>0.5$ (población sobreexplotada).

V. Características reproductivas

a. Determinación del sexo y madurez sexual

Para la determinación macroscópica del sexo de las capturas, se trabajó bajo la premisa que ambos sexos en *L. guttatus* presentan en general las gónadas pares, lobuladas y en ocasiones de textura granulosa. Sin embargo, las gónadas de las hembras, con respecto a los machos, son más grandes y oscuras, al comparar especímenes de talla, peso y estado de madurez similar (Rojas, 1997). Aquellos individuos a los que no se les pudo determinar el sexo, ya sea porque las gónadas se encontraban retraídas, o no mostraban los caracteres de diferenciación sexual evidentes, se les denominaron indeterminados.

Se trabajó con los mismos criterios utilizados por Claro (1994) (anexo 3), en su escala para la distinción de los estadios de maduración gonadal según sexo, la cual indica que el estadio I se presenta como estado de reposo, en el estadio II las gónadas aún están inmaduras, y en los estadios III y IV se observa una maduración notable con la preparación para desovar (Balbotín y Fischer, 1981; Gutiérrez, 1990). Con esto, se determinó la frecuencia de aparición mensual de los diferentes estadios de madurez sexual.

Se calculó la proporción de sexos total para cada período de muestreo para establecer si la cantidad de machos o hembras fue un recurso limitado para *L. guttatus*, y se corroboró mediante una prueba estadística χ^2 ($\alpha=0,05$) para ver si existía una desviación significativa a la proporción 1:1 (H_0 = sexos con misma proporción), utilizando el programa ofimático Excel. Este análisis se basa en el principio de Fisher que determina a la razón de sexo de las especies con reproducción sexual, en 1:1 entre machos y hembras (Fisher, 1930). Se utilizó un estimador de χ^2 con corrección de Yates según explica Fowler *et al.* (2013), ya que los datos cumplieron estadísticamente con una distribución binomial, utilizando la siguiente fórmula:

$$\chi^2_c = \frac{[(N \text{ machos} - N \text{ hembras}) - 1]^2}{N \text{ total}}$$

Se utilizaron los siguientes criterios de decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula que indica que la proporción entre machos y hembras es igual:

- 1) Si $\chi^2_c > 3.84$, se rechaza H_0 ($p < 0.05$)
- 2) Si $\chi^2_c < 3.84$, se acepta H_0 ($p > 0.05$)

Al igual que se realizó en el análisis de los parámetros de crecimiento, se comprobó que los datos longitudinales por sexo para ambos períodos del estudio no presentaron una distribución normal, primero según los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro al 95% de confianza) y segundo con los de homocedasticidad (prueba de Levene al 95% de confianza). Con esto, se ejecutaron los análisis estadísticos PERMANOVA, para evidenciar si se presentaron diferencias significativas entre las tallas de machos y hembras.

b. Talla media de primera madurez sexual (TMM)

Para obtener el valor de TMM (L50%), en la cual la mitad poblacional analizada presenta una definida madurez sexual (Lucano-Ramírez *et al.* 2006), se agruparon los pargos colectados mensualmente según sexo y estadio de maduración gonadal, junto con los datos de longitudes corporales de cada individuo.

Posteriormente, se utilizaron los datos obtenidos de las hembras para el cálculo de la TMM, agrupándolas en inmaduras y maduras (en estadios III y IV: en actividad reproductiva) según clases de talla. Con esto, se calculó la proporción de hembras maduras con respecto a la longitud (Lt), descrita por un modelo de tipo logístico aplicando la ecuación de Sparre y Venema (1997):

$$PL_t = 1 / 1 + e^{(aL_t + b)}$$

Dónde:

PL_t= porcentaje de hembras maduras a una determinada longitud total.

L_t=longitud total.

a y b constantes de la ecuación de regresión.

Justo en el punto en donde esta función logística alcanza el 50% de probabilidad de obtener especímenes maduros se define la Talla Media de Madurez (L50).

Para identificar que tanta representación de la muestra fue mayor o menor al valor de TMM obtenido, se realizó una comparación con la Talla Media de Captura-TCM (*talla promedio en que los peces fueron capturados durante todo el período de muestreo*) (Narváez *et al.*, 2013):

$$TCM = \sum \text{longitudes totales (cm)} / N$$

Con esto, se analizó la proporción espaciotemporal de los individuos maduros para ambos períodos del muestreo y así registrar que cambios se dieron cinco años después de la creación del AMPRGD con respecto a la TCM y la TMM. Paralelamente, se analizaron en

conjunto los resultados de los parámetros reproductivos con los de crecimiento para determinar exploratoriamente si realmente los puntos de captura representaron sitios de crecimiento y reproducción para *L. guttatus*.

Esta comparación entre los resultados obtenidos en ambos períodos permitió establecer de manera preliminar si existieron diferencias para *L. guttatus*, cinco años después de la entrada en vigor del AMPRGD, en aspectos relacionados a la distribución espacio/temporal, los volúmenes de captura, los parámetros poblacionales de explotación y la biología reproductiva.

VI. Análisis de la percepción de los pescadores artesanales.

Las preguntas de las encuestas aplicadas a los pescadores artesanales, según se explicó en la sección de la fase de campo, fueron de tipo abiertas, cerradas o mixtas; concretas, presentadas en un orden rígido y preestablecido, para generar respuestas cortas y de contenido limitado, con el fin principal de obtener datos de un grupo representativo de pescadores artesanales de la zona con respecto al objetivo central. Es por esto, que la encuesta se estructuró iniciando con el título, objetivo de la encuesta y datos generales.

Se siguieron las acotaciones de Hernández *et al* (2016), que recomienda incluir tanto preguntas cerradas como abiertas, para conocer mejor el vocabulario general en el tema analizado, obtener respuestas amplias y conocer a fondo las opiniones de los encuestados sobre los aspectos en acotación.

En preguntas cerradas (de tipo dicotómicas, politómicas, de elección múltiple o de escala), el encuestado eligió una respuesta dentro de las opciones planteadas, mientras que, en las preguntas mixtas, pudo escoger una o varias de las elecciones esbozadas, además se le dio la opción de escribir su propia respuesta, como se hace en las preguntas abiertas. El anexo 4 muestra la encuesta aplicada.

Las preguntas que se analizaron y redactaron en manera de prosa de la manera más precisa y concisa según relevancia de las respuestas. Los resultados obtenidos se analizaron en conjunto con los obtenidos para los aspectos biométricos, para establecer que grado de relación existió entre el componente social, económico y biológico en la investigación; para así definir las recomendaciones de manejo pesquero concernientes.

VII. Recomendaciones de manejo pesquero para el AMPRGD.

Las recomendaciones de manejo pesquero para la captura de *L. guttatus* dentro del AMPRGD denotadas al final de la presente investigación, fueron producto del complemento entre los análisis técnicos de los datos biológico-pesqueros fundamentados por supuestos estadísticos de confianza y las encuestas a pescadores artesanales, que aportaron el conocimiento ecológico tradicional que fundamentó a los parámetros poblacionales obtenidos.

Las recomendaciones se enfocan en optimizar los esfuerzos y acciones de manejo para el control de la pesca de *L. guttatus* dentro del AMPRGD, según las conclusiones obtenidas en este estudio en relación con aspectos de dinámica poblacional de la especie y la percepción socioeconómica del gremio de pescadores artesanales involucrados en la captura de pargo mancha en la zona.

RESULTADOS

I. Identificación del nivel de explotación

Se analizaron en total 994 pargos manchados, recolectados de los cuatro puestos recibidores de pescado del Golfo Dulce elegidos para este estudio. Distribuidos en 501 para el primer período (Set/10 a Abr/11) y 493 para el segundo (Set/15 a Abr/16). La diferencia fue mínima entre períodos, ya que fue solo de 8 individuos. Esto se refleja en la figura 3, en donde no se observa de manera clara un período superior en cuanto la abundancia total del estudio.

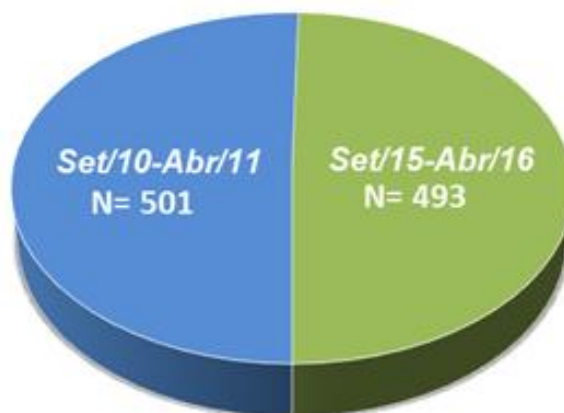


Figura 3. Abundancia total (N) obtenida para cada período de muestreo de la especie *L. guttatus*. La N total de la investigación fue de 994.

Para la abundancia relativa total (AR%) de *L. guttatus*, se obtuvo en la etapa 2010/11 al puesto de Puerto Jiménez con la mayor cantidad de individuos colectados, representando el 51% de las capturas totales, en contraparte con Rincón-La Palma en donde no se registraron capturas. Situación contraria ocurrió para el periodo 2015/16, en donde el puesto de Rincón-La Palma resultó con el mayor porcentaje de capturas para pargo mancha (34% de la abundancia relativa total), a diferencia de Puerto Jiménez que obtuvo el menor porcentaje con 13% (fig.4).

Puestos recibidores que en el 2010/11 presentaron gran cantidad de capturas de *L. guttatus*, como los son los puertos de Pílon y de Jiménez, para el 2015/16 resultaron ser los más escasos en colectas, al contrario de Playa Zancudo y Rincón-La Palma, cuyos puestos acrecentaron significativamente su cuota (fig. 4). Con esto, se observó como la distribución de las capturas fue más equitativa para el período II, ya que la diferencia en la abundancia entre cada puesto receptor no fue tan significativa.

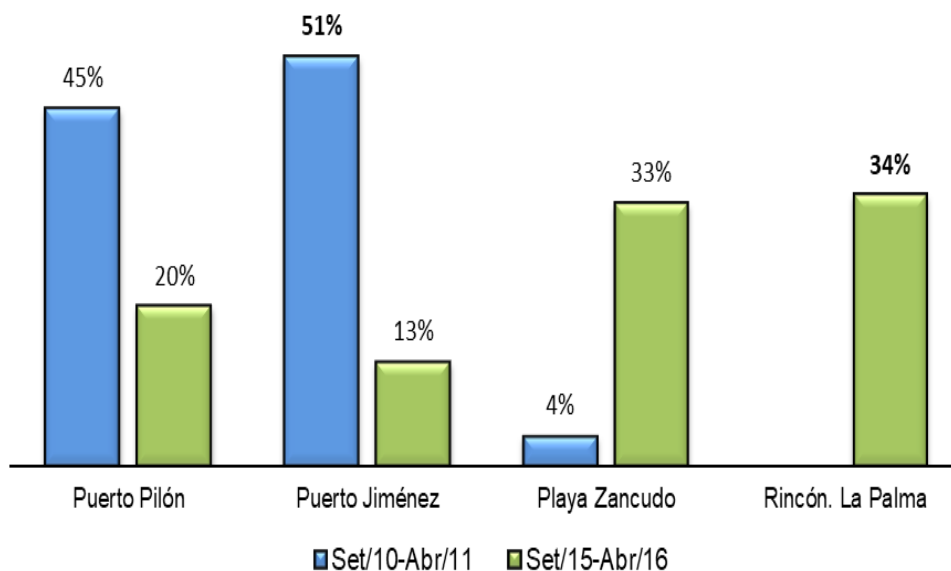


Figura 4. Distribución de la abundancia relativa (AR%) obtenida para *L. guttatus* por puesto receptor, y para ambos periodos de muestreo.

Para la distribución mensual de las capturas del *L. guttatus*, se registraron en setiembre la mayor cantidad de individuos en la primera etapa del muestreo (2010/11) con un N=149, en contraparte con diciembre en donde solo se obtuvieron 25 ejemplares, siendo el mes de menor abundancia. Para el segundo periodo (2015/16), el mes con más organismos capturados fue octubre con un N=124, y el de menos fue febrero con 20 (fig. 5).

La figura 5 muestra los cambios que se dieron con respecto al número de individuos colectados mensualmente para el pargo mancha en ambas etapas de la investigación, evidenciando una modificación en el mes que registró más capturas, el cual fue setiembre para el primer periodo 2010/11, mientras que octubre lo fue para el 2015-16. A la vez, diciembre que mostró la menor cantidad de especímenes para la etapa uno, relevó este puesto al mes de febrero en la etapa dos.

Paralelamente, podemos observar como la tendencia mensual del número de capturas de *L. guttatus* se mantuvo similar en ambos periodos de muestreo, mostrando una importante cantidad de individuos durante setiembre y octubre, disminuyendo progresivamente hasta diciembre. En enero y febrero, de ambos rangos mensuales del muestreo, se da un aumento y descenso respectivamente en los especímenes, subiendo para marzo y bajando nuevamente en abril (fig. 5).

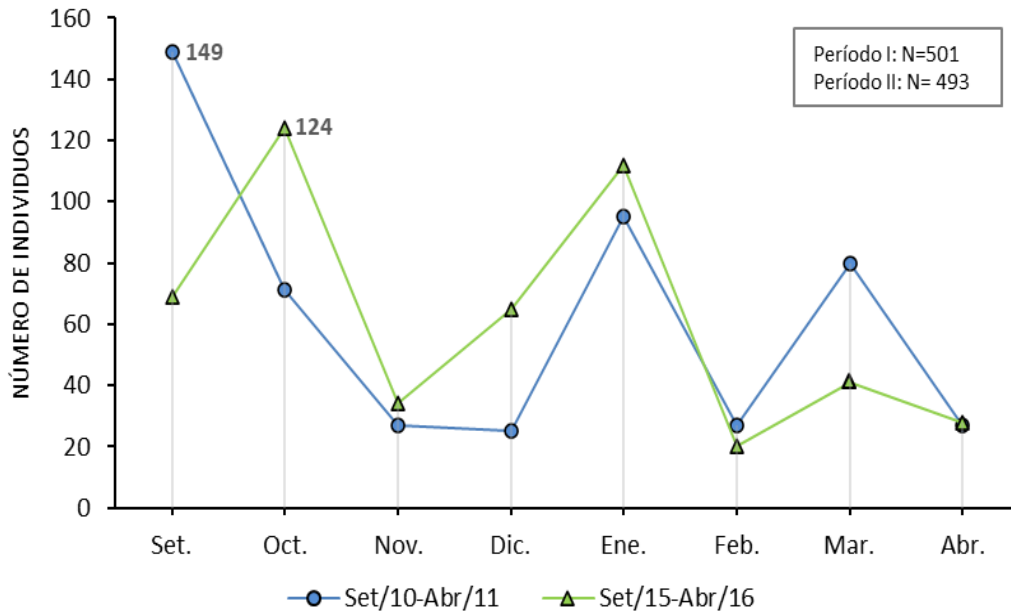


Figura 5. Capturas mensuales obtenidas de *L. guttatus* durante ambos períodos de muestreo.

Los análisis estadísticos de los datos de longitud corporal total, peso total y tallas por sexo en ambos períodos no cumplieron con los supuestos de normalidad (todos los $W > 0.49$, todos los $P < 0.05$), ni tampoco con los de homocedasticidad (todos los $W > 9.7$, todos los $P < 0.05$), por lo que, se procedió con los análisis multivariados no paramétricos mediante la prueba PERMANOVA, mismos que se detallan junto a los parámetros poblacionales.

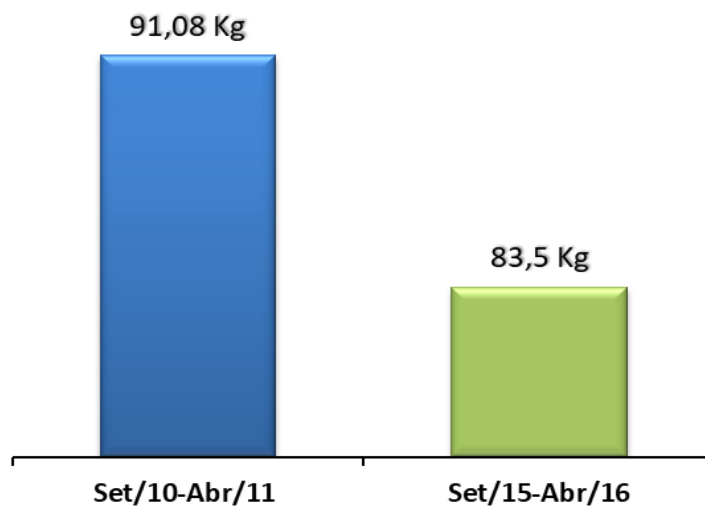


Figura 6. Representación de *L. guttatus* en el peso total (Kg) de la captura durante ambos períodos de muestreo.

El volumen de captura total obtenido para *L. guttatus* fue de 174.5 Kg, de los cuales, 91.17 Kg (52.2%) corresponden a la etapa I y 83.5 Kg (47.8%) a la II (fig. 6), con valores máximos de 0.93 Kg para el 2010/11 y 0.83 Kg para el 2015/16. Para la variable peso se obtuvo un valor de *P* ligeramente menor a 0.05 ($F_{1, 992} = 4.39$; $P = 0.04$), por lo que se deduce que no hubo diferencias significativas entre períodos.

a. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

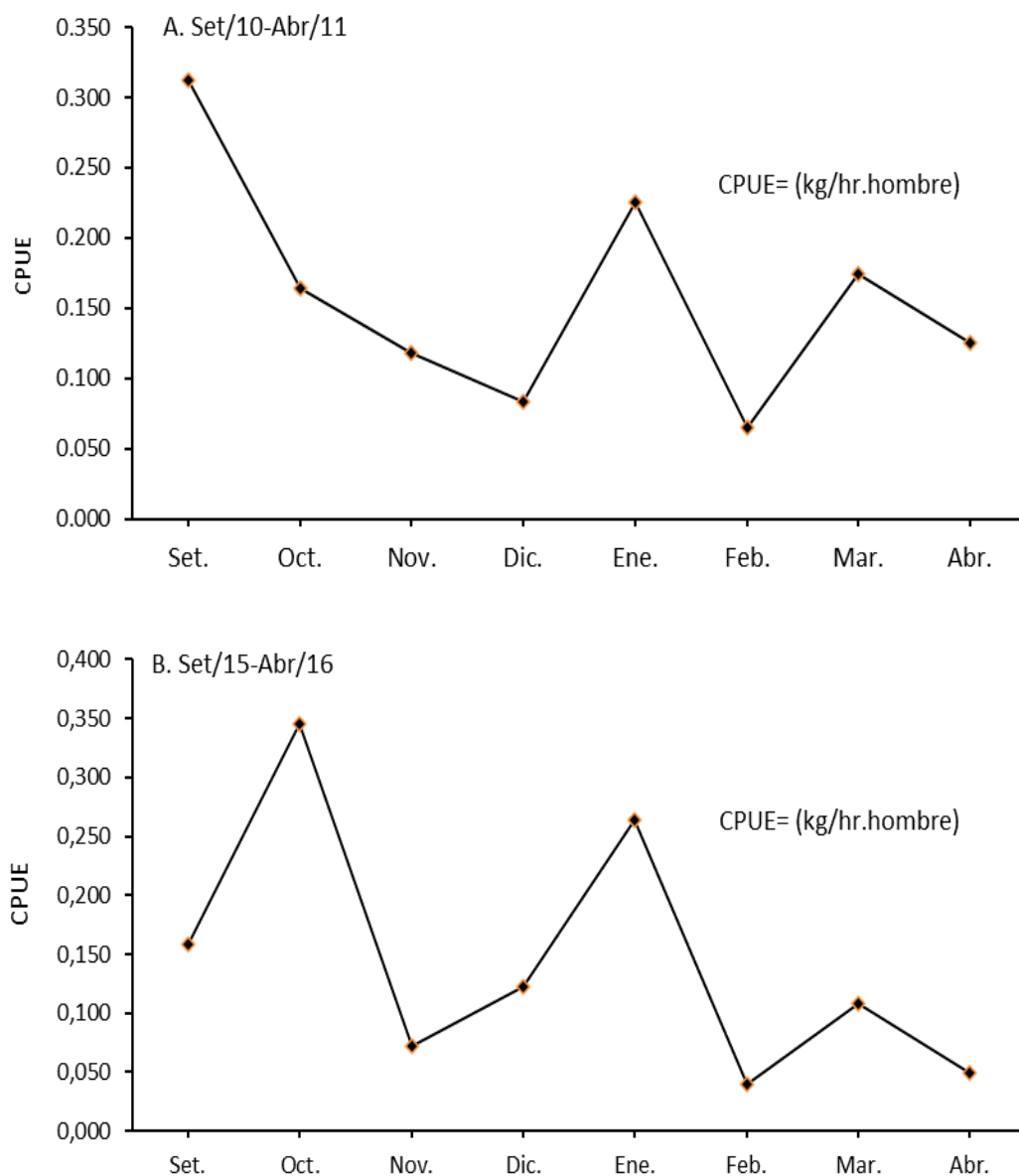


Figura 7. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) calculado por mes de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Los mayores valores de CPUE para *L. guttatus* en el período I (Set./2010 a Abr./2011), se registraron en los meses de setiembre, enero y marzo, con 0.31, 0.22 y 0.17 kg/hr.hombre respectivamente. Mientras que los valores mínimos en diciembre y febrero, con 0.06 y 0.08 kg/hr.hombre (fig.7a). Para el período II (Set./2015 a Abr./2016) los meses predominantes en su valor de CPUE fueron octubre y enero, con 0.34 y 0.26 kg/hr.hombre, concordando este último mes con la primera etapa; en contraposición con los meses de menor valor que fueron noviembre y febrero (0.07 y 0.04 kg/hr.hombre), que mantuvieron la tendencia de la primera etapa de estar entre los de menos capturas (fig.7b).

b. Crecimiento

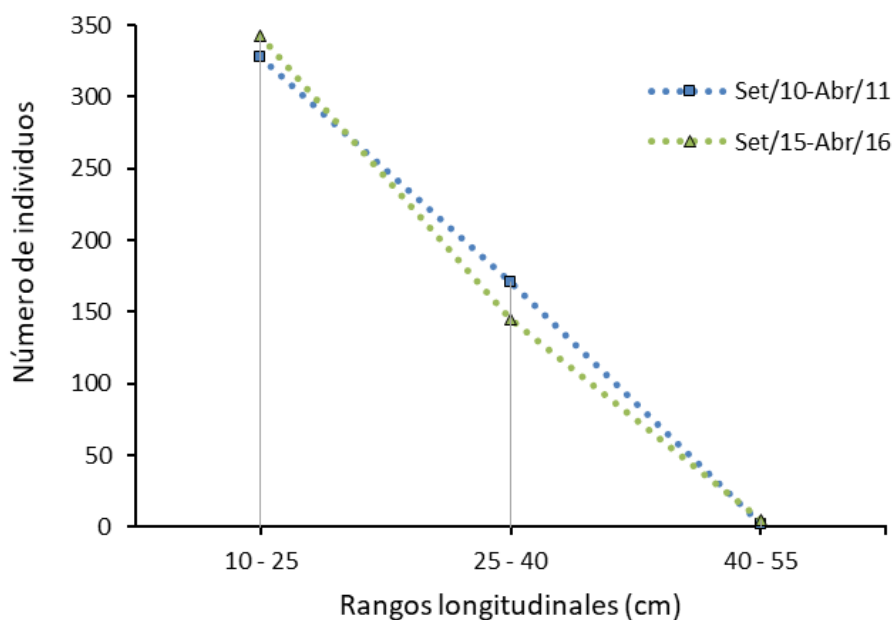


Figura 8. Número de individuos obtenidos según rangos longitudinales para *L. guttatus*.

La Figura 8 muestra la tendencia en la distribución de capturas para *L. guttatus*, según las tallas corporales obtenidas para ambos períodos de muestreo. Tanto para el período I (2010/11), como para el período II (2015/16), la mayor cantidad de especímenes presentaron longitudes entre los 10 y 25 cm.

La **primera etapa** presentó una **Talla de Captura Media (TCM)** igual a **24.3 ± 5.3 cm**, superior a la de **la segunda etapa** que fue de **23.2 cm ± 4.3 cm**. Con respecto a esto, en la Figura 8 se puede observar cómo ambas líneas de tendencia muestran la mayor cantidad de capturas dentro del rango de 10 a 25 cm, en el cual se ubican los valores de TCM para ambos

períodos. Se deduce que la leve superioridad de la TCM en el 2010/11 se dio por presentar más individuos en la categoría de los 25 y 40 cm.

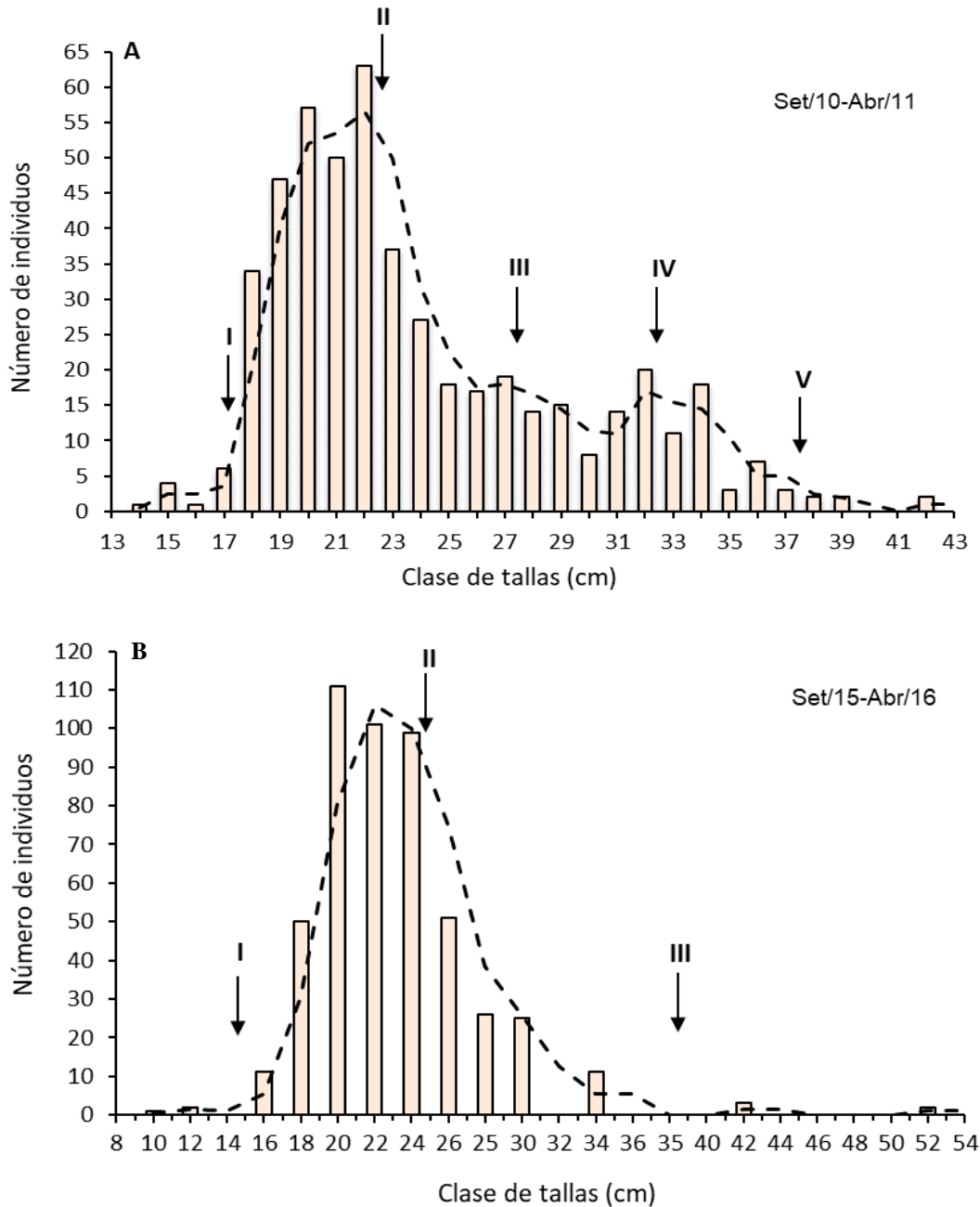


Figura 9. Distribución total de frecuencias de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

En el período I se presentó una longitud máxima de 42.5 cm y una mínima de 14.8 cm. Asimismo, la mayoría de las capturas se ubicaron entre los 20 cm y 22 cm, con un total de 170 individuos en este rango. Se pueden observar en la población 5 cohortes de edad bien

definidos, lo que evidencia que en cualquier mes del año se pueden capturar especímenes de 5 grupos de tallas diferentes (Fig. 9a).

En el período II se obtuvo un valor mínimo de 10.3 cm y uno máximo de 50 cm. El ámbito de longitudes entre los 20 y 24 cm presentó la mayor cantidad de individuos, con 218 representantes. Esta etapa contó con 3 cohortes de edad, evidenciando que cualquier mes durante el año puede presentar capturas de 3 grupos de tallas diferentes (Fig. 9b).

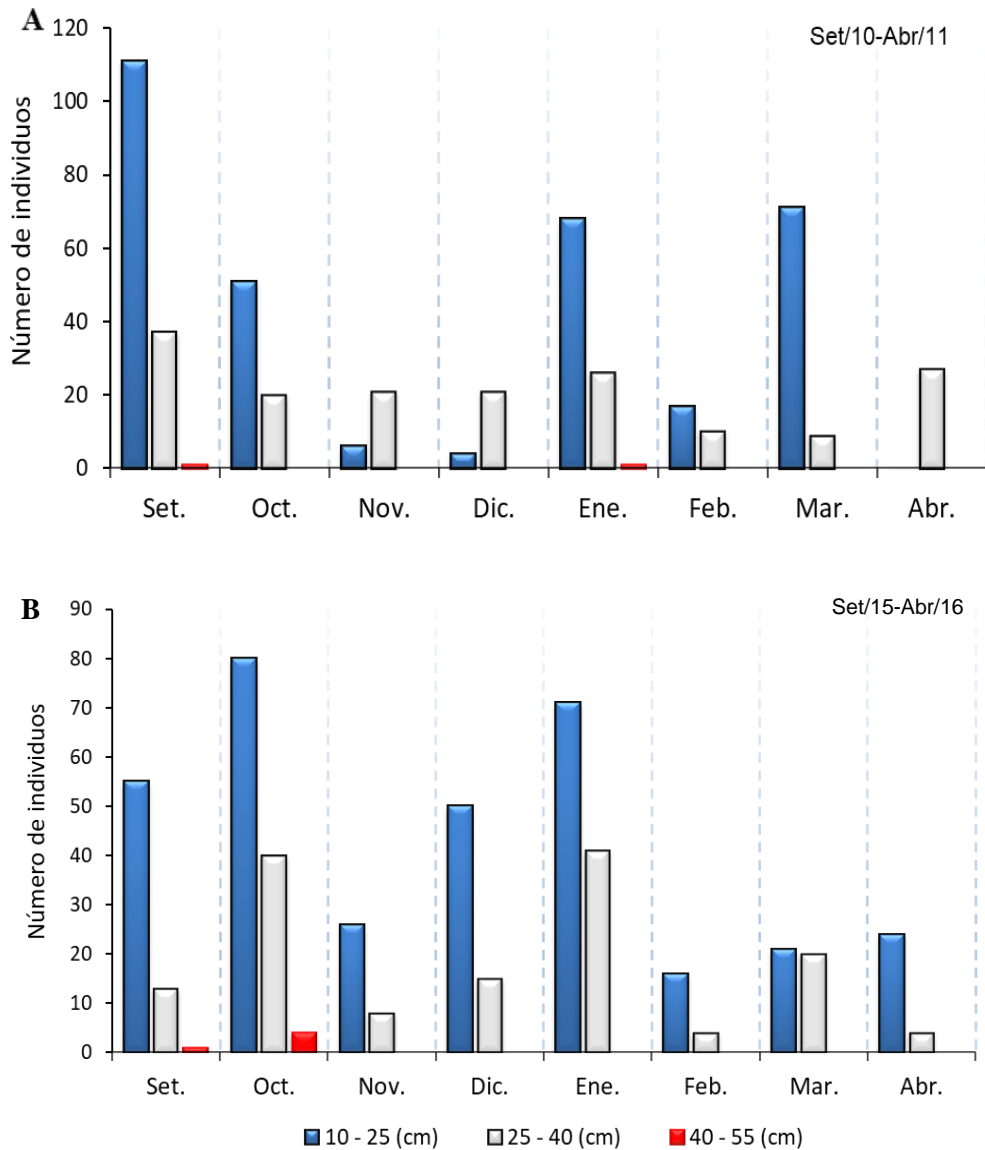


Figura 10. Distribución mensual de la longitud total de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

La figura 10 muestra las distribuciones por largo de *L. guttatus*, evidenciando que los individuos de 10 a 25 cm predominaron durante ambos períodos, siendo los más abundantes durante cinco meses en el 2010/11, mientras que para el 2015/16 dominó la totalidad de los muestreos. Esto genera que la TCM de ambas etapas se encuentren dentro de dicho rango.

Durante ambos períodos, setiembre y octubre en conjunto contabilizaron la mayor cantidad de colectas dentro de los 10 y 25 cm, con 162 individuos en el 2010/11 y 135 en el 2015/16, disminuyendo para noviembre y diciembre, pero solo en la primera etapa los individuos de 25 a 40 cm fueron superiores en dichos meses. De enero a abril se dio un repunte de los pargos de 10 a 25 cm, excepto en abril del 2011 en donde los pargos mayores a 25 cm dominaron. Se obtuvo un individuo mayor a 40 cm en enero del período I y en setiembre de ambas etapas, mientras que en octubre del 2015/16 se pescaron 4 especímenes de este tamaño (fig.10). La PERMANOVA mostró que para la variable longitud existen diferencias significativas entre períodos ($F_{1, 992} = 11.532$; $P = 0.002$).

En cuanto al valor de los parámetros poblacionales, para el período I se obtuvo un valor de longitud asintótica (L_{∞}) de 36.54 cm, una constante de crecimiento (K) igual a 0.49 y un valor de t_0 (edad teórica del individuo con talla cero) de -0.5. Mientras que para el período II estos valores correspondieron a $L_{\infty} = 52.81$ cm, $K = 0.63$ y $t_0 = -0.4$. El cuadro 3 muestra una comparación de estos datos con los de otros estudios similares.

Cuadro 3. Parámetros poblacionales obtenidos en diferentes investigaciones para *Lutjanus guttatus*

Referencia	Lugar	K	L_{∞}	t_0	ϕ'
Esta investigación (Período I: 2010/11)	Golfo Dulce, Costa Rica	0.49	36.54	-0.50	2.81
Esta investigación (Período I: 2015/16)	Golfo Dulce, Costa Rica	0.63	52.81	-0.40	3.24
Andrade (2003)	Pacífico de Guatemala	0.13	66.4	-0.03	2.76
Soto-Rojas <i>et al.</i> (2009)	Golfo de Nicoya, Costa Rica	0.13	65.9	-2.66	2.75
Bystrom <i>et al.</i> (2017)	Bejuco, Costa Rica	0.21	64.58	-0.18	2.94
Herrón <i>et al.</i> (2018)	Pacífico de Colombia	0.57	59.6	-0.62	3.31
Soto-Rojas <i>et al.</i> (2018)	Golfo de Nicoya, Costa Rica	0.32	65	-0.42	---

Para el 2010/11, el modelado de von Bertalanffy mostró a *L. guttatus* con un crecimiento acelerado durante los primeros 6 años de vida, desacelerando y alcanzando su longitud máxima cerca de los 16 (fig. 11a). En el período II (fig. 11b), el crecimiento se dio mayormente los primeros 5 años, nivelando en este punto hasta alcanzar su talla máxima aproximadamente a los 14. Estos resultados concuerdan con los valores “k” obtenidos, siendo mayor para el 2015/16 (cuadro 3).

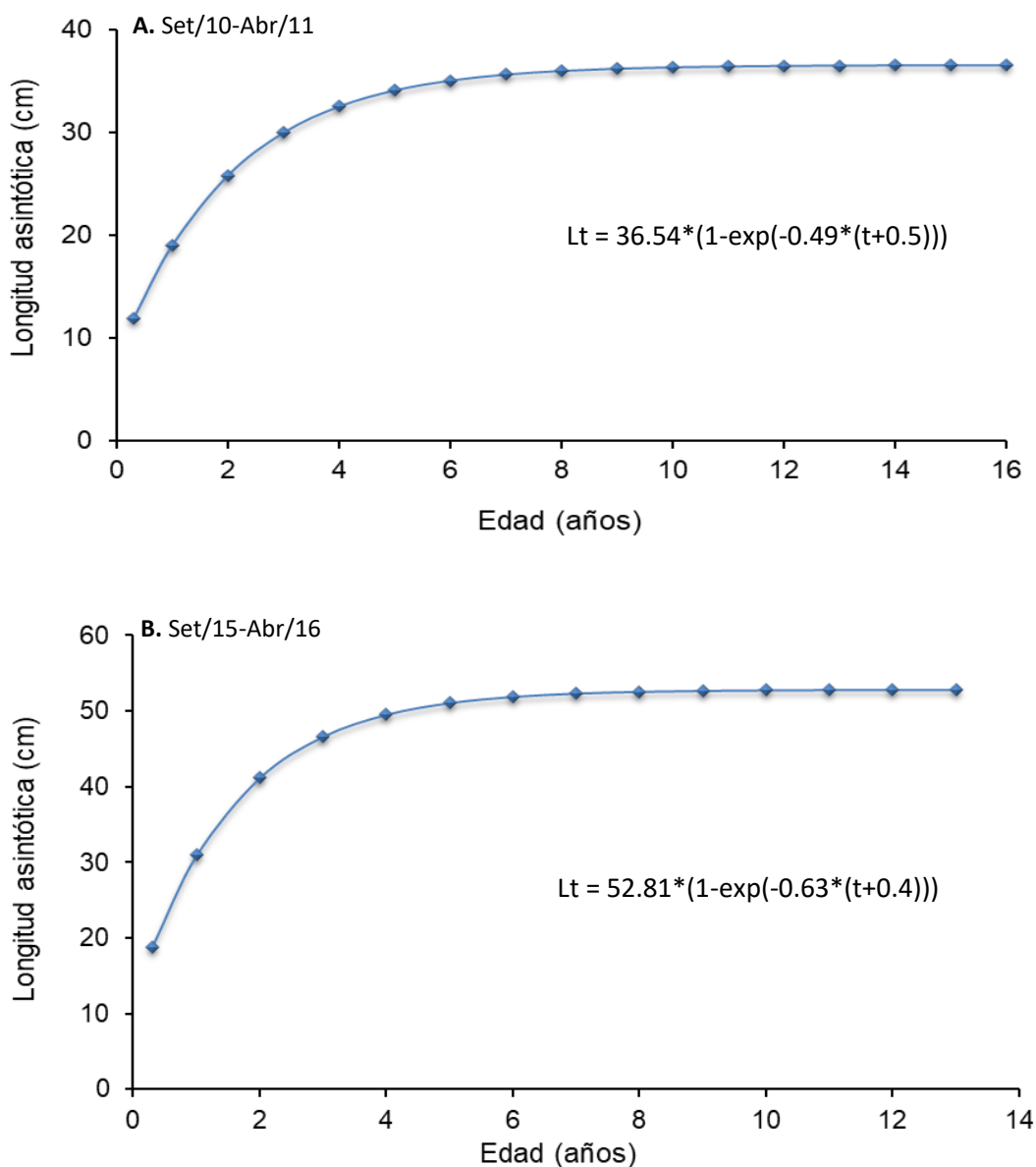


Figura 11. Curva de crecimiento en longitud de *L. guttatus* en el en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Las tendencias observadas en la figura 11 se corroboran con los gráficos de tasa de crecimiento para el pargo mancha (fig. 12), mostrando para ambos períodos una elevada tasa en las etapas tempranas de su ciclo de vida, concretamente los primeros 6 años en el 2010/11, mientras que para el 2015/16 se dio en los 5 años iniciales. Se evidencia como en el período I el crecimiento se detiene totalmente a los 16 años, mientras que cinco años después esto sucede a los 14.

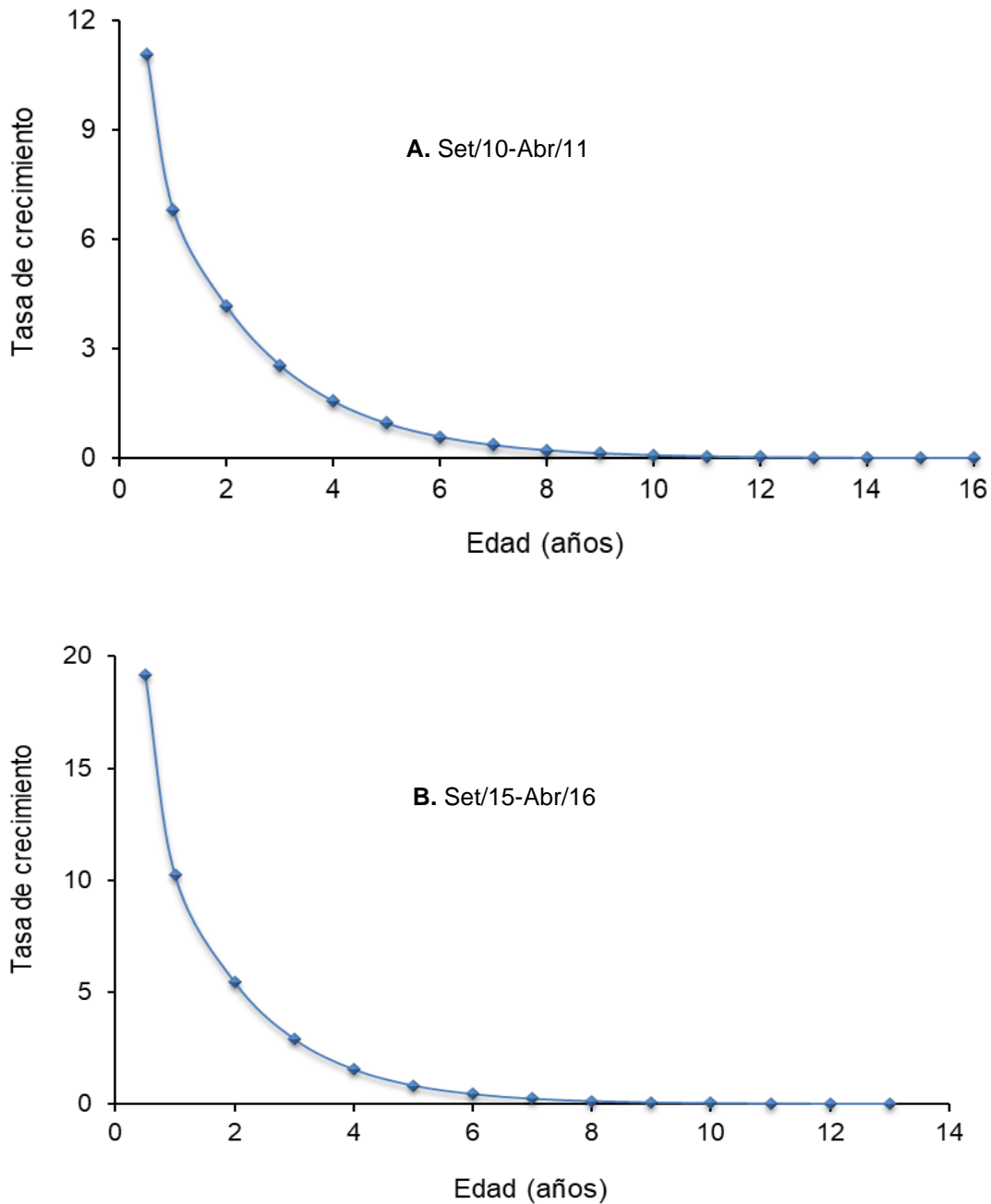


Figura 12. Tasa de crecimiento en longitud de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

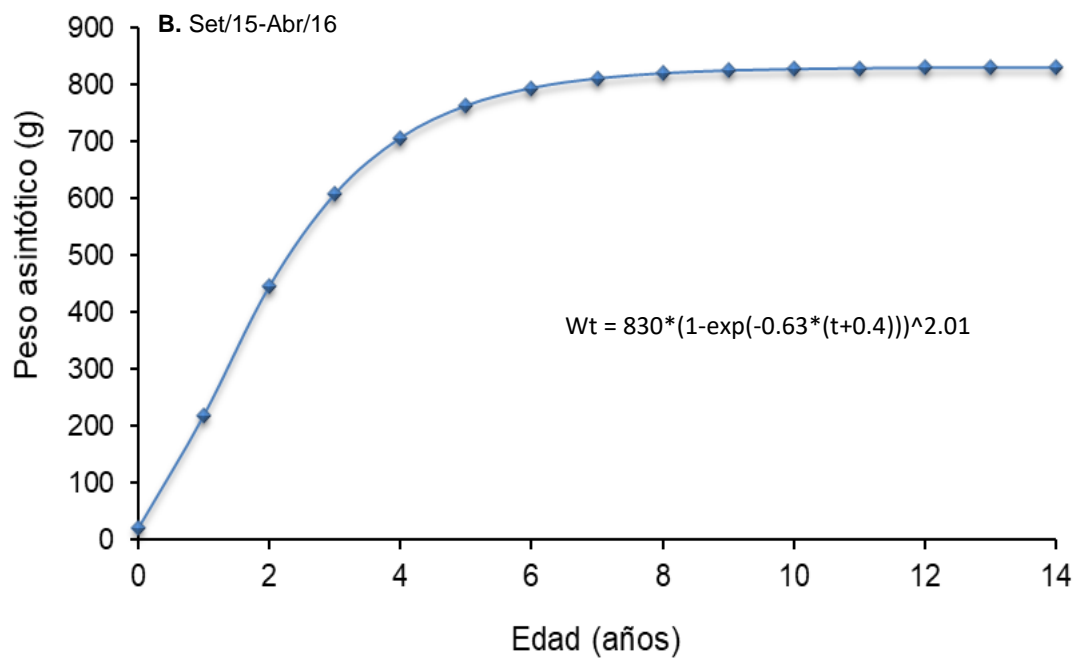
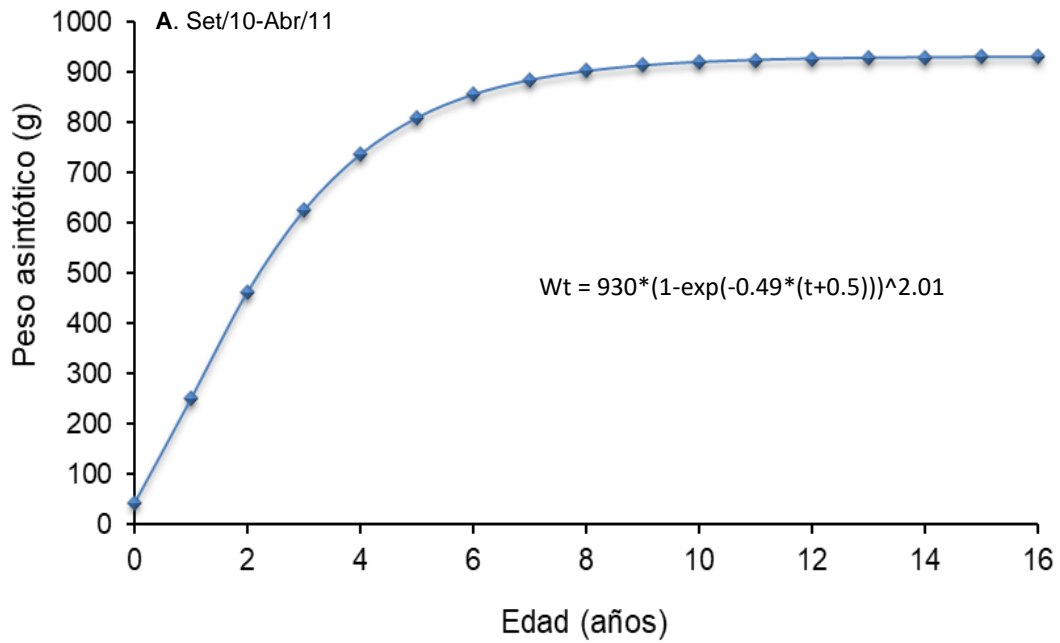


Figura 13. Curva de crecimiento en peso de *L. guttatus* en el en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Los valores obtenidos para el peso asintótico se aplicaron modificando la ecuación de crecimiento en talla de von Bertalanffy a peso. En ambas etapas *L. guttatus* aumentó de peso con mayor intensidad durante los primeros 6 años, para alcanzar un equilibrio cerca de los 10 años aproximadamente (fig.13). La talla máxima promedio en gramos “Wt” fue igual a 931 g para el 2010/11 y lo alcanzaron aproximadamente a los 16 años, mientras que para el 2015/16

(fig. 13b) el valor de W_t fue de 831 g, el cual los organismos lograron alcanzar a los 14 años. Este análisis fue corroborado con el modelaje de la tasa de crecimiento en peso (fig. 14), en donde se pudo observar que el máximo rendimiento en peso para el pargo mancha se presentó durante los primeros 4 años de vida para ambos períodos.

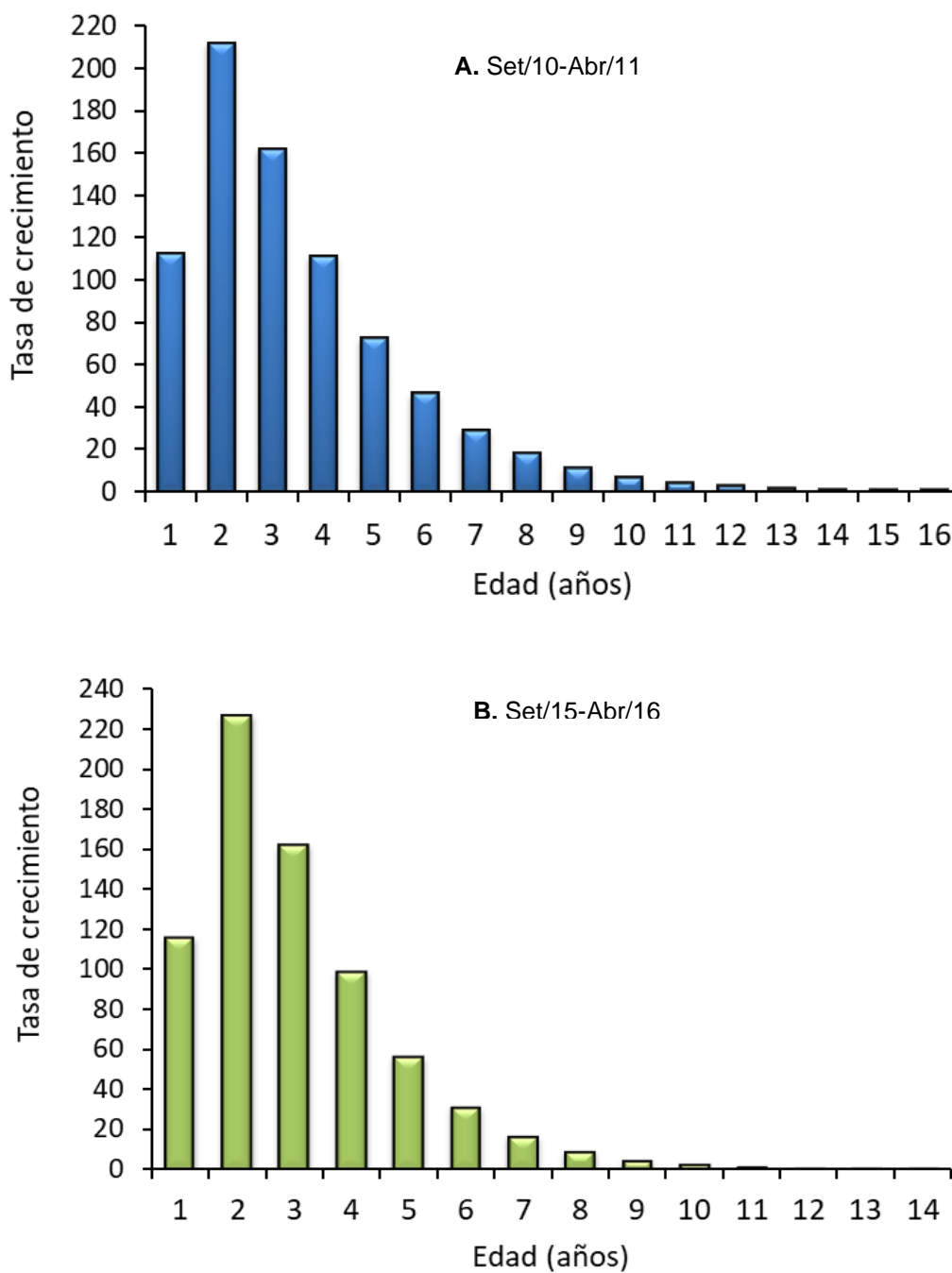


Figura 14. Tasa de crecimiento en peso de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

c. Crecimiento en peso

La relación longitud-peso para *L. guttatus* durante el 2010/11 fue de $P=0.0003 \cdot Lt^{2.01}$ ($R^2=0.59$) (fig.15a), mientras que para el 2015/16 fue de $P=6E-05 \cdot Lt^{2.50}$ ($R^2=0.794$) (fig.15b). Los resultados mostraron que la variable b en ambos períodos fue menor a 3 (2.01 en el 2010/11 y 2.50 en el 2015/16), lo que indica que incrementaron en mayor medida su talla que su peso, presentando un crecimiento alométrico negativo ($p<0,05$).

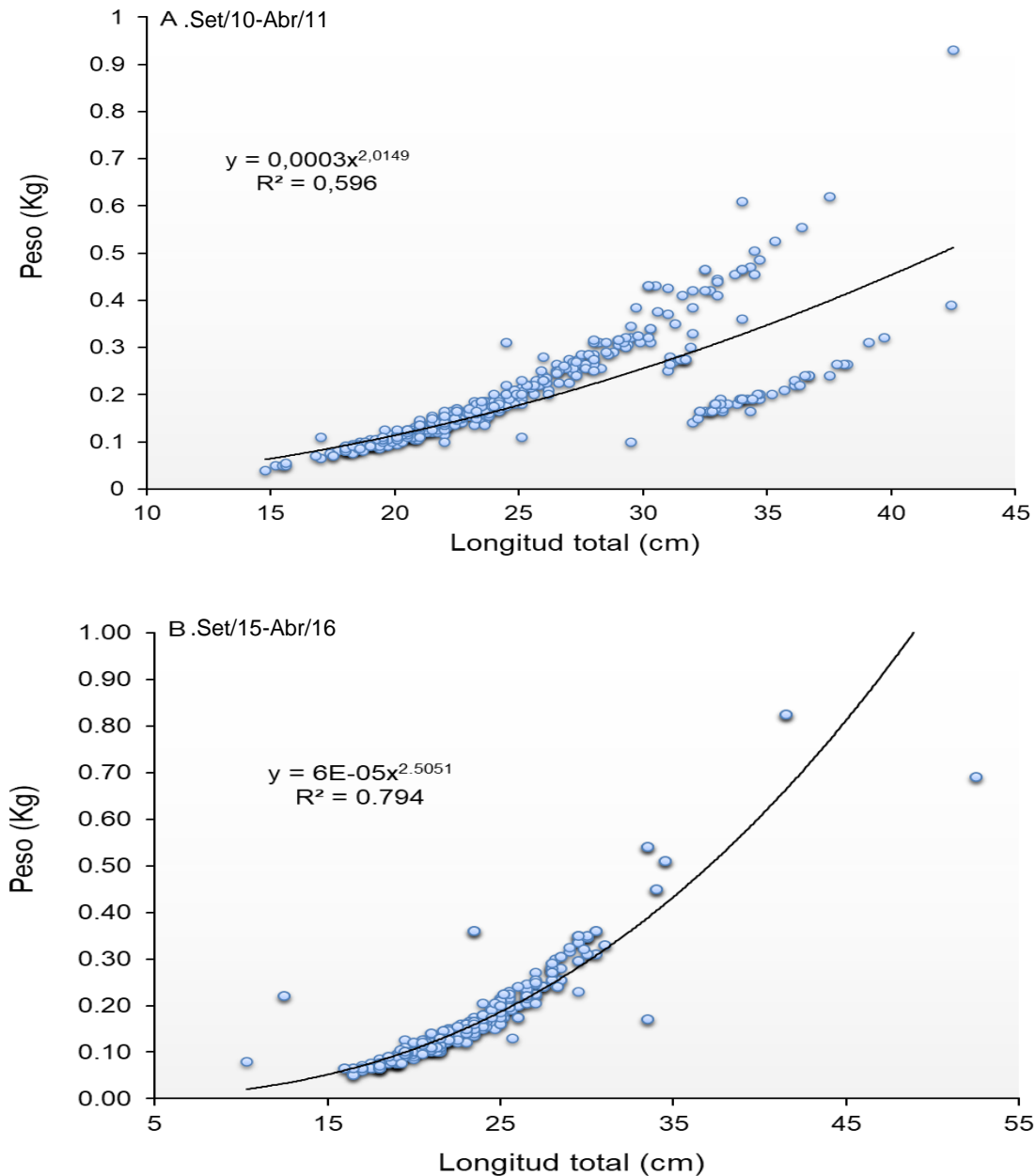


Figura 15. Relación longitud-peso para individuos de *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

d. Tasas de Mortalidad y de Explotación

Para el 2010/11 el valor estimado para la mortalidad total (Z) fue 1.09, con una mortalidad natural (M) igual a 0.23 y una mortalidad por pesca (F) de 0.86. Con estos datos se obtuvo una tasa de explotación $E= 0.78$; sobrepasando el equilibrio, por lo que se considera que la población se encontró sobreexplotada.

En el 2015/16 estos mismos valores presentaron los siguientes resultados: $Z= 3.71$, $M= 1.12$ y $F= 2.59$. Con estos datos, se obtuvo un valor de tasa de explotación E igual a 0.69, lo que indica que la muestra poblacional excedió el rendimiento máximo sostenible.

II. Características Reproductivas

a. Determinación y proporción de sexos

La figura 16 muestra que, tanto para el período I como para el II, se presentó mayor cantidad de pargos machos que hembras, con valores porcentuales similares en ambos períodos. Mientras que los organismos que menor representación tuvieron en las colectas fueron los de sexo indefinido cuyo estado gonadal no presentaba ningún grado de madurez evidente. Para el período I (fig. 16a) se presentó una proporción de 1.3 machos por cada hembra y se encontró una diferencia significativa ($\chi^2c=9.97$; $P<0,05$) de la proporción esperada de 1:1. Mientras que para el período II (fig. 16b) esta proporción fue de 1.1 machos por cada hembra y no se encontró una diferencia significativa ($\chi^2c=1.18$; $P>0,05$).

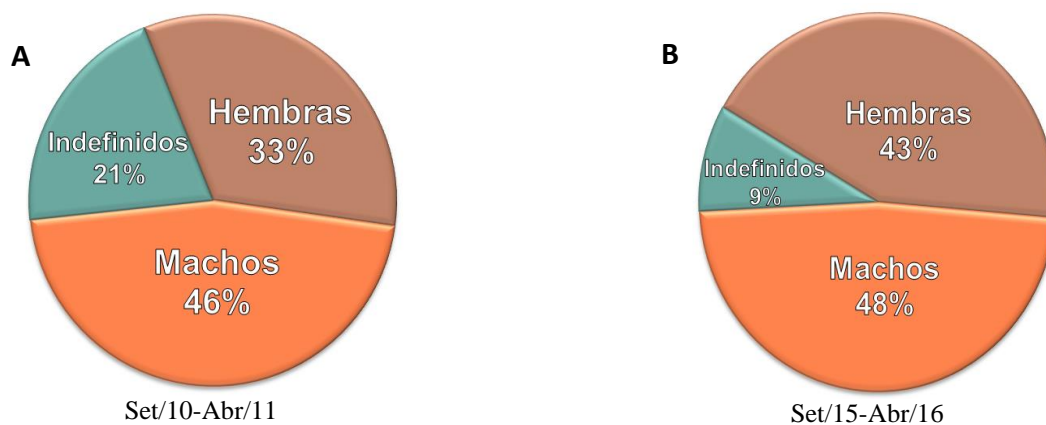


Figura 16. Proporción de sexos para *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Para el análisis PERMANOVA de tallas longitudinales por sexo en el periodo 2010/11 se presentaron diferencias significativas ($F_{1, 396} = 9.96, P= 0.002$), con lo que se evidencia la supremacía de alguno de los dos sexos. En este caso, los machos dominaron con un promedio de talla igual a 26 cm, a diferencia del valor obtenido para las hembras de 24.2 cm.

Los resultados de este mismo análisis, pero para el periodo 2015/16, no presentaron diferencias significativas ($F_{1, 422} = 0.89, P= 0.35$), por lo que se deduce que ambos sexos presentaron tamaños similares, corroborado por los valores de longitud promedio obtenidos para los machos y para las hembras, de 23.81 cm y 23.28 cm respectivamente.

b. Madurez Gonadal

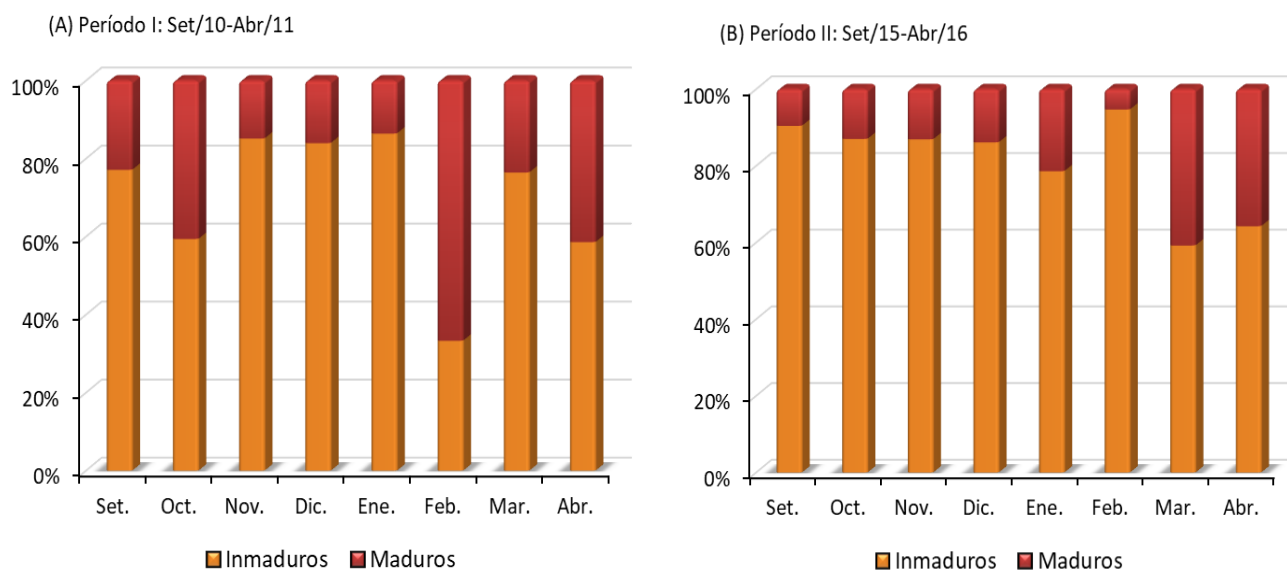


Figura 17. Porcentaje de estadios de madurez gonadal total de *L. guttatus* (Inmaduros: estadios I y II; Maduros: estadios III y IV) en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Tanto para el 2010/11 como para el 2015/16 se presentaron desoves continuos durante todo el tiempo analizado, con dos máximos reproductivos para la primera etapa: uno de setiembre a octubre y otro de febrero a abril (fig. 17a); mientras que para el segundo período solo se presentó uno claramente entre marzo y abril (fig. 17b). En la etapa I el 73% de los pargos presentaron un estado macroscópico gonadal inmaduro con estadios I y II en su mayoría, aumentando estos a un 83% para la etapa II.

c. Talla media de primera madurez (TMM)

El análisis de la talla media de primera madurez (largo corporal al cual al menos el 50% de los organismos ya han desovado) realizado con las hembras de *L. guttatus* identificó

un total de 59 capturas sexualmente maduras en la muestra del 2010/11 y 40 para el 2015/16, mismas que se encontraron en estadio III o IV dentro de la escala de madurez gonadal según el análisis macroscópico de las gónadas. Se obtuvo una TMM de 31.1 cm para el período I (fig. 18a), mientras que para el período II el valor de la TMM fue de 30.2 cm (Fig. 18b).

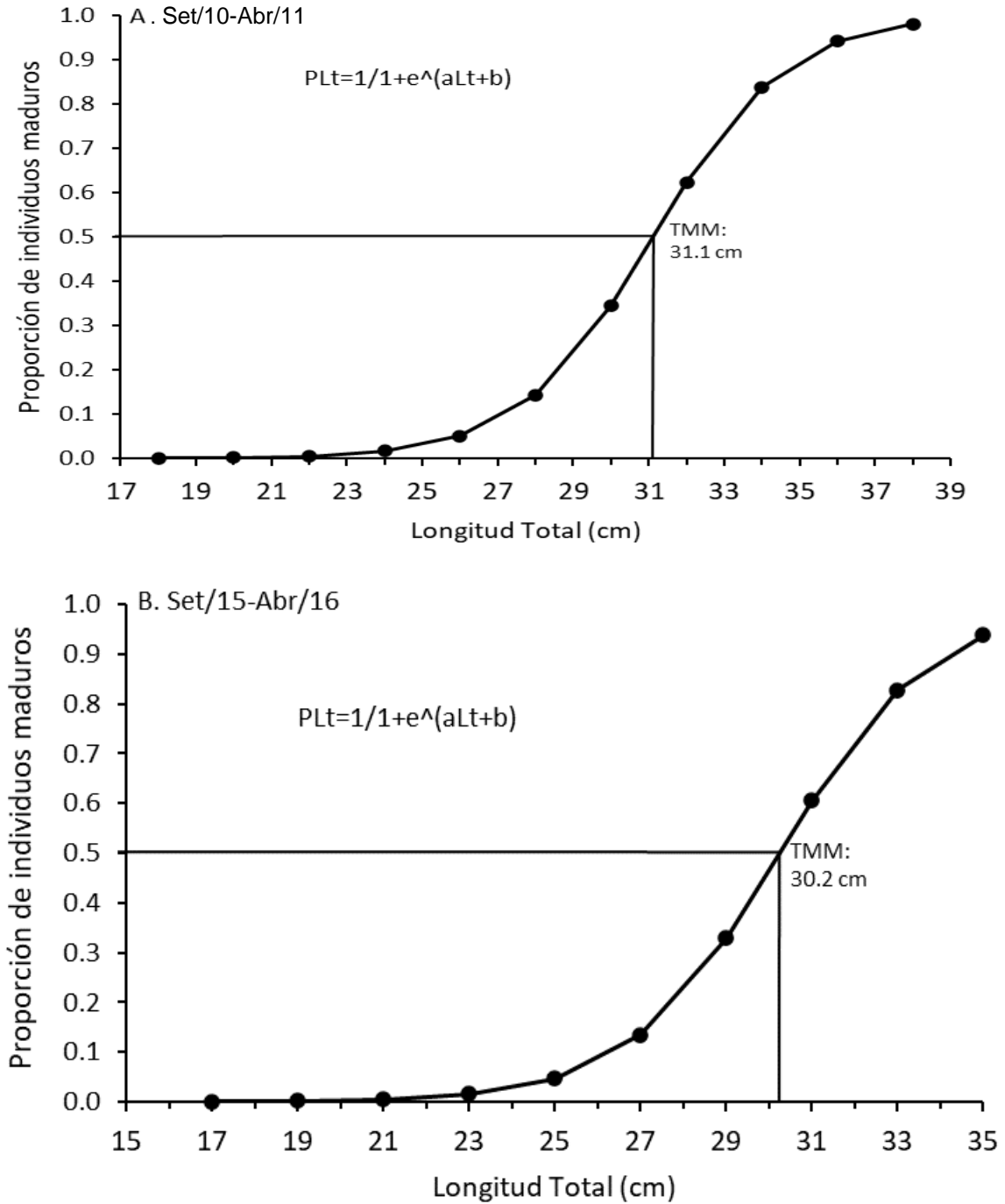


Figura 18. Talla media de primera madurez para *L. guttatus* en el AMPR Golfo Dulce: (A) Período I- Set/10-Abr/11; (B) Período II- Set/15-Abr/16.

Tanto para el 2010/11 como para el 2015/16, los valores de talla media de captura obtenidos resultaron ser menores a los valores de TMM respectivos, presentándose para el período I una TCM de 24.3 cm y para el período II de 23.2 cm, evidenciando que los pargos capturados en ambas etapas resultaron ser en su mayoría sexualmente inmaduros, más precisamente un 84.3% en inmadurez para el primer periodo y un 95.3% para el segundo.

III. Percepción de los pescadores artesanales sobre el AMPRGD.

La aplicación de encuestas a los pescadores artesanales del AMPRGD identificó que todos los participantes tienen más de 6 años de dedicarse a dicha actividad, de los cuales el 86% afirman que el arte de pesca que más utilizan es la línea de mano, sin embargo 26% de los encuestados afirmó utilizar paralelamente otro tipo de arte como la nasa. El esfuerzo pesquero varió entre los encuestados, en donde el 49% realiza un máximo de 5 faenas al mes, el 22% de 5 a 10, y el restante 29% más de 10 salidas.

Todos los pescadores encuestados afirmaron que, de las tres instituciones involucradas directamente con la regulación de la pesca artesanal en el AMPRGD, el INCOPECA intercede de alguna manera en sus labores, sin embargo, en lo que respecta al Servicio Nacional de Guardacostas de la Estación de Golfito el 16% manifestó no tener ningún contacto y en el caso de la Capitanía de Puerto Golfito solo el 28% mantiene algún tipo de comunicación

Con respecto al establecimiento del AMPRGD, el 80% de los encuestados se mostró positivo con la medida, el 9% no está de acuerdo y el restante 11% aseguró no contar con información necesaria para adoptar algún tipo de posición. Paralelamente, 67% afirmó que se tomó en cuenta su opinión al momento de instituir dicha medida en el Golfo Dulce, 22% dijo que nunca les consultaron y 10% se abstuvo a contestar.

En lo concerniente a la dinámica que ha surgido entre la instauración del AMPRGD con respecto a las actividades productivas que se dan dentro del Golfo Dulce, el 55% de los encuestados manifestó que la pesca artesanal se mantiene como la más beneficiada con la creación de esta Área Marina, lo que muestra en contraparte como el 45% restante no considera como una ventaja la instauración de dicha medida de manejo. En esta misma línea, 49% seleccionó también a la pesca deportiva dentro de las favorecidas con las regulaciones impuestas y 22% optó por el turismo.

En relación con esto, se consultó si han recibido algún tipo de indemnización por parte del INCOPECA con el establecimiento del AMPRGD, con lo que el 67% mencionó que solo les otorgaron la licencia de pesca, el 24% afirmó que esta institución no les ha colaborado en nada y el 9% sobrante afirmó que han recibido algún tipo de ayuda económica, sin embargo, no fue por parte del instituto en mención, sino más bien gracias al IMAS (Instituto Mixto de Ayuda Social).

Con respecto a la efectividad de las regulaciones impuestas dentro del AMPRGD para controlar la pesca camaronera ilegal, el 67% de los encuestados indicó que esta actividad se sigue ejecutando de manera insostenible, 26% opinó que se ha controlado mejor esta problemática y 6% no quiso contestar. Así mismo, el 78% respondió que nunca se respeta la prohibición impuesta en el uso de artes pesqueros ilegales como el trasmallo y el 22% considera que este control ha mejorado levemente.

Esto concuerda con la opinión mostrada por los pescadores referente a la abundancia poblacional de peces de interés comercial observada en el Golfo Dulce, ya que un 65% cree que no ha mejorado en ningún sentido después de la creación del AMPRGD, y solo el 35% opina que se ha dado algún tipo de mejoría. Sin embargo, el 85% considera que los ecosistemas marinos y la biodiversidad asociada si han mostrado algún tipo de recuperación, entre tanto el otro 15% cree que no ha mejorado.

Ante esto, se consultó si las autoridades gubernamentales encargadas de controlar la pesca ilegal (INCOPECA, Guardacostas y Capitanía de Puerto) aplican acciones efectivas y con algún grado de regularidad dentro del AMPRGD, en donde 73% de los encuestados indicaron que han percibido esto muy levemente y 27% que de ninguna manera. Aunado a esto, el 100% mencionó que las relaciones entre los gremios pesqueros en el sitio han mejorado muy poco o nada, situación que entorpece los esfuerzos en contra de los pescadores ilegales.

En lo que corresponde al grado de afectación económica para el gremio pesquero artesanal con respecto a las regulaciones en los artes de pesca impuestas con el establecimiento del AMPRGD, el 67% indicó que le ha afectado la disminución impuesta en el número de anzuelos permitidos por línea, al disminuir la cantidad de capturas y por tanto el producto comercializable, mientras que para el otro 33% esta medida no ha afectado el comercio de pescado.

Además, el 96% de los encuestados aseguran que el INCOPECA no les ha otorgado nunca algún arte de pesca alternativo que contrarreste la prohibición del trasmallo, que era muy utilizado antes del establecimiento del AMPRGD; exponiendo la necesidad de los pescadores artesanales de encontrar soluciones alternativas y sostenibles con el ambiente que les garantice un mayor éxito de captura. Solo un 4% aseguró que la institución en mención si les ha colaborado con algún tipo de arte pesquero, sin embargo, no mencionaron cuál.

Para concluir, se les preguntó que, si el establecimiento del AMPRGD ha representado un beneficio socioeconómico para su vida, con lo que un 92% respondió que no y un 8% que sí. Entre los mayores problemas que se presentaron durante los primeros 6 años del AMPRGD mencionan el poco apoyo económico de INCOPECA al pescador artesanal, la falta de levantamiento de algunas restricciones que consideran injustas, el poco aporte de artes pesqueros alternativos y la inseguridad naval por falta de leyes más estrictas. Indican que debería existir un mayor patrullaje de guardacostas en búsqueda de botes ilegales sin matrícula, para así revisar bien su estatus legal en cuanto permisos de pesca.

IV. Recomendaciones de manejo pesquero para el AMPRGD.

En la definición de criterios de manejo pesquero es recomendable efectuar monitoreos multianuales, sin embargo, la toma octomestral de datos que compuso cada período analizado aportó resultados preliminares sobre el estado de la pesca artesanal de *L. guttatus* durante los primeros seis años de funcionamiento del AMPRGD, de los cuales surgieron recomendaciones que se especifican al final del presente trabajo según los siguientes puntos:

- Realización de estudios similares con *L. guttatus* que contemplen otros aspectos relevantes para la biología pesquera como el análisis de características fisicoquímicas de la zona y la dieta de dicha especie.
- Análisis de la biomasa total del stock pesquero en relación con la capacidad de carga y el grado de explotación.
- Consolidación de alianzas estratégicas entre la Comisión de Seguimiento del AMPRGD con entidades gubernamentales y ONGs.
- Establecer tallas mínimas de captura según los resultados de la TMM.
- Redactar junto con los pescadores artesanales medidas de manejo basadas en los coeficientes de explotación.
- Análisis FODA del AMPRGD en conjunto con los pescadores artesanales.

DISCUSIÓN

I. Identificación del nivel de explotación

El presente estudio no presentó diferencias significativas en cuanto la abundancia total obtenida de pargos manchados entre ambos períodos de muestreo analizados, el primero suscitado durante el primer año de creación del AMPRGD (2010/2011) y el segundo cinco años después (2015/2016), ya que solo hubo una diferencia de 8 individuos, por lo que no se puede deducir con claridad que dicha medida de manejo haya influenciado directamente en este rubro específico (fig. 3).

Sin embargo, la gran cantidad de pargos obtenidos en ambos períodos analizados en relación con el esfuerzo pesquero ejercido tiene como una de sus posibles razones teóricas que la familia Lutjanidae se caracteriza por tener ciclos de vida relativamente largos (más de 15 años). Inclusive especies de lutjanidos han reportado edades cercanas a los 50 años, por lo que es muy común encontrar gran cantidad de individuos y con diferentes clases de edad en las zonas que habitan (Claro y Lindeman, 2004).

Además, Claro y Lindeman (2004) afirman que la familia Lutjanidae tiene su origen en el océano Pacífico, específicamente en la región Indo-Pacífica, y se dispersan en gran número hacia varias zonas tropicales y subtropicales como el Golfo Dulce. Así mismo, estos pargos son considerados depredadores voraces que actúan sobre una gran diversidad de presas, factor que ayuda a su captura en diferentes regiones y con diversos artes de pesca.

Freitas *et al.* (2011), refuerza esta teoría argumentando que la gran variedad de hábitos alimenticios de los lutjanidos explica su gran adaptación a diferentes zonas, con un régimen nutritivo conformado en general de crustáceos, peces y camarones durante todo el año, organismos que son abundantes en el pacífico costarricense.

Estudios realizados por Falfan *et al.* (2007), en donde se analizaron las condiciones óptimas para el desove y sobrevivencia de la familia Lutjanidae, reveló gran cantidad de pargos en la plataforma de Yucatán, en hábitats de temperaturas que oscilaron entre los 24.6 y 26.6°C, con salinidades de 35.9 a 36.4 ups; lo cual concuerda con las condiciones hidrográficas presentes en el fiordo del Golfo Dulce, en donde las temperaturas del agua alcanzadas hasta los 60 m de profundidad oscilan entre los 19 y 30°C; con salinidades superiores a los 34.8 ups (Richards *et al.*, 1971; Córdoba y Vargas, 1996).

En lo que respecta al análisis de la distribución espacial de *L. guttatus* (fig. 4), su presencia en los diferentes puntos de muestreo en ambos períodos analizados reafirma la gran capacidad de adaptación de la especie, además de su estatus de residente en las zonas que habita, ya que no migran dentro o entre ecosistemas, países o continentes, por lo que al encontrar las condiciones adecuadas elige alimentarse y reproducirse localmente (Claro y Lindeman, 2004).

El mayor equilibrio en el número de capturas que se dio entre sitios de pesca durante el período 2015/16, a diferencia del 2010/11 en donde dominaron significativamente dos puestos recibidores (fig. 4), podría ser un indicativo que 6 años después del establecimiento del AMPRGD la abundancia poblacional de pargo mancha se niveló dentro del Golfo Dulce en general, lo que podría considerarse de manera preliminar como un avance positivo en la recuperación del recurso en ciertas zonas en donde antes escaseaba.

Esto quedó evidenciado en los puestos de Playa Zancudo y Rincón-La Palma, que presentaron un incremento en las capturas para el segundo período, concordando con estudios de Guzmán (2012) el cual obtuvo la mayor cantidad de capturas de esta especie en Playa Zancudo, y menciona que el desplazamiento de especímenes hacia nuevos sitios puede estar influenciado por áreas de pesca que ya no son utilizadas o por una merma poblacional que complica su captura.

Caso contrario en los puestos de Puerto Jiménez y Puerto Pílon en donde se presentó una disminución en la abundancia de estos lutjanidos para el segundo período (fig. 4), lo que puede explicarse en parte con lo mencionado por los pescadores en la encuesta que analizaremos más adelante, con respecto a la falta de control gubernamental hacia la pesca camaronera indiscriminada de arrastre en ciertas zonas dentro del AMPRGD, a pesar de ser ilegal desde el 2009 por ser considerada nociva debido al alto grado de captura incidental que genera (Guzmán y Molina, 2008; Segura y Campos, 1990).

La falta de datos fisicoquímicos, batimétricos y de estructura de fondo, imposibilitó realizar un análisis profundo que nos permitiera discernir entre cada punto de pesca aspectos químicos y geográficos que estén afectando la abundancia de pargos manchados, lo cual es un procedimiento obligatorio en investigaciones de heterogeneidad de hábitats (Aguirre *et al.*, 2014). Para fines del presente estudio, al encontrarse todos los puntos de muestreo en la parte interna del Golfo Dulce con condiciones ambientales similares, se analizaron los parámetros

poblacionales tomando en cuenta la totalidad de los datos obtenidos como una población muestral única.

Lo mismo para el análisis temporal de las capturas, que no se realizó entre sitios, sino tomando en cuenta únicamente la presencia y cantidad mensual de pargos como una sola muestra total dentro del AMPRGD. Se pudo observar una concordancia con estudios realizados en el Pacífico costarricense, como el de Palacios en el Golfo de Nicoya (2003), el cual evidenció que *L. guttatus* presentó disponibilidad en las capturas durante los meses de marzo, abril, octubre y noviembre, al igual que en la presente investigación para ambas etapas analizadas (fig. 5).

Así mismo, estudios realizados por Guzmán-Mora y Molina-Ureña (2008) mostraron registro de capturas para el *L. guttatus* durante los meses de febrero, marzo y abril en una investigación de la pesquería artesanal en Golfo Dulce, coincidiendo con la presente tesis en cuanto a la presencia de esta especie en los mismos meses (fig. 5), además de que ambos autores utilizaron metodologías similares a la presente tesis en relación con la utilización de la línea de mano como arte de pesca.

En octubre, enero y marzo aumentaron las capturas, tanto para el período 2010/11 como para el 2015/16, mostrando preliminarmente para estos meses la ocurrencia de fenómenos poblacionales asociados al reclutamiento en los juveniles (JICA *et al.*, 2004), los cuales alcanzan cierta fisiología corporal para trasladarse hacia zonas de explotación pesquera en donde convergen con peces adultos, en busca de satisfacer necesidades reproductivas y alimenticias (Gulland, 1983). Con esto se evidencia que dichos procesos se presentan en los mismos meses para ambas etapas de estudio en el AMPRGD.

En lo referente al peso total obtenido para *L. guttatus* (fig. 6), al no presentarse una diferencia muy marcada entre períodos (solo 7 kg de más para el 2010/11), se deduce que la especie conserva la misma capacidad de adaptación en el AMPRGD definida por Claro y Linderman (2004) en lo que respecta a las condiciones de disponibilidad de presas, presentando por lo general un cuerpo robusto, con longitudes máximas cercanas al metro y con pesos totales reportados de hasta 1.5 Kg. Esto se corroboró con el análisis estadístico PERMANOVA, al presentar una P tan cercana a 0.05 ($F_{1, 992} = 4.39$; $P = 0.04$), mostrando que la variación en el volumen en general fue mínima.

a. Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE)

Los valores mensuales de CPUE para el pargo mancha en ambos períodos del estudio en el AMPRGD (fig. 7) presentaron similar tendencia a los gráficos de abundancia mensual obtenidos (fig. 5), lo que respalda lo mencionado por Gulland (1983) de las similitudes que mantienen estos dos parámetros poblacionales en investigaciones con pesca de baja escala.

En este trabajo se utilizó el valor de captura total en Kg por mes para el cálculo de la CPUE, similar a como hicieron Herrera y Jiménez-Segura (2013) en un estudio de pesca artesanal de *L. guttatus* en el pacífico de Colombia, e igual que Belhabib *et al.* (2018) que analizó gran variedad de pesquerías en África. Estas investigaciones presentaron valores de CPUE irregulares para la pesca de baja escala con disminuciones muy marcadas a lo largo del tiempo, semejante a lo sucedido en los dos períodos analizados en el AMPRGD, lo que demuestra que este gremio pesquero aumenta su esfuerzo gradualmente sin obtener mejores réditos. Al contrario, sucede con la pesca industrial cuyas tecnologías avanzadas elevan sus valores de CPUE, pero generan a la vez la sobreexplotación del recurso.

Baigún (2013) afirma que en la pesca de especies objetivo como el pargo mancha el indicador de CPUE debe presentar constancia con niveles aceptables y sin grandes fluctuaciones interanuales para fomentar una pesquería altamente sostenible. Sin embargo, en ambas etapas analizadas en el presente estudio este valor se reduce y presenta amplias variaciones temporales, lo cual es un indicador de pesquerías de sostenibilidad comprometida.

Belhabib *et al.* (2018) menciona que el CPUE sirve como indicador de la eficiencia económica de un tipo de arte, basado en términos de gastos y ganancias. Asimismo, muestra como cada unidad de esfuerzo pesquero toma una fracción constante de la población a cada instante, manteniendo una relación proporcional con la tasa de mortalidad y las estimaciones de la abundancia.

El hecho de que, en el período 2015/16 de este estudio la pesca artesanal de *L. guttatus* en el AMPRGD mostrara en general valores de CPUE más bajos que en el 2010/11, reafirma que la afectación de la sobrepesca en la abundancia del recurso perturba los factores de ponderación, y asimismo varía la relación entre la CPUE y la N poblacional. Se suelen utilizar técnicas estadísticas para eliminar los efectos de factores externos en dicho análisis (económicos, geográficos, entre otros) (Csirke, 1989).

b. Crecimiento

Se mantuvo concordancia con otros estudios de gestión y manejo de la pesca en el pacífico costarricense como los de Quiroz (2014) y Farías (2023), que recalcan la importancia de analizar factores biométricos de la especie en la dinámica poblacional de un mismo stock pesquero de importancia comercial, y así demostrar exploratoriamente la composición poblacional según los estados de maduración, tallas corporales, cohortes de edad, reclutamiento hacia las fases de explotación, biomasa total y tasas de mortalidad, entre otros.

En el análisis de tallas corporales para *L. guttatus* (fig. 8) en el AMPRGD, ambos períodos de estudio mantuvieron similar tendencia obteniendo la mayor cantidad de pargos en el rango de 10 a 25 cm y por debajo del valor TCM de 24.3 cm para el 2010/11 y de 23.2 cm para el 2015/16. El hecho de que la mayoría de las capturas fueron juveniles que no lograron alcanzar la madurez sexual, genera una afectación directa para la dinámica reproductiva de *L. guttatus* a corto y largo plazo, con repercusiones en la abundancia poblacional debido a una posible disminución de la tasa de natalidad (JICA *et al.*, 2004).

Los rangos de la distribución de tallas (fig. 9) resultantes para ambas etapas analizadas (período I: 13 a 43 cm; período II: 8 a 54 cm) son similares a los obtenidos en otras investigaciones con pesca artesanal de *L. guttatus* en el pacífico costarricense, como la de Soto-Rojas *et al.* (2009) en el Golfo de Nicoya en donde las capturas rondaron entre los 18 y 60 cm. Así mismo, Farías (2023) obtuvo tallas que rondaron entre los 22 y 58 cm para muestreos en el pacífico norte y central de Costa Rica, mientras que para el sector sur obtuvo longitudes que variaron de 26 a 60 cm.

A nivel internacional estudios sobre la pesca artesanal de *L. guttatus* en el pacífico americano, mostraron longitudes de captura similares a este trabajo: Correa-Herrera y Jiménez-Segura (2013) registraron tallas de 18 a 56 cm en el Parque Nacional Natural Utría de Colombia, y Herrón *et al.* (2018) con capturas de 6 a 90 cm en el pacífico Este colombiano. Ambas investigaciones utilizaron como arte de pesca la línea de mano de un anzuelo o de tipo espinel. Andrade (2003) obtuvo pargos de 10 a 49 cm en la costa pacífica guatemalteca; y Gómez *et al.* (2021) capturas entre los 20 y 79 cm en el Golfo de Montijo de Panamá.

Sin embargo, las diferencias obtenidas en tallas mínimas y máximas de *L. guttatus* a nivel internacional son determinadas según sea el grado de selectividad de los artes de pesca utilizados. Así mismo, algún fenómeno externo como la extracción incidental indiscriminada de pargo mancha por pesquerías a gran escala y semi-industriales como la camaronera de

arrastre, puede afectar el promedio longitudinal del stock, además de generar mermas en la disponibilidad de presas para el pargo afectando su biomasa promedio (Soto *et al.*, 2018).

Araya y Vázquez (2005), mencionan que el grado de selectividad de los artes pesqueros puede sesgar los resultados de una investigación al limitar el tamaño de las capturas de *L. guttatus*, y lo ejemplifican comparando la línea de mano en contraposición con el trasmallo, resultando el segundo más dañino en la pesca de pargo mancha por ser menos selectivo y contar con mayor perímetro de captura, atrapando individuos pequeños que no han alcanzado la madurez sexual afectando la dinámica reproductiva poblacional.

González y Eslava (1999), mencionan que los cambios en datos de abundancia y longitud promedio poblacional para la familia Lutjanidae se debe a diferencias metodológicas afines a los puntos de captura y los artes utilizados. Consideran que en la administración pesquera es necesario mantener los mismos criterios espaciotemporales y logísticos en la identificación de zonas con sobrepesca, asegurando que los parámetros de crecimiento, mortalidad y reclutamiento derivados provengan de datos obtenidos con idénticas metodologías.

El uso de línea de mano y fondo en los muestreos dentro del AMPRGD aportó capturas de gran variedad de tamaños, por consiguiente, alta representatividad longitudinal al análisis matemático. En contraposición, metodologías como el trasmallo o las redes de enmalle con determinada luz de malla pueden dejar por fuera de la muestra organismos de determinadas tallas, generalmente pequeños, ocasionando que el análisis de los parámetros poblacionales sea menos efectivo (FEDEPESCA, 2014).

Las diferencias para estos parámetros entre regiones se relacionan con el desequilibrio en el promedio de talla general de las diferentes generaciones que componen el stock, responsabilidad de la alta presión pesquera que extrae selectivamente los organismos de mayor tamaño mermando las clases de edad a valores longitudinales cada vez más cortos. El grado de sobrepesca varía espacial y temporalmente, lo que genera cálculos matemáticos de dinámica poblacional diferenciados por zona (Palacios, 2018).

Esto se refleja en los valores de TCM obtenidos, tanto para el período I y como para el II, de 24.3 y 23.2 cm respectivamente, que, a pesar de la poca diferencia, se evidencia una disminución general de tallas en las capturas de *L. guttatus* seis años después del primer año de instauración del AMPRGD, lo que puede estar relacionado directamente con un aumento de la explotación pesquera de esta especie de una etapa a otra.

Así mismo, Cerna *et al.* (2013) afirma que la extracción de organismos grandes en una población causa una reducción gradual en el tamaño y la edad promedio, en un fenómeno conocido como “truncamiento de la edad”, lo que podría explicar en parte la disminución en la TCM que se dio para el período II, ya que los pescadores prefieren extraer pargos de gran tamaño con mejor precio en el mercado. Los resultados del análisis estadístico PERMANOVA corrobora la diferencia significativa que se presentó de una etapa a otra para la variable longitud ($F_{1, 992} = 11.532$; $P = 0.002$).

Lo anterior queda evidenciado en el análisis de las clases de edad (fig. 9), ya que en el período 2010/11 se presentó una mayor heterogeneidad en las tallas de las capturas influyendo positivamente en la cantidad de clases obtenidas con cinco, mientras que en el período 2015/16 se obtuvieron tres. Esta segunda etapa presentó una mayor concentración de longitudes cerca de su TCM de 23.2 cm y a pesar de que muestra valores extremos superiores al período I en el rango longitudinal, estos fueron casos aislados que no logran sumar suficientes representantes para originar más cohortes etarias.

Soto *et al.* (2018) determinó cuatro clases de edad diferentes para *L. guttatus* en el pacífico norte costarricense, similar a los obtenidos en este trabajo, ya que únicamente se diferencia por uno con ambos períodos analizados, con la obtención de cinco en la etapa 2010/11, disminuyendo a tres para el 2015/16. La cantidad de clases representa al número de grupos longitudinales por mes con misma probabilidad de ser capturados.

Esta reducción de cohortes etarias para el 2015/16 concuerda con la disminución gradual que se dio en la TCM para *L. guttatus* por algún suceso anormal dentro de la población que generó una merma en la representación de los organismos más grandes, relacionado probablemente con la sobreexplotación pesquera que puede conducir al agotamiento del recurso, generando a la vez impactos sobre variables sociales y económicas de los implicados en dicha actividad (Tagliafico *et al.*, 2012).

Estudios similares basados en el análisis de datos de longitud y frecuencia como el de Herrón *et al.* (2018), indica que se ha dado un decremento en las poblaciones de *L. guttatus* en la subregión Norte de la costa pacífica suramericana, relacionado con el incremento de la pesca de gran y pequeña escala. Observaron cambios espaciotemporales en la composición de tallas, incluidos los valores máximos y mínimos, por consiguiente, afectaciones en los procesos reproductivos que pueden mermar la abundancia poblacional.

Los efectos de la sobrepesca de pargo mancha dentro del AMPRGD han sido detectados por los pescadores artesanales mucho antes del origen de dicha área. Este gremio observó con anterioridad la reducción temporal progresiva de la talla promedio de captura, al igual que ocurrió en esta investigación del período I al II, lo cual es un mal indicio por ser un indicador de pesca excesiva del recurso (Shin *et al.*, 2005).

Autores como Neuheimer y Taggart (2010) afirman que no se puede establecer como refutable el hecho de relacionar el esfuerzo de pesca con los cambios en la talla, sin embargo, las especies de importancia comercial, en su mayoría de captura selectiva, han evidenciado disminuciones en su tamaño promedio por la extracción de organismos grandes de la población, por lo que se consideran propensas a sufrir de sobreexplotación pesquera.

Law (2007), indica que estos cambios de talla dentro de una población de peces deben analizarse especialmente cuando la TCM sea menor a la TMM, y contempla tres hipótesis posibles: (a) cambios de talla por impacto genético poblacional inducido por la pesca, (b) cambios de talla por expresión fenotípica que no afecta las clases de edad de la población y (c) cambios de talla por alguna causa ambiental.

Estudios comprueban que la extracción de peces grandes en una población reduce el promedio de la talla, por lo que si no se regula la pesca comercial este fenómeno se dará con mayor intensidad. Tagliafico *et al.* (2012) identificó una disminución longitudinal en la mayoría de los pargos capturados, relacionándolo directamente con el aumento de la flota pesquera en Venezuela con el paso del tiempo, que prefiere especímenes de buena envergadura y de mayor valor en el mercado, afectando el tamaño general de la especie.

Bystrom *et al.* (2017) afirma que el gran valor económico de *L. guttatus* influencia negativamente en la dinámica poblacional por la sobrepesca. En esta investigación se deduce que este fenómeno ha generado en el AMPRGD una disminución paulatina de la talla poblacional, obteniendo pargos inmaduros menores a 25 cm en ambos períodos analizados (fig. 10), lo que ha generado que la especie deba realizar los procesos de desove y fecundación a edades más tempranas, por lo que la captura de organismos en fase de reclutamiento es cada vez más común.

Tanto para el período 2010/11 como para el 2015/16 (fig. 10), los meses de setiembre, octubre y enero mantuvieron la misma tendencia en el tamaño de las capturas, presentando mayormente pargos juveniles por debajo de los 25 cm que no han logrado reproducirse ni una sola vez y en época de transición al estado de reclutamiento. Este fenómeno puede generar

sucesión temporal en la abundancia de reclutas (Chiappa-Carrara *et al.*, 2004), como pudo haber sucedido en la segunda etapa muestreada, en donde aumentó la captura de individuos juveniles para noviembre y abril (fig. 10b).

En este análisis de la distribución mensual de las longitudes de *L. guttatus* (fig. 10) se encuentran similitudes para ambos períodos con las tendencias del gráfico de captura por unidad de esfuerzo (fig. 7), ya que los meses que presentaron los valores más altos de CPUE fueron los mismos que mostraron las capturas mayormente juveniles. Estas similitudes analíticas confirman lo mencionado por Gulland (1983) en cuanto a que el análisis de la CPUE puede ayudar a identificar hábitats y áreas de cría que necesitan de mayor protección, además de proteger las zonas y temporadas de reclutamiento.

En lo que corresponde al análisis de los parámetros de crecimiento, Eslava *et al.* (2019), menciona que los peces tropicales presentan valores más altos del coeficiente K por su alta tasa metabólica, que pueden variar de una población a otra o presentar cohortes sucesivas que pueden crecer de forma diferente según el ambiente. Esto se vio reflejado en los elevados valores K de ambos períodos de estudio, (2010/11= 0.49; 2015/16= 0.63) que son compatibles con especies como *L. guttatus*, con ciclos de vida largos y una elevada tasa de crecimiento en las etapas vitales iniciales, lo que refleja su capacidad para crecer y reproducirse rápidamente.

Los valores K obtenidos en otras regiones (cuadro 3) pueden presentar diferencias de cálculo según la cantidad de especímenes representantes de las diferentes clases de edad que componen el stock dentro de la muestra, ya que entre más representatividad longitudinal haya en general, mejor precisión en el cálculo del coeficiente de crecimiento. Sin embargo, la captura exitosa de individuos pertenecientes a diferentes cohortes etarias está influenciada por elementos como el tipo de arte utilizado, nivel de sobrepesca en la zona, factores ambientales o procesos fisiológicos de la especie (Sparre y Venema, 1997).

Se deduce que el pargo mancha contó con un ciclo de vida más largo en el período 2010/11, ya que el aumento de la constante de crecimiento K para el 2015/16 indica mayor presencia de juveniles que debieron adaptarse a madurar prematuramente para poder dejar descendencia, acortando su ciclo vital consecuentemente. Esta variación temporal en el coeficiente K se da por externalidades naturales o antropogénicas que afectan la demografía poblacional del pargo mancha, como la sobrepesca (Sparre y Venema, 1997).

En relación con esto, la figura 11 muestra que en el 2010/11 se presentó un crecimiento acelerado de *L. guttatus* durante los primeros 6 años, disminuyendo la tasa hasta cumplir los 16 en donde alcanzó su máxima longitud. Mientras que en el 2015/16, con un valor de K mayor, el “boom” de crecimiento se acortó en un año suscitándose en los primeros 5 años, reduciendo a la vez en dos la edad en donde obtuvo la longitud asintótica, esta vez a los 14. Estos resultados demuestran que de un período a otro el promedio longitudinal disminuyó gradualmente aumentando la cantidad de juveniles en las capturas, síntoma de sobreexplotación (Sparre y Venema, 1997).

Soto-Rojas *et al.* (2009) menciona que el pargo mancha alcanzó la longitud asintótica cerca de los 16 años en el Golfo de Nicoya, al igual que en el período 2010/11 de la presente investigación y solo dos años más que en la etapa 2015/16. Farías (2023) menciona que, para el pacífico norte y central de Costa Rica, *L. guttatus* alcanzó su máxima longitud a los 15 y 17 años respectivamente. Sin embargo, otros estudios presentan valores más alejados, como el de Soto-Rojas *et al.* (2018) que registró este valor a los 8 años, mientras que Farías (2023) a los 20.

Vargas (1998) menciona que las similitudes en los parámetros de la curva de crecimiento para distintas poblaciones de pargo mancha, son atinentes a que la familia Lutjanidae por lo general presenta longevidad alta y desarrollo lento. No obstante, los cambios en las condiciones ambientales o el aumento en el nivel de sobrepesca generan variaciones espaciotemporales en la dinámica del ciclo vital de la especie.

Cuenco *et al.* (1985) menciona que los fenómenos que ocasionan altas temperaturas en el agua bajando las concentraciones de oxígeno (como sucede con el calentamiento global) o los cambios en el fotoperíodo que condicionan la capacidad de visualización y comportamiento social del pez, influyen en el crecimiento poblacional por mermas en la disponibilidad de alimento que afectan el peso medio de la especie, inclusive hasta la supervivencia.

Aunque estos factores pudieron tener algún tipo de influencia en el aumento del coeficiente de K y de las tasas de crecimiento para el 2015/16 (fig. 12), estudios como el de Guzmán-Mora y Molina-Ureña (2008) o Soto-Rojas *et al.* (2009), concuerdan en que el principal factor que altera estos parámetros poblacionales es la sobreexplotación pesquera que modifica la composición de tallas. El AMPRGD se creó principalmente para evitar los

procesos de sobrepesca (Díaz y Posada, 2024), sin embargo, los resultados de crecimiento mencionados demuestran que ha sucedido lo contrario.

El hecho de que en el 2015/16 se presentó una longitud asintótica mayor que la del 2010/11 ($L_{\infty} = 52.8$ cm y $L_{\infty} = 36.5$ cm respectivamente) evidencia, según la definición teórica de Gulland (1983), que *L. guttatus* mostró una talla media mayor de la edad máxima de longevidad seis años después de la creación del AMPRGD. Sin embargo, la menor TCM y la superior constante K de la segunda etapa revelan la gran cantidad de capturas juveniles que se dio en este período, lo cual revela la mayor presión extractiva sobre el recurso. El predominio de la L_{∞} para el 2015/16 se da por la aparición de valores extremos aislados de tallas cercanas a los 54 cm que elevan el cálculo.

Al igual que con el coeficiente K, las diferencias obtenidas con otros estudios en cuanto el valor L_{∞} (cuadro 3) se asocian en gran parte a las metodologías de captura, cálculo matemático y esfuerzo pesquero utilizados (Eslava *et al.*, 2019); aunado a las diferencias ambientales que pueden sesgar los resultados afectando directamente el desarrollo corporal de la especie, así como la abundancia y la densidad poblacional. Esto se presenta incluso dentro de una misma región, en donde es posible encontrar espaciotemporalmente diferentes valores de los mismos parámetros de crecimiento (Cuenco *et al.*, 1985).

Los cambios de estos parámetros del 2010/11 al 2015/16 se debe en su mayoría al alto grado de presión pesquera al cual se ha sometido al *L. guttatus*, catalogado por Guzmán-Mora y Molina-Ureña (2008) en estado de vulnerabilidad en el Golfo Dulce, ya que encontraron en su mayoría especímenes de tallas menores, no reproductores y una reducción en la frecuencia de los individuos adultos de buen tamaño.

En lo que respecta al valor de phi prima (ϕ') ambos períodos de interés (cuadro 3) cumplieron con lo descrito por Sparre y Venema (1997), indicando que se debe cumplir con el supuesto $\phi' < 4\%$ para determinar que los datos recopilados son estadísticamente confiables y similares a otras investigaciones de *L. guttatus*. Por ejemplo, un estudio de Soto-Rojas *et al.* (2009) obtuvo $\phi' = 2.75$ similar al conseguido en el AMPRGD para el 2010/11 de $\phi' = 2.81$, mientras que para el 2015/16 se obtuvo un $\phi' = 3.24$, parecido a un trabajo de Herrón *et al.* (2018) en donde $\phi' = 3.31$.

Para el peso asintótico (fig. 13), a pesar de que *L. guttatus* presentó concordancias en ambos períodos obteniendo la mayor ganancia de peso durante los primeros 6 años de vida, alcanzando la talla máxima promedio en gramos entre los 14 y 16 años, la superioridad por

100 g de la Wt (talla máxima promedio) del 2010/11 con respecto al 2015/16, nos hace prever la existencia de algún factor que afectó la biomasa de la especie de una etapa otra, ya que según Martínez-Porcha *et al.* (2009) si las condiciones se mantuvieran óptimas, el pez canaliza una parte significativa de la energía ingerida hacia el proceso de crecimiento, no obstante, para la segunda etapa su tamaño promedio más bien disminuyó.

L. guttatus muestra en el modelaje de la tasa de crecimiento en términos peso (fig. 14), que en ambos períodos el máximo rendimiento de la biomasa se dio durante los primeros 4 años de vida, sin embargo, para la etapa 2015/16 la tasa de crecimiento fue más reducida a partir de esa edad reduciendo a la vez el valor Wt. Martínez-Porcha *et al.* (2009) afirma que la modificación de la dinámica poblacional por factores intrínsecos o extrínsecos (como la sobrepesca) generan que el organismo canalice una mayor cantidad de energía a distintos procesos con el fin de mantener un estado de homeóstasis y asegurar su integridad fisiológica, por lo que el crecimiento volumétrico se torna menos prioritario.

c. Crecimiento en peso

Los valores del coeficiente de alometría “b” menores a 3 en ambas etapas (2.01 en 2010/11 y 2.50 en 2015/16), evidencian que existió un crecimiento alométrico negativo, mostrando un incremento mayor en longitud que en peso, típico de la especie (Froese y Pauly, 2024). Estudios del pargo mancha en el Golfo de Nicoya de Soto-Rojas *et al.* (2009) concuerdan con este trabajo, ya que obtuvieron un $b = 2.86$ que indica que el crecimiento no presentó una fuerte tendencia cúbica o proporcionalidad (Farías, 2023).

Farías (2023) obtuvo valores similares en el pacífico norte y central de Costa Rica, con $b = 2.74$ y $b = 2.75$ respectivamente; al igual que Soto-Rojas *et al.* (2018) con un $b = 2.8$ en el Golfo de Nicoya, lugar donde Vargas registró exactamente el mismo valor en una investigación de 1998. Sin embargo, existen estudios que reportan para *L. guttatus* coeficientes de alometría superiores a 3 como se dio en el pacífico sur con un valor $b = 3.24$ considerado isométrico por Farías (2023), así como Froese y Pauly (2024) afirman que los valores del coeficiente b para pargo mancha se encuentran en un rango de 2.78 a 3.04.

La variación que se da entre regiones de este coeficiente de alometría está relacionada con diferencias en aspectos morfológicos y de historia natural de la especie (King, 2007). Además, se corresponde directamente con el período estacional, la selectividad del arte de pesca, las horas de muestreo, el índice de repleción estomacal según disponibilidad de alimento y el estado gonadal del pez, entre otros (Farías, 2023; Fortaleza y Nañola Jr., 2017;

Mazumder *et al.*, 2016). Froese (2006) afirma que frecuentemente el crecimiento isométrico tiende a desviarse, por lo que los peces modifican su cuerpo al crecer, presentando valores de b entre 2.5 y 3.5 por lo general.

Farías (2023), menciona que regiones con ecosistemas altamente productivos, como los arrecifes coralinos y las zonas de manglar presentan un mejor desarrollo de los peces por la presencia de condiciones favorables para el crecimiento en talla y peso en igual proporción (isométrico). Esta autora afirma que el pacífico sur cumple mejor con estas características que en la parte norte y central, que, aunque presentan características favorables como la época de surgencia o el ambiente estuarino, tienden a ser estacionales y limitan el crecimiento de los organismos.

El valor del coeficiente de correlación " R^2 " para cada período mostró tener un grado de relación aceptable con tendencia al valor de uno, que indica una correlación alta (Gómez *et al.*, 2021). Empero, el $R^2= 59\%$ obtenido en el 2010/11 menor al del 2015/16 ($R^2= 79\%$) (fig. 15), se pudo haber presentado por la captura de organismos con longitudes más homogéneas en general para esta primera etapa, mientras que en el período II se presentó mayor dispersión de los datos por la presencia de valores extremos altos aislados que aumentan el valor de R^2 . Sin embargo, el indicador de alometría negativa supone que en ambos períodos se presentó una captura mayoritaria de organismos de tallas menores, síntoma importante de la sobrepesca (JICA *et al.*, 2004).

d. Tasas de Mortalidad y Explotación

Los estudios de las tasas de mortalidad y explotación son de gran importancia para la gestión pesquera, principalmente en poblaciones que son susceptibles a disminuir gradualmente, e inclusive podrían alcanzar el agotamiento conforme aumente su tasa de mortalidad total " Z ", así como sucede con las especies de interés comercial (Gulland, 1983). Indicadores como estos son importantes en la formulación de medidas de manejo y detección de posibles factores que estén afectando la supervivencia, como la sobrepesca o el calentamiento global.

En esta línea, los valores obtenidos durante la segunda etapa del 2015/16 para la mortalidad total (Z), la mortalidad natural (M) y la mortalidad por pesca (F), resultaron ser mayores que los de la primera etapa del 2010/11, lo que supone un desequilibrio poblacional de un período a otro, que afectó la mortalidad en general, posiblemente por la pesca indiscriminada de pargo mancha en el AMPRGD. Así mismo, en lo concerniente a la tasa de

explotación (E), ambos períodos mostraron valores mayores a 0.5 lo que indica que la población de cada etapa se encontró sobreexplotada, excediendo el rendimiento máximo sostenible.

La tasa de mortalidad total (Z) de 3.71 para el 2015/16, superior a la del 2010/11 de 1.09, afirma de manera preliminar que se presentaron factores que modificaron la dinámica poblacional de la especie aumentando dicha tasa. Se deduce que la sobrepesca es el principal detonante de una merma poblacional, ya que genera un desequilibrio en las tallas y en las clases de edad, generando una cantidad excesiva de juveniles en la población que son más susceptibles a morir por infecciones exógenas o depredación (Pauly, 1983).

Ambos períodos presentan valores $Z > 1.0$, lo cual es representativo de pesquerías intensas con especies de importancia comercial como el pargo mancha, en donde no se respeta el equilibrio poblacional del recurso en los procesos de captura (Pauly, 1983 y 1984; Gulland y Rosenberg, 1992). Otros valores de Z en el pacífico fueron: Soto *et al.* (2018) con $Z = 3.06$; Vargas (1998) con $Z = 1.2$ y Bystrom *et al.* (2017) con $Z = 0.77$.

Herron *et al.* (2018) en el pacífico colombiano registró valores de Z en el rango de 1.01 a 1.76, mientras que González-Ochoa (2019) obtuvo tasas Z de 2.08, 2.62 y 4.40 en el pacífico norte, central y sur del Golfo de California, respectivamente. Estas investigaciones concuerdan con los valores Z obtenidos en el AMPRGD, ya que en ambos períodos analizados resultaron mayores a 1.0, lo cual es característico de poblaciones sobreexplotadas en donde el comportamiento de las tasas de mortalidad natural M y mortalidad por pesca F definen a Z.

Para la tasa M, el aumento que se dio en este valor del 2010/11 ($M = 0.23$) al 2015/16 ($M = 1.12$), se relaciona con fenómenos poblacionales que pudieron disminuir el número de las clases de edad, generando un predominio gradual de especímenes juveniles, cuyos ciclos de vida suelen ser más cortos y sus defensas contra el medio son más débiles, aumentando la tasa de mortalidad natural (Pauly, 1983).

Otros valores obtenidos para la tasa M se reportaron en el pacífico Norte por Bystrom *et al.* (2017) con una $M = 0.43$, por Soto *et al.* (2018) con una $M = 0.68$ más hacia el pacífico central en el Golfo de Nicoya y por Vargas (1998) en el mismo lugar con una $M = 0.60$. Todos estos valores, al igual que en esta investigación, se encuentran en el rango que va de 0.20 a 1.5, característico de especies de ciclo de vida medio-corto como lo es el de *L. guttatus* (Gulland y Rosenberg, 1992). Lo mismo sucede en otros estudios del pacífico americano como

el de Herron *et al.* (2018) con una $M= 0.71$; González-Ochoa (2019) con una $M= 0.23$; Andrade (2003) con valores M de 0.20 a 0.29; y Amezcua *et al.* (2006) con una $M= 0.28$.

La mortalidad natural M puede variar espaciotemporalmente según los factores ambientales del entorno en donde habite la especie, como lo son la temperatura del agua, el oxígeno disuelto o la presencia de amonio por contaminación fecal, agrícola o industrial; que genera la proliferación de microorganismos patógenos y contaminantes nocivos. Una vez que este elemento alcanza niveles tóxicos, los peces son incapaces de extraer la energía necesaria de la alimentación, entrando en estado letárgico e inclusive pueden llegar a morir (McDermid, 2022).

La tasa de mortalidad por pesca F , durante el primer período del 2010/11 de $F= 0.86$, mucho menor a la obtenida 6 años después de la fundación del AMPRGD en el 2015/16 de $F= 2.59$, refleja que la probabilidad adicional de que un pargo mancha muriera debido a la captura fue mayor en la etapa II, evidenciando que la sobreexplotación del recurso fue más intensa (Pauly, 1983). La sobrepesca genera un desequilibrio poblacional en la distribución de tallas y en los ciclos reproductivos, originando cambios también en la mortalidad natural (Sparre y Venema, 1997).

La tasa F obtenida en el presente trabajo para cada período, se define según Pauly (1983) como de alta mortalidad por pesca ($F > 0.5$), característica de especies de interés comercial que presentan tasa de crecimiento rápida y ciclo de vida corto que puede alcanzar hasta los 15 años, como lo es el caso de *L. guttatus*. El alto valor en el mercado de estas especies provoca su captura excesiva, lo que afecta la talla promedio y puede llevar al agotamiento del recurso; a diferencia de especies como los tiburones o merluzas de poco interés comercial, con valores F menores a 0.1 generalmente.

En lo concerniente a la tasa de explotación E ambos períodos mostraron valores mayores a 0.5 (0.78 en 2010/11 y 0.69 en 2015/16), lo que confirma que *L. guttatus* se encontró en estado de sobreexplotación pesquera en las dos etapas, sugiriendo que la pesca tuvo una mayor influencia en la mortalidad total Z para ambas muestras y respalda la presencia de sobrepesca si la F no estuviera sobrestimada (Gulland, 1983).

Gulland y Rosenberg (1992) mencionan que, al ser la tasa E un indicador del nivel de presión pesquera en determinada población íctica, los valores superiores de este indicador con respecto a la explotación máxima permitida sugieren posibles afectaciones en los

procesos reproductivos de la especie y revertir esta situación se torna difícil si los niveles de explotación se mantienen constantes.

Soto *et al.* en el Golfo de Nicoya (2018) presentó valores similares para pargo mancha de las tasas de mortalidad por pesca y de explotación obtenidas en la etapa del 2015/16 en este estudio. Estos autores obtuvieron valores de $F= 2.38$ y $E = 0.77$, mientras que para el segundo período analizado en el AMPRGD fue de $F= 2.59$ y $E= 0.69$. Esto, expuso la ocurrencia de sobreexplotación pesquera en ambos casos, demostrado con la relación $F>M$. Otros resultados obtenidos en el pacífico son $F= 0.60$ y $E= 0.5$ por Vargas (1998) en el Golfo de Nicoya; $F= 0.60$ y $E= 0.95$ por Herron *et al.* (2018) en el pacífico colombiano; además de $F= 1.07$ y $E= 0.6$ por González-Ochoa (2019).

Una investigación en el pacífico norte costarricense de Bystrom *et al.* (2017) obtuvo valores de F y E menores a 0.5, para ser exactos de 0.34 y 0.44, que se encuentran en rangos considerados como pesca moderada para la especie. Estas diferencias en las tasas de mortalidad entre diferentes estudios se deben en gran parte por las metodologías de pesca utilizadas que afectan las tallas de captura obtenidas y alteran los cálculos matemáticos (González-Ochoa, 2019).

Las tasas de mortalidad más altas obtenidas seis años después del establecimiento del AMPRGD, junto con la confirmación de sobreexplotación del recurso ($E>0.5$), evidencian un incremento en la presión pesquera desde el 2010/11 sobre *L. guttatus*, por lo que se deduce que las regulaciones impuestas no han tenido el efecto esperado en el control de esta actividad. Esta situación puede generar desequilibrios en la dinámica poblacional relacionados con la disminución de clases etarias, cambios en la edad de primera captura y la falta de evidencias claras de aumentos temporales en la abundancia poblacional o la tasa de reclutamiento (Pauly, 1983 y 1984; Gulland y Rosenberg, 1992).

Bystrom *et al.* (2017) menciona que gran parte de esta sobrepesca en el pacífico costarricense se ha dado por culpa de la actividad camaronera industrial (con frecuencia ilegal) con metodologías de arrastre que incidentalmente arrasan con muchas especies como *L. guttatus*, generando un aumento en la mortalidad poblacional, afectando sus valores de abundancia y de estructura de tallas.

Díaz y Posada (2024), identifica en el pacífico costarricense una superposición espacial histórica entre la actividad pesquera artesanal bento-demersal y la industrial con barcos camaroneros de arrastre que provocan la sobrepesca incidental de especies de interés

comercial, generando la destrucción de los aparejos artesanales y deteriorando los hábitats del fondo marino en donde se ubican los criaderos de peces.

Gulland (1983) afirma que en la evaluación de poblaciones ícticas se deben analizar los diferentes regímenes pesqueros utilizados, ya que pueden existir diferencias logísticas en los artes que determinan el éxito de captura según la variabilidad de tallas obtenidas. Tecnologías que utilizan redes invasivas con luz de maya pequeña, como las de cerco o arrastre, contribuyen en agravar la sobreexplotación pesquera aumentando los valores de las tasas de mortalidad poblacional y disminuyendo el tamaño promedio de los organismos en toda la población.

El aumento en las tasas de mortalidad del 2015/16 evidencia que desde la etapa del 2010/11 se dio una mayor captura de pargos sexualmente maduros que no tuvieron oportunidad de dejar una sola descendencia, generando a la vez un desequilibrio en los procesos de reclutamiento que estabilizan la población, una disminución en el promedio de tallas y una reducción en los ciclos de vida. La pesca de arrastre puede a la vez alterar los sitios donde los juveniles se desarrollan, por lo que las medidas de manejo deben proteger estas zonas (Díaz y Posada, 2024).

En el 2009 se aprobó la restricción total para las pesquerías de arrastre dentro del AMPRGD (AJDIP 251) con la intención de reducir los niveles de explotación del recurso marino costero e incentivar a la vez a su recuperación ecológica. Sin embargo, los valores E obtenidos para las etapas 2010/11 y 2015/16, indicaron estado de sobrepesca en *L. guttatus*, evidenciando que las regulaciones impuestas no tuvieron el impacto deseado durante los primeros 7 años de funcionamiento del AMPRGD. Los pescadores artesanales del Golfo Dulce concuerdan en su mayoría en que el arrastre devasta incidentalmente con poblaciones ícticas de interés comercial, elevando las tasas de mortalidad de las especies, afectando la cantidad y calidad de las capturas.

Pauly (1984). considera a una población íctica como moderadamente explotada si presenta un de $E=0.51$, por lo que las regulaciones impuestas deben orientar al manejo pesquero hacia estos valores de sostenibilidad del recurso. El control de la pesca ilegal es clave dentro del AMPRGD para la conservación del pargo mancha, principalmente con los pescadores que utilizan artes de pesca no permitidos para esta especie en el litoral pacífico costarricense, como lo son las redes de enmalle con luz de malla menor a 4 ½ pulgadas según el AJDIP/026-2018 (La Gaceta, 2018).

Las tasas de mortalidad poblacional de los peces pueden verse directamente afectadas por la utilización ilegal de artes de pesca invasivos en extremo, como lo es la utilización de explosivos para aturdir o matar cardúmenes de peces, o el uso de redes de cercos, formadas por la unión de varios paños de redes de enmalle que pueden llegar a abarcar kilómetros de extensión atrapando cientos de peces (Northridge, 1992).

Podemos deducir que en las zonas donde se da la pesca ilegal de especies ícticas sobrexplotadas por la utilización de artes invasivos no permitidos, se pueden presentar sesgos en las investigaciones de mortalidad por pesca e índice de explotación, ya que se podría dar subestimación de los resultados por solo contemplar los organismos que han logrado sobrevivir a estas pesquerías ilícitas, obviando a los que no (Gulland, 1983).

II. Características Reproductiva

a. Determinación y proporción de sexos

Marcano y Alió (2001) consideran que el análisis de la proporción de sexos es un parámetro importante en el estudio de la dinámica poblacional de peces, el cual puede variar de forma considerable entre especies o entre poblaciones de una misma especie según la edad de los organismos, aunque en la mayoría de los casos la proporción tiende a ser de 1:1, así como pasó en este trabajo para el período 2015/16 que aunque presentó 1.1 machos por cada hembra, no se encontró una diferencia significativa ($\chi^2c=1.18$; $P>0,05$).

Otras investigaciones muestran valores similares, como en el caso de la realizada en el Golfo de Nicoya por Soto-Rojas (2009) en donde obtuvieron una proporción macho-hembra de 1:1, misma obtenida por Soto-Rojas *et al.* (2018) en el mismo sitio. Esta equidad proporcional suele ser el dato más común en este tipo de estudios pesqueros, al igual que lo obtuvieron Vargas (1998) y Arellano-Martínez *et al.* (2001).

Sin embargo, en este trabajo para el período 2010/11 esta proporción resultó ser de 1.3 machos por cada hembra y se encontró una diferencia significativa ($\chi^2c=9.97$; $P<0,05$) similar a lo obtenido en otros estudios de pargo mancha como el de Rojas (1997) en el Golfo de Nicoya con una proporción de 1.3, el de Rojas *et al.* (2004) con 1.5 en El Salvador, y el de Farias (2023) con 1.3 en la costa del Pacífico de Costa Rica.

Rojas (1997) menciona que esta diferencia en la proporción de sexos puede atribuirse a un comportamiento gregario que se da en ciertas zonas según la disponibilidad de recursos,

principalmente el alimento, más que por algún comportamiento social. Así mismo, las variaciones mensuales en la cantidad de machos y hembras tienden a equilibrarse durante la época de desove, por lo que la proporción de sexos en el momento de la captura varía según la época de madurez, que a la vez influye en las tasas de natalidad y mortalidad (Claro, 1994).

Arellano-Martínez *et al.* (2001), afirma que esta diferencia proporcional de los sexos se atribuye a la distribución diferencial de una fracción de la población relacionada al carácter adaptativo de la especie al ambiente, mismo que puede variar durante el ciclo anual y la ontogenia que es susceptible a cambios según las condiciones del entorno, por lo que la determinación del sexo está estrechamente relacionada con el hábitat (Macpherson, 1998).

Una investigación con el *Lutjanus griseus* (Starck, 1971), reportó que los machos generalmente son más abundantes en las zonas arrecifales, lejos de la costa, mientras que en las zonas costeras las hembras presentan mayor número, ya que se acercan para desovar, quedando expuestas a las artes de pesca, aunque Claro (1994) concluyó que la proporción sexual en pargos se tiende a equiparar durante el desove.

b. Madurez sexual

La proporción de los estadios de maduración gonadal de *L. guttatus* (fig. 17), muestra para ambos períodos analizados una superioridad de las capturas inmaduras lo cual es un indicio preliminar de sobreexplotación pesquera, ya que se deduce que la mayoría de los pargos que se están extrayendo de las poblaciones analizadas no logran dejar a menos una descendencia generando un desequilibrio poblacional, fenómeno que suele presentarse en zonas con pesca en donde se utilizan metodologías destructivas como el arrastre (Díaz y Posada, 2024).

El aumento de 10% en la proporción de individuos inmaduros que se dio para el 2015/16 con respecto a los datos obtenidos en el 2010/11, durante el primero año de funcionamiento del AMPRGD, refleja que en el lapso entre ambos períodos se pudo haber intensificado la presión pesquera para *L. guttatus* considerando la madurez general de los productos sexuales obtenidos en la segunda etapa la cual demuestra una mayor inestabilidad reproductiva del stock.

Ambos períodos analizados presentaron máximos reproductivos aislados de desove en febrero y abril, similar a lo que reportó Rojas (2001) para el pargo mancha en la costa de Guerrero, México, con un pico de maduración gonadal en marzo, además de concordar con

este estudio al presentarse un desarrollo asincrónico de las gónadas. Arellano-Martínez *et al.* (2001) presentó este mismo tipo de desarrollo gonadal, coincidiendo a la vez con la obtención de picos en marzo-abril.

Soto *et al.* (2018) menciona que *L. guttatus* se reproduce durante todo el año con dos máximos importantes: uno en setiembre, tan solo con un mes de diferencia al obtenido en este trabajo para el 2010/11 que fue en octubre, (fig. 17a); y otro en marzo concordando con el periodo 2015/16 (fig. 17b). Otros estudios como el Rojas (1997) obtuvo resultados parecidos, con los picos de desove cerca de marzo y octubre, posiblemente producto del comportamiento mismo de la especie. Arellano-Martínez *et al.* (2001) también coincide con esto, reportando los máximos reproductivos de marzo a abril y de agosto a noviembre.

Estas diferencias asincrónicas en el desove de peces esta influenciada fuertemente por factores ambientales, ya que las especies acoplan el tiempo de las puestas según las épocas en las que sientan que las condiciones del entorno son las óptimas y de menor inseguridad ambiental, incrementando a la vez la probabilidad de supervivencia de sus productos de desove (Perea *et al.* 2013).

El hecho de que para el 2015/16 los máximos reproductivos son menos claros que para el 2010/11, revelan la escasez de organismos maduros durante los meses de muestreo seis años después de la fundación del AMPRGD, por lo que se deduce que puede existir otro máximo reproductivo entre los meses de mayo y agosto, en la transición de época seca a lluviosa, período del cual no se tienen registros de captura debido a la veda establecida en el Golfo Dulce por la comisión de vedas, cuya conformación y funcionamiento está definido en los AJDIP 036-2009, por funcionarios de INCOPESCA, Guardacostas y representantes del sector pesquero artesanal e industrial, encargados de emitir las recomendaciones técnicas (Lobo, 2013).

Estudios de Farias (2023) para *L. guttatus* presentó resultados similares en la costa del Pacífico de Costa Rica con dos posibles puntos máximos de reproducción: el primero en el inicio de la época de lluvias en abril al igual que en ambas etapas del presente trabajo y el otro en septiembre-noviembre cerca de la época seca coincidiendo con la etapa 2010/11. Esto coincide en gran parte con lo reportado para esta especie en Costa Rica por Rojas (1997) y Soto-Rojas *et al.* (2018), además de lo indicado por Arellano-Martínez *et al.* (2001) en México; y Correa-Herrera y Jiménez-Segura (2013) en Colombia.

Este fenómeno puede darse por la asincronía en el proceso vitelogénico de la especie, además de la correlación que existe entre la duración de la temporada de reproducción y la cercanía latitudinal con el Ecuador. Con esto, el período de reproducción es más prolongado y presenta desoves parciales durante todo el año en las zonas subtropicales y tropicales, mientras que en latitudes altas el período de desove es más corto y definido con duraciones de hasta dos meses en una época específica del año (Farías, 2023).

Así mismo, Farías (2023) afirma que los puntos máximos de reproducción de los pargos en general se correlacionan positivamente con la temperatura y el fotoperíodo, así como con cambios en la abundancia y calidad del alimento, mismos que son favorables durante la transición de una estación a otra.

c. Talla media de primera madurez sexual

La talla media de primera madurez (TMM) para *L. guttatus* disminuyó poco del primer al segundo período, de 31.1 a 30.2 cm (fig. 18), evidenciando que el largo corporal al cual al menos el 50% de los organismos aseguraron un desove se mantuvo similar en ambas etapas. Sin embargo, esta ligera reducción en la TMM para el 2015/16 evidencia que el pargo mancha tuvo que adelantar la maduración sexual a menores tallas para poder dejar descendencia, debido al efecto negativo de interacciones con factores bióticos o abióticos que afectaron su demografía poblacional y la principal causa atribuida a dicho fenómeno es la sobrepesca (Sparre y Venema, 1997).

Esta disminución de la TMM para el 2015/16 también tiene relación con la variación genética que sufre la población de *L. guttatus* en respuesta a la sobreexplotación pesquera (Smith, 1996) y evidencia el traslape que se pudo haber presentado entre los puntos de captura y las zonas de reclutamiento de juveniles inmaduros, aspecto clave a analizar en la formulación de medidas de manejo (Soto-Rojas *et al.*, 2018).

Las TMM de *L. guttatus* obtenidas en el AMPRGD para ambos períodos de estudio de entre 30 y 31 cm, resultaron ser similares a las registradas para el Golfo de Nicoya en el pacífico costarricense por varios autores como JICA *et al.* (2004) con 30 cm y Soto-Rojas *et al.* (2018) con igual cifra. Mientras que Rojas (1997) y Vargas (1998) presentaron un valor un poco más elevado de 33 cm. Así mismo, Farías (2023) registró valores de TMM para el pacífico norte, central y sur de Costa Rica equivalentes a 32.1, 30.5 y 28.8 cm respectivamente.

Las TMM obtenidas en el presente estudio de 31.1 y 30.2 cm, son similares al valor de TMM establecido para las pesquerías de *L. guttatus* según el acuerdo AJDIP/026-2018 (INCOPECA, 2018b) de 32 cm-LT, lo cual indica que se permite la captura únicamente de individuos mayores a esta longitud para asegurar que cada pargo maduro desovaré al menos una vez. No obstante, en el país la talla legal de primera captura es de 30 cm con tolerancia del 10%, lo cual no se cumplió en la mayoría de las capturas obtenidas en el AMPRGD, ya que las TCM (talla de captura media) fueron menores a ese valor; específicamente de 24.3 cm para el 2010/11 y 23.2 cm para el 2015/16.

El hecho de que los pargos capturados para ambas etapas resultaron ser en su mayoría sexualmente inmaduros es un indicador de que tanto para el primer año de funcionamiento del AMPRGD, como seis años después, pudo estar presentándose una afectación en la dinámica poblacional reproductiva por la pesca de ejemplares juveniles que no lograron dejar descendencia ni una sola vez (Bystrom *et al.*, 2017).

Sinclair y Valdimarsson (2014) afirman que la sustracción a gran escala y progresiva de organismos inmaduros en determinada población íctica afecta a la tasa de natalidad debido a la ausencia de adultos reproductores que no dejen prole repercutiendo en la estabilidad y resiliencia del stock ante las amenazas de su entorno.

La disminución que puede presentarse en la TMM para una misma especie en distintas regiones o espacios temporales está influenciada en gran parte por los cambios en el ambiente que modifican los parámetros fisicoquímicos del entorno. Una perturbación abrupta del hábitat puede provocar cambios en el ciclo vital de los peces y en el número de individuos, por afectaciones en la disponibilidad de alimento, presencia de altas temperaturas o por una alta presión pesquera principalmente (Smith, 1996).

Estudios de varios autores (Pauly, 1983 y 1984; Gulland y Rosenberg, 1992; Gulland, 1983) sobre la evaluación de recursos pesqueros concuerdan en que la sobrepesca tiene influencia directa en el cálculo de la TMM, debido a la disminución de los tamaños de la población por la extracción desmedida de organismos. Esto se refleja en el AMPRGD con la disminución de este parámetro de un período a otro, lapso en donde la pesca semi-industrial, principalmente de arrastre, ha sometido a *L. guttatus* a una presión de captura alta (Díaz y Posada, 2024).

Whitlaker y Goodman (1979) mencionan que *L. guttatus* sigue una estrategia reproductiva tipo "r" que combina una madurez gonadal temprana con períodos reproductivos largos, alta fecundidad y la producción de huevos de pequeño diámetro, lo cual es una ventaja en comparación a otras especies de lutjanidos, sin embargo, la presencia de fenómenos nocivos como la pesca desmedida pueden afectar el crecimiento del pez hasta alcanzar la TMM, así como el esfuerzo reproductivo posterior asociado a la cantidad de desoves y la fecundidad. Por esto se considera que las características reproductivas pueden ser indicadores de cambios en la población que pueden de manera potencial afectar a corto y largo plazo su dinámica.

III. Percepción de los pescadores artesanales

El conocimiento ecológico tradicional (CET) es definido como el saber que ha recopilado el pescador durante toda su vida y continuara ampliando a las futuras generaciones. Este debe ser un complemento obligatorio de los parámetros biológico-pesqueros en la formulación de recomendaciones de manejo para la explotación sostenible de los recursos naturales (Pomarico, 2017). A través de las encuestas aplicadas durante el período 2015/16 los pescadores artesanales del Golfo Dulce aportaron CET valioso referente al funcionamiento del AMPRGD durante sus primeros 6 años de creación.

Pomarico (2017) menciona que las medidas de administración pesquera potencializan su alcance complementando el CET con las ciencias principales al contemplar en su formulación aspectos culturales, históricos y de experiencia heredada de la región; que determinan los métodos de aplicación más efectivos e inclusive puede proporcionar datos de dinámica poblacional de la especie de interés con una precisión similar a los reportados en investigaciones científicas.

Los pescadores más longevos cuentan con un CET más consistente y de mayor expertiz, característica que mostraron todos los encuestados al contar con más de seis años en la actividad pesquera de *L. guttatus* en el AMPRGD. Este tipo de conocimiento tradicional se integra mejor con la caracterización biológico-pesquera, al aportar observaciones empíricas que sondan el recurso a lo largo del tiempo (Pomarico, 2017). Además, el arte utilizado en los muestreos (línea de mano) fue confirmado por los pescadores como el más utilizado, lo que da más validez al CET recopilado por la similitud metodológica.

Los encuestados mencionan que la disminución progresiva de sus faenas durante los primeros seis años del AMPRGD (máximo cinco al mes reportó la mayoría), tuvo relación directa con la escasez gradual de peces por efecto de la sobreexplotación, situación que los obliga a aumentar el esfuerzo de captura en tiempo, recorridos y gastos monetarios, lo que limita la cantidad de salidas de pesca. Aunado a esto, el 100% acusó falta de apoyo gubernamental en el control de la pesca ilegal, y a pesar de que el 80% estuvo de acuerdo con las regulaciones impuestas, mencionan que el control *in situ* ha sido deficiente por parte del Servicio Nacional de Guardacostas y de la Capitanía de Puerto.

Esta opinión de los pescadores concuerda con la figura 4, la cual muestra cambios en la abundancia relativa de *L. guttatus* seis años después de la creación del AMPRGD, menguando en los puestos recibidores de Puerto Pilón y Puerto Jiménez, aumentando en Playa Zancudo y Rincón-La Palma, por lo que la percepción sobre la eficacia de dicha medida de manejo puede variar entre zonas. Sin embargo, la disminución general de un período a otro en el número de las capturas y el peso de la muestra total, apoyan la opinión pesimista de algunos pescadores con respecto a la eficacia del AMPRGD.

Además, el 20% afirmó desconocer el grado de efectividad del AMPRGD durante sus primeros seis años, lo que demuestra la necesidad de facilitar al gremio artesanal información científica que complemente al CET para una efectiva formulación de regulaciones pesqueras. El hecho de que el 32% aseveró que no fue tomado en cuenta al momento de establecer dicha área, demuestra que pudo haberse obviado CET importante sobre el comportamiento, la ecología y la abundancia de las especies de interés comercial, lo cual es trascendental en el manejo de pesquerías (Bender *et al.*, 2014).

La poca disponibilidad y periodicidad de informes científicos para el gremio artesanal genera una mayor división de opiniones entre los pescadores sobre el AMPRGD, ya que la mayoría indicó desconocer los pros y contras del establecimiento de dicha área e indican que con el paso de los años las capturas más bien se han reducido, al igual que sus ganancias. Opinan que solo la pesca deportiva ha sacado ventaja de esta medida, seguida por el turismo.

Los pescadores encuestados atribuyen en gran parte la inestabilidad en los montos de captura del pargo mancha a la elevada explotación incidental de especies ícticas que genera la pesca camaronera de arrastre (Díaz y Posada, 2024). El 78% respondió que nunca se respeta la prohibición impuesta en el uso de este tipo de artes pesqueros ilegales (incluyendo

también al trasmallo) evidenciando que la pesca de *L. guttatus* se sigue ejecutando de manera insostenible según lo denuncia constantemente el gremio artesanal.

Los mismos pescadores locales han tenido que realizar patrullajes para denunciar la pesca ilegal, llegando al punto de recibir insultos y amenazas hasta con armas de fuego por parte de los perpetradores. Asociado a esto, el 100% mencionó que las relaciones entre las asociaciones pesqueras artesanales que ejercen dentro del AMPRGD no ha mejorado con la creación de dicha medida, por lo que los esfuerzos por erradicar la pesca ilegal se ven más entorpecidos.

Las mayores variaciones y depreciaciones de los valores de CPUE obtenidas para el 2015/16 respaldan lo mencionado por los pescadores, ya que evidencia la disminución de las capturas de *L. guttatus* utilizando el mismo esfuerzo de pesca, obligando a aumentar el tiempo y los recorridos de las faenas para obtener una cuota aceptable, lo que genera a la vez un aumento en los gastos económicos. La escasez de producto ha generado que el gremio solicite ayuda económica al INCOPECA, sin embargo, el 67% de los encuestados afirma que lo único que ha hecho la institución es expedir más licencias de pesca, lo cual puede ser contraproducente para el recurso.

Pescadores artesanales entrevistados en el pacífico norte de Costa Rica por Bystrom *et al.* (2017) concordaron en que la captura del pargo mancha ha disminuido por el aumento en la presión pesquera y mantienen pesimismo de que esto cambie. Estos reafirman la importancia de considerar en las regulaciones pesqueras al CET para integrar los tres pilares del desarrollo sostenible: social, económico y ambiental (Castaño-Martínez, 2013). Empero, el 85% de los encuestados considera que, aunque el AMPRGD ha beneficiado la recuperación de los ecosistemas marinos y la biodiversidad asociada, le ha quedado debiendo al factor socioeconómico del pescador.

Aunado a esto, todos los encuestados mencionaron que la intervención en contra de la pesca ilegal dentro del AMPRGD por parte de INCOPECA, Guardacostas y Capitanía de Puerto fue deficiente durante los primeros seis años del área, aunque el 73% al menos percibió un esfuerzo leve. Según Gulland (1983) esta situación potencializa la sobrepesca, disminuyendo las TCM, reduciendo las cohortes etarias y aumentando la constante de crecimiento K por la merma poblacional de organismos grandes (Arellano-Martínez *et al.*, 2001), a como sucedió para la muestra total del 2015/16

Una de las causas que potencializa este fenómeno es el escaso control legal e *in situ* por parte de las autoridades gubernamentales en contra de la pesca ilegal desmedida de mediana y gran escala, lo que aumenta las tasas de mortalidad Z, M y F como sucedió de una etapa a otra. Estos indicadores además cumplieron con los supuestos representativos de pesca excesiva, al igual que lo denotó un valor de $E > 0.5$ y la presencia de un crecimiento alométrico negativo mayor para el 2015/16.

A pesar de la promulgación en firme del acuerdo AJDIP 251-2009 que declaró restricción total para la pesca de arrastre dentro del AMPRGD, todos los encuestados afirmaron que la flota camaronera continúa operando ilegalmente en la zona, arrasando de manera incidental con especies de valor comercial como *L. gutattus*, provocando un traslape entre las zonas de reclutamiento y las de pesca. La disminución en la TMM para el 2015/16 respalda esto, evidenciando dentro de las capturas una mayor presencia de juveniles que adelantaron su maduración gonadal por la presión ejercida al recurso, lo cual es un síntoma claro de sobreexplotación.

Sutherland *et al.* (2014) recalca la importancia que tiene el CET en la comprensión del estado de las pesquerías como la del pargo mancha, ya que revela detalles que surgen del aprendizaje adquirido por los pescadores durante años que no pueden ser descubiertos en investigaciones científicas cortas. Por ejemplo, la valoración del grado de eficacia de las regulaciones impuestas a los artes de pesca durante los primeros 6 años de funcionamiento del AMPRGD, en donde el 67% de los encuestados indicó que la disminución aplicada en el número de anzuelos por línea impactó negativamente las cuotas de captura. Asimismo, el 96% aseguró que el INCOPECA no les ha otorgado alguna alternativa que contrarreste la prohibición del trasmallo, que era muy utilizado.

Igualmente, el CET reveló las razones por las que el 92% de los encuestados afirmaron no percibir ningún beneficio socioeconómico durante los 6 años iniciales del AMPRGD, relacionándolo con el poco apoyo económico, la falta de levantamiento de algunas restricciones pesqueras que consideran injustas, el poco aporte de artes alternativos y la inseguridad naval por falta de leyes más estrictas o escasez de patrullajes de guardacostas en búsqueda de botes ilegales con estatus legal incorrecto. Dicha información permite analizar de una forma más robusta y completa los datos científicos (Sutherland *et al.* 2014).

CONCLUSIONES

Los análisis biológico-pesqueros realizados para *Lutjanus guttatus* en el AMPRGD mostraron variaciones en los parámetros poblacionales y de explotación entre las muestras del 2010/11 y del 2015/16, relacionados en parte por los cambios en el ambiente, pero principalmente por la presión pesquera ejercida en los primeros 6 años del área de manejo. Los resultados obtenidos exponen las siguientes conclusiones:

1. La abundancia total no presentó un cambio significativo para el 2015/16, con tan solo 8 pargos menos. Los puestos recibidores de Playa Zancudo y Rincón-La Palma mostraron una recuperación positiva en las capturas aumentando para el 2015/16, contrario a lo presentado en los puertos de Pilon y de Jiménez que disminuyeron la cuota.
2. La tendencia mensual en el número de capturas mantuvo un patrón similar para el 2015/16, manteniendo a octubre y enero como posibles épocas de reclutamiento poblacional por la elevada abundancia obtenida en su mayoría de juveniles.
3. No se presentó diferencia significativa en el volumen total en Kg entre períodos, aunque se mantuvo la fluctuación mensual en la CPUE para el 2015/16, en general con valores menores que en el 2010/11, lo que es un indicio de pesca insostenible al presentarse cambios en las cuotas en Kg de pesca con igual esfuerzo de captura.
4. El rango longitudinal de las capturas fue mayor para el 2015/16 (8 a 54 cm de LT), no obstante, se presentó una disminución de 24.3 a 23.2 cm en la TCM con respecto al 2010/11, evidenciando una mayor presencia de juveniles inmaduros a causa de la extracción excesiva de organismos grandes de la población por la pesca comercial.
5. Ambos períodos presentaron la mayoría de las capturas en estado sexual inmaduro dentro del rango de 10 a 25 cm, sin embargo, mostraron diferencias estadísticas significativas entre sí para la variable longitud corporal debido a la superioridad de juveniles para el 2015/16.
6. La especie mostró una reducción de las cohortes etarias, pasando de tener 5 en el 2010/11 a 3 en el 2015/16, evidenciando que su dinámica poblacional es propensa a sufrir cambios por fenómenos naturales o antrópicos como la sobrepesca.
7. La longitud asintótica aumentó de una etapa a otra de 36.5 a 52.8 cm, adelantando para el 2015/16 la edad en que obtuvo dicha longitud en dos años alcanzándola a los 14 años de vida, con un coeficiente de crecimiento K mayor para este período de 0.63 superior al

- 0.49 de 2010/11. Este adelanto en la madurez demuestra la presión que ejerció la sobrepesca en la dinámica reproductiva de *L. guttatus* los primeros 6 años del AMPRGD.
8. En ambos períodos se obtuvo la mayor ganancia de peso durante los primeros 6 años de vida, con el máximo rendimiento a los 4 y con la talla máxima promedio entre los 14 y 16, siendo esta de 931 g en el 2010/11 a 831 g en el 2015/16.
 9. El crecimiento alométrico negativo obtenido para *L. guttatus* en ambos periodos demuestra un incremento mayor en longitud que en peso, típico de la especie.
 10. Todas las tasas de mortalidad obtenidas en el 2015/16 resultaron ser mayores que los del 2010/11, lo que supone un desequilibrio poblacional de un período a otro que afectó la mortandad en general, posiblemente relacionado con la sobrepesca. Ambos períodos mostraron tasas de mortalidad natural “M” menores que la tasa “F” (decesos por pesca), lo que demuestra que esta actividad se mantuvo como el factor más influyente.
 11. La tasa de explotación “E” de ambas etapas determinó al pargo mancha en estado de sobreexplotación, tanto para el primer año de funcionamiento del AMPRGD como seis años después, sobrepasando el nivel de rendimiento máximo sostenible.
 12. La proporción de sexos encontrada para el 2010/11 fue de 1:1(machos por hembra), mientras que para el 2015/16 fue de 1.3:1, concordando ambas etapas con máximos reproductivos aislados de mayor madurez en febrero y abril, además de registrar uno en octubre para el 2010/11 y otro en marzo en el 2015/16.
 13. La talla media de primera madurez disminuyó del primer al segundo período, de 31.1 a 30.2 cm, lo que evidencia que los organismos tuvieron que madurar a menores tallas como respuesta a la presión pesquera ejercida del 2010 al 2016 dentro del AMPRGD.
 14. En concordancia con los parámetros biológico-pesqueros que identificaron de manera preliminar la ocurrencia de sobrepesca en el AMPRGD durante sus primeros seis años, se encuentra la percepción mayoritaria de los pescadores que relacionan la escasez paulatina de peces y la disminución de las tallas con el deficiente control gubernamental sobre la pesca ilegal, que aunado a las nuevas restricciones pesqueras y la falta de otras alternativas productivas, afectan al factor socioeconómico del gremio artesanal. Esta situación reafirma en términos generales que la creación del AMPRGD no representó un impacto positivo significativo para la conservación y recuperación de *L. guttatus*, así como ningún beneficio socioeconómico marcado para el pescador artesanal del Golfo Dulce.

RECOMENDACIONES

Se desprenden las siguientes recomendaciones con el fin de promover estudios similares que contribuyan con la sostenibilidad de la especie y del componente socioeconómico implicado:

1. Efectuar estudios similares que integren un análisis de las características fisicoquímicas, batimétricas y de estructura de fondo en los sitios de muestreo, que permitan discernir aspectos químicos y geográficos que puedan estar afectando la dinámica de *L. guttatus*, lo cual es un procedimiento obligatorio en investigaciones de heterogeneidad de hábitats.
2. Realizar investigaciones de marcaje con *L. guttatus* mediante metodologías de captura-recaptura, así como estudios genéticos poblacionales, con el fin de determinar si existe alguna conexión entre las muestras obtenidas en los distintos sitios de muestreo utilizados por los pescadores artesanales (tanto dentro como fuera del AMPRGD) para formular las medidas de manejo más adecuadas.
3. Llevar a cabo estudios interanuales que analicen la biomasa total del stock pesquero en relación con la capacidad de carga y el grado de explotación de la especie, para determinar la fracción poblacional que es vulnerada (explotada) mostrando de manera preliminar un panorama futuro de mantenerse el mismo grado de presión de captura.
4. Consolidar las alianzas estratégicas entre la Comisión de Seguimiento del AMPRGD con las entidades gubernamentales, académicas y ONGs que realizan investigaciones pesqueras pertinentes a la explotación del pargo mancha, para así formular modelos de evaluación y manejo pesquero que permita una reproducción poblacional sostenible, garantizando que la biomasa virgen explotable se mantenga por extensos periodos.
5. Implementar tallas mínimas de captura basadas en el criterio de la talla media de madurez "Lt50" para asegurar que 100% de la población capturada se haya reproducido al menos una vez en su vida, por lo que se deben instaurar períodos de veda pesquera en aquellas zonas en donde habitan peces con tallas muy bajas (juveniles), además de establecer el número de anzuelo que no capture longitudes menores a la TMM.
6. Realizar estudios actualizados que permitan identificar con mayor exactitud los hábitats, las áreas de cría y zonas de reclutamiento de *L. guttatus* que necesiten de más protección en relación con una mayor comprensión de los factores que afectan la CPUE, para

determinar si es recomendable disminuir el número de embarcaciones pesqueras y el otorgamiento de nuevas licencias de pesca.

7. El valor de $E > 0.5$ obtenido en ambos períodos de muestreo ratifica la urgencia de implementar medidas de manejo actualizadas obtenidas a través de investigaciones como la presente, con el afán de minimizar el impacto pesquero sobre *L. guttatus* y permitir su recuperación poblacional, educando siempre al pescador artesanal a devolver al mar las capturas con tallas medias de madurez sexual menores a las permitidas en las especies de interés comercial.
8. Realizar estudios sobre la dieta de *L. guttatus* basados en el análisis de la trama alimenticia, nivel trófico e isotopos estables para identificar el tipo de presas que consume esta especie en el AMPRGD y así establecer un manejo más adecuado de su entorno previniendo que la falta de alimento incremente la mortalidad natural.
9. Efectuar investigaciones periódicas sobre la madurez sexual de las poblaciones de *L. guttatus* en el AMPRGD mediante el análisis del índice gonadosomático para detectar y proteger los periodos de desove intensos, favoreciendo la estabilidad en la población de esta especie mediante su reclutamiento continuo. Para esto, se debe solicitar a INCOPECA permisos de investigación durante épocas de veda y así determinar con exactitud los picos reproductivos.
10. Establecer en conjunto con los pescadores artesanales medidas de manejo pesquero en el AMPRGD que conceda beneficios socioeconómicos para dicho gremio sin imponer requisitos de difícil alcance, y que a la vez alivien la presión extractiva de los recursos, como lo es otorgar un fondo de pago por servicios ecosistémicos marino-costeros al realizar acciones que promuevan la conservación, uso sostenible y restauración.
11. Mejorar las condiciones de comercialización de los productos analizando la posibilidad de contar con una terminal pesquera, que agilice y mejore los sistemas de transporte del pescado fomentando a la vez la creación de una “ciudad puerto”.
12. Potenciar las condiciones de otras actividades económicas alternativas que benefician al pescador, como el turismo, la maricultura y la agricultura, aprovechando el recién nombramiento de Puerto Jiménez como cantón, buscando mejoras en los sectores de la salud, educación, obra pública, trabajo, seguridad (combate al narcotráfico), tenencia de tierra y agilización de préstamos bancarios al pescador, entre otros.

13. La percepción general de los pescadores artesanales del AMPRGD es que la creación de dicha área no representó ningún beneficio ambiental ni socioeconómico para la zona, lo que evidencia la obligatoriedad para el INCOPESCA de analizar en conjunto con estas asociaciones de pesca a baja escala las medidas de manejo instauradas, para detectar correcciones de ordenamiento pesquero adecuadas al escenario actual de estas comunidades costeras, formulando políticas más acordes que incentiven a la vez un trabajo conjunto mayor entre autoridades y pescadores asegurando a estos beneficios monetarios al mismo tiempo que se recuperan las poblaciones ícticas.
14. Se deben establecer estrategias de participación que permitan planificar actividades de capacitación y educación periódicas junto con los pescadores artesanales con respecto al alcance del AMPRGD y las alternativas económicas que surgen para aliviar las restricciones en las capturas que frecuentemente los afecta, para mantener el interés de este gremio logrando una mayor efectividad en el fortalecimiento de la capacidad de gestión local.
15. Debe mantenerse un enfoque ecosistémico de la pesca en el AMPRGD mediante el estudio integral constante de la sustentabilidad de dicha actividad según sus componentes sociales, pesqueros y económicos, con el fin de solucionar aquellas dificultades que no mantienen una equidad entre cada uno de estos aspectos, por lo que es necesario mejorar las características que definen el éxito de las medidas adoptadas como por ejemplo la infraestructura de acopio de las organizaciones y particularmente los sistemas de comercialización de productos pesqueros.

LITERATURA CITADA

- Acosta, J. G. (2011). Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de cuatro especies de peces de la familia Haemulidae en el Golfo de Cariaco, Venezuela. Tesis de grado, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- Agudelo, E.; Ajiaco, R.E.; Álvarez, L.E.; Barreto, C.G.; Borda, C.A.; Bustamante, C.C.; Caldas, J.P.; De la Hoz, J.; Diazgrados, M.C.; Melo, Giovanni.; Perucho, E.; Puentes, V.; Ramírez, A.; Ramírez, A.; Rueda, M.; Salinas, J.C. y L.A. Zapata. (2011). Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socioeconómica en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de Pesca y Acuicultura - Subgerencia de Pesca y Acuicultura INCODER - Conservación Internacional. 80 P.
- Agüero, M. (1992). La pesca artesanal en América Latina: una visión panorámica, p. 1-27. En M. Agüero (ed.). Contribuciones para el estudio de la pesca artesanal en América Latina. ICLARM Conf. Proc. 35, 113p.
- Aguirre-León, A., Pérez-Ponce, H. E., y Díaz-Ruiz, S. (2014). Heterogeneidad ambiental y su relación con la diversidad y abundancia de la comunidad de peces en un sistema costero del Golfo de México. *Revista de Biología Tropical*, 62(1), 157-176.
- Andrade, H. (2003). Age determination in the snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces, Lutjanidae) and investigation of fishery management strategies in the Pacific Coast of Guatemala. Tesis de Maestría, Universidad de Tromsø, Noruega. 45pp.
- Amezcuca, F., Soto-Avila, C., y Green-Ruiz, Y. (2006). Age, growth, and mortality of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* from the southeastern Gulf of California. *Fisheries Research*, 77(3), 293-300.
- Araya, S. S. (2013). Situación actual de la pesca artesanal en Costa Rica. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, 311-342.
- Araya, H. y Vásquez, A. R. (2005). Evaluación de los recursos pesqueros en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Años 2001 – 2004. INCOPECA. 43pp.
- Arellano-Martínez, M., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vázquez, B. P., y Villalejo-Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*

- (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de biología marina y oceanografía*, 36(1), 1-8.
- Balbotín, F. y Fischer, W. (1981). Ciclo sexual y fecundidad de la merluza *Merluccius gayi*, en la costa de Chile. *Rev. Biol. Mar. Cuba*. 3: 43-86.
- Baigún, C. R. (2013). Manual para la gestión ambiental de la pesca artesanal y las buenas prácticas pesqueras en la cuenca del río Paraná, Argentina. Fundación Humedales/Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.
- Belhabib, D., Greer, K., y Pauly, D. (2018). Trends in industrial and artisanal catch per effort in West African fisheries. *Conservation Letters*, 11(1), e12360.
- Bender, M. G., Machado, G. R., de Azevedo Silva, P. J., Floeter, S. R., Monteiro-Netto, C., Luiz, O. J. y Ferreira, C. E. (2014). Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the Southwestern Atlantic. *PLoS One*, 9(10), e110332.
- Bravo, E., Eslava, N. y González, L. (2009). Crecimiento y mortalidad natural del pez *Haemulon aurolineatum* (Teleostei: Haemulidae) del suroeste de la isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 57(3), 699-706.
- Bystrom, A. B., Naranjo-Madrigal, H., y Wehrtmann, I. S. (2017). Indicator-based management recommendations for an artisanal bottom-longline fishery in Costa Rica, Central America. *Revista de Biología Tropical*, 65(2), 475-492.
- Campos, J. (1989). Evaluación de la pesca artesanal Golfo Dulce. Proyecto cooperativo. Ministerio de agricultura y ganadería-Universidad de Costa Rica. CIMAR: 191p.
- Camus, P., Dattwyler, R. H., y Figueroa, E. J. M. (2016). Las disputas por el mar: bienes comunes, pescadores artesanales y pesca industrial. Caso de la caleta Cocholegüe en el litoral centro sur de Chile a mediados del siglo XX. *Población y Sociedad*, 23(2), 5.
- Campos, J.A. (1989). Evaluación de la pesca artesanal del Golfo Dulce. Primera parte: Golfo interno. Informe final de proyecto. Universidad de Costa Rica, Vicerrectoría de Investigación, Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR). Proyecto 80888561. San José, Costa Rica. 143 pp.

- Castaño-Martínez, C. (2013). *Los pilares del desarrollo sostenible: sofisma o realidad*. Universidad Santo Tomás. 74p.
- Castro-Campos, M.V. (2022). Espacios marino-costeros dedicados a la conservación en el litoral Pacífico de Costa Rica: una ampliación del conocimiento, 2012-2021. Fundación MarViva, San José, Costa Rica. 410 pp.
- Cerna, F., Cubillos, L. A. y Plaza, G. (2013). Análisis histórico del crecimiento somático de merluza común (*Merluccius gayi gayi*) frente a la costa central de Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41(3), 558-569.
- Chiappa-Carrara, X., Rojas-Herrera, A. A., y Mascaró, M. (2004). Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 177-185.
- Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P. y Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana*, 76, 86-100.
- Claro, R. (1994). *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Inst. de Ocean. Acad. Cien. De Cuba y Centro Inv. De Quinta Roo (CIQRO), México. 525 p.
- Claro, R. y K.C. Lindeman. (2004). *Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental*. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba, 472 pp, en CD-ROM, ISBN 978-959-298-011-2
- Córdoba, R. y Vargas, J. (1996). Temperature, salinity, oxygen and nutrient profiles at a 200m station in Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44(Suppl. 3): 233-236.
- Correa-Herrera, T., y Jiménez-Segura, L. F. (2013). Biología reproductiva de *Lutjanus guttatus* (Perciformes: Lutjanidae) en el parque nacional natural Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 61(2), 829-840.

- Cochrane, K.L. (ed.). (2005). Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Documento Técnico de Pesca. No. 424. Roma. 231p.
- Cortés, J. (1990). The coral reef of Golfo Dulce, Costa Rica: distribution and community structure. *Atoll. Res. Bull.* 344: 1-37.
- Csirke, J. (1989). Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO, Doc. Téc. Pesca. 82 pp.
- Cuenco, M. L., Stickney, R. R., y Grant, W. E. (1985). Fish bioenergetics and growth in aquaculture ponds: II. Effects of interactions among, size, temperature, dissolved oxygen, unionized ammonia and food on growth of individual fish. *Ecological modelling*, 27(3-4), 191-206.
- Daniel, W. (1999). *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*. 7th edition. New York: John Wiley y Sons. 960p.
- Decreto Ejecutivo N° 27919. Diario Oficial La Gaceta. N° 114. San José, Costa Rica. 14 de junio de 1999.
- De la Hoz-M, J., Narváez, J.C., Solano, O.D. (2009). Length–weight relationships for 36 fish populations from a disturbed tropical estuary in northern Colombia. *Journal of Applied Ichthyology*, 25, 618–619.
- Díaz, E. (2013). Estimación del crecimiento del jurel *Trachurus murphyi* capturado en el Perú, a partir del análisis de las frecuencias por tallas. *Rev. Peru. Biol.*, 20(1), 53-60.
- Díaz M., J.M. y Posada L., J.M., Eds. (2024). Diagnóstico de la pesca de arrastre en el Pacífico Tropical Oriental: Costa Rica, Panamá y Colombia. Fundación MarViva, Bogotá, Colombia. 146 pp.
- Eslava, N., González, L. W., y Guevara, F. (2019). Crecimiento y mortalidad de *Haemulon plumieri* (Perciformes: Haemulidae) en el archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 67(6), 1560-1571.

- Falfan, E., Ordoñez, U. y Ornelas, M. (2007). Abundancia y Distribución de Larvas del Complejo Lutjanidae – Serranidae en la Plataforma de Yucatán. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Mérida, Yucatán, México. GCFI:58. 161-167.
- FAO. (1995). Código de Conducta para la Pesca Responsable. Roma, Italia: Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consulta en línea en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/v9878s/v9878s00.htm>
- FAO. (2010). FAO TERM PORTAL. Consultado el 16 de marzo del 2016. Disponible en <http://www.fao.org/faoterm/collection/fisheries/en/>
- Fargier, L; Hartmann, Hans J. y Molina, H. (2009). Desarrollo de un proceso de monitoreo participativo en las comunidades pesqueras de Bahía Pavones (Golfo Dulce) en el pacífico sur de Costa Rica. Ciencia en su PC. 54-69.
- Fargier, L., Hartmann, H. J. y Molina-Ureña, H. (2014). “Marine Areas of Responsible Fishing”: A Path Toward Small-Scale Fisheries Co-Management in Costa Rica? Perspectives from Golfo Dulce. In Fisheries Management of Mexican and Central American Estuaries. Springer Netherlands, pp. 155-181.
- Farías, B. (2023). Estructura poblacional y zonal potenciales de crianza del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en la costa del Pacífico de Costa Rica, a través de la composición isotópica de oxígeno ($\delta^{18}O$) en otolitos. Tesis para optar al grado y título de Maestría Académica en Biología. Universidad de Costa Rica. 140p.
- FEDEPESCA. (2014). Guía técnica sobre Artes de Pesca. Proyecto cofinanciado por el Fondo Europeo de Pesca 2007-2013 y la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España. 56p.
- Fisher, R.A. (1930). The Genetical Theory of Natural Selection, Clarendon Press, Oxford. 318p.
- Fowler, J., Cohen, L., y Jarvis, P. (2013). Practical statistics for field biology. John Wiley y Sons. 272p.
- Fortaleza, M. A., y Nañola Jr., C. L. (2017). Age determination and body length relationship of two-spot red snapper (*Lutjanus bohar*). Banwa B, 1-12.

- Freitas, Matheus Oliveira, Abilhoa, Vinícius, y Costa e Silva, Gisleine Hoffmann da. (2011). Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 9(2), 411-418.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, 22(4), 241-253.
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. (2024). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2024).
- Gayanilo, F., Sparre, P. y Pauly, D. (2005). Stock assessment tools II (FISAT II). FAO, Roma, Italia. 168 p.
- Gómez, V. A., Sánchez, B., y Gómez, J. A. (2021). Biometría de *Lutjanus peru* (pargo seda) y *Lutjanus guttatus* (pargo de la mancha) (pisces: lutjanidae) en el Golfo de Montijo, Pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, 23(1), 125-142.
- González, L.W. y N. Eslava. (1999). Edad y crecimiento del pargo colorado *Lutjanus purpureus* Poey, 1867 (Teleostei: Lutjanidae) de la región oriental de Venezuela. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 34: 99-107.
- González-Ochoa, O. A. (2019). Estructura poblacional y genética del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* y del chupalodo *Porichthys analis* (PISCES) Presentes en la fauna de acompañamiento del camarón en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. Instituto Politécnico Nacional, México. 165p.
- Google. (s.f.). [Mapa de Golfo Dulce, Costa Rica en Google maps]. Recuperado el 3 de marzo del 2021, de: <https://www.google.com/maps/place/Golfo+Dulce/@8.5359893,-83.5697678,10z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8fa4671ddf5de42f:0xe97b3fc4b72a131b!8m2!3d8.4691779!4d-83.2077645?hl=es>
- Gulland, J.A. (1983). Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. New York. Chapman and Hall. 570p.
- Gulland, J. A., y Rosenberg, A. A. (1992). Examen de los métodos que se basan en la talla para evaluar las poblaciones de peces (Vol. 323). FAO. Roma.112p.

- Guerrieri, A., Eslava, N., González, L. W., y Guevara, F. (2015). Parámetros de crecimiento y mortalidad de *Orthopristis ruber* (Perciformes: Haemulidae) en el archipiélago Los Frailes, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 189-198.
- Gutiérrez. V. R. (1990). Tasas de crecimiento, mortalidad, reclutamiento, rendimiento y biomasa relativos por recluta de *Lutjanus peru* (Persiformes: Lutjanidae) en el Pacífico Noroeste de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 38 (2B): 441-447.
- Guzmán, A. G. (2012). Diagnóstico de la composición de capturas de la pesca artesanal de Golfo Dulce, Pacífico Sur, Costa Rica. Tesis de Maestría Académica en Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro, Costa Rica. 175 p.
- Guzmán-Mora, A. G., y Molina-Ureña, H. (2008). La pesquería artesanal de peces en Golfo Dulce, Costa Rica. In *Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 5-9, 137-142.
- Hartmann, H.J. (1994). *The Golfo Dulce Marine Environment: Review and Critical Assessment*. Department of Biology of La Rochelle, University of La Rochelle, Charente-Maritime, France. 34 p.
- Hernández, M. A., Cantin Garcia, S., Lopez Abejon, N., y Rodriguez Zazo, M. (2016). Estudio de encuestas. Consulta web el 23 de agosto del 2017 en: https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/ENCUESTA_Trabajo.pdf
- Herrera, W. (1985). *Clima de Costa Rica*. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica, 230 p.
- Herrón, P., Mildenerger, T. K., Díaz, J. M., y Wolff, M. (2018). Assessment of the stock status of small-scale and multi-gear fisheries resources in the tropical Eastern Pacific region. *Regional studies in marine science*, 24, 311-323.
- Holden, M. J., y Raitt, D. F. S. (1975). *Manual de ciencia pesquera: parte 2-metodos para investigar los recursos y su aplicación*. Roma: FAO. 211p.
- INCOPESCA. (2010). *Plan de Ordenamiento Pesquero del Área Marina para la Pesca Responsable Golfo Dulce*. Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Federación Costarricense de Pesca Turística. Puntarenas, Costa Rica. 113p.

INCOPESCA. (2018a). Políticas para el Sector Agropecuario y el Desarrollo de los Territorios Rurales, 2015 – 2018. Informe de Gestión 2014 – 2018 INCOPESCA. Pilares Sector Agropecuario y Desarrollo Territorios Rurales. Puntarenas, Costa Rica. 27p.

INCOPESCA. (2018b). Tallas legales de primera captura respondiendo a las tallas de primera madurez sexual. Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Consulta web en: https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1ynValor2=85802

Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2008). Atlas Digital de Costa Rica. D.C.

Irigoyen, A., Sibbald, C., Cuestas, M., Cristiani, F., y Trobbiani, G. (2015). Patrones estacionales de abundancia en el Golfo Nuevo y migración a lo largo de la plataforma Argentina de cazonas (*Galeorhinus galeus* [Linnaeus 1758]) y gatopardos (*Notorynchus cepedianus* [Péron 1807])(Argentina). *Ecología austral*, 25(2), 144-148.

IUCN. (2018). IUCN Red List of Threatened Species. Consulta web el 9 de abril del 2018 en: <http://www.iucnredlist.org>

JICA, UNA, INCOPESCA. (2004). Proyecto de manejo sostenible de la pesquería para el Golfo de Nicoya. Universidad Nacional, INCOPESCA, Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).12 p. (Mimeografiado).

King, M. (2007). Fisheries biology, assessment and management (Segunda ed.). Blackwell Publishing. 396 p.

La Gaceta (2009). N° 159. Decreto INCOPESCA AJDPI/251-2009. Diario Oficial Costa Rica. Publicada el 17 de agosto del 2009. Versión Digital disponible en: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2009/08/17/COMP_17_08_2009.html

La Gaceta (2010). N° 196. Decreto INCOPESCA AJDPI/191-2010. Diario Oficial Costa Rica. Publicada el 08 de octubre del 2010. Versión Digital disponible en: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2010/10/08/COMP_08_10_2010.html

La Gaceta (2013). N° 134. Resolución 10540- Voto de Sala Cuarta. Diario Oficial Costa Rica. Publicada el 12 de julio del 2013. Versión Digital disponible en: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2013/07/12/COMP_12_07_2013.html

- La Gaceta (2018). N° 22. Decreto INCOPESCA AJDPI/026-2018. Diario Oficial Costa Rica. Publicada el 06 de febrero del 2018. Versión Digital disponible en: https://www.imprentanacional.go.cr/pub/2018/02/06/COMP_06_02_2018.html
- Law R. (2007). Fisheries-induced evolution: Present status and future directions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 335: 271–277.
- Lenz-Volland, B. y M. Volland. (1992). Distribución geográfica y técnicas de la pesca en la costa ecuatoriana durante el período colonial, p. 92-113. En M. Agüero (ed.) *Contribuciones para el estudio de la pesca artesanal en América Latina. ICLARM Conf. Proc.* 35, 113 p.
- Lobo, A. (2013). Compendio de Normas Pesqueras de Costa Rica. Fundación MarViva. Proyecto Puertos. *Oceans* 5. 28p.
- López-Garro, A. y Zanella, I. (2015). Tiburones y rayas capturados por pesquerías artesanales con línea de fondo en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 63(2), 183-198.
- Lucano-Ramírez, G., Ruiz-Ramírez, S. y Rojo-Vázquez, J. A. (2006). Composición por tallas y ciclo reproductivo de *Pseudupeneus grandisquamis* (Pisces: Mullidae) en el Pacífico central mexicano. *Rev. Biol. Trop.*, 54(1), 195-207.
- Madrigal-Abarca, E. (1985). Dinámica pesquera de tres especies de Sciaenidae (corvinas) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Marín-Cabrera M. (2012). Identificación y caracterización de actores institucionales y de la sociedad civil claves en la gestión de las AMUM Golfo de Nicoya y Pacífico Sur. Proyecto SINAC-BID – MarViva, Manejo integrado de los recursos marino-costeros en Puntarenas. 103 pp.
- Marín, B. y Vásquez, A. R. (2012). Estimación de la talla de primera madurez sexual criterio L50% (TPM) de la corvina reina *Cynoscion albus* (Perciforme: Scianidae) bajo condiciones de sobreexplotación de su población en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. INCOPESCA. 15pp.

- Martinez-Andrade, F. (2003). A comparison of life histories and ecological aspects among snappers (Pisces: Lutjanidae). Louisiana State University and Agricultural y Mechanical College. 201pp.
- Martínez-Porchas, M., Martínez-Córdova, L. R., y Ramos-Enríquez, R. (2009). Dinámica de crecimiento de peces y crustáceos. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 10(10), 1-16.
- Mazumder, S. K., Das, S. K., Bakar, Y. y Ghaffar, M. A. (2016). Effects of temperature and diet on length-weight relationship and condition factor of the juvenile Malabar blood snapper (*Lutjanus malabaricus* Bloch y Schneider, 1801). Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine y Biotechnology), 17 (8), 580-590.
- McDermand, L. (2022). La comprensión del amoníaco en los estanques acuícolas. Revista International AquaFeed and Fish Farming Technology, Consulta web en: <https://aquafeed.co/entrada/la-comprensi-n-del-amon-aco-en-los-estanques-acu-colas-20354/#:~:text=Una%20vez%20que%20el%20amon%C3%ADaco,altos%20niveles%20provocando%20la%20muerte.>
- Macpherson, E. (1998). Ontogenetic shifts in habitat use and aggregation in juvenile sparid fishes. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 220(1):127-50.
- Militelli, M. I. y K. A. Rodríguez. (2011). Talla de primera madurez de las principales especies de peces óseos costeros bonaerenses. INIDEP. Inf. Téc. Of. 16pp.
- Morales, M. y González, L. (2009). Edad y crecimiento del pez *Haemulon steindachneri* (Perciformis: Haemulidae) en el suroeste de la Isla de Margarita, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 58(1): 299-310.
- Morales, A. y Nowaczyk, J. (2006). El zooplancton gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, durante la transición de la estación lluviosa a la seca 1997-1998. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 54 (Suppl. 1): 201-223.
- Narváez, B., de La Hoz, J., Blanco, J., Bolívar, F., Rivera, R., Álvarez, T. y Riascos, C. (2013). Tallas mínimas de captura para el aprovechamiento sostenible de las principales especies de peces comerciales de Colombia. Univ. Magdalena, Santa Marta. 36p.

- Navarrete, A. J. (2001). Crecimiento del caracol *Strombus gigas* (Gastropoda: Strombidae) en cuatro ambientes de Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.*, 49(1), 85-91.
- Neuheimer AB y Taggart CT. (2010). Can changes in length-at-age and maturation timing in Scotian Shelf haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) be explained by fishing? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 67: 854–865.
- Northridge, S. P. (1992). La pesca con redes de deriva y las especies capturadas incidentalmente: situación mundial (No. 320). Roma: FAO. Consulta web en: <https://www.fao.org/3/T0502S/T0502S00.htm#TOC>
- Palacios, J. A. (2003). Estado actual de los recursos pesqueros del litoral Pacífico de Costa Rica. Cadena de productos hidrobiológicos compromiso del sector de pesca. CASCABOA-BOA-CNP.126 P.
- Palacios, V. B. A. (2018). Variabilidad temporal de las especies de peces demersales y pelágicos capturados por la pesca deportiva-recreativa de San Quintín, Baja California. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias. CISECE. 70 p.
- Pauly, D. (1982). The fishes and their ecology. Small-scale fisheries of San Miguel Bay, Philippines: biology and stock assessment. *ICLARM Tech. Rep.*, 7(124), 15-33.
- Pauly, D. (1983). Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales (Vol. 234, pp. 1-49). Roma: FAO.
- Pauly, D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators (Vol. 8). *WorldFish*. 325p.
- Perea, Á., Mori, J., Buitrón, B., y Sánchez, J. (2013). Aspectos reproductivos del jurel *Trachurus murphyi*. *Rev. Peru. Biol.*, 20(1), 29-34.
- Perera-García, M. A., Mendoza-Carranza, M. y Páramo-Delgadillo, S. (2008). Dinámica reproductiva y poblacional del robalo, *Centropomus undecimalis* (Perciformes: Centropomidae), en barra San Pedro, Centla, México. *Univ. Cienc.*, 24(1), 49-59.

- Pomarico, P (2017). Conocimiento ecológico tradicional y su utilidad para el manejo de una pesquería artesanal ancestral en el caribe colombiano. Informe final de prácticas profesionales de grado. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. 47p.
- PRIMER-e. (2017). Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research, A statistical software. Versión 7. Devon, Enbland. URL: <https://www.primer-e.com/our-software/>
- Proyecto Golfos. (2013). Estado del Área Marina de Uso Múltiple Golfo de Nicoya. Costa Rica. 83 pp.
- Quesada, M. A. y Cortés, J. (2003). Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera del Golfo Dulce y Península de Osa. Informe Final, The Nature Conservancy, Costa Rica. 105 pp
- Quesada, M y Morales, A. (2004). Comportamiento de las masas de agua en el Golfo Dulce, Costa Rica durante El Niño (1997 - 1998). Rev. Biol. Trop. 52 (Suppl. 2): 95-103.
- Quiróz, A. (2014). Análisis del estado actual de la pesquería de barracuda *Sphyraena ensis* (Sphyraenidae), en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Puntarenas, Costa Rica.
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. Version 4.1.3. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>
- Ramos, S. (2009). Tallas, sexo y desarrollo gonádico de *Litopenaeus vannamei* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), durante la veda de 1999 en el Golfo de Tehuantepec, México. Ciencia Pesquera 17 (2): 29-39.
- Ratray, M. (1967). Some aspects of the dynamics of circulation in fjords, in: Lauff, G.H. (Ed.) Estuaries. American Association for the Advancement of Science Publication, 83: pp. 52-62
- Richards, F.A. (1965). Anoxic basins and fjords. In J.P. Riley y G. Skirrow (eds.). Chemical Oceanography, Vol. 1. Academic. London. pp.: 611- 645.

- Richards, F.A., J.J. Anderson, y J.D. Cline. (1971). Chemical and physical observations in Golfo Dulce, an anoxic basin on the Pacific coast of Costa Rica. *Limnol. Oceanogr.* 16(1): 43-50.
- Robertson, D. R. y Allen, G. R. (2015). Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. En: <https://biogeodb.stri.si.edu/sfstep/es/pages>
- Rojas, A. (2001). Aspectos de la dinámica poblacional del huachingo *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)(Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México (Doctoral dissertation, Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, Colima, México). 206p.
- Rojas, J. R. (1997). Fecundidad y épocas de reproducción del " pargo mancha" *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 44(3), 477-487.
- Rojas, J. R., Maravilla, E., y Chicas, F. (2004). Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Los Cóbanos y Puerto La Libertad, El Salvador. *Revista de biología tropical*, 52(1), 163-170.
- Salas, E., Ross E. y Arias A. (2012). Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense. Fundación MarViva. San José, Costa Rica. 174 pp.
- Santamaría, A. y Chávez, E. (1999). Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) de Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*, 47(3), 571-580.
- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (1997). Metodología de la Investigación. McGraw-Hill Interamericana de México. Naucalpan de Juárez, México. 374p.
- Segura, A. y Campos, J. M. (1990). Pérdidas poscaptura en la pesquería artesanal del Golfo Dulce y su proyección al Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 38(2), 425-429.

- Shin YJ, Rochet MJ, Jennings S, Field JG, Gislason H. (2005). Using size-based indicators to evaluate the ecosystem effects of fishing. *ICES J. Mar. Sci.* 62: 384–396
- SICOPE-UNA. (2014). Sistema de Consulta de Peces de Costa Rica. Página de consulta web de la ictiofauna de Costa Rica. Consulta web el 20 de junio del 2021 en: <http://www.fcenapps.una.ac.cr/Peces/>
- Sierra, C., D. Vartanián, J. Polimeni. (2003). Caracterización Social, Económica, Ambiental del Área de Conservación Osa. Dirección de Sociedad Civil. Programa Agenda XXI ACOSA. Ministerio del Ambiente y Energía. 200 pp.
- Sinclair, M., y Valdimarsson, G. (Eds.). (2014). *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. CABI y FAO. Roma, Italia. 426 p.
- Smith, P. J. (1996). La diversidad genética de los recursos pesqueros marinos. Posibles repercusiones en la pesca. Roma: FAO. Documento técnico de pesca no. 344. 65p.
- Soriguer, M. (2005). Los efectos de la actividad pesquera. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz y Ayuntamiento de Algeciras. Cádiz. España. 28p.
- Soto, R. (2014). Biología reproductiva de algunas de las especies ícticas de mayor importancia comercial, dentro de la pesca artesanal en el Golfo Dulce, Costa Rica. Tesis de grado sometida a la consideración del Tribunal Examinador del Programa de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. UNED, Costa Rica. 89p.
- Soto-Rojas, R. L., Mejía-Arana, F., Palacios, J. A., y Hiramatsu, K. (2009). Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de biología tropical*, 57(1-2), 125-131.
- Soto-Rojas, R. L., Hernández-Noguera, L. A., y Vega-Alpizar, J. L. (2018). Parámetros poblacionales y hábitos alimenticios del pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) en el Área Marina de Pesca Responsable Paquera-Tambor, golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia*, 32(2), 96-110.

- Sparre, P., y Venema, S. (1997). Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales (Documento Técnico de Pesca No. 306, Parte 1 Rev. 2). Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Starck W. A. (1971). Biology of gray snapper, *Lutjanus griseus* (Linnaeus) in the Florida Keys. *Studies in Oceanography* 10: 11-150.
- Sutherland, W. J., Gardner, T. A., Haider, L. J. y Dicks, L. V. (2014). How can local and traditional knowledge be effectively incorporated into international assessments? *Oryx*, 48(1), 1-2.
- Svendsen, H., Rosseland, R., Myking, S., Vargas, J., Lizano, O. y Alfaro, E. (2004). A physical-Oceanographical study of Golfo Dulce. *Rev. Biol. Trop.* 52 (Supl. 3B): 1-10.
- Tagliafico, A., Rago, N., Lárez, A., y Rangel, S. (2012). Estructura de talla de 20 especies de peces capturados por la flota artesanal de la isla de Margarita, Venezuela. *Ciencia*, 20(4), 213-228.
- Vargas, M. (1998). Estimación de parámetros biológico-pesqueros para el pargo mancha *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Uniciencia* 15-16:79-84.
- Ugalde, R. V., Salas, C. G., Reyes, C. P., Vargas, E. U., & Nassar, M. A. (2020). “Jardinería” para la restauración coralina en el Golfo Dulce, Costa Rica: Una prueba práctica. *UNED Research Journal*, 12(1), e2809-e2809.
- Vega, L.A. (2010). Evaluación poblacional y pautas de ordenamiento pesquero del complejo *Opisthonema* (Pisces: Clupeidae), Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de maestría, Universidad Nacional, Puntarenas, Costa Rica.
- Vega, A. J., Quezada, G. F. y A. Robles P. Y. (2013). Aspectos biológicos y pesqueros de *Scomberomorus sierra* (Perciformes: Scombridae) en el Golfo de Montijo, pacífico de Panamá. *Tecnociencia*, Vol. 15, N° 2. 53-70.
- Villaseñor-Talavera, R. (1993). Solución de la ecuación diferencial de crecimiento en peso, de Von Bertalanffy (1938), por dos métodos distintos. Laboratorio de Limnología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, DF.

- Viquez, R. y Acuña, E. (2002). Descripción de la pesquería artesanal de peces, en tres puertos pesqueros en la IV región, Coquimbo, Chile. Facultad de Ciencia del Mar. UNICIENCIA. N° 19. 71-76.
- Whittaker, R. y D. Goodman. (1979). Classifying species according to their biogeographic strategy: J. Population fluctuations and environmental heterogeneity. Am. Nat. 113, 185-200.
- Wolff, M.; Hartmann, H.J. y Koch, V. (1996). A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 44(Suppl. 3): 215-231.
- Wosnitza-Mendo, C. (1992). Una base de datos para la investigación y manejo pesquero artesanal: problemas y opciones en el caso del Perú. P. 56-69. En M. Agüero (ed.). Contribuciones para el estudio de la pesca artesanal en América Latina. ICLARM Conf. Proc. 35, 113p.

ANEXOS

Anexo 1. Artes de pesca permitidos según la zonificación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (Fuente: López-Garro y Zanella, 2015).

Zonas en el AMPR Golfo Dulce	Artes de pesca permitidos por zona
<p>Golfo Dulce Externo (Zona A): Límite exterior: una línea imaginaria que se extiende desde Punta Banco (08° 21' 56.63" N - 83° 08' 44.07" W), hasta Cabo Matapalo (08° 22' 28.73" N - 83° 17' 28.54" W). Límite interior: una línea imaginaria que se extiende desde la margen derecha del río Tigre (08° 34' 07.52" N y 083° 19' 32.08" W) hasta Punta Voladera (08° 37' 18.64" N y 83° 10' 55.97" W).</p>	<p>Pesca de Escama: Cuerda de mano, línea planera (de fondo) y Nasas.</p> <p>Pesca Deportiva y Turística: Con cañas, carretes y cuerdas de mano.</p> <p>Pesca de Carnada: Cuerda de mano y cañas y carretes con anzuelo Tipo J N° 16.</p> <p>Pesca de Ballyhoo (<i>Hemiramphus saltator</i>): Captura con "scoop" o "Dip Net".</p>
<p>Golfo Dulce Interno (Zona B): Límite exterior: una línea imaginaria que se extiende desde la margen derecha del río Tigre (08° 34' 07.52" N - 083° 19' 32.08" W) hasta Punta Voladera (08° 37' 18.64" N - 83° 10' 55.97" W). Límite interior: a partir del límite exterior aguas adentro, abarcando todas las aguas del golfo Dulce excepto aquellas áreas sobre las cuales pesa prohibición expresa.</p>	<p>Pesca de Escama: Cuerda de mano, anzuelo tipo "J" Número 6 o más y circular igual o mayor N° 6, Nasas.</p> <p>Pesca Deportiva y Turística: Con cañas, carretes y cuerdas de mano y señuelos artificiales de todo tipo. Anzuelos individuales tipo "J" igual o menor a N°6. Anzuelos individuales circulares igual o mayor a N°6.</p> <p>Pesca de Carnada: Cuerda de mano o cañas y carretes con anzuelo tipo "J" número 16</p> <p>Pesca de Ballyhoo (<i>Hemiramphus saltator</i>): Captura con "scoop" o "Dip Net".</p>
<p>Golfito (Zona Golfito): Límite exterior: una línea imaginaria que se extiende desde Punta Voladera (08° 37' 18.64" N - 83° 10' 55.97" W) hasta Puntarenitas de Golfito (08° 36' 36.08" N - 083° 10' 42,12" W). Límite interior: a partir del límite exterior aguas adentro abarcando todas las aguas de la zona de Golfito, excepto aquellas áreas sobre las cuales pesa prohibición expresa. Artes de pesca autorizados zona Golfito:</p>	<p>Pesca de Escama: Cuerda de mano con anzuelo tipo "J" igual o menor a N°6. Anzuelos individuales circulares igual o mayor a N°6.</p> <p>Pesca Deportiva y Turística: Con cañas, carretes y cuerdas de mano. Se pueden utilizar señuelos artificiales y anzuelos tipo "J" igual o menor a N°6. Anzuelos individuales circulares igual o mayor a N°6.</p> <p>Pesca de Carnada: Cuerda de mano o cañas y carretes con anzuelo tipo "J" número 16.</p>

Anexo 2. Ficha técnica del *Lutjanus guttatus* (obtenido en SICOPE-UNA, 2014).

FAMILIA LUTJANIDAE: *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869).



Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Perciforme

Familia: Lutjanidae

Nombre científico: *Lutjanus guttatus*

Nombre común: Pargo de la mancha, Pargo lunarejo

Características corporales: Radios dorsales X, 12 o 13; radios anales III, 8; radios pectorales 17; branquiespinas en la rama inferior del primer arco (excluyendo rudimentos) 14; filas de escamas en el dorso levantándose desde y hacia arriba de la línea lateral en forma oblicua; dientes cónicos a caniniformes, los del frente de las mandíbulas generalmente agrandados y en forma de colmillos; parche de dientes vomerinos en forma de medialuna a triangular, con una extensión hacia atrás relativamente corta.

Coloración: Color carmesí pálido o rosado a amarillento, con un lustre plateado, y con bandas angostas y oblicuas, de un tono verde dorado a cafesusco; mancha negra o ceniza atrás, muy distintiva, debajo de la mitad de la aleta dorsal.

Característica distintiva: Mancha roja, negra o ceniza debajo de la mitad del dorso.

Tamaño máximo: Se ha informado que alcanza hasta 80 cm; común a los 40 cm.

Hábitat: Aguas costeras en bahías de fondo de arena, también en aguas más profundas sobre fondos para pesca de arrastre.

Profundidad: Entre 0 y 100m.

Rango de distribución: Golfo de California a Perú, Malpelo e Isla del Coco.

Reproducción: Ovíparos de fecundación externa, Hermafroditas protogínicas (nacen hembras y pueden cambiar a machos según ciertas condiciones ambientales). Con ciclo de vida largo (hasta 40 años). La época de reproducción puede variar según su geo ubicación.

Anexo 3. Descripción de los estadios de desarrollo gonadal (Tomado de Claro, 1994).

Estadio I: Inactivo.

Se presenta en individuos jóvenes. Es difícil determinar el sexo a simple vista. Hay gran cantidad de oogonias y oocitos en diferentes grados de desarrollo, hasta la fase de folículo de una capa. En los testes hay espermatogonias. Este estadio sólo se observa una vez durante el ciclo de vida.

Estadio II: Inmaduro o en reposo.

Se observa en los individuos que alcanzan el periodo de primer desove, y en los reproductores al inicio de cada ciclo anual. Los ovarios son pequeños, rosados semitransparentes. Los oocitos no se distinguen a simple vista y se encuentran en período de crecimiento protoplasmático, o incluso más jóvenes. Los testes son delgados, aplanados, de color blanco o gris. Las espermatogonias están en condiciones de reproducirse (1era fase de espermatogénesis).

Estadio III: En desarrollo.

Inicio del ciclo sexual anual. Las gónadas aumentan notablemente de tamaño. Los ovarios son de color amarillo o anaranjado claro, con bastante capilaridad externa. Los oocitos están en las primeras fases de crecimiento trofoplasmático, y se pueden distinguir a simple vista muy unidos entre sí. Los testes son de color muy blanco o a veces, con tonos rosados. En ellos se observan todas las fases de la espermatogénesis. El IG comienza a aumentar con mayor intensidad en las hembras que en los machos.

Estadio IV: Maduro.

Gónadas muy desarrolladas, IG alto. Color de los ovarios más intensos que en el estadio anterior. Oocitos en fases de crecimiento trofoplasmático intenso, hasta que alcanzan su tamaño definitivo. Al presionarse fuertemente el abdomen del pez, sale una masa compacta de huevos. Los testes son blancos y abultados. Los espermatozoos maduros liberan los canales seminíferos y fluyen, con aspecto pastoso, al ser presionado el abdomen del pez.

Estadio V: Ovulación y espermiación.

Las gónadas se encuentran a punto o en proceso de desove. Este estadio es muy corto y sólo se observa inmediatamente antes o durante el desove, Oocitos hidratados, transparentes, con un diámetro notablemente mayor que en el estadio IV. Los productores sexuales fluyen al presionarse levemente el abdomen del pez. En las hembras el IG alcanza valores muy altos, por la hidratación del ovario, pero disminuye rápidamente con la expulsión de los huevos.

Estadio VI. Desovado.

Ovarios flácidos, de color rojo-violáceo. En ellos ocurre un intenso proceso de reabsorción de los folículos vacíos y oocitos residuales. Testes blanco-rojizos, alargados y delgados. Canales seminíferos vacíos, en los que solamente se observan restos de esperma. IG bajo.

Anexo 4. Encuesta aplicada a pescadores artesanales del Golfo Dulce.



Encuesta a pescadores del Golfo Dulce, Costa Rica.

Fecha: _____

Lugar: _____

Sexo: M F

Buen día, mi nombre es Raúl Soto Rodríguez, biólogo de profesión y estudiante de la Maestría en Ciencias Marinas y Costeras, y estoy realizando mi tesis en el Golfo Dulce, la cual se titula *"IMPACTO BIOLÓGICO-PESQUERO DEL ÁREA MARINA DE PESCA RESPONSABLE GOLFO DULCE, COSTA RICA, SOBRE LA CAPTURA ARTESANAL DEL PARGO MANCHA (Lutjanus guttatus) 5 AÑOS DESPUÉS DE SU INSTAURACIÓN.."*

Toda la información que proporcione en esta encuesta será confidencial y de uso exclusivo para este estudio.

1. ¿Hace cuánto tiempo se dedica a la actividad pesquera?

De 0 a 3 años ()

De 3 a 6 años ()

Más de 6 años ()

2. ¿A qué tipo de pesca se dedica?

Semiartesanal (subsistencia) ()

Artesanal ()

Altura ()

Pesca deportiva ()

Autoconsumo ()

3. ¿Cuál arte de pesca utiliza principalmente?

Trasmallo ()

Nasas ()

Línea ()

Arpón ()

Pesca por buceo ()

Otro ()

4. ¿Cuántas veces al mes sale a pescar?

De 0 a 5 veces ()

De 5 a 10 veces ()

Más de 10 veces ()

5. ¿Cuáles de las siguientes instituciones interceden con su actividad pesquera en el Golfo Dulce?

INCOPESCA ()

MINAE ()

Guardacosta ()

Capitanía de puerto ()

6. ¿Está de acuerdo con el establecimiento del Área Marina de Pesca Responsable en el Golfo Dulce?

Sí ()

No ()

7. ¿Tomaron en cuenta su opinión al momento de establecer el Área Marina de Pesca Responsable?

Sí ()

No ()

8. ¿Quién se beneficia más con las regulaciones del Área Marina de Pesca Responsable?

- Pesca Artesanal ()
- Pesca de Altura ()
- Pesca deportiva ()
- Turismo ()

9. ¿Qué tipo de indemnización ha recibido por parte del INCOPESCA con el establecimiento del Área Marina de Pesca Responsable?

- Ninguna ()
- Licencia de pesca ()
- Ayuda económica ()
- Artes de pesca ()
- Embarcación ()
- Otra: _____ ()

10. ¿Con el establecimiento de esta área, cuanto ha disminuido la pesca camaronera ilegal de arrastre en el Golfo Dulce?

- Nada ()
- Poco ()
- Mucho ()

11. ¿Se respeta la prohibición en el uso de artes de pesca ilegales, como el trasmallo, dentro del Área Marina de Pesca Responsable?

- Nunca ()
- A veces ()
- Casi siempre ()
- Siempre ()

12. ¿Con la creación del Área Marina de Pesca Responsable, que ha sucedido con la abundancia poblacional de peces en el Golfo?

- Ha disminuido ()
- Se mantiene igual que antes ()
- Ha aumentado ()

13. ¿Considera que se ha dado una recuperación de los ecosistemas marinos, y la biodiversidad ahí presente, con la creación de esta área?

- Sí ()
- No ()

14. ¿Han mejorado las relaciones entre los diferentes gremios pesqueros con el establecimiento de esta área?

- Nada ()
- Poco ()
- Mucho ()

15. ¿Le ha afectado económicamente la disminución impuesta en el número de anzuelos permitidos por línea?

- Nada ()
- Poco ()
- Mucho ()

16. ¿Se da un control efectivo por parte de las autoridades estatales para evitar la pesca ilegal dentro del área marina?

- Nunca ()
- Poco ()
- Frecuentemente ()

17. ¿Con la prohibición en el uso de artes de pesca como el trasmallo, INCOPESCA le ha facilitado algún arte alternativo?

- Sí (), cuál _____
- No ()

18. ¿El establecimiento del Área Marina de Pesca Responsable ha representado un beneficio socioeconómico para su vida?

- Sí ()
- No ()

19. ¿Cuál es el mayor problema que se ha dado en el manejo del Área Marina de Pesca Responsable-Golfo Dulce?

- Ninguno ()
- Corrupción política ()
- Inseguridad naval ()
- Poco apoyo al pescador artesanal ()
- Otro _____ ()
