

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**DIAGNÓSTICO DE LA COMPOSICIÓN DE CAPTURAS DE LA PESCA
ARTESANAL DE GOLFO DULCE, PACIFICO SUR, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de
Posgrado en Biología para optar al grado y título de Maestría Académica en Biología

ANA GLORIA GUZMÁN MORA

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

2012

Dedicatoria

A mi mamá, por su todo su amor, esfuerzo continuo y apoyo sin condiciones.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo económico de la organización no gubernamental Amigos de Osa a través del Evergreen Fellow grant program y de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, a través del proyecto “*Variabilidad espacial y temporal de las comunidades de peces en zonas de pesca artesanal y comercial del Golfo Dulce y sus zonas aledañas, Costa Rica*”.

Agradezco a mi comité de tesis por su apoyo, consejo y paciencia durante este proyecto. A Helena por su guía desde el inicio de esta aventura pesquera. A Hans por sus aportes y conocimiento generado a través del trabajo conjunto con la Universidad de La Rochelle. A Carmen por no dudar en pasarse de la tierra al mar con este proyecto y por su constancia y consejos.

A Jorge Lobo por apoyo y su ayuda en la sede de Golfito para el uso de las instalaciones. A Gerardo Avalos por apoyarme en los momentos críticos con su asesoramiento en estadística multivariada que permitieron afinar y enriquecer este trabajo. A Álvaro Morales por sus consejos y apoyo para hacer realidad este trabajo. Hannia del SEP Biología por el apoyo en todas las carreras y siempre estar pendiente de ayudar cuando fuera posible.

A Thomas Poirout por su apoyo increíble en el trabajo de campo, por acompañarme y presentarme a los pescadores de Zancudo, por ayudarme con los primeros desembarques y ser parte del fogueo en identificación de especies. A Zoe Glenard por su ayuda con el trabajo de campo y amistad. A Fresia, Yurlandy, Rolier y Mauricio Fernández, por todo el apoyo moral, los consejos, compañía, ayuda en las giras de campo y en la escritura de la tesis. A Marco Quesada por la paciencia, por apoyarme y moverme en los procesos finales de escritura de la tesis.

Quisiera agradecer especialmente a los pescadores y amigos de Zancudo, Pilón, Cocal Amarillo, Río Claro de Pavones, Playa Blanca y Golfito, por abrirme las puertas de sus casas, dejarme entrar en sus vidas y trabajo diario, por recibirme siempre con los brazos abiertos, más que como estudiante como una amiga. En Zancudo a Doña Lisseth, Dn Juan, Ronald, Dn Josefina, Dn Emiliano, Ricardo, Wilmer, Tico. A Dona Lisseth gracias por ser como una mamá y estar siempre pendiente de mí en

cada gira y desde entonces. A Dn Juan por sus historias de pesca y todo el cariño. A Doña Josefina por siempre aguantarme los días de trabajo completos en su casa a las puertas del recibidor. A Dn Mariano Gaos por las conversaciones sobre Golfo Dulce y facilitarme el alojamiento en sus cabinas cerquita de los pescadores. En las comunidades de Pavones, Dn William, Dn Venancio, Dn Manuel Loaiza. A Dalia y su familia por recibirme como parte de su familia en su casa y animarse a trabajar conmigo y medir *pescados*. En Playa Blanca, a Doña Cristina por recibirme, apoyarme y cuidarme cada vez que estuve en su casa, a Juan Barroso, Dn Edwin y Dn Maximiliano por permitirme trabajar con ellos.

Finalmente, no me alcanzan las palabras para agradecerle a mi familia: Mami, a Tía Tía, a mis hermanas, mis sobrinos y sobrinas, mis cuñados, por la paciencia, comprensión y apoyo incondicional desde el tiempo de las giras hasta finalmente hacer realidad esta tesis, por entender las ausencias en los días familiares y la gama de estados de ánimo a través del tiempo. Sin ustedes no hubiera podido lograrlo.

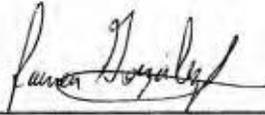
“Esta tesis fue aceptada por la comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Biología de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Maestría Académica en Biología”



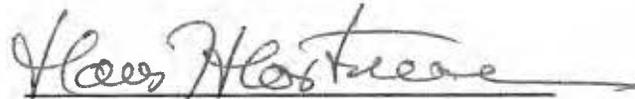
Dr. Alvaro Morales
**Representante de la Decana del
Sistema de Estudios de Posgrado**



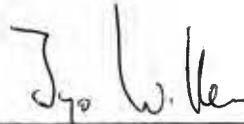
Dra. Helena Molina Ureña
Directora de Tesis



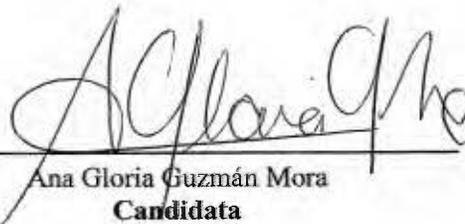
MSc. Carmen Gonzalez Gairaud
Asesora



Dr. Hans Hartmann
Asesor



Dr. Ingo Wertmann
**Representante del Director
Programa de Estudios de Posgrado en Biología**



Ana Gloria Guzmán Mora
Candidata

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Lista de Figuras	ix
Lista de Cuadros	xiv
Prefacio:	xvi
Capítulo 1. Actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en el Golfo Dulce y su zona de influencia, Pacífico Sur, Costa Rica	1
Resumen:.....	1
INTRODUCCIÓN	2
MATERIALES Y MÉTODOS:	5
Área de estudio:.....	5
Muestreo dependiente de pesca:.....	5
Trabajo de campo	6
RESULTADOS.....	12
Descripción de las comunidades pesqueras:	12
Descripción general de la composición de las capturas:	18
Caracterización de las capturas totales	21
Capturas por arte de pesca.....	23
Caracterización de capturas por comunidad pesquera	27
Variabilidad anual de las capturas por comunidad pesquera	33
Índices ecológicos	36
DISCUSIÓN	38
Comunidades pesqueras:.....	38
Análisis de capturas totales:	43

Análisis de capturas por comunidad pesquera:	45
Variabilidad anual de las capturas por comunidad pesquera.	48
Capítulo 2: Características biométricas y ecológicas de las especies dominantes en las capturas del Golfo Dulce y su área de influencia.	51
Resumen.....	51
INTRODUCCIÓN	52
MATERIALES Y MÉTODOS:	54
RESULTADOS:.....	57
Relaciones talla – talla y composición de tallas.....	58
Relaciones biométricas.....	64
Variaciones temporales y espaciales:	67
Dinámica trófica:.....	68
Valor comercial:.....	70
DISCUSIÓN	71
Relaciones biométricas.....	73
Variaciones temporales y espaciales:	74
Dinámica trófica.....	75
Valor comercial.....	76
Capítulo 3. Impacto de la actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en Golfo Dulce y su área de influencia.....	78
Resumen.....	78
INTRODUCCIÓN	79
MATERIALES Y MÉTODOS:	81
RESULTADOS.....	83
Horas de faena.....	83
Variabilidad de Capturas por unidad de Esfuerzo (CPUE).....	83

Pargo seda, <i>Lutjanus peru</i>	87
DISCUSIÓN	92
Variabilidad de Capturas por unidad de Esfuerzo (CPUE).....	93
Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones para la gestión y manejo adecuado de los recursos pesqueros del Golfo Dulce y su área de Influencia.....	101
Contexto actual de gobernanza en el Golfo Dulce	101
Alcances de este estudio.....	104
Principales conclusiones:	105
Características de la pesca artesanal de pequeña y mediana escala	105
Características biométricas y ecológicas de las especies dominantes en las capturas de la pesca artesanal	107
Impacto de la actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en Golfo Dulce y su área de influencia	108
RECOMENDACIONES	110
Sobre el uso de las artes de pesca.....	111
Sobre las especies dominantes	114
Sobre los sitios y las zonas de pesca:	115
Comunidades pesqueras	117
Investigaciones futuras.....	117
Consideraciones finales.....	118
Literatura Citada	121
Anexos	136
Anexo 1.1 Descripción de artes de pesca.....	136
Anexo 1.2: Lista de especies de importancia comercial comparada el presente estudio y Campos 1989.....	139
Anexo 1.3. Lista de especies observadas en las capturas de Golfo Dulce por comunidad pesquera.....	145

Anexo 2.1 Relaciones entre la longitud total y la longitud de horquilla de las cuatro especies principales.....	148
Anexo 2.2. Nivel y Categoría trófica de las diez especies más abundantes en las capturas de pesca artesanal en Golfo Dulce según Campos 1989. En negrita las especies que fueron más abundantes en 2007-2008.....	150
Anexo 3.2. Capturas por unidad de esfuerzo para <i>Lutjanus peru</i>	153
Anexo 3.3. Capturas por unidad de esfuerzo y tallas promedio de <i>Lutjanus peru</i>	154
Anexo 4.1 Coordenadas de las zonas dentro del AMPR Golfo Dulce. Adaptado de A.I.D.J.P 191-2010.....	155
Anexo 4.2. Propuesta de base de datos pequeros.....	156
Anexo 4.3. Propuesta de base de datos de información de las embarcaciones de pesca.....	156

Lista de Figuras

Figura 1.1 Área de estudio: Golfo Dulce y las cuatro comunidades pesqueras estudiadas.....	7
Figura 1.2. Zonas de pesca establecidas para agrupar sitios de pesca visitados por los pescadores de las cuatro comunidades estudiadas.....	11
Figura 1.3. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Pavones durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque. El color indica el arte utilizado.	13
Figura 1.4. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Zancudo durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque. El color indica el arte utilizado.	15
Figura 1.5. Ubicación de los sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Playa Blanca durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque y el color según el arte utilizado.....	16
Figura 1.6. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Golfito durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque y el color según el arte utilizado	17

Figura 1.7. Ubicación de los sitios de pesca utilizados por las comunidades pesqueras del Golfo Dulce.....	19
Figura 1.8. Promedio (\pm Error estándar) del número de desembarques observados según el tipo de arte utilizada para la pesca (n=90 desembarques).....	20
Figura 1.9. Capturas por individuos según el arte de pesca utilizada. (n=: 4592)	20
Figura 1.10. Aporte relativo por arte de pesca utilizada a la biomasa de las capturas artesanales de pequeña y mediana escala (Biomasa total: 4,00 TM)	21
Figura 1.11. Riqueza de especies por familia de peces capturada en el Golfo Dulce (Total: 117 especies).....	22
Figura 1.12. Abundancia relativa (número de individuos capturados) dentro de las principales familias de peces capturadas en Golfo Dulce. N = 4592 individuos capturados, 34 familias identificadas.	22
Figura 1.13. Abundancia de las principales especies de peces capturadas en Golfo Dulce, en términos del número de individuos por especie, con respecto al número total. N = 4592.....	23
Figura 1.14. Abundancia relativa de las principales especies capturadas. A: con trasmallo 3.5, B: con cuerda.	24
Figura 1.15. Aporte relativo por familia de peces a la biomasa de las capturadas analizadas en Golfo Dulce (Biomasa total: 4.01 TM)	25
Figura 1.16. Aporte relativo por especie A: biomasa total extraída (4.00TM) y según las principales artes de pesca, B. biomasa extraída con trasmallo T4.5 (1.55 TM), C. biomasa extraída con cuerda (0.88 TM), D. biomasa extraída con trasmallo T3.5 (0.74TM)	26
Figura 1.17 Abundancia relativa por especie de las capturas realizadas por los pescadores de la comunidad de A: Pavones, B: Zancudo, C: Playa Blanca y D: Golfito.	28

Figura 1.18. A. Riqueza de especies ícticas B. Abundancia y C. Biomasa de las capturas en las comunidades pesqueras de Golfo Dulce.	29
Figura 1.19. Curva de Rarefacción por localidad pesquera.	31
Figura 1.20 Análisis de Correspondencia entre las especies capturadas (que representan el 80% abundancia de capturas) y las comunidades pesqueras de Golfo Dulce.	32
Figura 1.21. Análisis de Correspondencia entre las especies capturadas y las zonas de pesca dentro del Golfo Dulce y su área de influencia.	33
Figura 1.22 Riqueza de especies observada durante cada gira en cada comunidad (promedio número de especies observadas± Error Estándar)	34
Figura 1.23. Abundancia observada durante cada gira por comunidad (promedio número de individuos observados± Error Estándar). Las cifras sobre las barras corresponden al número total de peces capturados	35
Figura 1.24. Abundancia absoluta y riqueza de especies por gira por comunidad.	35
Figura 1.25. Definición participativa de las principales áreas de pesca para las comunidades aledañas a Bahía Pavones diseñada por pescadores de Pílon de Pavones y Zancudo. Tomado de Fargier <i>et al.</i> (2009)	40
Figura 2.1 Diagrama de las longitudes medidas en cada uno de los individuos capturados. Adaptado de Sparre y Venema 1997.	54
Figura 2.2 Abundancia relativa de las principales especies de peces capturadas en Golfo Dulce, en términos del número de individuos por especie, con respecto al número total. N = 4592.....	57
Figura 2.3. Composición de tallas de <i>Lutjanus. peru</i> por arte de pesca (N cuerda: 986, N T3: 146, N T4.5: 888).....	59
Figura 2.4 Composición de tallas de la macarela, <i>Scomberomorus sierra</i> , por arte de pesca (N T3: 25, N T3.5: 702, N T6:40).....	60

Figura 2.5. Composición de tallas del <i>Lutjanus guttatus</i> por arte de pesca (N cuerda: 229, N T3:52, N T3.5: 247).....	61
Figura 2.6 Composición de tallas de <i>Pomadasys panamensis</i> por arte de pesca (N 144),.....	61
Figura 2.7. Composición de tallas de <i>Diapterus peruvianus</i> según el arte de pesca (N cuerda: 42, N T3: 25, N T3.5: 64).	62
Figura 2.8. Promedio de tallas (LH) de las principales especies capturadas. Simbología: Límites superior e inferior de la caja: Promedio \pm DE. Rayas cortas en los extremos: Máximos y Mínimos registrados. Líneas gruesas: talla o intervalo (para <i>S. sierra</i> , <i>L. guttatus</i> y <i>P. panamensis</i>) de talla de primera madurez sexual (L_m), según Rojas (2001), Collette <i>et al</i> (1983), Rojas (1997) y Froese y Pauly (2011) N: número de individuos capturados.....	63
Figura 2.9. Relación entre la longitud horquilla y el peso del pargo seda <i>Lutjanus peru</i> . N 1670. ..	65
Figura 2.10. Relación entre la longitud de horquilla y el peso de la macarela <i>Scomberomorus sierra</i> .	65
Figura 2.11. Relación entre la longitud de horquilla y el peso del pargo manchado <i>Lutjanus guttatus</i> .	66
Figura 2.12. Relación longitud de horquilla y el peso de roncador <i>Pomadasys panamensis</i>	66
Figura 2.13. Abundancia (promedio número de individuos) en las capturas de las principales especies según los meses de muestreo.....	67
Figura 2.14. Abundancia relativa de las capturas de las principales especies capturas en la pesquería artesanal de Golfo Dulce y su área de influencia según la zona de pesca.....	68
Figura 3.1 Promedio de horas de faena (\pm DE) realizadas por los pescadores de cada una de las comunidades estudiadas. Número sobre barras: número de desembarques observados.	83
Figura 3.2. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) según el arte de pesca en Golfo Dulce y su área de influencia, abril 2007 a marzo 2008	84
Figura 3.3. Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (kg/hr faena) según el mes de estudio para las comunidades A. Pavones. B. Zancudo C. Golfito D. Playa Blanca	85

Figura 3.4. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)(\pm desviación estándar) según el arte de pesca por comunidad costera, (90 desembarques).	86
Figura 3.5. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (kg/hr faena) (\pm desviación estándar) según la zona de pesca.	87
Figura 3.6. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (Kg/hr faena) (\pm desviación estándar) del pargo seda (<i>Lutjanus peru</i>) según la zona de pesca.	88
Figura 3.7. Producción pesquera de <i>Lutjanus peru</i> por unidad de esfuerzo (Kg/hr faena) obtenida por la pesca con la cuerda y el trasmallo 4.5 a lo largo del año (no hubo desembarques con T4.5 en marzo 2008)	89
Figura 3.8. Ámbito y promedio de longitud de horquilla de los individuos de <i>Lutjanus peru</i> (pargo seda) capturados por los pescadores de Golfito (Trasmallo 4.5) y de otras comunidades: Pavones y Playa Blanca (cuerda). Simbología: Límites superior e inferior de la caja: Promedio \pm DE. Rayas cortas en los extremos: Máximos y Mínimos registrados. Línea gruesa: L_m . N; número de individuos.....	90
Figura 3.9 Relación entre la CPUE (Kg/hr faena) y la longitud de horquilla promedio (\pm DE) de los individuos de <i>Lutjanus peru</i> (pargo seda) capturados con trasmallo 4.5 por los pescadores de Golfito a lo largo del año (N=896).	91
Figura 3.10. Relación entre la CPUE (Kg/hr faena) y la longitud de horquilla promedio (\pm DE) de los individuos de <i>Lutjanus peru</i> (pargo seda) capturados por los pescadores de Pavones y Playa Blanca con cuerda a lo largo del año (N: 621) Línea gris: L_m : Talla de primera madurez sexual (Rojas 2001) 92	92
Figura 4.1. Zonificación del AMPR Golfo Dulce. Tomado de INCOPECA 2009.....	103
Figura 3.11. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según comunidad pesquera.....	151
Figura 3.12. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según zona de pesca.	152

Figura 3.13. Esfuerzo (horas de faena) realizado por los Pescadores de la comunidad de Pavones por arte de pesca y según meses de muestreo.....	152
Figura 3.14. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según mes de muestreo, abril 2007 a marzo 2008.....	153
Figura 3.15. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (Kg/hr faena) del pargo seda, <i>Lutjanus peru</i> , por gira de muestreo por comunidad pesquera.....	153

Lista de Cuadros

Cuadro 1.1: Resumen de las principales características pesqueras de las comunidades estudiadas. ...	18
Cuadro 1.2. Descriptores generales de las capturas por comunidad pesquera. N = número de individuos, B: biomasa (peso), T3.5 y T4.5 = trasmallos de luz de malla de 3.5 y 4.5 pulgadas.	30
Cuadro 1.3. Índices ecológicos de las capturas realizadas por las cuatro comunidades pesqueras estudiadas, valores promedio de diversidad (índice de Shannon: H), equidad (índice de Simpson; D) y equidad (índice de equidad de Shannon: E).....	36
Cuadro 1.4. Resultados de ANDEVAS de una vía y comparación de pares (Tukey –Kramer HSD) de cada una de las localidades pesqueras y meses de muestreo según los índices ecológicos (NS: no significativa X: significativas: $p < 0,05$).....	37
Cuadro 2.1. Valores promedio (prom), desviación estándar (DE) y límites mínimos y máximos de las tallas y relaciones talla-talla de las cinco principales especies de la pesca artesanal de Golfo Dulce, abril 2007 a marzo 2008.....	58
Cuadro 2.2 Valores promedio y relación talla- peso de las cinco especies principales de la pesca artesanal en Golfo Dulce. $p < 0.05$: $b \neq 3$, $p > 0.05$: $b = 3$	64
Cuadro 2.3 Nivel y Categoría trófica de las diez especies más abundantes en las capturas de pesca artesanal. * Fishbase2011 con base en dieta. + Adaptación de Feutry <i>et al</i> 2010, P: Depredador, Ci: consumidor intermedio, PCm: Planctívoro-Microbentos.....	69

Cuadro 2.4 Promedios de nivel trófico estimado para las especies más abundantes del presente estudio y el de Campos (1989) y valor de prueba T con su respectiva probabilidad	70
Cuadro 2.5. Especies incluidas y precio pagado al pescador por kilogramo según las clases comerciales.....	70
Cuadro 4.1. Artes permitidas para la pesca artesanal dentro del AMPR Golfo Dulce. Fuente: Decreto AJDIP 191-2010 INCOPECA	103
Cuadro 1. Detalle de capturas del pargo seda <i>L. peru</i> por arte de pesca (celdas resaltadas indican zonas de pesca fuera del Golfo Dulce).....	154

Prefacio:

Las pesquerías se han desarrollado globalmente en una actividad esencial para millones de personas como fuente de alimento, de trabajo y de ingresos. Este crecimiento es debido principalmente a las mejoras continuas en las capacidades y técnicas de extracción, la industrialización de la actividad, y la necesidad de suplir los requerimientos de las crecientes poblaciones alrededor del mundo (FAO 2008). Así mismo, este proceso ha provocado la expansión de los campos pesqueros, especies capturadas y diversificación de los recursos pesqueros utilizados (Pauly *et al* 2005). Por esta razón, paralelo a este desarrollo, se ha dado el avance de la ciencia pesquera para determinar el impacto de esta explotación sobre los recursos marinos utilizados. Inicialmente, las investigaciones realizadas se enfocaron en las pesquerías de las regiones templadas y las zonas de afloramiento donde las capturas son monoespecíficas o de pocas especies (Pauly *et al.* 2002). En las zonas tropicales, debido a la alta diversidad de especies que se capturan, los estudios pesqueros son más complejos e implican mayor esfuerzo en tiempo y recursos, por lo que se han concentrado en comprender el comportamiento de una especie o un grupo pequeño de especies (Pauly 1998).

Numerosos modelos sobre la dinámica de las pesquerías se han desarrollado con el fin de estimar el estado de los recursos pesqueros (Sparre *et al* 1998). La mayoría de los cuales se han utilizado para determinar diversos parámetros, tales como el impacto de las diferentes artes de pesca (palangre, redes agalleras, de arrastre, de enmalle, entre otros) sobre las especies objetivo (i.e., de interés comercial), sobre la fauna acompañante (i.e, especies atrapadas no comercializadas, que usualmente se descartan) y el hábitat donde se desenvuelven (FAO 2001, Myers y Worm 2003, Pauly *et al.* 2002). Estos modelos permiten establecer lineamientos para optimizar la explotación de los recursos marinos, a fin de evitar el colapso de las pesquerías, asegurar la continua disposición de las especies y hacer económicamente viable y sostenible la actividad pesquera (FAO 2000, 2004, Pauly *et al* 2003).

Mediante el uso de estos modelos y simulaciones de escenarios, se ha hecho evidente el decline de las capturas mundiales desde finales de la década de los ochenta (Pauly *et al.* 2003). Consecuentemente, se ha estimado que un alto porcentaje de las poblaciones explotadas han alcanzado o sobre pasado los niveles máximos de captura (FAO 2004). También se ha resaltado el cambio gradual en las calidades de las especies objetivo, que pasan de especies grandes de niveles tróficos altos a especies de vida corta y que pertenecen a los niveles básicos de la cadena alimenticia (Pauly 1998). Por estas razones, en los últimos años se ha redefinido la visión de las investigaciones

científicas y el manejo de las pesquerías, para orientarlas al desarrollo de un enfoque ecosistémico de la actividad pesquera (FAO 2003). La complejidad y dinámica natural de los ecosistemas, hacen necesario que el manejo de la pesca integre las especies, las comunidades, el hábitat y las interacciones entre ellos como un todo, para determinar cambios globales y poder establecer un mejor manejo y control sobre los recursos (Pauly *et al.* 2002, 2003, Pikitch *et al.* 2004, Cury *et al.* 2005, Pauly *et al.* 2009). Debido a lo anterior, es indispensable la obtención y análisis de datos pesqueros confiables que permitan asegurar el manejo y la gestión adecuada de la actividad pesquera en función del desarrollo óptimo de los recursos naturales y de las poblaciones humanas que dependen de ellos.

En el caso de Costa Rica, desde 1996, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA) es la entidad oficial encargada de la regencia y análisis de la actividad pesquera que se realiza en los 589689 km² de zona económica exclusiva nacional. Según sus datos, al 2004, la producción pesquera del país ascendió a 42500 toneladas donde solamente el 36% fue extraído por la flota nacional artesanal, de pequeña escala y semi-industrial (2,639 embarcaciones registradas), mientras que las 30 embarcaciones extranjeras registradas aportaron el restante 64% de la extracción de país (INCOPECA 2006). Para el 2006, solamente 12469 toneladas fueron capturadas por la flota artesanal en ambos litorales, de las cuales el 96.5% fue extraído en la costa Pacífica costarricense.

Sin embargo, de gran parte del país, se desconocen datos sobre el impacto real de la actividad pesquera, tanto en las poblaciones de los recursos extraídos, como en los hábitats y en la dinámica del ecosistema. Actualmente, del Golfo de Nicoya, que incluye dos de los principales puertos de pesca del país, se reportan cerca del 59% de la captura artesanal y semi-industrial nacional (INCOPECA 2005). El mejor registro del país sobre la actividad pesquera se realiza en este golfo, además donde se han realizado los mayores esfuerzos para describir y estimar el estado de la ictiofauna y otros recursos pesqueros en general (Araya *et al.* 2007). No obstante, aunque esta información ha sido utilizada para la toma de decisiones y para el desarrollo la mayoría de las medidas de manejo de los recursos pesqueros (Araya 1984, Araya *et al.* 2007, Campos 1984, Madrigal 1985, Donato 1988, Gutiérrez 1990, Hedgepeth *et al.* 2000, INCOPECA 2004), los niveles de extracción observados hasta el momento, han generado un detrimento paulatino de las poblaciones naturales al punto, en la mayoría de los casos, de la sobreexplotación.

En el Pacífico Sur, la actividad pesquera es esencialmente artesanal. Esta zona cuenta con un único puerto oficial (Golfito) y aporta un 7.1 % del total de los desembarques artesanales y semi-

industriales reportados del país (INCOPECA 2005). Sin embargo, en contraste con Golfo de Nicoya, para esta región y Golfo Dulce en particular, la información científica disponible se resume a algunos listados de la ictiofauna y estudios ecológicos de grupos de importancia (Cortés 1992, Bussing y López 1996, Wolff 1996, Feutry *et al* 2010, Rojas 2001). Los estudios sobre la dinámica natural de los recursos pesqueros, el estado de las especies capturadas y el impacto de la pesca sobre estas, han sido escasos. Campos (1989) presenta la primera evaluación de la pesca artesanal dentro del golfo. Con base en las capturas artesanales y por muestreo científico, ese estudio registró 175 especies de importancia comercial, de las cuales solo 32 conformaron el 80% de las capturas (Campos 1989). El análisis socioambiental de Lagunas (2004), acerca de la pesca de subsistencia de las comunidades costeras de Rincón de Osa, Puerto Escondido y la Palma en la zona interna del Golfo Dulce, indicó que son 34 especies de peces las que se utilizan para consumo y venta local, donde 3 familias constituyeron el 50% de las capturas.

Aparte de estos estudios, no se han realizado investigaciones científicas dirigidas al análisis la actividad de pesca en la zona. Los datos comerciales evidencian un importante decline en la producción pesquera, de 2265 toneladas en el 1997 a 820 toneladas en el 2004 (INCOPECA 1998, 2004). Aunado al desconocimiento sobre las especies actualmente explotadas, la dinámica pesquera, el estado de los recursos extraídos, en especial de los que no han sido reportados ni registrados por el INCOPECA, estas condiciones han imposibilitado el desarrollo de lineamientos de manejo de los recursos del golfo.

Por estas razones, esta investigación tiene como objetivo ampliar el conocimiento de la actividad pesquera que se realiza en Golfo Dulce, desde el punto de vista biológico y de dinámica pesquera. El primer capítulo hace una caracterización de las principales comunidades pesqueras del Golfo Dulce, con el fin de describir la actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala, identificar y caracterizar la composición de las capturas a lo largo de un año, así como describir posibles patrones espaciales y temporales de las capturas observadas. En el segundo capítulo, se describen y analizan las características morfométricas de las especies de mayor importancia comercial en la región, con base en la composición de las capturas observadas, para estimar la condición de las poblaciones de estas especies. En el tercer capítulo se analiza el impacto de la actividad pesquera sobre los recursos del Golfo Dulce y su área de influencia, mediante la estimación de las capturas por unidad de esfuerzo. Finalmente, en el cuarto capítulo se analiza el contexto actual de Golfo Dulce y se propone una serie de recomendaciones y posibles medidas de manejo para la regulación de la actividad

pesquera, que permitan mejorar la condición de los recursos explotados en equilibrio con la realidad de los pobladores de las comunidades costeras.

Capítulo 1. Actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en el Golfo Dulce y su zona de influencia, Pacífico Sur, Costa Rica.

Resumen:

En Golfo Dulce, considerado un sistema de baja productividad pesquera por sus características fisicoquímicas, la pesca artesanal de pequeña y mediana escala es esencial para la subsistencia de las comunidades costeras de la región. Con solamente algunos estudios ecológicos y descriptivos sobre la ictiofauna del Golfo Dulce, el impacto de la actividad de pesca sobre los recursos pesqueros no ha sido estimado desde 1989. En giras bimensuales entre febrero de 2007 y marzo de 2008, se visitaron cuatro de las principales localidades pesqueras del Golfo Dulce: Pavones, Zancudo, Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez. Se recolectaron datos pesqueros de todos los desembarques realizados, incluyendo artes utilizadas, especies capturadas y el número y peso de los individuos. En Pavones, Zancudo y Playa Blanca se estudiaron los desembarques de las embarcaciones de pequeña escala (4-6m eslora y motores de entre 5-50hp). Para Pavones, se analizaron los desembarques realizados por 12 botes activos de los poblados de Río Claro y Pílon. Sus principales sitios de pesca abarcan desde Carate y Punta Matapalo de Puerto Jiménez (sector oeste del golfo), y de Bahía Pavones hasta Punta Burica (al este y sur). La principal arte de pesca utilizada es la cuerda y el palangre de fondo (≥ 1000 anzuelos). En Zancudo, se analizaron descargas de diez pangas activas. El área de Bahía Pavones y del manglar Coto Colorado fueron los principales sitios de captura y utilizan una amplia diversidad de aparejos de pesca: cuerda de mano, trasmallos de distintos tamaños y la línea de fondo artesanal (≤ 1000 anzuelos). En Playa Blanca se registraron solamente seis embarcaciones activas que realizaron la pesca de forma inconstante. Las capturas provenían de la zona interna del Golfo Dulce, y la cuerda de mano, los trasmallos de 3 y 3.5 pulgadas fueron las artes utilizadas en esta comunidad. En contraste, en Golfito, único puerto de registro del INCOPECA, la actividad pesquera la realizan embarcaciones de mediana escala (≥ 10 m eslora con motor y congeladores internos). Las faenas tardan entre 5 y 15 días y realizan sus descargas en los centros de acopio de distribuidoras locales y de exportadoras. Se analizaron ocho de las 22 embarcaciones activas observadas en uno de los recibidores de la localidad. El trasmallo de 4.5 pulgadas combinado ocasionalmente con cuerda y el palangre son las principales artes de pesca. Los sitios de pesca incluyen sitios dentro del Golfo pero utilizan principalmente la extensión marina al frente de la Península de Osa y alrededor de Quepos la isla del Caño. Del total de 90 desembarques de 52 botes

activos analizados entre las cuatro localidades pesqueras, se contabilizaron 4592 peces, de 117 especies en 35 familias. Sciaenidae (corvinas), Carangidae (jureles) y Haemulidae (roncadores) fueron las familias más representadas con 23, 20 y 17 especies, respectivamente. La mayor cantidad de peces capturados fueron de la familia Lutjanidae (pargos), con 2931 individuos de 6 especies y Scombridae (macarelas y atunes, 790 individuos de 3 especies). El 71% de las capturas se concentró en cinco especies: el pargo seda, *Lutjanus peru*, el pargo manchado *Lutjanus guttatus*, la macarela *Scomberomorus sierra*, el ronco *Pomadasys panamensis* y el caguacho *Diapterus peruvianus* (Gerreidae). En términos de biomasa, los desembarques analizados sumaron 4.01 TM extraídos de Golfo Dulce y su zona de influencia, donde un 76% fue una contribución combinada de Lutjanidae, Scombridae y Carangidae. Cerca de mitad de la biomasa pertenece al pargo seda y la macarela y el restante 51%, se distribuye entre las otras especies identificadas. Las capturas de la comunidad de Zancudo fueron las más abundantes y más diversas y de mayor riqueza de especies.

INTRODUCCIÓN

La pesca alrededor del mundo es esencial para la supervivencia de las comunidades costeras. Para el 2006, se estimó que casi 3 millones de personas consumieron 81.9 millones de toneladas de productos pesqueros extraídos y más de 43.5 millones de personas laboran en actividades relacionadas con la actividad pesquera a nivel mundial (FAO 2008). Casi el 90% de los pescadores realizan sus actividades en pequeña escala y de manera artesanal, trabajando sobre los recursos marino-costeros y continentales (FAO 2007). Asimismo, cabe señalar los grandes vacíos de información sobre la contribución de estos tipos de pesca en la economía y su impacto sobre los recursos marinos que extraen.

No obstante, la determinación y evaluación del impacto de la actividad pesquera que se lleva a cabo en cualquier país o región es fundamental, pues la pesca realizada a cualquier escala (avanzada, mediana y pequeña -artesanal y de subsistencia) puede causar la sobreexplotación y eliminación de los recursos marinos explotados y asociados además de provocar daños importantes a los ecosistemas, si no se conoce, estudia y maneja adecuadamente (Pauly 1995, Pauly *et al* 2002, Pauly *et al* 2005, Myers y Worm, 2003, Worm *et al* 2009). El tipo y la escala de la pesca son factores determinantes de la amplitud del impacto biológico y económico que tienen y de las medidas de manejo necesarias para el uso sostenible de los recursos utilizados. En este sentido, la pesca artesanal

y de pequeña escala se estudia con menos frecuencia y en menor intensidad que las pesquerías de gran escala comercial.

Esto se evidencia más con las diferencias que existen en la definición de los tipos y escalas de pesca en los distintos países, lo que conlleva a dificultades en la estimación del impacto y la extrapolación de la información entre naciones distintas. Esto se debe, en gran parte, a que su conceptualización depende de las características y el desarrollo de la actividad en cada lugar; por ejemplo, para un país desarrollado como Canadá o una economía pesquera fuerte como la chilena, lo que considere como pesca de pequeña escala puede ser reconocida de gran escala en un país en vías de desarrollo o que realice esta actividad más tradicionalmente.

Con el fin de establecer criterios congruentes a nivel mundial, FAO define la pesca de **pequeña escala** como aquella actividad de extracción realizada con artes y embarcaciones de tamaño pequeño, y en muchos casos poco tecnificados, mientras que reconoce a la pesca artesanal como un término con un trasfondo socioeconómico que describe al tipo de pesca realizada por un solo individuo o familia que utiliza una embarcación propia o prestada para buscar el sustento del hogar (FAO 2010).

Asimismo, desde hace varias décadas que la pesca de pequeña escala y artesanal se han caracterizado por realizarse en embarcaciones pequeñas en aguas costeras con varios tipos de artes de bajo costo, relativamente fáciles de manejar; extrayendo gran diversidad de especies (especialmente en los trópicos), tanto de invertebrados como de peces óseos hasta tiburones (Stevenson *et al.* 1982). Debido a esas diferencias a nivel mundial actualmente se distingue a las pesquerías de pequeña escala como un sector dinámico que va evolucionando y que desarrolla labores de captura, procesamiento y distribución para la explotación de recursos marinos, principalmente para consumo local o de subsistencia, con niveles de organización básicos (FAO 2007).

En contraste, en Costa Rica se categoriza para efectos legales la escala de la pesca según la autonomía que tengan las embarcaciones con las que se realiza la actividad. En este contexto, la pesca de pequeña escala se realiza de forma artesanal por individuos sin embarcación, o en una embarcación pequeña con una autonomía para faenar hasta un máximo de tres millas náuticas de la costa. La de mediana escala es realizada a bordo de una embarcación con autonomía para faenar hasta un máximo de cuarenta millas náuticas inclusive. Bajo los mismos criterios, la pesca artesanal

es la actividad realizada por personas físicas en una embarcación con una autonomía máxima de cinco millas náuticas de la costa (Ley de pesca 2005).

Al aplicar esta definición a la flota pesquera nacional, se estima que el 97% de las 2639 embarcaciones registradas corresponde a botes, pangas y barcos de pequeña escala (clasificada como artesanal en las estadísticas pesqueras del INCOPECA). Bajo esta categoría, se extraen más de 11,000 TM anualmente, y constituye la segunda pesquería de mayor impacto en los recursos marinos del país, muy detrás de las 22,000 TM de la flota atunera internacional (30 embarcaciones y 56 licencias) que realiza actividades dentro de las Zona Económica Exclusiva del país (INCOPECA 2006).

El 96% de la extracción pesquera artesanal se realiza en la costa Pacífica, de las cuales se estima que en el puerto de Golfito (único puerto oficial en el Pacífico Sur) se desembarcan 1628 TM anualmente en promedio (INCOPECA 2006). En el 2000, esta región contaba 273 embarcaciones artesanales registradas y 696 licencias de pesca artesanal vigentes (Sierra *et al.* 2003). Sin embargo, para el 2007 cerca del 90% de los pescadores artesanales de las comunidades costeras que realizaban actividades dentro del Golfo Dulce y zonas aledañas, lo hacían sin licencia de pesca, la tenían vencida o la embarcación no estaba registrada. Cabe señalar que la estimación de producción anual para Golfito omite los desembarques realizados por la flota artesanal NO registrada o sin licencia, por lo que no se está identificando el aporte real ni el impacto de la actividad sobre los recursos marinos de esta zona.

Sumado a esta condición, las características oceanográficas del Golfo Dulce hacen que sea considerado sistema de una productividad media a baja (Wolff *et al.* 1996), por lo que es necesario contar un estudio que describa y determine el impacto de la actividad pesquera sobre los recursos marinos. En este sentido, el objetivo del presente trabajo es describir, con base en información dependiente de pesca, la actividad pesquera artesanal tanto de pequeña como de mediana escala dentro del Golfo Dulce y las áreas aledañas. Esta descripción abarca algunas características socio-económicas de los usuarios la composición taxonómica de las capturas y patrones espacio-temporales de los recursos extraídos.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Área de estudio: Esta investigación se llevó a cabo en las comunidades costeras alrededor del Golfo Dulce ($8^{\circ}27' - 8^{\circ}45' \text{ N } 83^{\circ}07' - 83^{\circ}30' \text{ O}$), en el Área de Conservación Osa (ACOSA) (cantones de Golfito, Osa y Corredores de la Provincia de Puntarenas), Pacífico Sur, Costa Rica (Fig. 1.1). Localizado en la región suroeste del país, es descrito como un ecosistema de gran importancia por sus características como un fiordo tropical, cuya cuenca anóxica es la única en toda la costa Pacífica de América Tropical. Por estas condiciones, se ha denominado como un sistema de baja productividad, semejante a un sistema oceánico (Wolff *et al.* 1996). Sin embargo, la actividad pesquera es de suma importancia para la subsistencia de las comunidades costeras aledañas (González 1995, Hebbeln *et al.* 1996). El Golfo cuenta con un área de influencia que abarca el mar territorial que rodea la Península de Osa hasta la Península de Burica.

ACOSA se describe dentro de la subregión Pacífico Húmedo siendo su clima es principalmente lluvioso. Se caracteriza por presentar una época lluviosa entre los meses de mayo a noviembre y la época seca entre diciembre y abril. La precipitación anual puede alcanzar más de 5000mm y se observa un pico en octubre (entre 520 y 860 mm promedio) (Quesada *et al.* 2006, Sierra *et al.* 2003) Sus aguas, a partir del 2010, están bajo una categoría de gestión pesquera del INCOPECA, denominada Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce (AMPR-GD) (AJDI 191-2010), y están incluidas dentro del Área Marina de Uso Múltiple del Pacífico Sur. Esta última constituye un esquema de ordenamiento de usos instaurado por el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (el MINAET) desde 1995 (Decreto Ejecutivo 24483).

El área de estudio inicialmente se dividió en siete regiones costeras en las que se realiza alguna actividad de pesca artesanal. Luego de una gira preliminar por varios poblados, se eligieron las principales cuatro comunidades costeras: Pavones, Zancudo, Golfito y Playa Blanca de Puerto Jiménez (Fig.1.1). Ellas representan diferentes zonas de pesca dentro del Golfo y cuentan con embarcaciones de pesca comercial artesanal de pequeña y mediana escala, según clasificación del INCOPECA (2005), cuya definición fue el parámetro para la categorización en el presente estudio.

Muestreo dependiente de pesca: Se entiende como aquel que se efectúa con base en los desembarques realizados por los pescadores en los centros de acopio o recepción de las comunidades, como producto de su actividad normal. Con este sistema, se obtiene la información de cada faena (artes utilizadas, duración y sitios de pesca) por referencia con el pescador. Se da por

hecho que la captura desembarcada son solo las especies de importancia comercial o de consumo y no incluye especímenes descartados o utilizados como carnada. Este análisis contrasta con el muestreo independiente de pesca, en el cual se realizan faenas científicas con un diseño espacio-temporal basado en requerimientos estadísticos o biomatemáticos, con distintas artes de pesca en las que se identifican todas las especies y tallas obtenidas, sin considerar los sitios y épocas usualmente seleccionados para la actividad pesquera regular.

Trabajo de campo: El estudio se realizó entre abril del 2007 y marzo del 2008, con la finalidad de incluir al menos una época lluviosa (julio, setiembre y noviembre 2007) y una seca (abril 2007, enero, febrero y marzo 2008). En las cuatro comunidades seleccionadas se conversó con los pescadores sobre el proyecto y se solicitó su consentimiento para analizar las capturas y el uso de la información requerida.

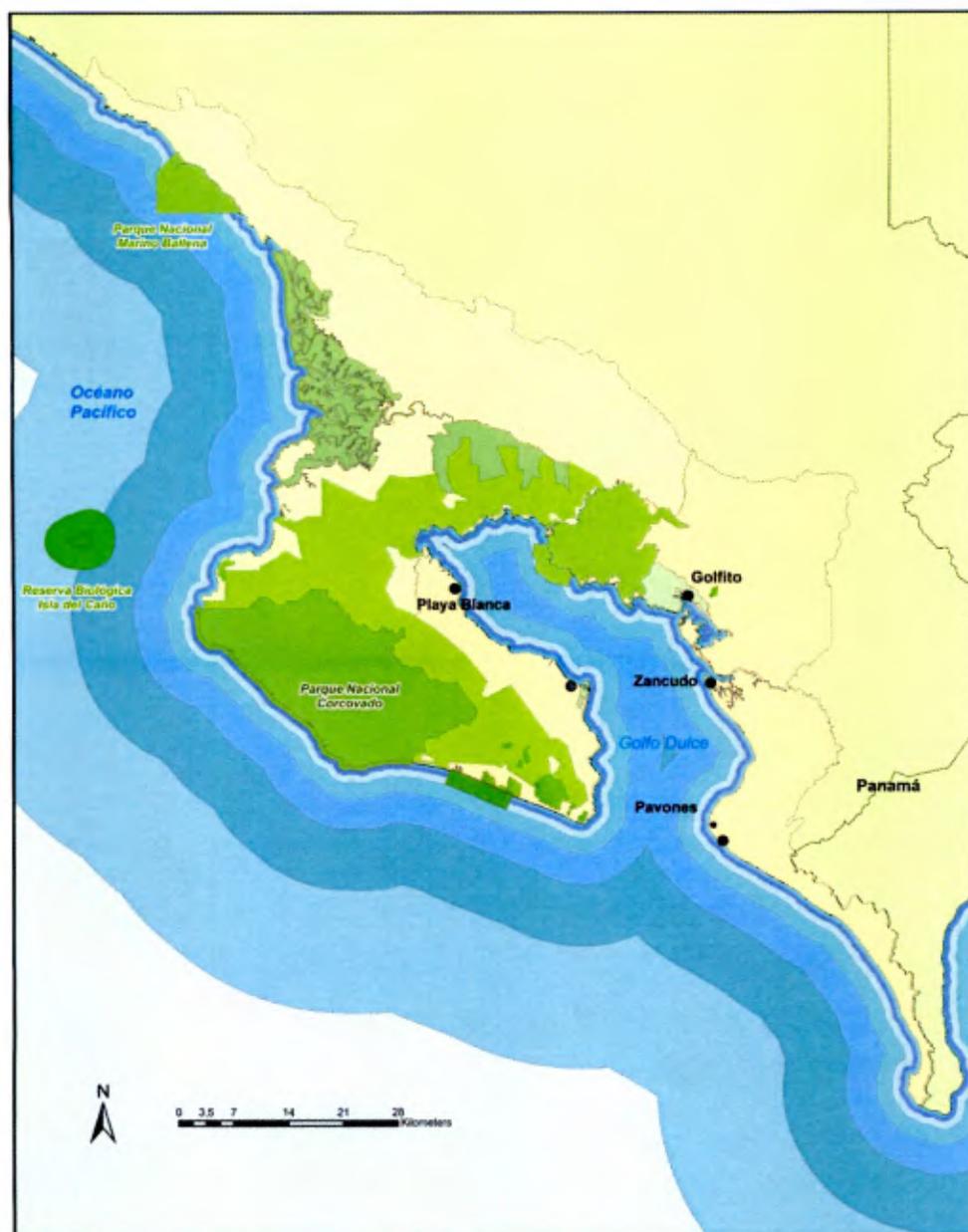


Figura 1.1 Área de estudio: Golfo Dulce y las cuatro comunidades pesqueras estudiadas

Durante el año de muestreo, se realizaron seis visitas de campo de 15 a 18 días cada dos meses. En promedio, cada comunidad se visitó 3 días por gira. En Pavones, se inspeccionaron dos sitios en cada visita; sin embargo, para fines del estudio se unificaron los datos obtenidos como una sola comunidad. En Zancudo, se realizaron los análisis de los desembarques directamente en la playa y en

el receptor activo de la comunidad, donde llegan todos los pescadores. En Golfito, que cuenta con varios receptores importantes debido al tipo y número de embarcaciones que existen, solamente uno de los tres principales receptores consultados aceptó la ejecución del trabajo, y de ahí proviene la información para esta localidad. En Playa Blanca y en Pavones se analizaron los desembarques realizados en la playa o directamente en receptores temporales.

Por medio de entrevistas semi-estructuradas y observaciones directas, se recolectó información sobre las características técnicas de los insumos de la actividad, así como acerca de algunos aspectos laborales y socioeconómicos de los pescadores (e.g., número de embarcaciones de pesca activas, número estimado de pescadores) con la cual se elaboró una breve descripción de la actividad pesquera de cada comunidad. Adicionalmente, con la finalidad de caracterizar las capturas totales del área y por comunidad, se diseñó una matriz de datos pesqueros para recopilar la información básica de cada desembarque analizado. En esta matriz se registró el tiempo aproximado de faena, las artes utilizadas (línea, cuerda de mano, trasmallo, red de arrastre) y los sitios visitados. Es importante señalar, que la información sobre los sitios de pesca fue dada por los capitanes que no contaban con ningún sistema de posicionamiento global que permitiera dar la ubicación exacta dichas áreas. En caso de que se reportara más de un arte para una faena, se unificaron los datos y se clasificaron bajo el arte de menor selectividad, ya que se asume que el arte menos selectiva por sus características incluye las especies extraídas con las más selectivas. Por ejemplo, si se utilizó cuerda de mano y trasmallo, se asignaron como trasmallo; si se usaron dos poros de malla para la red, se clasificaron como el trasmallo con ojo de malla más pequeño. Sin embargo, durante el análisis, los datos se dividieron por arte para caracterizar las capturas tanto totales como por comunidad pesquera.

Para las descargas de Pavones, Zancudo y Playa Blanca, se analizó toda la captura extraída por el pescador. Sin embargo, dado el volumen de desembarques en Golfito, se tomó una submuestra del total. Esta muestra se extrajo al azar, escogiendo aleatoriamente todos especímenes que fuera posible del total de los individuos desembarcados en la mesa de selección y revisión, dentro del centro de acopio., Cabe destacar que aunque se planificó el análisis de todos los desembarques que llegaran al receptor escogido durante los días de visita, en Golfito se tuvo que restringir el muestreo a las faenas realizadas por los barcos trasmalleros. La razón es que las descargas de los botes de palangre se entregaban con individuos procesados (sin cabeza y/o aletas), lo que no permitía realizar las mediciones de talla y peso necesarias. De igual forma, se tomaron datos generales (número de

vástagos descargados, peso por desembarque y por grupo de vástagos) que serán analizados en otro momento.

De cada captura, se identificó cada especie íctica desembarcada y el número de individuos por especie. Se fotografiaron representantes de cada especie en el momento en que se registró por primera vez para desarrollar un catálogo digital y como ayuda en la corroboración taxonómica para llegar al nivel más bajo posible: familia, género o especie. En caso de no poder determinar la especie inmediatamente, se clasificó el individuo por morfoespecie, para ser analizada al finalizar el registro de la captura total, o bien, posteriormente con ayuda de la literatura. En situaciones excepcionales, estos individuos se clasificaron como FAMILIA sp 1 (ej: SCIAENIDAE Sp 1) o Género spl (ej *Anisotremus* spl), con números consecutivos.

Las tallas de todos los especímenes se midieron con un ictiómetro de 1 m (longitud total, LT, longitud de horquilla, LH, y longitud estándar, LE), al milímetro más cercano. En los peces de más de un metro LT, se utilizó una cinta métrica metálica para completar la medición. De igual forma, cada uno fue pesado con una Pesola® de 1000g x10 g y una balanza electrónica colgante de 25 Kg para los más grandes. Una vez recopilada la información, se traspasaron los datos de cada gira a matrices de MS-Excel® para su análisis.

Análisis de datos:

Para realizar la caracterización de las capturas, se estimó la abundancia (N) y la riqueza de las especies (S) por localidad, los meses de muestreo y la época del año (seca y lluviosa). Para esto se determinó el promedio de la abundancia por mes de muestreo considerando los desembarques realizados por comunidad en cada gira.

Se definió la **época seca** como los muestreos realizados en abril 07, enero y marzo 08, y como **época lluviosa** las giras de los meses de julio, setiembre y noviembre de 2007.

Además, con el objetivo de determinar si existen asociaciones entre las especies capturadas y las comunidades pesqueras se realizó un análisis de correspondencia (CA). Este análisis también se realizó entre las especies y las zonas de pesca, a fin de evidenciar posibles tendencias en la distribución de las mismas.

Para esto se establecieron cuatro **zonas de pesca** (Fig. 1.2) según la distribución de los sitios de

pesca utilizados por los pescadores de las cuatro comunidades costeras estudiadas tanto dentro del Golfo Dulce y su área de influencia.

- **Zona 1:** Playa Blanca al Río Esquinas: incluye todo el Golfo Interno hasta los sitios de pesca entre Puerto Jiménez a PN Piedras Blancas.
- **Zona 2:** Zancudo a Punta Banco: incluye los sitios de pesca ubicados de Puntarenitas de Golfito a Puntarenitas de Puerto Jiménez hasta la línea imaginaria entre Punta Matapalo y Punta Banco de Pavones
- **Zona 3:** Punta Banco a Punta Burica: incluyo las zonas costeras entre estos puntos geográficos (áreas de influencia sur)
- **Zona 4:** Quepos a Punta Matapalo: incluye todos los sitios de pesca visitados a lo largo de la costa externa de la península de Osa, cerca de la Isla del Caño, áreas cercanas a Quepos y aguas abiertas hasta 80 millas de la costa (áreas de influencia norte).

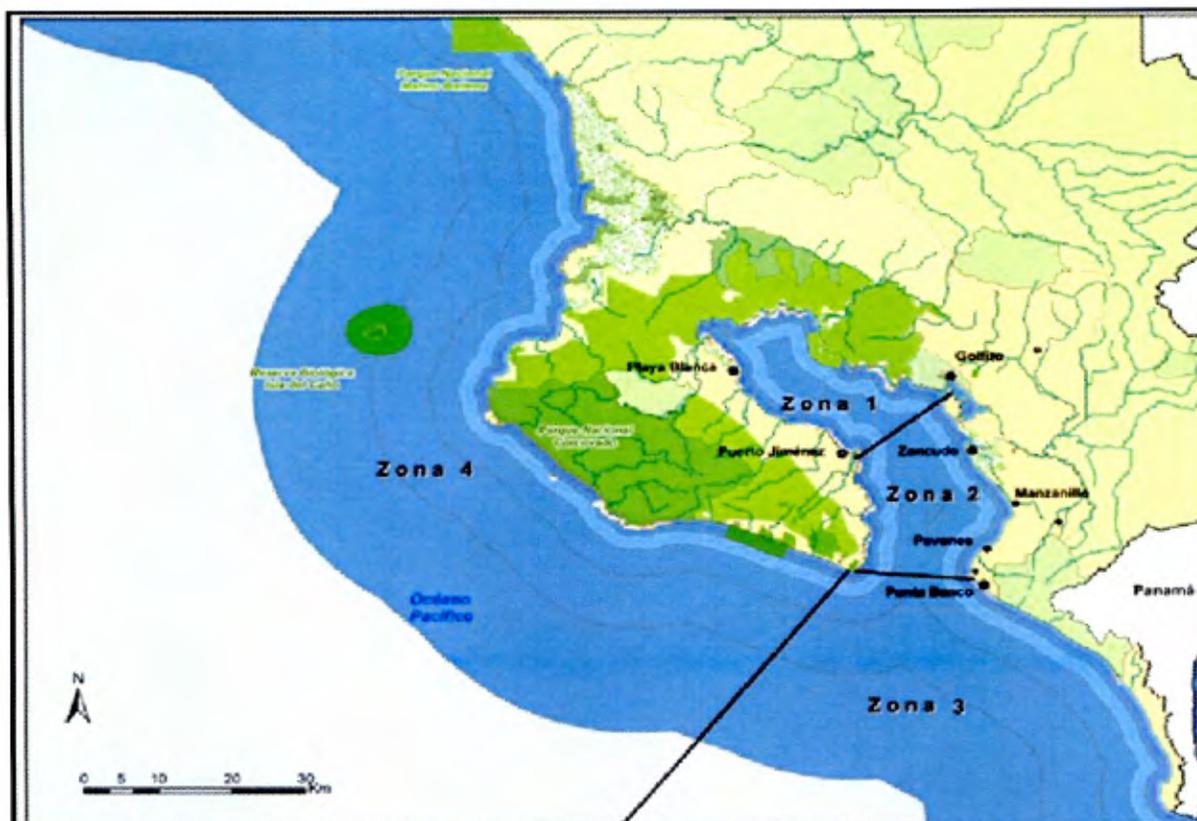


Figura 1.2. Zonas de pesca establecidas para agrupar sitios de pesca visitados por los pescadores de las cuatro comunidades estudiadas

Con el fin de observar si el número de especies capturado en cada una de las comunidades se acercó al valor esperado de especies que puede encontrarse en las capturas, se definió también la curva de rarefacción. Contabilizando por localidad pesquera el número de especies nuevas encontradas en cada mes muestreado en relación a la gira anterior.

La posible existencia de patrones temporales o espaciales dentro del Golfo y su área de influencia, se estudió mediante análisis de varianza (ANDEVA) de doble vía (Factor 1 = época del año, Factor 2 = comunidad pesquera: Golfito, Pavones, Zancudo y Playa Blanca).

Se estimaron, además, para cada comunidad y por meses de muestreo, los índices ecológicos de Shannon-Weaver (H'), Equidad de Shannon (E) y Equidad de Simpson (D) y se analizaron las posibles variaciones espacio-temporales de estos. Los índices se estimaron mediante las ecuaciones:

$$\boxed{H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i} \quad \boxed{E_H = H/H_{\max} = H/\ln S} \quad \boxed{D = \sum_{i=1}^S p_i^2} \quad (\text{Ecs. 1.1, 1.2, 1.3})$$

Donde:

S = número de especies en la comunidad (riqueza)

p_i = abundancia relativa de cada especie = (n/N) proporción de individuos de una especie (n) en relación con el número total de individuos de la comunidad (N).

Ln=Logaritmo natural

Las posibles diferencias entre estos índices ecológicos (N, S, H, E y D) entre las comunidades, épocas del año y los meses de muestreo se determinaron mediante ANDEVAs de una vía y la prueba *a posteriori* Tukey-Kramer HSD para comparar los promedios entre cada uno de los pares para definir los factores de significancia distinta.

Asimismo se realizaron análisis de correspondencia, utilizando el paquete estadístico JMP 7, para determinar posibles patrones de semejanza en las especies capturadas entre las distintas comunidades y en las zonas de pesca.

RESULTADOS:

Descripción de las comunidades pesqueras:

Se considera que las localidades estudiadas son las que realizan la actividad pesquera de forma más constante en la región. Entre los pescadores de Pavones, Zancudo y Playa Blanca, la actividad se puede calificar como artesanal de pequeña escala (*sensu* INCOPECA), con embarcaciones pequeñas (pangas) (promedio 4-6m de eslora) y motores de 5 a 50hp. Durante el periodo de muestreo, todas las embarcaciones de estas tres comunidades realizaban su actividad de pesca sin los permisos de INCOPECA. Esto sugiere que la totalidad de esas capturas no fueron registradas como desembarques de la producción pesquera del Pacífico Sur en ese periodo.

La pesca en la zona Pavones se realiza desde dos sitios principalmente, Río Claro y Pílon de Pavones. Entre ambos, se observaron unas 12 embarcaciones activas, de cuyas faenas dependen aproximadamente 30 familias de pescadores. Durante el año de estudio, se analizaron 13 desembarques (seis en Río Claro y siete en Pílon). En Río Claro, los pescadores utilizan

principalmente el palangre (≥ 1000 anzuelos) en sus faenas y prefieren sitios de pesca fuera de Golfo, recorriendo desde Bahía Pavones a Punta Banco y a Punta Burica (por el lado sud-oriental), y de Carate a Punta Matapalo en la península de Osa (sector occidental). Sus salidas de pesca fluctúan de medio hasta cuatro días. En Pilón, las capturas fueron extraídas principalmente con cuerda de mano y solamente en una ocasión se observó el uso del trasmallo de 3 pulgadas (T3). Realizan faenas cortas de un día o menos y se mantienen dentro de las aguas internas del Golfo, frente a Punta Banco, Punta Matapalo y dentro de Bahía Pavones (Fig. 1.3).

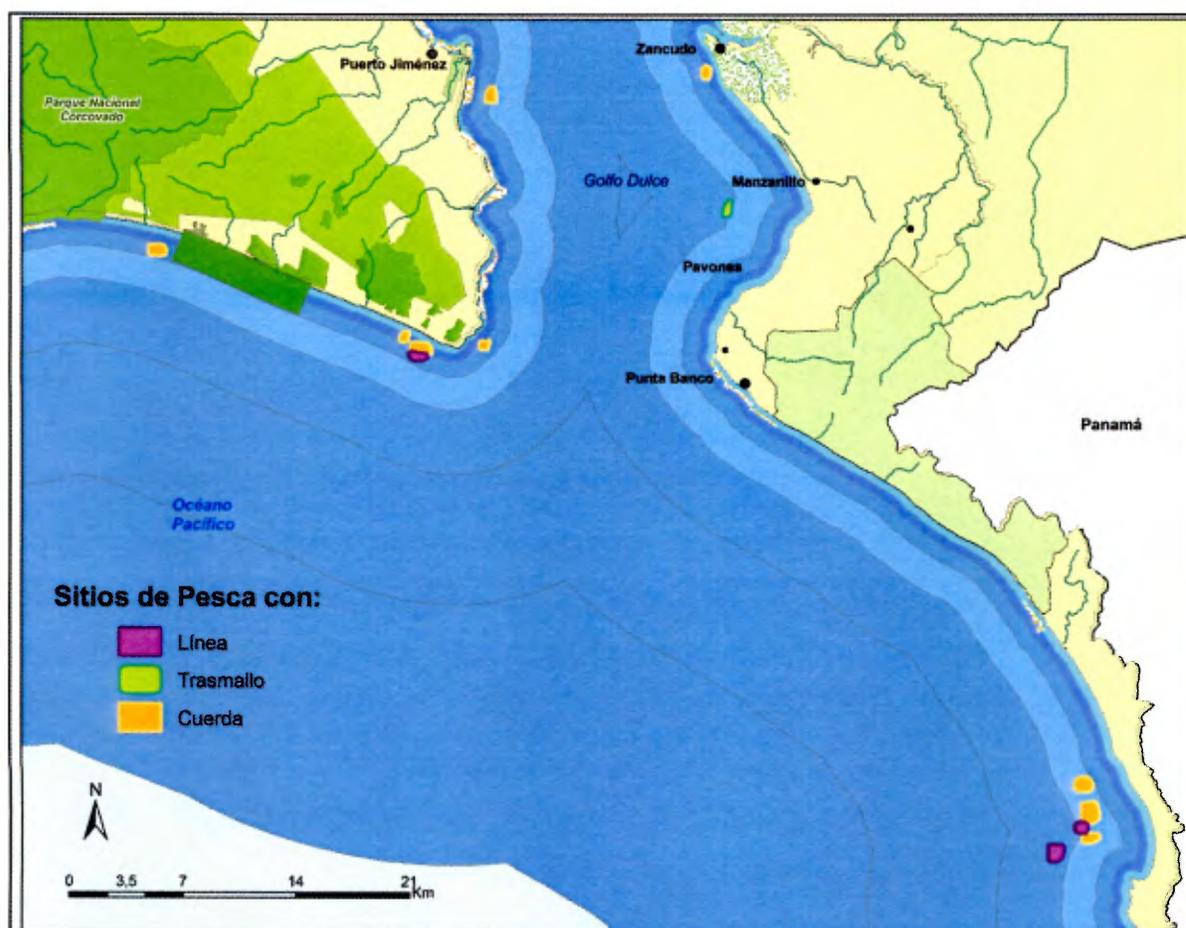


Figura 1.3. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Pavones durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque. El color indica el arte utilizado.

Zancudo concentra un grupo de unas diez embarcaciones activas y algunos pescadores ocasionales, de cuyas faenas dependen más de 20 familias. La actividad y rutina de pesca de esta localidad es más intensa que en las otras comunidades estudiadas, donde cada embarcación puede realizar hasta dos salidas diarias, una en la madrugada y temprano en la mañana y otra al final de la tarde y la noche, variando según las mareas. Gracias a esta frecuencia tan alta, se pudieron analizar 56 desembarques en el año de muestreo. El arte de pesca más utilizado es el trasmallo (2- 4 paños de 100 m), con un tamaño del ojo de malla variable (3 a las 7 pulgadas: T3, T3.5, T6, T7); en segundo lugar, la línea de fondo artesanal (~ 150 anzuelos) y de tercero, la cuerda. Las capturas suelen entregarse en el recibidor local, que cuenta con un par de congeladores para la recolección de los productos. De no ser entregados en este recibidor, se llevan a Golfito para su comercialización directa. Sus sitios de pesca se encuentran entre la desembocadura del Río Coto Colorado y el área de Bahía Pavones, recorriendo diferentes puntos frente a la costa (Casona, Langostino, Manzanillo y Pavones) (Fig. 1.3).

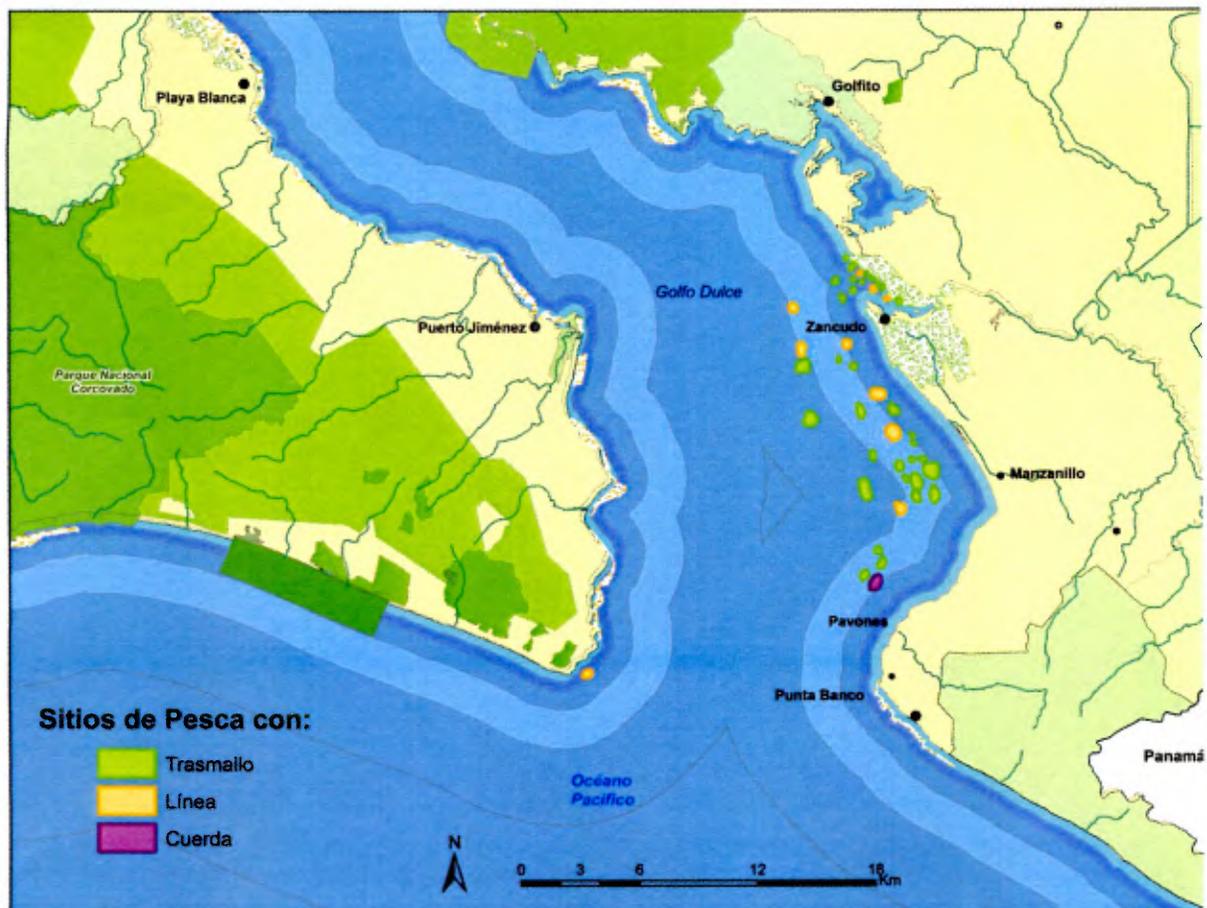


Figura 1.4. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Zancudo durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque. El color indica el arte utilizado.

Por su parte, en Playa Blanca se registraron seis embarcaciones activas, de cuyas faenas dependen unas 10 familias. La actividad pesquera se concentra únicamente en áreas de la parte interna del golfo, desde el frente de la desembocadura del Río Esquinas, Barrigones, Puerto Escondido, Rincón de Osa hasta Playa Blanca (Fig. 1.4). Los pescadores de esta zona complementan la pesca con labores agrícolas, vigilancia privada o de construcción para mejorar sus ingresos. En total, se analizaron ocho desembarques, tres de ellos con cuerda de mano, dos con T3, dos con el de T3.5 y uno con artes mixtas (cuerda y trasmallo 3.5 pulgadas).

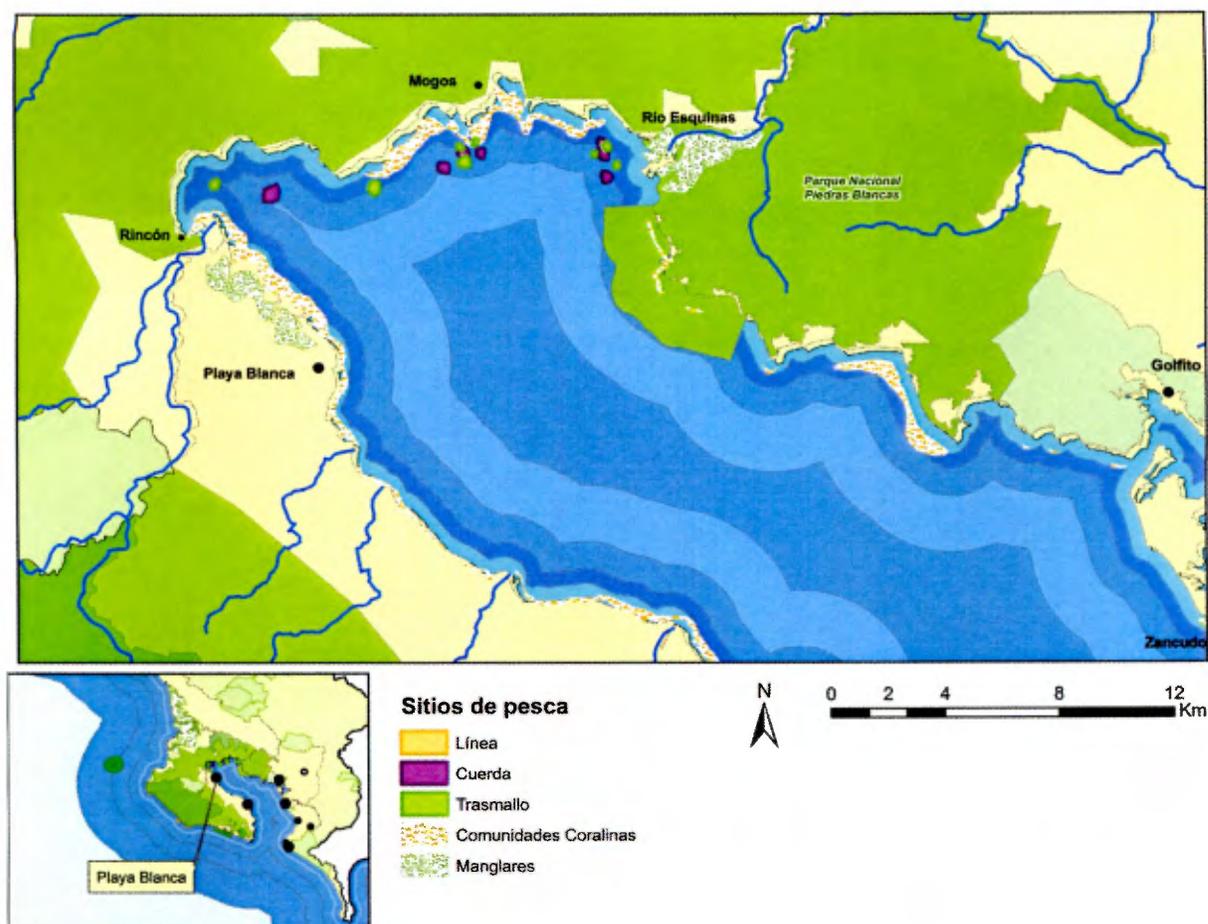


Figura 1.5. Ubicación de los sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Playa Blanca durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque y el color según el arte utilizado

En contraste con las tres anteriores, en el puerto de Golfito se desarrolla una pesca artesanal de mediana escala o artesanal avanzada (según la clasificación de INCOPECSA), que les permite a los pescadores realizar faenas de mayor autonomía. Las embarcaciones son de ~ 10 m de eslora, con motores internos y grandes congeladores que les posibilita realizar faenas de pesca de 5 a 15 días en el mar. Las licencias de INCOPECSA para las embarcaciones que descargan en este puerto estaban vigentes durante todo el periodo de estudio. Se localizaron tres recibidores principales en el puerto,

los cuales trabajan como exportadoras y distribuidoras locales. Los datos de solo uno de estos recibidores fueron utilizados para caracterizar la actividad en esta localidad. Se estudiaron 13 desembarques de ocho embarcaciones, de las 22, que estaban activas en el puerto. En promedio trabajan de 3 a 5 pescadores por embarcación, lo que puede equivaler de unas 70 a 100 familias dependientes de la pesca. Los aparejos principales son el trasmallo 4.5 pulgadas (T4.5), la cuerda y el palangre (> 1000 anzuelos). Dada la autonomía de las embarcaciones, los sitios de pesca son principalmente en áreas fuera del Golfo Dulce, incluyendo Quepos, Isla del Caño, la costa frente al Parque Nacional Corcovado hasta 80 millas y algunas zonas internas del Golfo, cerca del área marina del Parque Nacional Piedras Blancas (Fig. 1.5).

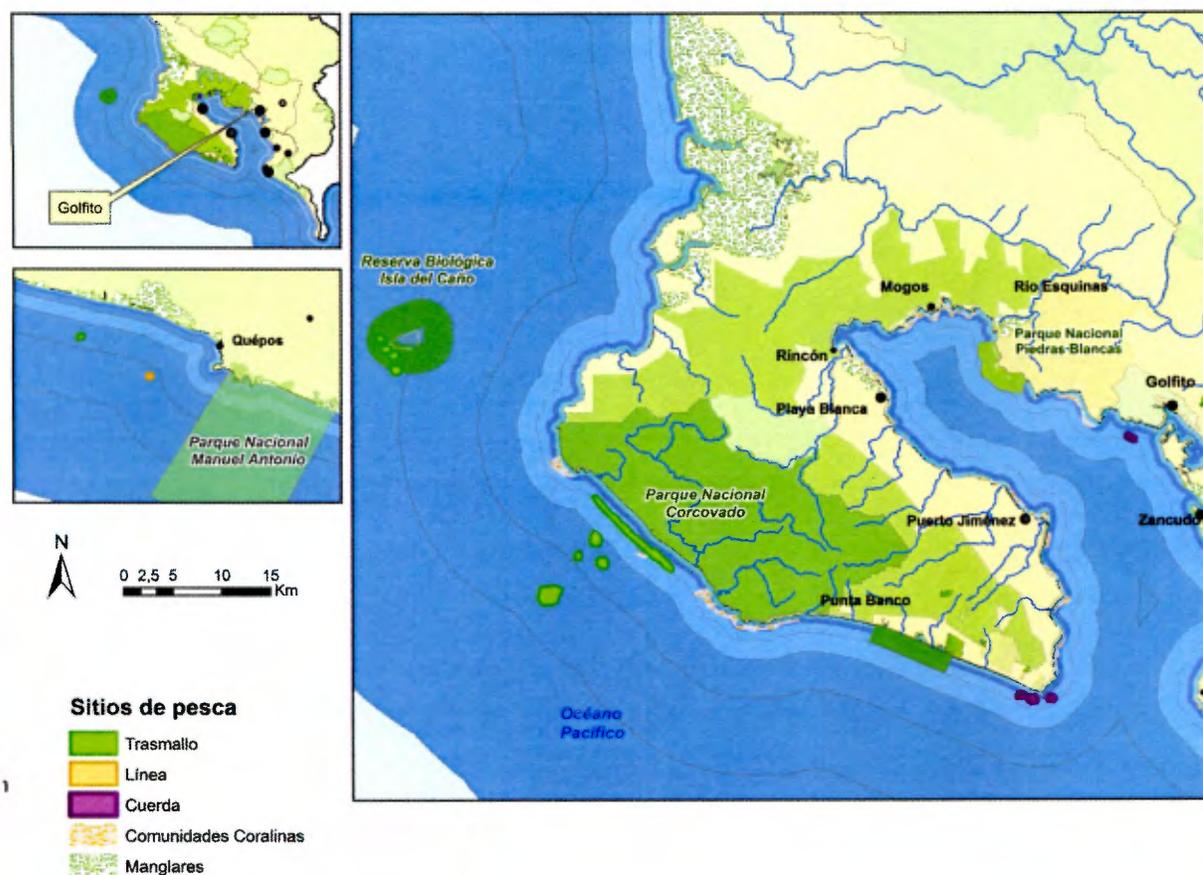


Figura 1.6. Sitios de pesca visitados por los pescadores de la comunidad de Golfito durante el periodo del estudio. Cada polígono corresponde a un desembarque y el color según el arte utilizado

El Cuadro 1.1 resume los principales datos observados de las cuatro comunidades pesqueras estudiadas. Zancudo sobresale como la comunidad donde la actividad pesquera es más intensa.

Cuadro 1.1: Resumen de las principales características pesqueras de las comunidades estudiadas.

Comunidad	Núm. Estimado de Familias dependientes	Botes Activos	Desembarques analizados	Artes¹
Pavones	30	12	13	Cuerda y Línea (<1000 anzuelos)
Zancudo	20	10	56	Trasmallo (3,3.5,4,6,7), Línea y cuerda
Playa Blanca	10	6	8	Cuerda y trasmallo (3,3.5)
Golfito	70-100	22	13	Palangre(>1000 anzuelos) y trasmallo 4.5
Total	130-160	52	90	

¹Ver Anexo 1.1: Descripción de artes de pesca

En cuanto a los aparejos de pesca, existen preferencias según la comunidad pesquera: Pavones el 93% de las capturas se extrajo con cuerda, Zancudo el 83% se capturó con trasmallo 3.5 y Golfito 72% pescó con trasmallo 4.5. Se distingue la comunidad de Playa Blanca pues las artes tuvieron aportes semejantes, el 40% se extrajo con T3, el 35.7% con trasmallo 3.5 y el restante 24.3% con cuerda.

Descripción general de la composición de las capturas:

En total, se observaron 90 desembarques de 52 botes activos dentro del Golfo Dulce y su área de influencia, desde las zonas costeras de Quepos, el frente de la costa de la Península de Osa hasta Punta Burica al sur y hasta 80 millas mar adentro (Fig. 1.7).

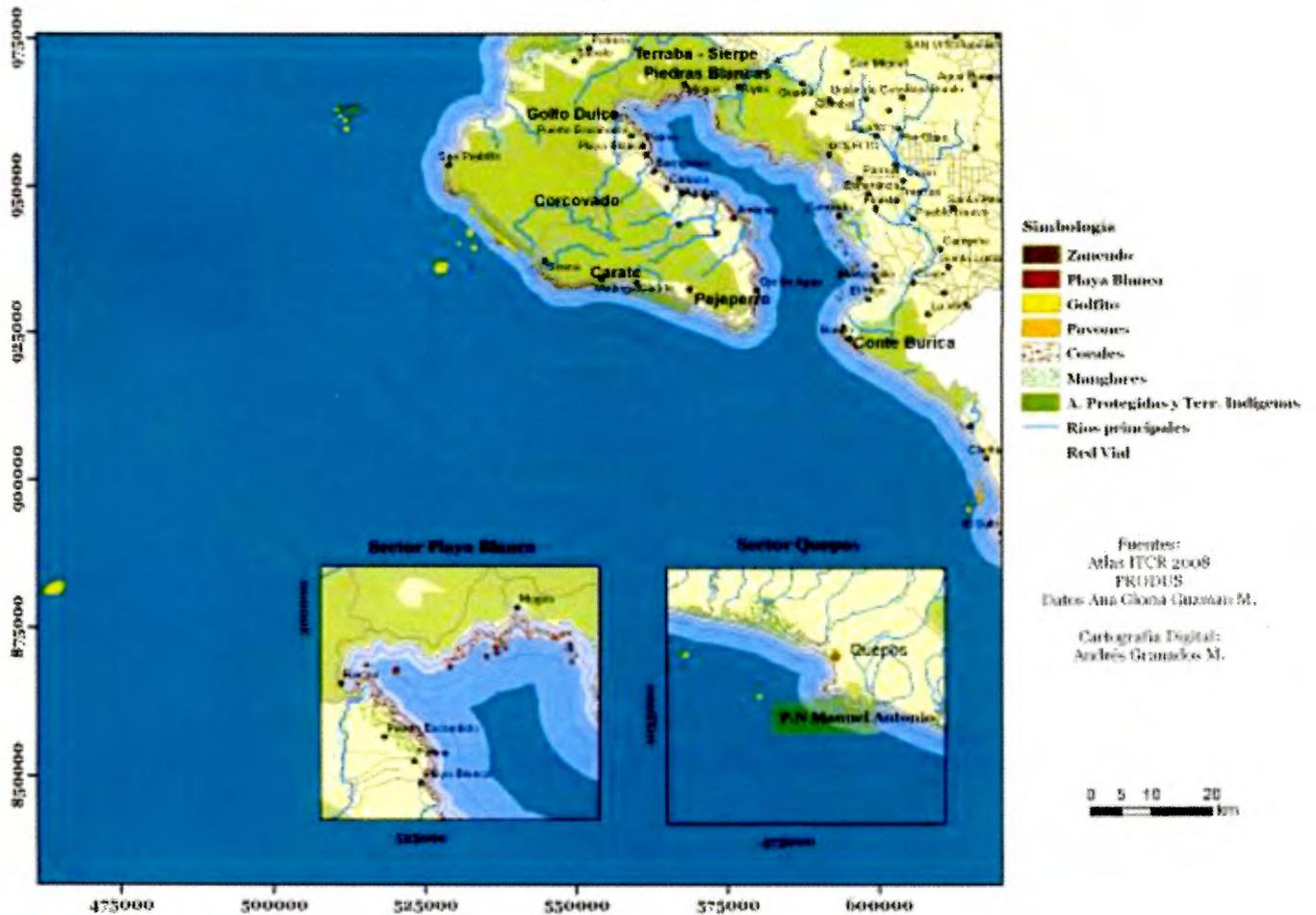


Figura 1.7. Ubicación de los sitios de pesca utilizados por las comunidades pesqueras del Golfo Dulce

Las artes de pesca observadas durante el estudio fueron la cuerda de mano, el trasmallo (T3, T3.5, T4.5, T6 y T7), la línea de fondo artesanal (i.e. línea planera) (<1000 anzuelos) y el palangre (>1000 anzuelos) (cf. Anexo 1.1). Se analizaron 77 faenas de embarcaciones artesanales de pequeña escala y 13 de mediana escala. En el 90% se utilizó únicamente un arte, en los restantes se utilizaron combinaciones de aparejos (Cuerda y T3.5 o T4.5; Cuerda y palangre). Se puede observar que hay un mayor número de faenas realizadas con trasmallo 3.5 y la cuerda que con las otras artes (Fig. 1.7).

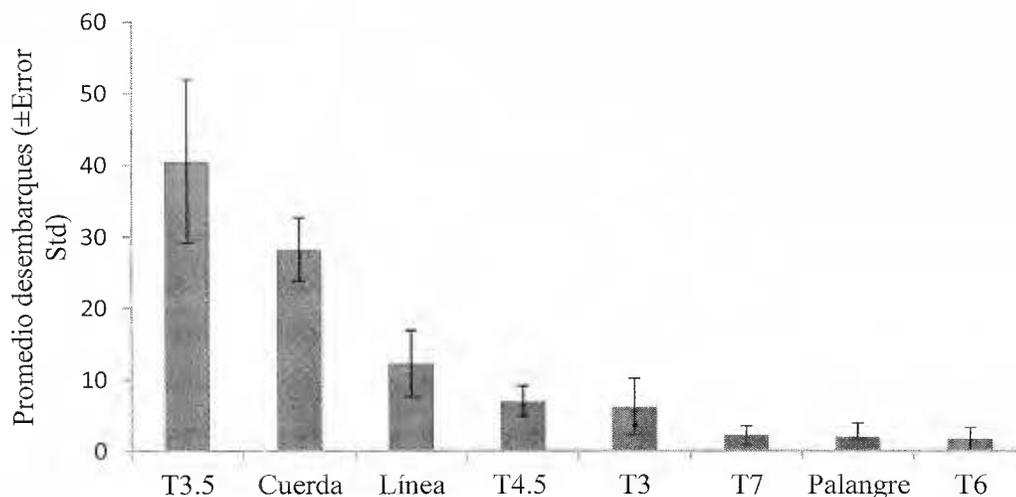


Figura 1.8. Promedio (\pm Error estándar) del número de desembarques observados según el tipo de arte utilizada para la pesca (n=90 desembarques)

Se determinó que de los 4592 individuos capturados, el 87% se extrajo únicamente con tres de los ocho tipos de artes de pesca observados. El 40.5 % de los especímenes se extrajo con trasmallo T3.5, un 26.2% con la cuerda de mano y 20.8% con el trasmallo T4.5. La biomasa total de las capturas analizadas fue de 4,001.180 kg (4.01 TM), de la cual, 39% se extrajo con T4.5, el 22 % a la cuerda y 19% con T3.5 (Figs. 1.8 y 1.9, respectivamente)

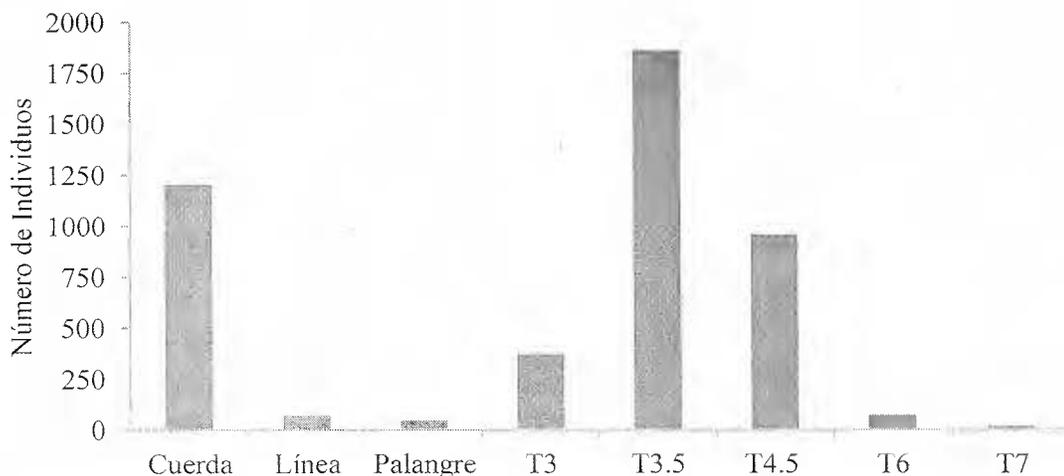


Figura 1.9. Capturas por individuos según el arte de pesca utilizada. (n= 4592)

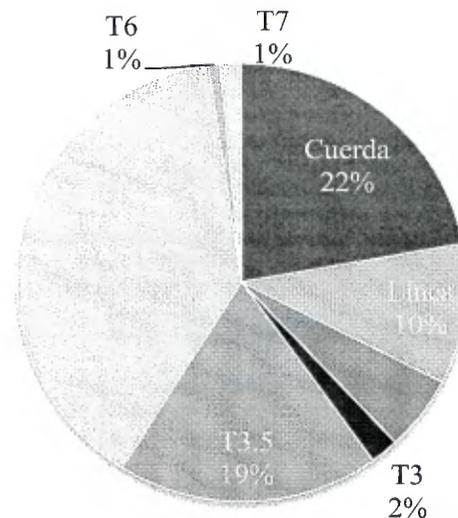


Figura 1.10. Aporte relativo por arte de pesca utilizada a la biomasa de las capturas artesanales de pequeña y mediana escala (Biomasa total: 4,00 TM)

El trasmallo T4.5 y el palangre se utilizaron exclusivamente fuera del Golfo Dulce, mientras todas las faenas con trasmallo T3 y T3.5 se realizaron en las aguas dentro del golfo.

Caracterización de las capturas totales

Se identificaron 4592 peces en 117 especies, pertenecientes a 35 familias (cf. Anexo 2). Las familias con mayor riqueza de especies fueron Sciaenidae, Carangidae y Haemulidae (23, 19 y 17 especies, respectivamente) (Fig. 1.10), mientras que ocho familias concentraron el mayor número de individuos: Lutjanidae representó más de la mitad (7 especies, con 2391 individuos capturados) y Scombridae, cerca de una sexta parte (3 especies, 790 individuos) (Fig. 1.11).

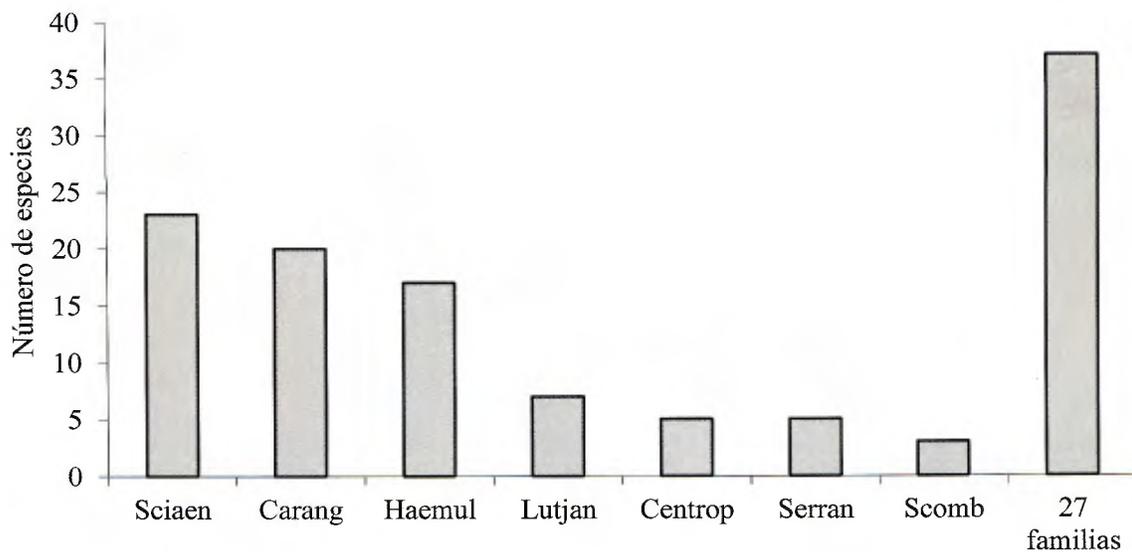


Figura 1.11. Riqueza de especies por familia de peces capturada en el Golfo Dulce (Total: 117 especies)

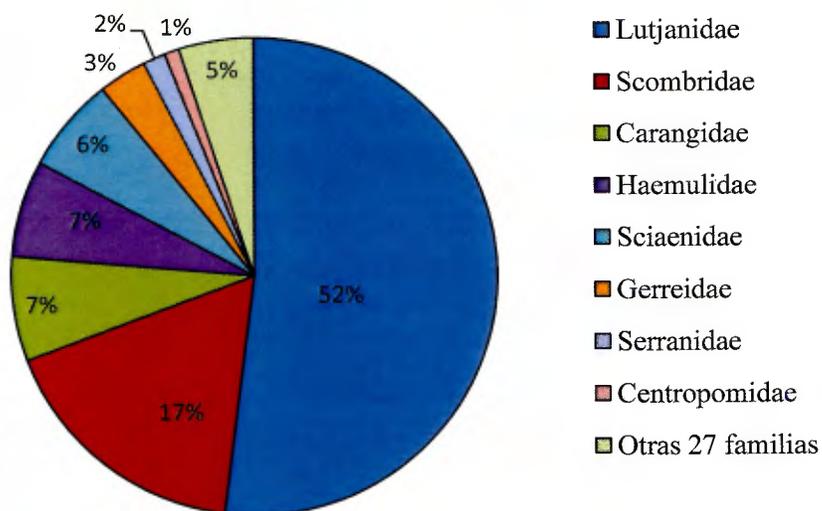


Figura 1.12. Abundancia relativa (número de individuos capturados) dentro de las principales familias de peces capturadas en Golfo Dulce. N = 4592 individuos capturados, 35 familias identificadas.

De las 117 especies identificadas, cinco representaron el 71.0% del total de capturas por número: los lutjánidos *Lutjanus peru* (pargo seda) y *L. guttatus* (pargo manchado) constituyeron el 36.3% y el 11.7%, con 1670 y 772 individuos capturados respectivamente, seguidos por el escómbrido *Scomberomorus sierra* (macarela) con 16.8%, el haemúlido *Pomadasys panamensis* (roncador) con un 3.5% y por último el gérrido caguacho o pargo blanco (*Diapterus peruvianus*), con el 2.9%. El restante 29.0% se distribuyó entre las otras 112 especies (Fig. 1.13).

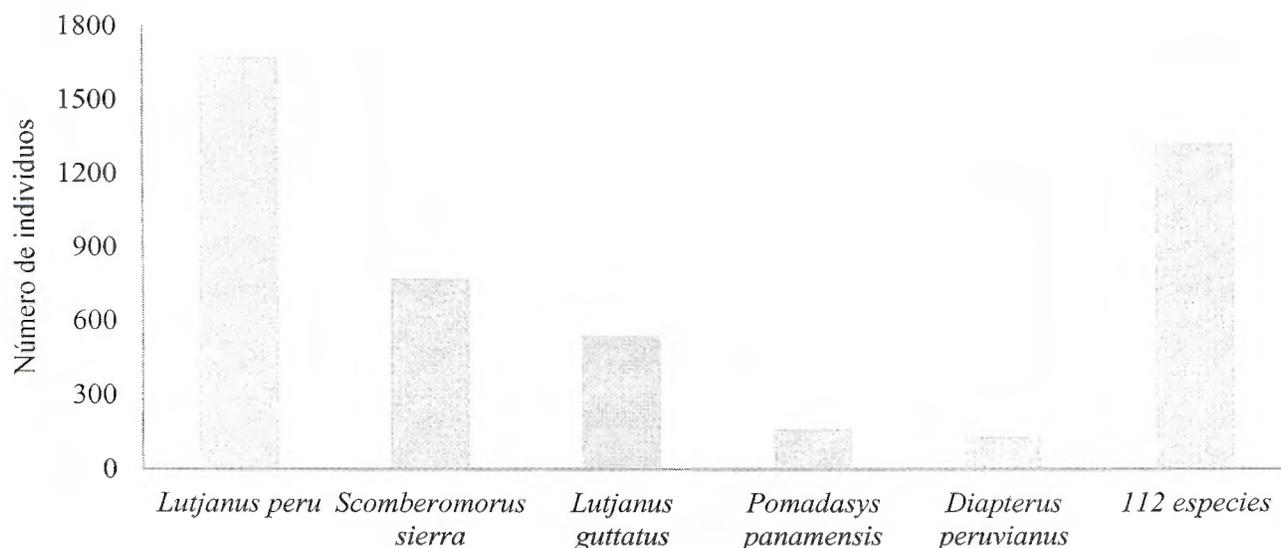


Figura 1.13. Abundancia de las principales especies de peces capturadas en Golfo Dulce, en términos del número de individuos por especie, con respecto al número total. N = 4592

Capturas por arte de pesca

Los 1860 individuos obtenidos con el trasmallo T3.5 pertenecían a 83 especies de 21 familias, de los que el 38% eran macarelas, *S. sierra*, y un 13%, pargo mancha, *L. guttatus* (Fig.1.14A). Con la cuerda, los 1204 individuos se clasificaron en 49 especies de 19 familias, donde *L. peru* (pargo seda) fue la especie predominante y el 80% de los individuos capturados fueron de la familia Lutjanidae (6 spp) (Fig.1.14B). Por otro lado, los 957, individuos capturados con el trasmallo T4.5 fueron de seis especies de pargos (Lutjanidae), con el *L. peru* como principal producto, 86.4%.

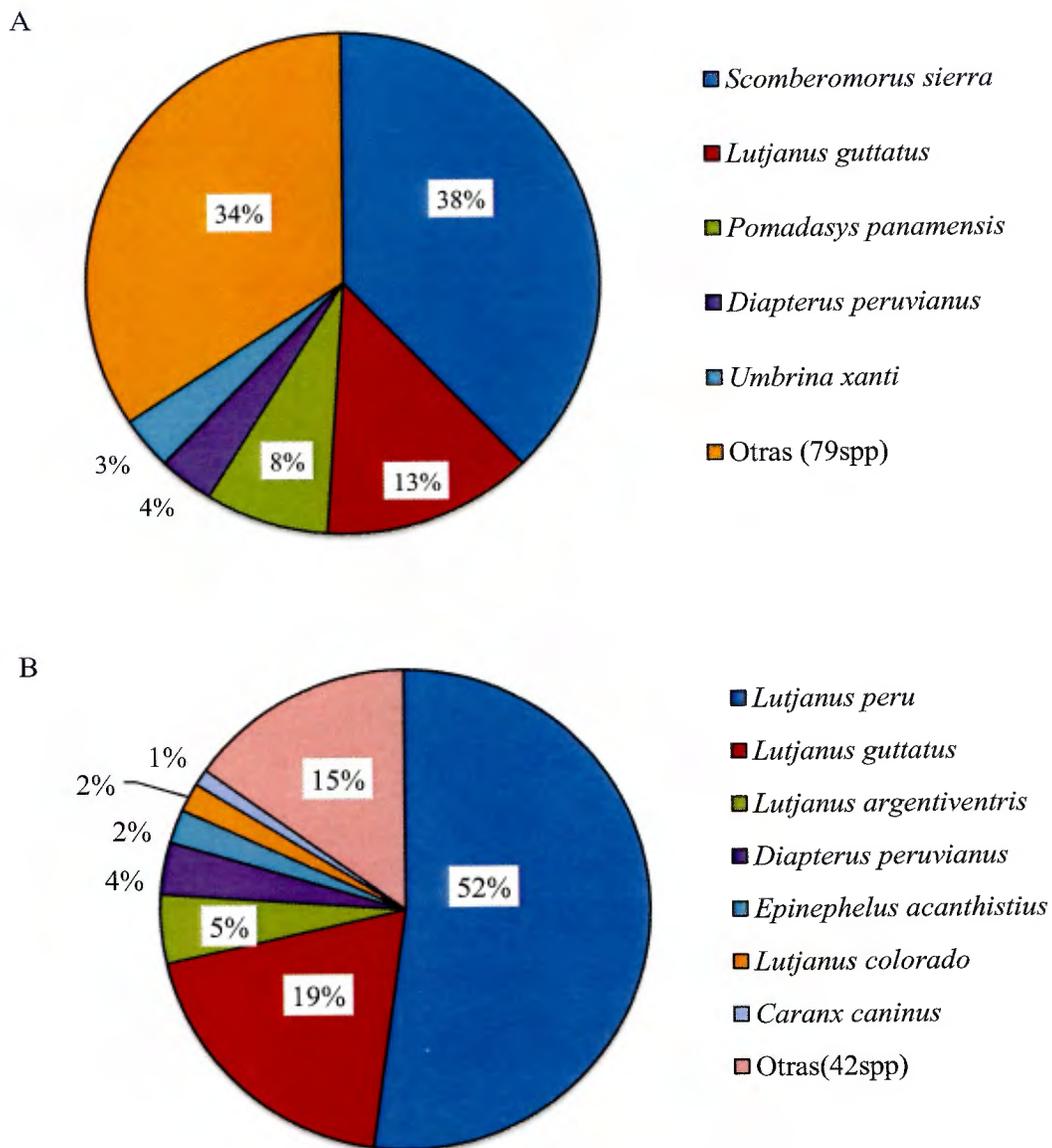


Figura 1.14. Abundancia relativa de las principales especies capturadas. A: con trasmallo 3.5, B: con cuerda.

La composición taxonómica por biomasa, 4.01 TM, indica que el 75% se distribuye en tres familias, Lutjanidae, Scombridae y Serranidae en un 58, 12 y 5%, respectivamente (Fig. 1.15). El 50% de la biomasa total está representado por dos especies, el pargo seda, *L.peru* y la macarela, *S. sierra* (i.e., 38% y 11% respectivamente), mientras que la otra mitad se distribuye entre las demás 115 especies identificadas (Fig. 1.16A) . Según los tres principales aparejos usados, el pargo seda es la especie más importante en la biomasa de las capturas con el trasmallo T4.5 y la cuerda de mano (Fig. 1.16B y C), mientras que la macarela lo fue en las capturas con trasmallo T3.5 (Fig. 1.16D). Cabe señalarse que con esta arte solamente se capturaron 7 individuos de pargo seda.

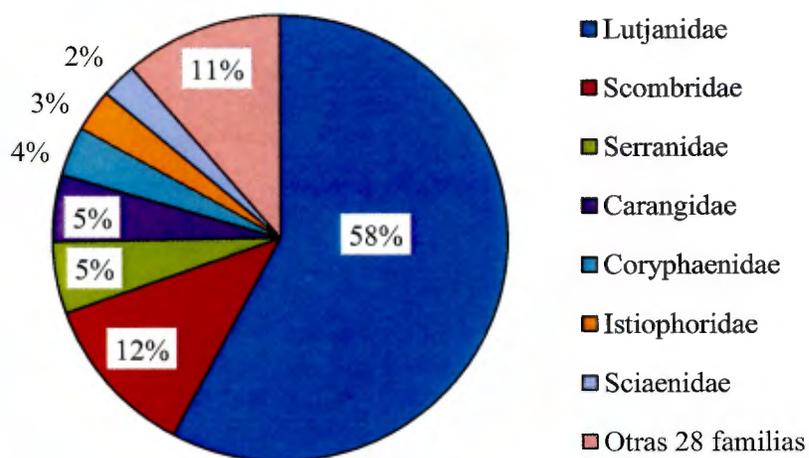


Figura 1.15. Aporte relativo por familia de peces a la biomasa de las capturadas analizadas en Golfo Dulce (Biomasa total: 4.01 TM)

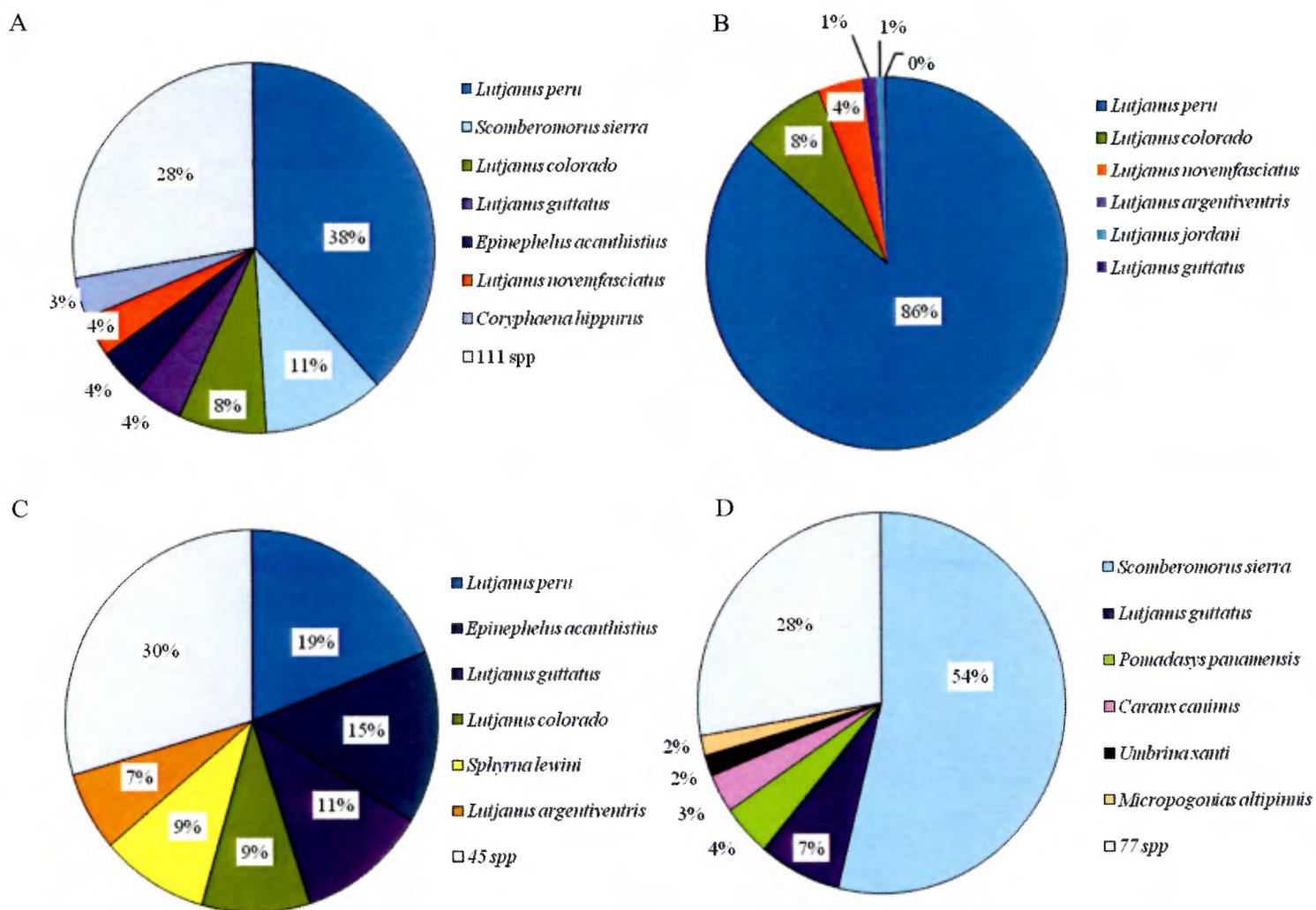


Figura 1.16. Aporte relativo por especie A: biomasa total extraída (4.00TM) y según las principales artes de pesca, B. biomasa extraída con trasmallo T4.5 (1.55 TM), C. biomasa extraída con cuerda (0.88 TM), D. biomasa extraída con trasmallo T3.5 (0.74TM)

Caracterización de capturas por comunidad pesquera

Para Pavones se analizaron 699 individuos pertenecientes a 29 especies en 14 familias. Lutjanidae presentó la mayor riqueza de especies (6 spp.), seguida por Sciaenidae y Carangidae (4 spp cada una). La familia Lutjanidae también es la más abundante (609 individuos) y la que más aportó a la biomasa total analizada de esta localidad (463.74 kg) (87% de los peces capturados y 65% de la biomasa). A nivel de especies, tres pargos aportaron el 88% del total de peces capturados, el seda (*L. peru*) fue el más extraído, seguido por el cola amarilla (*L. argentiventris*) y el manchado (*L. guttatus*) (Fig 1.17 A).

Por su parte, en Zancudo se identificaron 1972 peces en 82 especies de 20 familias. Las familias más representadas fueron Sciaenidae (22 spp.), Carangidae (15), Haemulidae (11) y Lutjanidae (6). Sin embargo, Scombridae (n = 748) fue la más abundante y la que contribuyó mayormente (36.3%) a la biomasa total extraída (1172.6 kg). La macarela fue la especie más abundante, seguida del pargo manchado, el roncador (*P. panamensis*) y el pargo blanco (*D. peruvianus*) (Fig. 1.17 B), que en combinación representaron el 61% de los individuos capturados.

En las capturas de Playa Blanca, se clasificaron 602 individuos en 46 especies de 18 familias. Con 14 especies, Carangidae tuvo la de mayor representación, seguida por Haemulidae y Lutjanidae con 6 y 5 especies, respectivamente. Sin embargo, la familia de los pargos fue la más abundante, con el 61.7% de los especímenes capturados y el 49.6% de la biomasa total extraída (177.4kg). El pargo seda y el manchado con 204 y 158 individuos respectivamente, fueron las especies más capturadas (Fig 1.17 C).

Por su parte, en Golfito se midieron 1320 individuos pertenecientes a 29 especies de 15 familias. Lutjanidae (7 spp) fue la más representada y al igual que en Pavones y Playa Blanca, fue la más abundante y la mayor contribuyente a la biomasa extraída (2118.2 kg). El pargo seda es la especie objetivo de esta pesquería (73% de los especímenes capturados) (Fig 1.17 D), en la cual se extrajeron otras seis especies de lutjánidos, dos serránidos, un Ophidiidae y otras 19 especies, si bien sus capturas no son constantes ni significativas comparadas con el *L. peru*.

Considerando las cuatro comunidades, Zancudo presentó la captura más abundante ($n = 1972$) y con más especies ($S = 82$) (Fig. 1.18 A y B). Sin embargo, en Golfito se observó el mayor peso de desembarques, 2118.2 kg (Fig. 1.18c), aunque con solo 29 especies y 1320 individuos. En el Cuadro 1.2 se resumen las principales características de cada localidad, Del total de especies capturadas en cada una, se observa como son únicamente entre 2 y 13 las que aportan al 80% del total de especímenes extraídos.

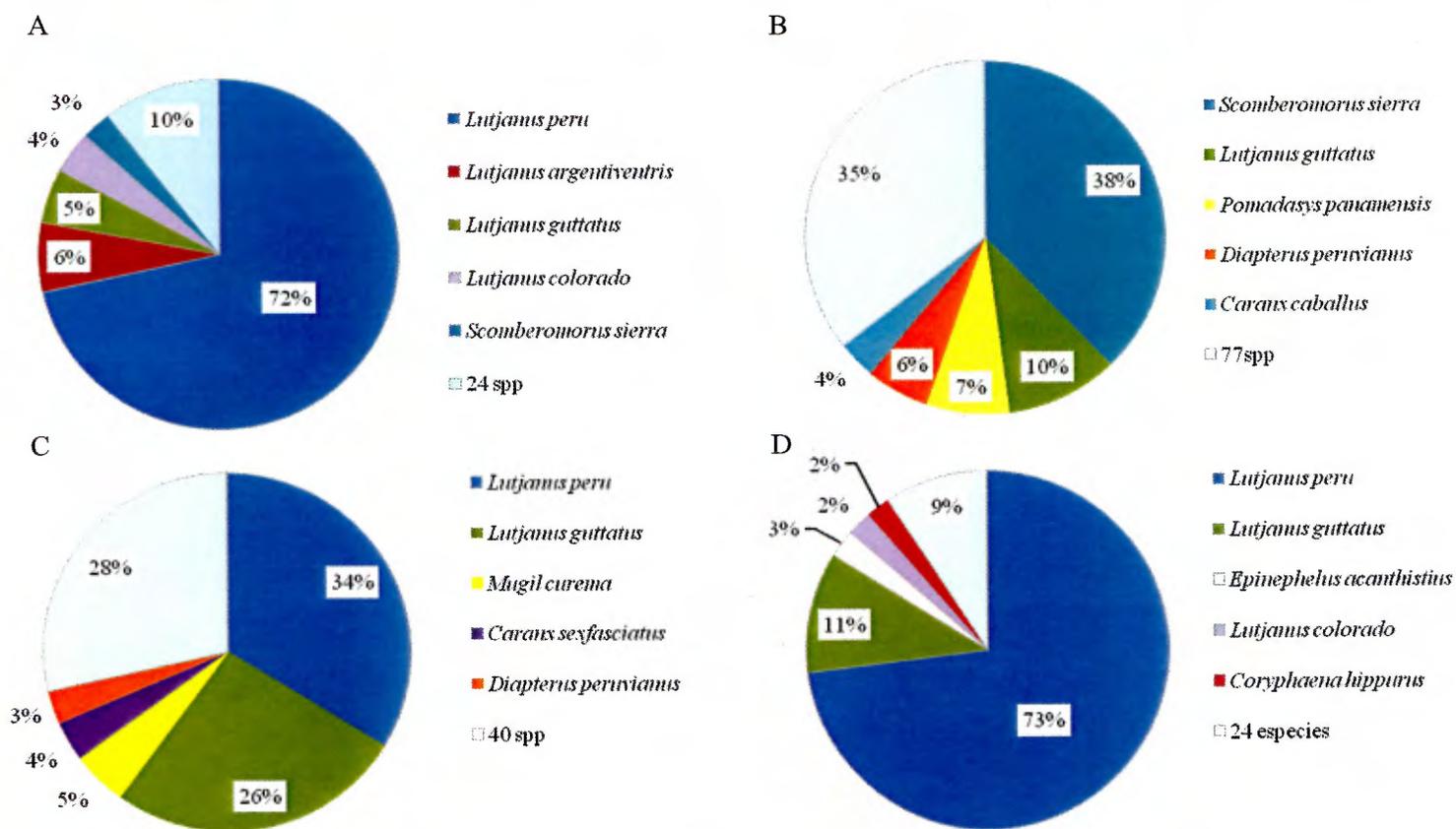


Figura 1.1 Abundancia relativa por especie de las capturas realizadas por los pescadores de la comunidad de A: Pavones, B: Zancudo, C: Playa Blanca y D: Golfito.

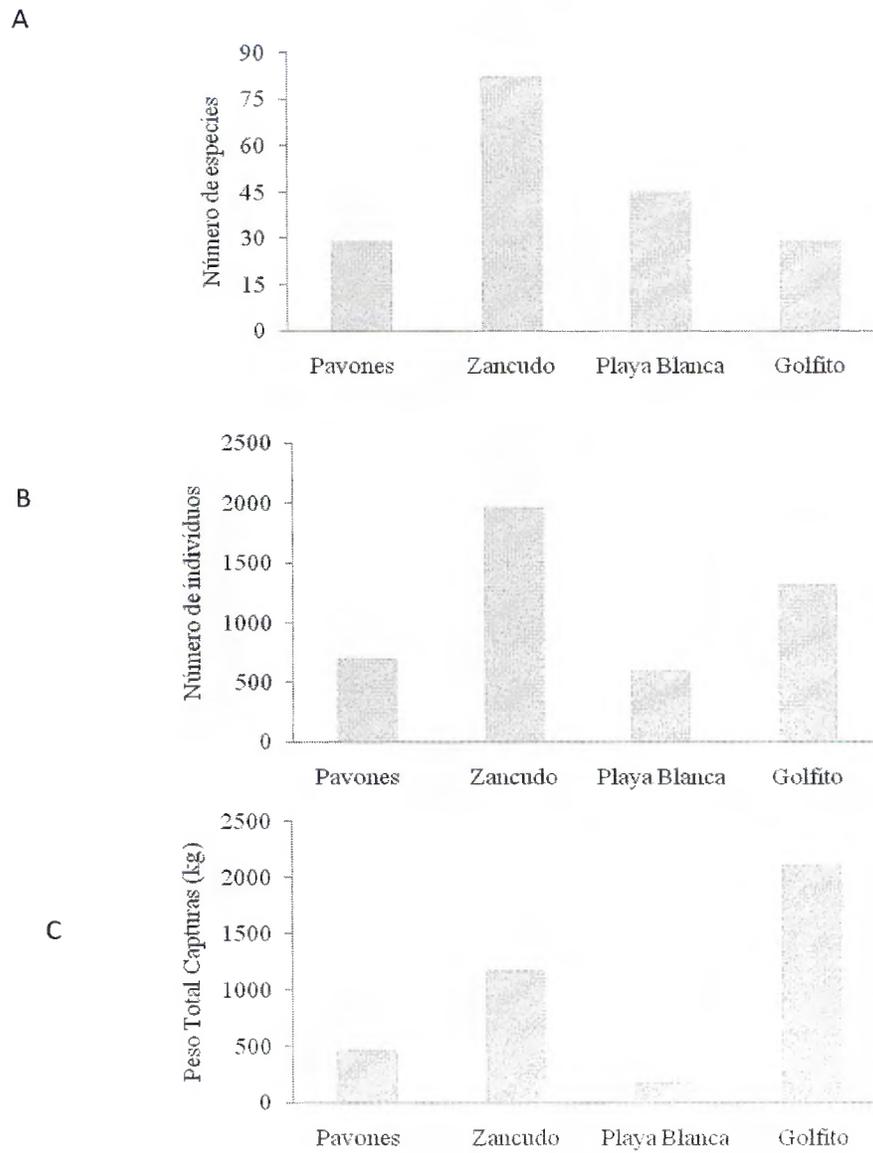


Figura 1.18.A. Riqueza de especies ícticas B. Abundancia y C. Biomasa de las capturas en las comunidades pesqueras de Golfo Dulce.

Cuadro 1.2. Descriptores generales de las capturas por comunidad pesquera. N = número de individuos, B = biomasa (peso), T3.5 y T4.5 = trasmallos de luz de malla de 3.5 y 4.5 pulgadas.

	Pavones	Zancudo	Playa Blanca	Golfito	Total Golfo Dulce
Familias	15	20	17	15	35
Especies	29	82	45	29	116
Número de Individuos	697	1972	603	1320	4592
Especies 80% abundancia	3	13	10	2	11
Especie más capturadas	<i>L.peru</i> > <i>L.argentiventris</i> > <i>L. guttatus</i>	<i>S. sierra</i> > <i>L. guttatus</i> > <i>P. panamensis</i>	<i>L.peru</i> > <i>L. guttatus</i> > <i>M. curema</i>	<i>L.peru</i> > <i>L. guttatus</i> > <i>E. acanthistius</i>	<i>L.peru</i> > <i>S.sierra</i> > <i>L. guttatus</i>
Peso Total (kg)	463,7	1172,6	186,4	2178,7	4001,2
Arte principal	Cuerda	T3.5	Cuerda	T4.5	T3.5: N T4.5: B

Con base en los registros mensuales de las especies se estimó la curva de rarefacción para cada una de las comunidades pesqueras estudiadas (Fig. 1.19). En esta se puede observar como en las cuatro localidades todavía la tendencia es un aumento en el número de especies que se pueden capturar.

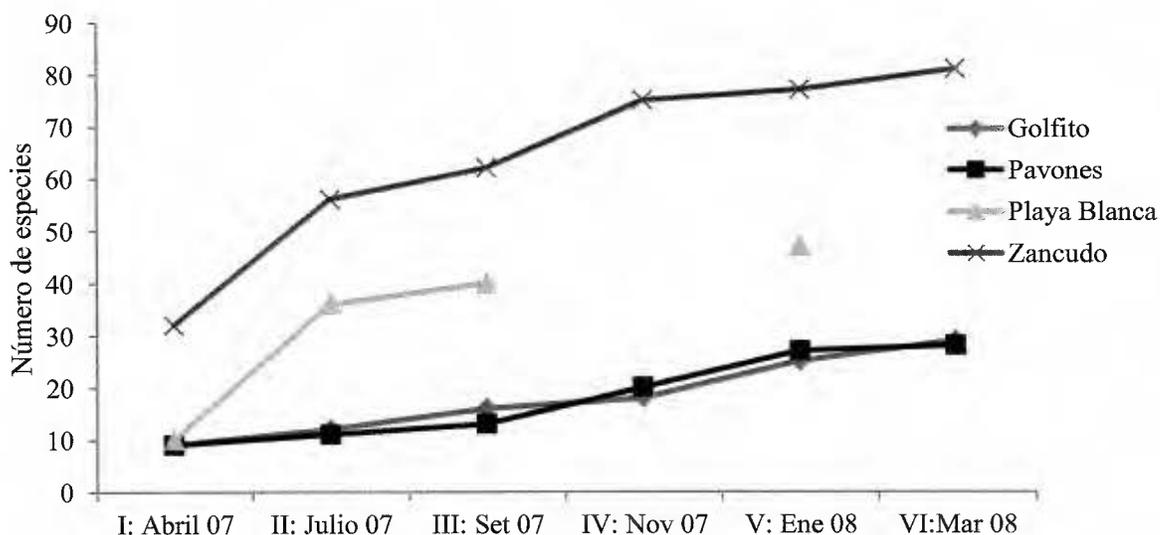


Figura 1.19. Curva de Rarefacción por localidad pesquera.

Asimismo, se observa como existe una similitud entre las especies que se capturan por las comunidades de Golfito y Pavones, entre ellas sobresale el pargo seda, pargo colamarilla (*L. argentiventris*) y la cabrilla (*Epinephelus acanthistius*). Mientras que Zancudo y Playa Blanca capturan grupos de especies distintos entre sí y en relación a las otras las comunidades pesqueras (Fig. 1,20). La macarela y el pargo blanco se capturan casi únicamente en Zancudo. Mientras que en Playa Blanca, las especies más relacionadas en las capturas son el roncadador (*P. panamensis*) y la lisa (*Mugil curema*). Especies como el pargo manchado y el dientón están relacionados a las cuatro comunidades.

De igual forma, al analizar la relación entre las especies capturadas y las zonas de pesca establecidas (Fig. 1.21) se observa como existe un gran número de especies asociadas a la zona 3: Zancudo y Punta Banco. Por su parte, las especies como el pargo seda, el congrio (*Brotula clarkae*) y el dorado (*Coryphaena hippurus*) están más asociados a los sectores del área de influencia: Zona 2 y 4.

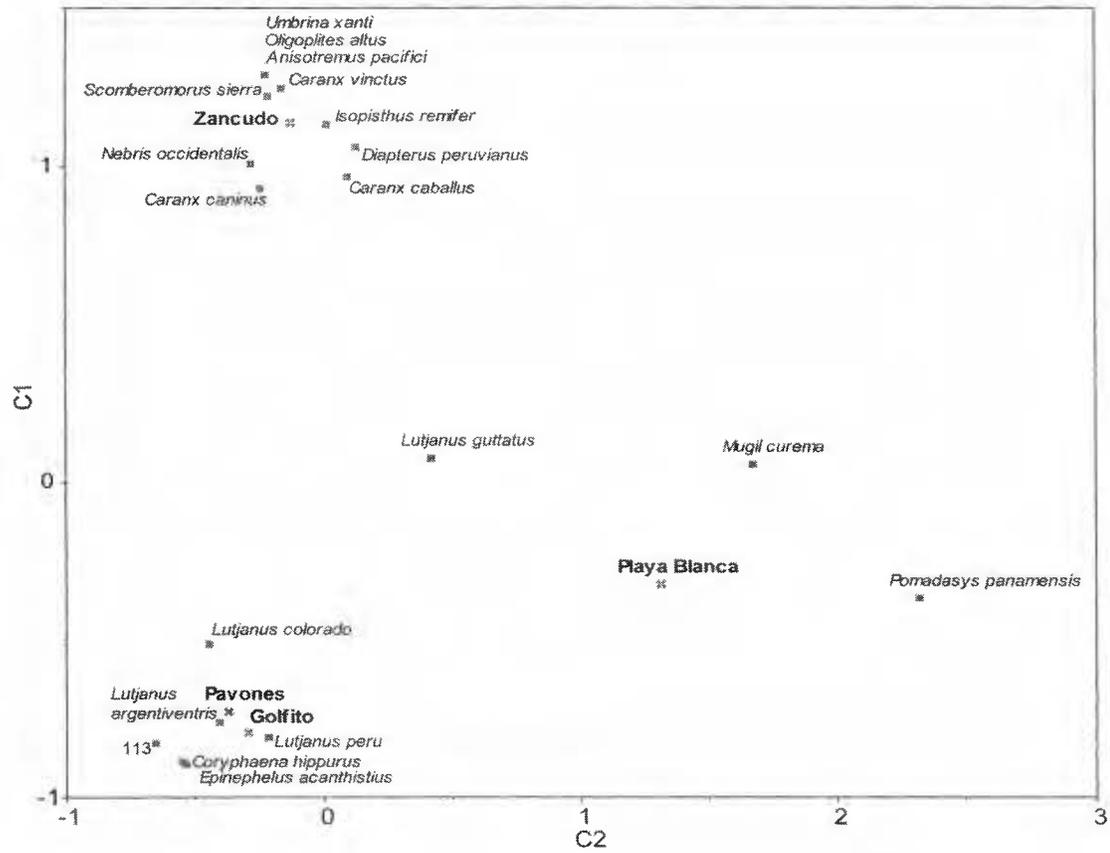


Figura 1.20 Análisis de Correspondencia entre las especies capturadas (que representan el 80% abundancia de capturas) y las comunidades pesqueras de Golfo Dulce.

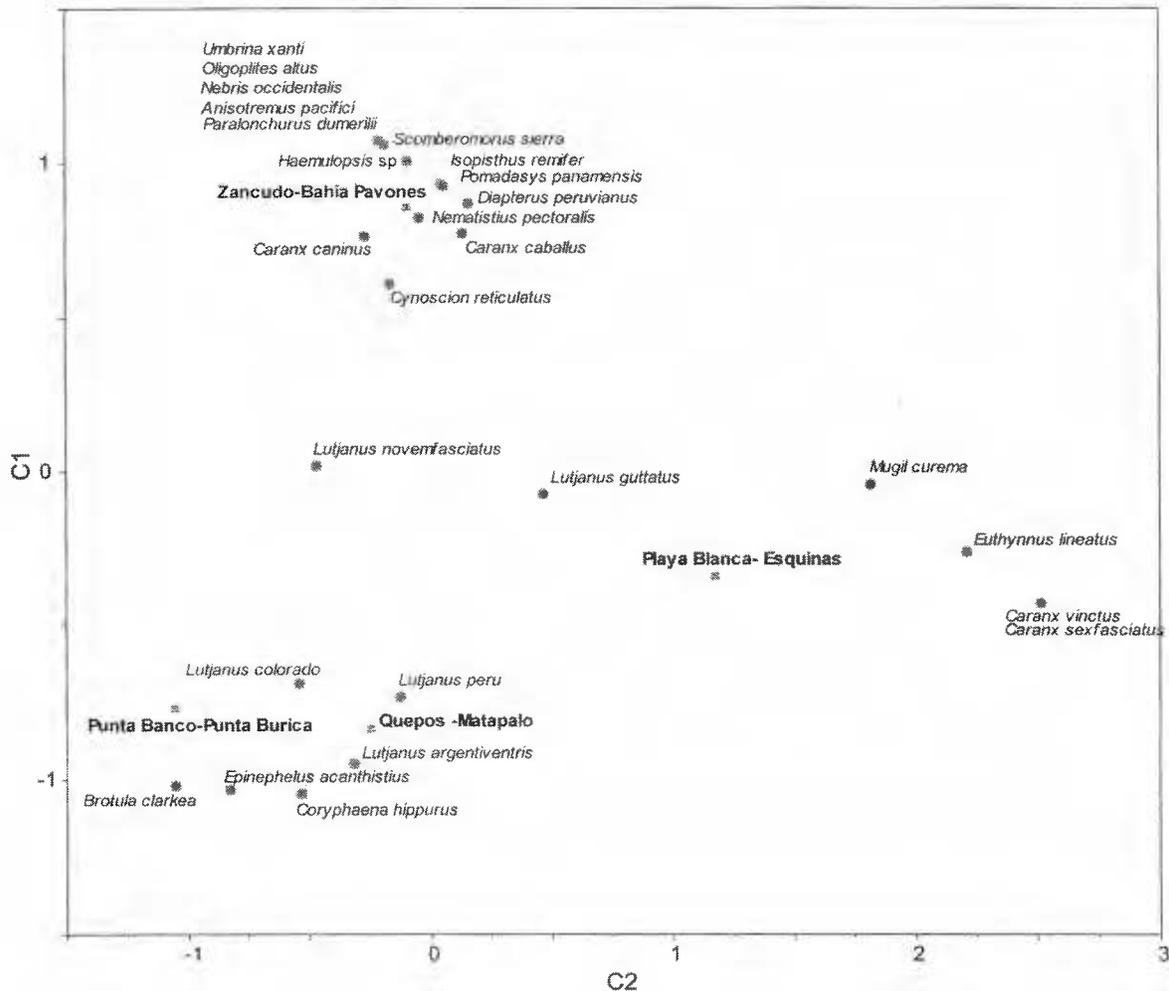


Figura 1.21. Análisis de Correspondencia entre las especies capturadas y las zonas de pesca dentro del Golfo Dulce y su área de influencia.

Variabilidad anual de las capturas por comunidad pesquera

En las capturas realizadas por la localidad de Zancudo se observó una alta riqueza de especies a lo largo del año de estudio (Figs. 1.22, 1.23, 1.24), con un máximo en el número de especies (41 spp) y abundancia durante julio (época lluviosa) y el mínimo (21 spp) en ambos parámetros en enero (época seca). En Pavones, se observa el principal pico de abundancia y de riqueza de especies (14) en

enero, y un pico secundario de abundancia en julio, pero con solo 3 especies. En Playa Blanca se observa, la mayor riqueza (28 spp) y abundancia se presentaron en Julio, aunque en enero también se obtuvo un valor semejante en el número de individuos capturados con la mitad de las especies. Por su parte, en Golfito la riqueza de especies a lo largo del año fue poco variable (5 a 12 especies) al igual que la abundancia, a excepción de enero, cuando hubo una baja importante en el número de individuos capturados. Sin embargo, estas tendencia en la riqueza de especies a través de los meses de muestreo no presenta diferencias significativas (ANDEVA: $F: 0,26$, $gl: 5$, $p > 0,05$). Mientras que si se determina que la riqueza de especies de Zancudo es distinta en relación a la riqueza las capturas realizadas por las otras comunidades (ANDEVA una vía; $F: 14.91$, $gl: 3$, $p < 0,05$, Cuadro 1,4).

En cuanto a la abundancia promedio observada en cada una de las comunidades se determina que sí existen diferencias significativas (ANDEVA: $F: 4,36$, $gl: 3$, $p < 0,05$), siendo que en Zancudo las capturas fueron más abundantes en comparación con Playa Blanca y Pavones, pero no con Golfito. No se observaron diferencias en relación a la abundancia según los meses de muestreo (ANDEVA: $F: 0,49$, $gl: 5$, $p > 0,05$).

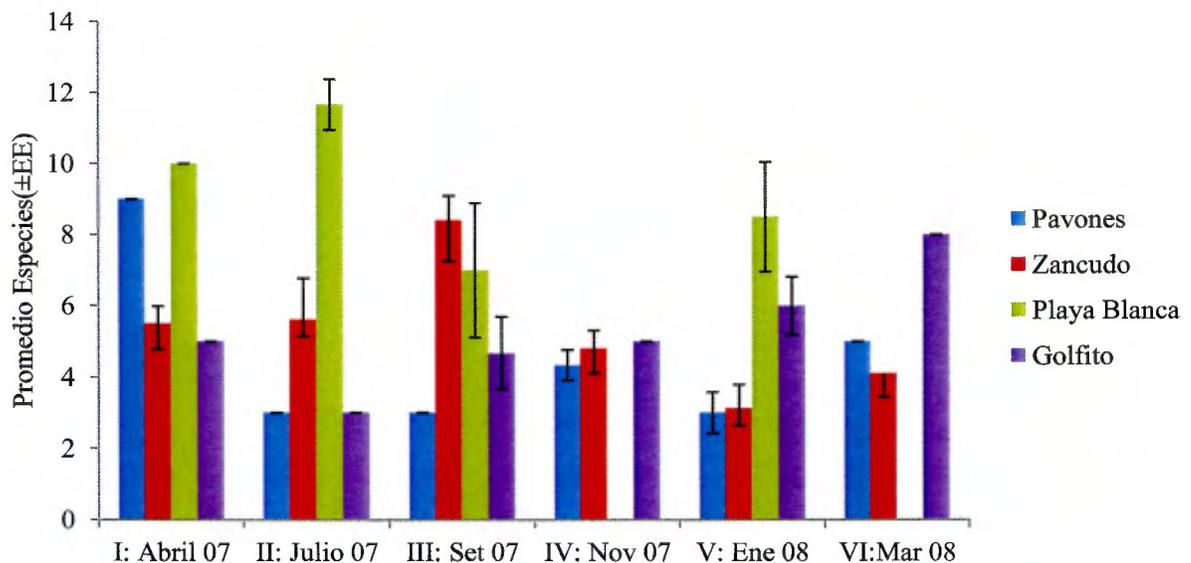


Figura 1.22 Riqueza de especies observada durante cada gira en cada comunidad (promedio número de especies observadas \pm Error Estándar)

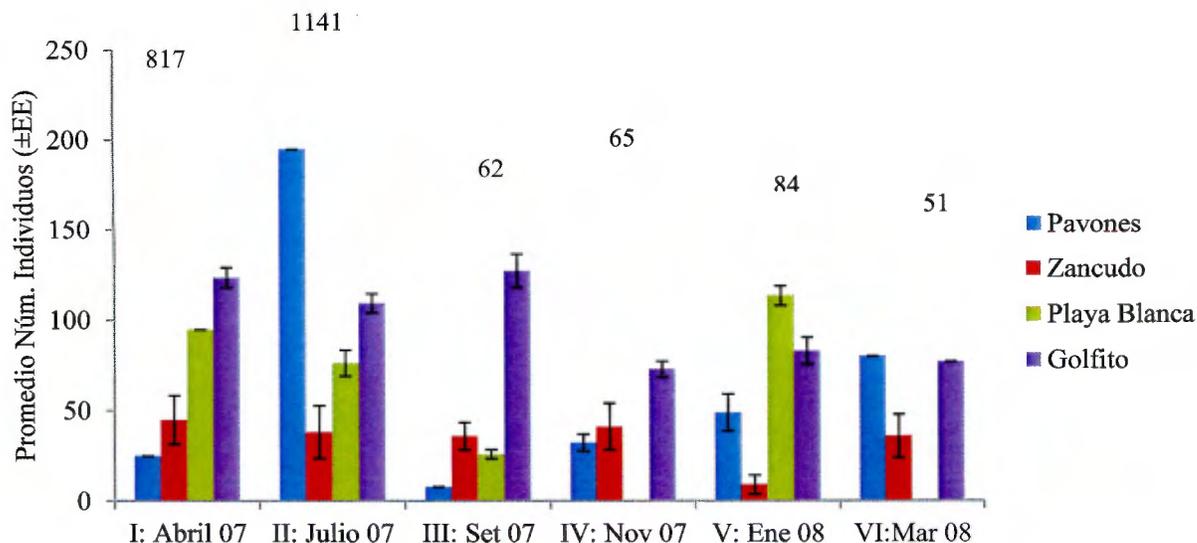


Figura 1.23. Abundancia observada durante cada gira por comunidad (promedio número de individuos observados \pm Error Estándar). Las cifras sobre las barras corresponden al número total de peces capturados

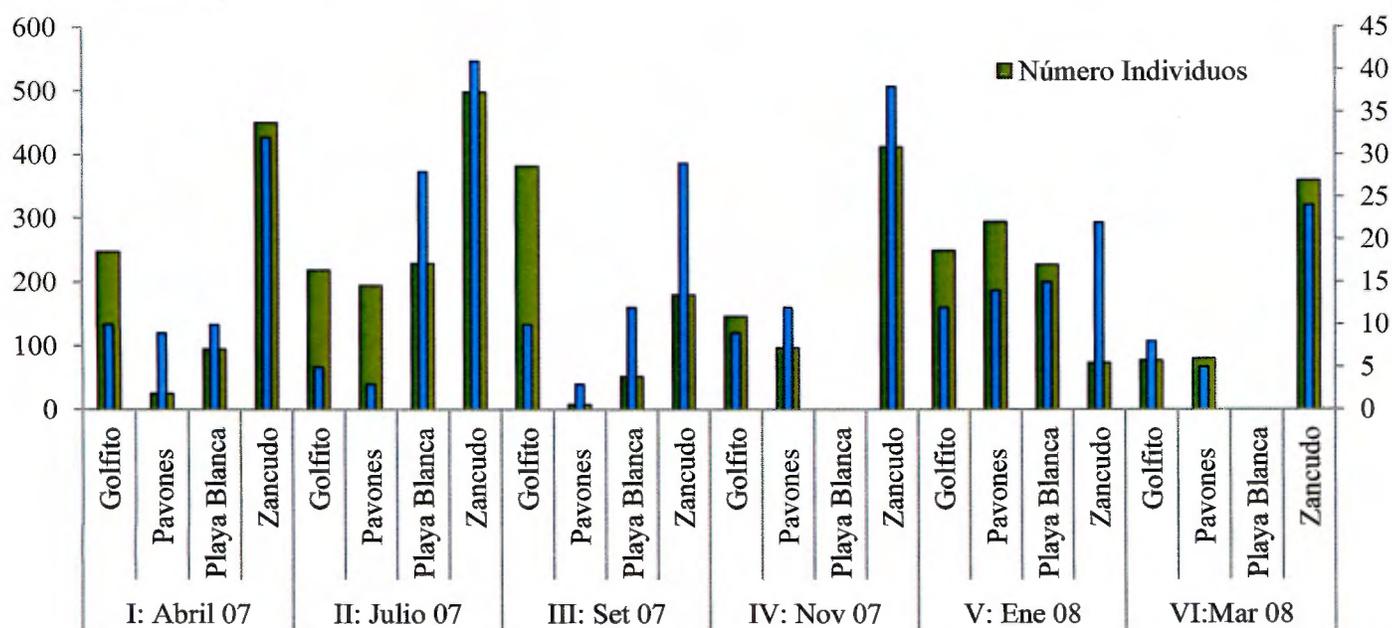


Figura 1.24. Abundancia absoluta y riqueza de especies por gira por comunidad.

Índices ecológicos

En el cuadro 1.3 se pueden observar los valores de los índices ecológicos estimados para cada una de las comunidades pesqueras estudiadas.

Cuadro 1.3. Índices ecológicos de las capturas realizadas por las cuatro comunidades pesqueras estudiadas, valores promedio de diversidad (índice de Shannon: **H**), equidad (índice de Simpson; **D**) y equidad (índice de equidad de Shannon: **E**)

Comunidad	Abundancia	S	H (DE)	D (DE)	E (DE)
Pavones	699	29	1,02 (0,78)	0,55 (0,34)	0,52 (0,37)
Zancudo	1972	82	2,20 (0,43)	0,32 (0,18)	0,64 (0,11)
Playa Blanca	603	45	1,18 (1,00)	0,20 (0,20)	0,43 (0,37)
Golfito	1320	29	1,01 (0,47)	0,53 (0,23)	0,54 (0,19)

Al comparar estos valores entre las localidades se observa que existen diferencias significativas entre los valores del índice de diversidad (H), (Cuadro 1.4), y se confirma que la comunidad de Zancudo es la comunidad que extrae mayor diversidad de especies en relación a las otras comunidades. Mientras que para Playa Blanca, Golfito y Pavones se presentaron índices de diversidad semejantes (Cuadro 1.4).

De igual forma, al analizar tanto la riqueza, como la diversidad y la equidad no se observan diferencias significativas entre los meses de muestreo. Asimismo al considerar la diversidad (H) en relación a la época lluviosa y la época seca (ANDEVA dos vías: F: 0,319, gl: 1, $p > 0,05$)

Cuadro 1.4. Resultados de ANDEVAS de una vía y comparación de pares (Tukey –Kramer HSD) de cada una de las localidades pesqueras y meses de muestreo según los índices ecológicos (NS: no significativa X: significativas: $p < 0,05$)

Comunidad				
	Pavones	Zancudo	Playa Blanca	Golfito
Riqueza de especies (S) por comunidad ANDEVA una vía: F=14,91 p=0,0001				
Pavones				
Zancudo	X			
Playa Blanca	NS	X		
Golfito	NS	X	NS	
Abundancia (N) por comunidad ANDEVA una vía: F=4,37 p=0,0161				
Pavones				
Zancudo	X			
Playa Blanca	NS	X		
Golfito	NS	NS	NS	
Diversidad(H) por comunidad ANDEVA una vía: F=3,84 p=0,0255				
Pavones				
Zancudo	X			
Playa Blanca	NS	X		
Golfito	NS	X	NS	
Equidad (E) por comunidad ANOVA una vía: F=0,53 p=0,6697				
Equidad (D) por comunidad ANOVA una vía: F=2,94 p=0,0583				
Meses de muestreo				
Riqueza (S)	F = 0,26	gl:5	P= 0,9285	
Abundancia (N)	F = 0,49	gl:5	P= 0,7773	
Diversidad (H)	F = 0,50	gl:5	P= 0,7766	
Equidad (E)	F = 0,67	gl:5	P= 0,6520	
Equidad (D)	F= 0,59	gl:5	P= 0,7021	

DISCUSIÓN

Comunidades pesqueras:

Golfo Dulce, en el Pacífico Sur del país, se considera un fiordo tropical, lo cual representa una peculiaridad extraordinaria. Comprende una cuenca anóxica profunda, rodeada de pendientes fuertes y una entrada somera que limita la circulación del agua; se ha descrito como un ecosistema de características oceánicas con aguas superficiales de poca productividad y un flujo de energía y biomasa en el grupo pelágico (Wolff et al 1996, Quesada-Alpizar 2001, Quesada- Alpizar et al 2006). Estas condiciones oceanográficas y batimétricas son factores determinantes en la composición de la biota acuática de este sistema, así como en su dinámica trófica y las relaciones ecológicas que la caracterizan.

A la vez, el acceso y uso a los recursos marinos (e.g., pesca artesanal, comercial y turística) de este Golfo y de sus áreas de influencia, es fundamental para la sobrevivencia de los pobladores de las comunidades costeras del área. La actividad pesquera de la zona sur, aunque registrada oficialmente únicamente en el puerto de Golfito, es vital para muchos de los principales poblados que rodean el Golfo Dulce (Sierra *et al* 2003).

Según el registro de INCOPECA, en el 2000, existían 696 licencias de pesca (incluyendo piangueros) registradas en el Área de Conservación de Osa (ACOSA) a pesar que solamente 512 personas se censaron como pescadores en el mismo año para esta área geográfica (INEC 2001). Adicionalmente, las oportunidades de desarrollar actividades económicas alternativas son limitadas, lo que hace que en la actualidad la cantidad real de personas dedicadas a la pesca temporal o continuamente varíe en el tiempo y según las necesidades. Por lo tanto, la totalidad de pescadores activos (incluyendo ilegales) se desconoce (Sierra *et al.* 2003). Más aún, si se considera que en poblados como Punta Banco, Río Claro de Pavones, Cocal Amarillo, Zancudo, Rincón de Osa, Puerto Escondido, La Palma y Puerto Jiménez (Fig. 1.1), la pesca es una fuente de trabajo primordial. Lo anterior se confirma con los resultados de este estudio que muestran datos de las comunidades de Pavones (Río Claro y Puerto Pílon), Zancudo y Playa Blanca, donde todos los pescadores con los que se trabajó, realizaban la actividad sin licencia y cuyos desembarques no quedan registrados como parte de la producción de pesca del área.

Como se evidenció en el análisis de estas tres comunidades, la actividad pesquera representa un

importante aporte a la economía local. Según este estudio, más de 60 familias dependen de los ingresos generados por los pescadores de pequeña escala (Pavones, Zancudo y Playa Blanca, cf. Cuadro 1.1), con ingresos que, si bien les permiten subsistir, les mantienen dentro de las escalas económicas bajas. Esta estimación sugiere que ha habido un aumento importante en las personas dedicadas a esta actividad en los últimos 22 años, pues Campos en 1989 solamente describe la existencia de pocas familias de pescadores para estas tres localidades. Lo anterior se confirma también, luego de la declaración del Golfo Dulce como Área Marina de Pesca Responsable (AMPR), con el otorgamiento de 108 licencias de pesca artesanal a los pobladores de estas y otras comunidades costeras de la zona (Zamora *com pers* 2011)

Este aparente desarrollo de la actividad pesquera puede deberse a la escasez de oportunidades en otras labores económicas, parcialmente debido al contexto histórico (e.g., la larga presencia y subsecuente salida de las compañías bananeras transnacionales, la Ston Forestal, los oreros, etc.) que ha ido dejando gran cantidad de personas sin trabajo en la región (Sierra *et al* 2003). Como ocurre alrededor del mundo, se observan características típicas que definen a la actividad realizada como pesca de pequeña escala y artesanal (Salas *et al.* 2007, FAO 2008). Entre ellas, resaltan el uso de embarcaciones pequeñas con equipo básico para movilizarse hacia sitios de pesca cercanos, las faenas con artes de pesca mixtas, las escasas capturas multiespecíficas en vez de dirigidas y selectivas, los altos porcentajes de fauna acompañante y generalmente, la ausencia de las condiciones mínimas para el manejo y la comercialización de los recursos extraídos.

En Pavones, el desarrollo de la pesca de artesanal, con cuerda y palangre fueron observadas también por Fargier y otros (2010), quien analizó durante un año la actividad pesquera de esta región del golfo (en Cocal Amarillo, Pilón y Río Claro). Si bien el trabajo de Fargier *et al.* (2010) y este estudio se realizaron en comunidades un poco distintas, ambos coinciden en que las principales artes para esta localidad del golfo son la cuerda y el palangre y un uso ocasional de varios tamaños de trasmallo (3, 3.5 y 4 a 7 pulgadas). También hay concordancia en el número de embarcaciones activas (14 y 12, respectivamente), la cantidad de familias dependientes de la pesca (30 y 25), los sitios de pesca (cf. Fig. 1.24). Asimismo, las características en el desarrollo de las faenas y la descripción de la mayoría de los sitios de pesca fueron similares en ambos estudios, lo que le demuestra que las condiciones entre 2007 y 2009 han variado muy poco.

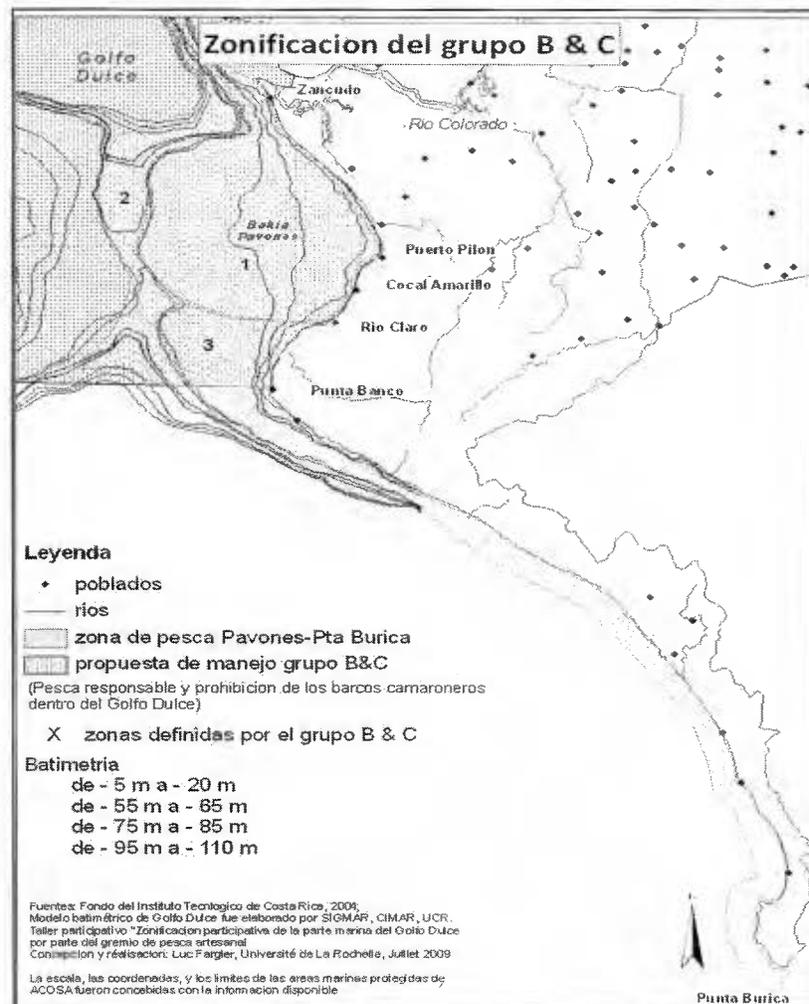


Figura 1.25. Definición participativa de las principales áreas de pesca para las comunidades aledañas a Bahía Pavones diseñada por pescadores de Pilon de Pavones y Zancudo. Tomado de Fargier *et al.* (2009)

Por otro lado, las observaciones sobre la dinámica de pesca en Zancudo (e.g., dos faenas diarias), el tipo de embarcaciones (pangas con motores fuera de borda pequeños) y las artes que utilizan (trasmallos y línea artesanal) coinciden con lo descrito por Poirout (2008) en su diagnóstico socioambiental de la zona costera de esta comunidad. Este tipo de análisis, único de su tipo en esta localidad, concluye que la pesca local se realiza en su mayoría desde hace menos de 10 años, con solamente dos pescadores dedicados por más de 20 años. Este hallazgo confirma que la actividad pesquera de Zancudo se ha desarrollado casi en su totalidad en la última década, varios años después

del estudio de Campos (1989). Además, reconoce que este auge en la pesca se debe principalmente a la necesidad de establecer un ingreso económico continuo para el sustento de las familias, y estos pescadores son habitantes recientes de la zona costera, que se trasladaron con el fin de mejorar el acceso a los recursos marinos (Poirout 2008). En cuanto a las áreas de pesca, se confirma que los sitios detallados en el presente análisis corresponden a las zonas descritas por los pescadores (e.g., 2 a 5 km de la línea de costa frente a Bahía Pavones hasta Punta Banco, incluyendo la desembocadura y el manglar del Coto Colorado) Asimismo, coincide con los sitios de pesca observados por Madrigal y otros (2009) en su análisis sobre la dinámica de pesca artesanal que se realiza en el Golfo Dulce (c.f. Anexo 1.4).

La actividad pesquera observada en Playa Blanca, aunque con mayor número de pobladores, se comporta de forma semejante a lo descrito por Lagunas en 2004 para Rincón de Osa y Puerto Escondido. En estas localidades, se concentran pequeños grupos de pescadores que practican la pesca regularmente a lo largo del mes, mientras que algunos optan por pescar como complemento a otras labores económicas. En contraste con lo identificado en Zancudo, la mayoría de los pescadores locales se dedican a la extracción pesquera desde hace 20 a 30 años. Al igual que se determinó en el presente trabajo, siempre han concentrado sus actividades a las aguas someras que rodean la costa interna del Golfo Dulce, entre el frente del Parque Nacional Piedras Blancas, la desembocadura de los ríos Esquinas y Rincón, y Playa Blanca (Lagunas 2004), lo que puede estar asociado a la presencia de ecosistemas como las zonas de manglar y de arrecifes rocosos y comunidades coralinas.

Por otro lado, en contraste con las características de las tres localidades descritas arriba, en Golfito se realiza una actividad pesquera de mediana escala (según la legislación nacional), si bien bajo los lineamientos internacionales (FAO 2008), se podría clasificar también como pesca de pequeña escala. En este puerto se concentra la mayor cantidad de personas dedicadas a la pesca y se estimó que entre 70 y 100 familias dependen de la actividad de estos pescadores. Los recibidores y centros de acopio existentes son para exportación y consumo local, y toda la infraestructura está desarrollada para la manipulación y empaque de los productos pesqueros. La importancia de este puerto se distingue desde el estudio de Campos (1989), en el que centra su análisis de las descargas del Golfo Dulce únicamente en esta comunidad, debido a la agregación de la población pesquera y la infraestructura desarrollada para la actividad.

Sin embargo, actualmente, se observa un cambio en la preferencia de las artes de pesca. Aunque no

hay cambios radicales en el tipo de aparejos, el chinchorro ha desaparecido y entre las que permanecen, la proporción de uso ha cambiado. En 1989, se listaron el trasmallo T3.5, ocasionalmente de T4.5, la cuerda, el chinchorro y el palangre como las artes utilizadas, pero las principales eran T3.5 y la cuerda (80% de descargas) (Campos 1989). En cambio, el presente estudio indica que las descargas se realizan principalmente con el T4.5 y el palangre, con la cuerda de mano como complemento.

En cuanto a los sitios de pesca, en las últimas dos décadas, la actividad de los pescadores de este puerto aparentemente se ha desplazado de la parte interna del Golfo Dulce (de Río Agujas a Río Tigre y de Bahía Pavones a Punta Banco), hacia el margen externo de la Península de Osa, en mar abierto frente a la costa y hasta la Isla del Caño y Quepos (Fig.1.5) Este desplazamiento probablemente responda a la baja productividad del golfo (Wolff *et al* 1996), pues los recursos pesqueros son limitados en cantidad y áreas de pesca y por ende, más vulnerables a los efectos de sobreexplotación, lo que a su vez puede conllevar una disminución en la disponibilidad del recurso. Sumado al aumento en la demanda de los recursos (actualmente hay tres empresas exportadoras en Golfito), esta situación ha hecho necesario buscar nuevos sitios de pesca que brindaran un mayor rendimiento.

En términos generales, los resultados sugieren que la actividad pesquera dentro del Golfo Dulce se ha intensificado en los últimos 20 años. Consecuentemente, en la actualidad, los recursos pesqueros son extraídos por un mayor número de pescadores, con más y mejores artes de pesca y embarcaciones, por lo que se puede decir que el esfuerzo de pesca de la región ha aumentado. El desplazamiento en los sitios de pesca va de la mano con la mejora de las embarcaciones y el equipo, pues esto les permite desplazarse a mayores distancias y realizar faenas más prolongadas, en combinación con la gradual pérdida de la capacidad del Golfo para satisfacer la demanda local de productos pesqueros. El número de desembarques observados por localidad también es un reflejo importante de la intensidad con la que se desarrolla actualmente la actividad pesquera de la región. Zancudo y Golfito son las comunidades que mayor esfuerzo realizan, la primera en la frecuencia de viajes por semana y la segunda en la duración de las faenas y tamaño y capacidad de las embarcaciones.

Cabe resaltar que el uso actual de las artes de pesca es típico de las pesquerías de zonas tropicales, donde se usan gran variedad de artes que permiten mejorar y diversificar las capturas, además de

optimizar los recursos disponibles (embarcación, motores, hielo) para realizar la pesca (Sparre *et al.* 1992, Salas 2007). Como bien es sabido, el uso predominante de un aparejo particular fomenta o limita la captura de determinadas familias, especies o tallas de los individuos (Sparre *et al.* 1989, McClanahan y Mangi 2004). Dicha selectividad hace que las capturas realizadas con cada arte en el presente estudio, varíen en cantidad y diversidad de especies y de individuos.

Análisis de capturas totales:

Comparando la diversidad de especies observada en el presente trabajo, con estudios anteriores, se observan diferencias importantes. Actualmente, se identificaron 117 especies en 35 familias mientras Campos (1989) lista 152 especies en 34 familias¹ y Bussing y López (1996) reportaron únicamente 75 especies de peces para el Golfo Dulce. Asimismo, de estas 117 especies, se registraron 10 familias y 37 especies que no fueron observadas por Campos (1989) (cf. Anexo 1.2), pero hay 7 familias y 67² especies de 1989 que no se capturaron en 2007-2008. Las familias con mayor riqueza son las mismas en ambos casos: Sciaenidae, Carangidae y Haemulidae, aunque en este estudio se observaron en diferente orden de importancia y con menor número de especies. La familia de las corvinas fue la más representada en número de especies capturadas (23 especies) en el presente análisis mientras que la de los jureles (30 spp) fue la más rica en especies los más importantes en el estudio de Campos (1989). Probablemente esto es por el gran valor comercial que representaban estas familias para los pescadores de la zona, al venderlos como primera o segunda clase. Las 117 especies encontradas representan un 77% del total de especies observadas en 1989, sin embargo, solo 79 de ellas se observaron en ambos estudios y las restantes 37 fueron registros pesqueros adicionales a la línea base dada por Campos (1989). La ocurrencia de nuevas especies y la ausencia de otras pueden deberse a varios factores: 1) uso de diferentes tipos de artes para realizar las capturas, es decir, el uso actual del trasmallo de diversos tamaños permite la obtención de especies que anteriormente por su talla no eran extraídas, o que no fueran seleccionadas por el tamaño y forma de los anzuelos en la cuerda de mano, mientras el chinchorro permitía la captura de especies de hábitos más someros. 2) los sitios de pesca que se utilizan ahora abarcan áreas tanto internas como externas

¹Se compara solamente con la riqueza obtenida por Campos en los muestreos de los recibidores, pues ese parámetro es comparable con el del presente estudio.

²Se escogieron 67 de las 72 especies listadas por Campos, ya que se determinó que cinco especies fueron mal clasificadas (se identificaron como el nombre de especies presentes en el mar Caribe y Océano Atlántico).

al Golfo Dulce, donde hay acceso a otros recursos como las especies pelágicas 3) de 1989 a la fecha, se ha restringido la actividad pesquera en las desembocaduras de los ríos y zonas rocosas aledañas, lo que disminuye la incidencia de especies asociadas a estos sistemas, 4) factores ambientales como cambios en la temperatura del mar, disponibilidad de alimento, cambios en la sedimentación, contaminación que pudieron haber generado la desaparición o el desplazamiento en la distribución de las especies.

La composición taxonómica muestra patrones interesantes. Los pargos es la familia de mayor presencia (53% de las capturas en número), lo que se explica por la pesca dirigida a estas especies, dado su mejor precio de mercado y preferencia por el consumidor. En segundo lugar figuraron los escómbridos, principalmente la macarela, pues por su buen sabor, disponibilidad y abundancia a lo largo de todo el año, es muy apetecida y vendida a buen precio. A nivel de especie, Campos (1989) y este estudio coincidieron en las mismas 5 especies principales³ en términos de abundancia numérica (pargo seda, pargo manchado, macarela, roncador y pargo blanco). Cabe resaltar que mientras en este estudio se registran 11 especies contribuyentes al 80% de las capturas (65% aportados por el pargo manchado, el seda y la macarela), en 1989 este porcentaje se repartía entre 43 especies (40% de las capturas por las mismas tres especies).

Se distinguen diferencias en la riqueza de especies y aporte de cada una de las especies observadas en las capturas en relación a 1989. Estas variaciones pueden deberse a la ya mencionada selectividad de las artes y los sitios de pesca o puede ser un indicio de que ha cambiado la disponibilidad del recurso. Es decir, las poblaciones capturadas podrían haber disminuido con el paso de estos 20 años. Lo anterior posiblemente debido al aumento en la actividad pesquera de la región por lo que las especies son más difíciles de encontrar, son de tamaños pequeños de poco valor comercial o los pescadores se han enfocado en buscar determinadas especies que les brinden mayor ingreso al comercializarlas (ya sea por abundantes o por calidad). En este sentido, se describe una tendencia al aumento de las capturas y exportación del *L. peru*, cuyo aporte se duplicó de 13.5% en 1989 a un 36.3% a 2009.

Según las artes de pesca, la baja selectividad caracteriza las capturas realizadas con el trasmallo. En este caso, el T3.5, capturó 83 de las 117 especies; evidencia que este aparejo solo discrimina por la

³Más detalle sobre estas especies en el Capítulo 2.

talla de los individuos, pues excluye a los más pequeños que salen por la luz de la malla y a los más grandes que no pueden ser retenidos en la red (Sparre *et al* 1992) y tiene un impacto potencialmente alto en las poblaciones extraídas (40% de captura total). La mayor selectividad de especies (49 spp) se dio en las capturas con la cuerda, posiblemente por el tamaño del anzuelo, el tipo de carnada utilizada y los sitios a los que los pescadores dirigen su esfuerzo. Es así como el impacto con esta arte se puede estar dirigiendo a la captura en las áreas donde se agregan cardúmenes mixtos de pargos y permita un mayor ingreso económico por faena dado su alto valor de comercialización. Este enfoque ocurre también en las capturas realizadas con T4.5. Sin embargo, dada la baja selectividad de los trasmallos, se considera que hay un alto número de especies que también son capturadas, pero que son descartadas o utilizadas para consumo por su bajo valor comercial, por lo que no se descargaron en los recipientes y no pudieron ser consideradas en el presente análisis.

El aporte por familias y especies al peso total extraído (4,00TM) en las capturas analizadas, es también un reflejo de la importancia que tiene la extracción de pargos, macarelas, cabrillas y jureles para la pesca artesanal de la zona. Con un 70% del peso repartido entre el pargo seda y la macarela, los resultados sugieren que estas dos especies sostienen la pesca local y que aunque todavía el volumen de las capturas es importante, deben establecerse medidas de manejo que permitan la sostenibilidad de las poblaciones y el abastecimiento de los pescadores. El aporte relativo al peso total de las capturas, fue mayor con el T4.5 que con la cuerda y con T3.5. Aunque se capturaron menos peces en T4.5 (21% y 48% menos que con cuerda y T3.5, respectivamente), la talla y peso de los peces seleccionados por este arte es mayor. Esto sugiere que la pesca con T4.5 es un poco más eficiente que las otras artes, pues favorece la captura de especímenes de una buena talla para la comercialización, en lugar de muchos individuos pequeños y menor valor. Debe acotarse que este aparejo solo es selectivo para tamaños y no para especies, por lo que debe considerarse este aspecto en las medidas de manejo de esta pesquería.

Análisis de capturas por comunidad pesquera:

La predominancia de la familia de los pargos en las capturas realizadas en Pavones, se debe probablemente a que los pescadores dirigen sus esfuerzos de pesca en este grupo de gran valor comercial ya sea pescando en sitios de agregación de estas especies o utilizando un arte que según su tamaño y carnada facilita su captura. A diferencia de lo observado por Fargier *et al.* (2009), el arte más utilizado en el presente estudio fue la cuerda, lo que explica la menor riqueza de especies

capturadas (29) en comparación con las que se pueden extraer sumando otras artes como trasmallo y línea de fondo (66 especies) y otros sitios de pesca (Fargier 2009).

Sin embargo, al comparar la riqueza de especies entre localidades, Zancudo captura casi tres veces más especies que las otras tres comunidades, posiblemente debido al mayor esfuerzo de pesca, al uso de distintas artes y al uso del manglar del Río Coto Colorado y Bahía Pavones como sitios de pesca. La importancia de estos sitios, especialmente el manglar, sobresale debido a que muchas de las corvinas, jureles y roncadoreos observados lo utilizan como áreas de reproducción, alimentación y refugio. Con este hábito, se han descrito al menos 68 especies en este manglar (Feutry *et al.* 2010), por lo que no es de extrañar que algunas de estas especies sean extraídas en las faenas observadas en el presente estudio. Campos (1989) también señala que en los bajos del Río Coto se presenta una producción mayor que en cualquier otra área interna del Golfo. La macarela, en particular, es una de las muchas especies que utilizan el sistema protegido del manglar para reproducirse, lo que explica su alto aporte en la pesquería de Zancudo, ya que los pescadores aprovechen la gran abundancia durante la “entrada” al manglar para capturarlas y mejorar sus ingresos económicos. Comportamiento de pesca observado también por Poirout (2008), donde destaca que la macarela representa los porcentajes más importantes en las capturas de esta comunidad. Asimismo, los pargos, roncadoreos y corvinas ya se describían como los grupos que aportaron la mayor abundancia desde la evaluación de Campos (1989) y dentro de las especies de interés por los pescadores de esta comunidad (Poirout 2008).

La riqueza estimada en Playa Blanca contabiliza 9 especies más que las identificadas por Lagunas (2004) en su análisis socio-ambiental de la pesca ribereña artesanal entre Rincón de Osa y Puerto Escondido -La Palma. En contraste, las 45 especies observadas representan solo un 41% de las especies registradas en la parte interna del Golfo dos décadas atrás (Campos 1989). Esta diferencia se debe posiblemente a que en el análisis de 1989, se realizaron las capturas con un arte de baja selectividad (trasmallo) y en sitios de mayor diversidad, como manglares y desembocaduras (Campos 1989), mientras que actualmente el arte de pesca principal es la cuerda. La predominancia de la familia Lutjanidae en las capturas ocurre desde 1989. Sin embargo, aunque *L. jordani*, *L. novemfasciatus* y *L. colorado* fueron los más abundantes en las capturas anteriormente, en este estudio su ocurrencia fue casi nula y las especies principales actualmente son *L. peru* y *L. guttatus*, lo que puede estar indicando que aquellas tres especies se han desplazado a otros sitios, se concentran

en áreas de pesca que ya no son utilizadas o se han mermado sus poblaciones al punto que no son capturadas fácilmente.

La actividad pesquera de Golfito sugiere que la pesca artesanal de mediana escala dirige sus esfuerzos a los recursos de mayor abundancia y de mayor valor comercial. Aunque la familia de los pargos sigue siendo la más importante, se observa un enfoque a la extracción del pargo seda. Esta situación se debe a que la carne de esta especie se considera de muy alta calidad, y el tamaño promedio de los individuos extraídos se considera ideal, pues cumplen con la medida idónea para la demanda internacional (tamaño de plato, $\leq 1.8\text{kg}$), por lo que es muy solicitado en las exportadoras de Golfito. En cambio, los otros pargos no se consideran de primera calidad, el cola amarilla es clase nacional (por su carne) y los pargos negro y colorado son demasiado grandes, así que también son recibidos como segunda clase a menor precio por kilo. Los pargos seda de más de 1.8kg se comercializan también con menor valor. Las otras especies encontradas (e.g., congrio, cabrillas, dorado) son ocasionales y se extraen con la cuerda o línea para complementar las capturas con el trasmallo. Sin embargo, son consideradas especies de exportación y se reciben a precio de primera calidad. En esta comunidad, es necesario complementar el presente análisis con los desembarques de los palangreros que sí dirigen su esfuerzo a la capturas de estas especies (congrío, dorado, cabrilla) y poder identificar el impacto de la actividad sobre estos recursos. En este sentido, Madrigal y otros (2009) presentan un análisis descriptivo inicial de dos faenas de barcos palangreros de Golfito.

Se determina que la riqueza de las capturas estimada por las cuatro comunidades podría aumentar levemente conforme se hubiera continuado con los muestreos del estudio. Esto evidencia que las especies capturadas representan un porcentaje importante de las que potencialmente se pueden extraer del Golfo Dulce y su área de influencia.

La relación entre las especies y las comunidades pesqueras refleja una asociación importante con las artes de pesca y los sitios de extracción. En Pavones y Golfito, dado el uso de la cuerda, la línea así como una preferencia por los sitios de pesca en la parte externa del Golfo Dulce (Zona 2 y 4), hace que las especies que se capturen en ambas comunidades sean semejantes. Caso contrario, en Zancudo se evidencia como hay una mayor diversidad en las capturas, y cómo, por el comportamiento de pesca, el uso del T3.5 y de sitios de pesca cercanos al manglar del Coto y la Bahía de Pavones (Zona 3) (cf. Figs. 1,2 y 1,4) principalmente se extrae la macarela, pargo blanco corvinas y jureles.

Variabilidad anual de las capturas por comunidad pesquera.

Conforme a los valores observados en la abundancia, riqueza y diversidad por comunidad pesquera, se confirma que el Golfo externo (Zona 3: Bahía Pavones: Zancudo a Punta Banco) y que la parte interna (Zona 2: Esquinas- Rincón) mantienen el orden de importancia evidenciado por Campos en 1989. Zancudo, sobresaliendo como la comunidad donde las capturas fueron más abundantes, con mayor número de especies y más diversas y que fueron realizadas únicamente en la zona de pesca 3.

Aunque por la disparidad de valores en el número de especies y abundancia a lo largo del año se esperaban diferencias significativas en el aporte de cada de las comunidades pesqueras a la diversidad total extraída en actividad pesquera del Golfo Dulce, se demostró que en términos de riqueza y número de individuos tanto en la época seca como en la lluviosa todas las comunidades se comportan de manera semejante. Esto se puede explicar posiblemente debido a que las condiciones oceanográficas y de productividad a lo largo del Golfo son semejantes (Wolff et al 1996) lo que estaría facilitando un sistema homogéneo para el desarrollo y supervivencia de las especies. También a nivel de ictioplacton, se ha demostrado que ictiofauna está distribuida uniformemente a través de la cuenca (Molina 1996) y que las zonas someras son las áreas donde se desarrolla principalmente la pesca dentro del Golfo (Campos 1989, Fargier 2009). Además, tanto en la parte interna (Rio Esquinas y Rincón) como en la parte externa (Rio Coto Colorado) del Golfo existen zonas que permiten la reproducción, refugio y desarrollo de gran parte de las especies observadas. Y en estas zonas, también se ha determinado anteriormente que la época del año no tiene influencia sobre la diversidad local observada (Feutry *et al.* 2010).

En síntesis, la actividad pesquera ha crecido de forma importante en los últimos 20 años, tanto en número de pescadores como en tecnificación. Actualmente, las cuatro comunidades estudiadas utilizan las zonas someras, bajos y manglares del Golfo y las aguas aledañas al fiordo. Según la dinámica pesquera observada, la pesca ejerce un impacto directo sobre una gran diversidad de especies. Sin embargo de estas, solo 11 aportan el 80% de las capturas, tanto en abundancia como en peso, en comparación con 1989, cuando 43 especies se distribuían este porcentaje de las capturas. Esta tendencia puede indicar que la pesquería ha buscado enfocarse en las especies que mayor ingreso les permite obtener, ya sea por abundancia (disponibilidad) o precio de mercado. Sin embargo, también evidencia que hay 106 especies (excluyendo las 11 que representan el 80% de las

capturas) que se están impactando con la actividad pesquera y que no están aportando tan significativamente a los beneficios directos de los pescadores. Por esta razón, es necesario identificar mecanismos eficientes para mejorar la selectividad de la actividad pesquera, con el fin de disminuir el impacto sobre recursos no deseados o de bajo valor.

En este sentido, de los taxones encontrados, al cabo de 20 años, los pargos y la macarela se mantienen dentro de las especies más importantes para la pesquería de la región. No obstante, su abundancia de estas especies en las capturas está disminuida considerablemente con respecto a 1989 (Ver Anexo 1.2). Las otras especies descritas por Campos (1989) como predominantes, como jureles, robalos, tiburones y corvinas, actualmente se capturan en abundancias bajas. En términos generales, estos grupos se clasifican como depredadores por sus características ecológicas, y son esenciales para regular las dinámicas del ecosistema. Sin embargo, son los más buscados por su tamaño y calidad alimenticia, por lo que han sido el gremio ecológico más afectado por el desarrollo de las pesquerías alrededor del mundo (Sibert *et al* 2006). Con base en estas observaciones, se puede indicar que la disminución en la abundancia de las principales especies, la desaparición de otras y la redirección de las capturas a otros grupos de menor tamaño y nivel en la cadena trófica (pero aun abundantes) son indicativos de que en el Golfo Dulce la actividad pesquera no se ha desarrollado adecuadamente hasta la fecha. La comunidad íctica al parecer está sufriendo un cambio en relación a 1989, por lo que el reconocimiento de este fenómeno de ir “pescando a través de la cadena trófica” (“*fishing down marine food webs*”, *sensu* Pauly *et al.* 1998) es vital para el establecimiento de medidas de manejo de las pesquerías del Golfo. Aunque inicialmente o por el momento el enfoque en otras especies esté dando beneficios, los recursos podrían disminuir gradual o drásticamente hasta colapsar.

En conclusión, la pesquería artesanal de pequeña y mediana escala del Golfo Dulce y su zona de influencia se ha desarrollado de forma importante, para beneficio de las comunidades costeras. Sin embargo, los datos biológicos descriptivos presentados en este análisis sugieren que se están explotando gran diversidad de recursos marinos a niveles que puede afectar la dinámica de las poblaciones y comunidades ecológicas a largo plazo. Medidas de manejo, como las que se están desarrollando actualmente en la zona, con la declaración del área marina de pesca responsable (AJDI 39-2010), deben basarse en el seguimiento y evaluación pesquera de los stocks de las principales especies, en la interacción de la gestión local de los recursos con los pescadores, con el fin de

mejorar y conciliar las mejores opciones para el beneficio social y la conservación y el uso responsable de los recursos marinos.

Capítulo 2: Características biométricas y ecológicas de las especies dominantes en las capturas del Golfo Dulce y su área de influencia.

Resumen

El conocimiento de las relaciones biométricas de las especies, los parámetros poblacionales y la interacción con el ecosistema son factores fundamentales para el manejo y gestión de las pesquerías. Este capítulo busca describir estas características para las cinco especies dominantes de la pesquería artesanal de Golfo Dulce y su área de influencia. Con base en las frecuencias de tallas y peso, se estimaron las relaciones entre las tallas y talla- peso, y se describen los patrones de abundancia temporales y espaciales de estas especies. Además, se estimó el nivel trófico promedio de las capturas con base en los datos teóricos de las diez especies más abundantes. De las 117 especies identificadas, el pargo seda (*Lutjanus peru*, 36.3%), la macarela (*Scomberomorus sierra*, 16.8%) y el pargo manchado (*Lutjanus guttatus*, 11.7%), el roncadador panameño (*Pomadasys panamensis*, 3.5%) y el pargo blanco (*Diapterus peruvianus*, 2.9%), representaron el 71% de abundancia de las capturas. El tamaño promedio de *L. peru* fue 899.14g. y 36.12cm de longitud de Horquilla (LH) [17, 93cm], y el 40% de los individuos se encuentran por debajo de la talla de primera madurez (L_m). Esta especie se captura principalmente con cuerda de mano y trasmallo 3 (T3), y 4.5 (T4.5) pulgadas; las dos primeras extraen, en promedio, especímenes por debajo de su L_m . El tamaño promedio de *S. sierra* fue de 41.89cm LH [29.6, 66cm] y 564.13g., la talla de los especímenes estudiados, extraídos principalmente con T3.5, superaron su L_m . El ámbito de tallas indica que ninguno de los individuos capturados se acercó a las longitudes máximas descritas para esta especie. .. Para *L. guttatus*, capturado principalmente con cuerda y T3.5, la talla promedio de 320g [60, 1900g] y 26.9cm LH [15, 52.2cm], y el 55% de los individuos extraídos está por debajo de su L_m . El roncadador, *P. panamensis*, presentó un tamaño promedio de 25.25cm LH [17.2, 26cm] y 228.6 g (100,590g), donde todos los individuos se encuentran o sobrepasan en intervalo de L_m estimado. Esta especie también es capturada principalmente con T3.5. En *D. peruvianus* se estimó una talla promedio de 17.83 cm LH (14,21cm) y 138.5g (10,230g) y aunque se captura con cuerda, trasmallo 3 y 3,5 pulgadas, no hubo diferencias en los tamaños seleccionados en cada una. Según las relaciones talla peso, el tipo de crecimiento de *L. peru* es alométrico positivo ($b = 3.46$, $p < 0.05$), mientras que el de la macarela, el pargo manchado y el roncadador panameño el crecimiento es alométrico negativo ($b < 3$). Para el pargo blanco no se pudo definir una relación significativa entre la talla y el peso. Los

patrones de abundancia temporal indican manchado tiene un pico de abundancia en julio y otro en enero mientras que el *L. peru* baja su abundancia en noviembre. La macarela se mantiene presente durante todo el año, con un incremento en marzo. La variación espacial de la abundancia, indica que el área entre playa Zancudo y Punta Banco concentra el mayor número de capturas. El nivel trófico promedio de las capturas es 3.82, lo que significa que se capturan tanto depredadores como consumidores intermedios y planctívoros. Se estima que las poblaciones tanto del pargo seda, el pago manchado y la macarela, se encuentran en un estado vulnerable ante la intensidad de la actividad pesquera. Dado su valor comercial, se considera necesario tomar medidas correctivas sobre las artes y su selectividad sobre estos recursos.

INTRODUCCIÓN

La consolidación de bases de datos sobre las especies y el análisis de parámetros poblacionales constituyen una base para la aplicación de modelos pesqueros que permitan evaluar y determinar los niveles de explotación sostenibles de los stocks (i.e. subconjunto de las poblaciones de las especies de importancia comercial) (Sparre y Venema 1997, Cadima 2003). Asimismo es necesario identificar y analizar las características del ecosistema, su dinámica y funcionamiento, causados por la actividad pesquera para integrarlos a las medidas de manejo que se diseñen para una pesquería (Jennings y Kaiser 1998, García *et al* 2003, Jennings 2005, Pauly y Palomares 2005).

En el caso de las pesquerías tropicales, la información esencial para este manejo integrado se basa en la obtención la estructura de edades de las poblaciones (Sparre y Venema 1997, Cadima 2003). Sin embargo, esta información es difícil y de alto costo de obtener. Por lo tanto, suele usarse un indicador de esta estructura, que se basa en asociar la talla del individuo con su edad (Sparre y Venema 1997, Moyle y Cech 2004). A diferencia de los mamíferos, los peces suelen tener un crecimiento indeterminado, es decir, continúan aumentando su longitud y peso a lo largo de toda su vida (Barnes y Hughes 1999, Moyle y Cech 2004).

Por esta razón se recolectan datos de las frecuencias de tallas y pesos de los individuos capturados ya sea en las faenas comerciales como en muestreos biológicos (Sparre y Venema 1997). Con base en estos datos se pueden establecer múltiples parámetros que permiten estimar el estado de las poblaciones tanto de las especies objetivo como de las especies asociadas (García *et al.* 2003).

Entre estos parámetros, se pueden establecer las relaciones biométricas básicas de una especie como ecuaciones de conversión entre tallas, el comportamiento del peso en función de la talla, estructura de tallas en el tiempo, el tipo de crecimiento, entre otros. El tipo de crecimiento se refiere a la forma en que los individuos se desarrollan, ya sea de manera proporcional (crecimiento isométrico), es decir que la forma del cuerpo no cambia conforme crece o presentar crecimiento alométrico, el cual indica que algunas partes del cuerpo tienen la distintas tasas de crecimiento que otras, o que la relación entre el peso y la talla no es proporcional (Anderson y Neumann 1996, Aguirre *et al.* 2008).

A su vez, a partir de estos datos se pueden estimar factores poblacionales como las tasas de crecimiento, la condición, la estructura de edades y la biomasa de pesca. (Anderson y Neumann 1996, Petrakis y Stergiou 1995, Stergiou y Moutopoulos 2001, Morato *et al* 2001, Aguirre *et al* 2008). Información que es vital para la adecuada evaluación de los recursos pesqueros.

Asimismo, para estimar el impacto de las pesquerías sobre el ecosistema se han definido varios factores clave, entre las cuales destaca por su importancia el **nivel trófico promedio** o índice trófico marino de las capturas (ITM). Este índice está definido por la relación que existe entre los organismos dentro de la cadena trófica según los organismos de los cuales se alimenta (Pauly y Watson 2005, Pauly y Palomares 2005). Por esta razón, el ITM se utiliza para demostrar los cambios en las interacciones entre entidades de un ecosistema. Por definición, los productores primarios son el parámetro básico con un nivel trófico de 1.0 y conforme se analiza el nivel de una especie se pondera el valor según lo que consume, de tal forma que se le asigna un valor entre 2.0 (consumidores primarios) y 5.0 (depredadores tope). Al analizar las variaciones de este índice en las capturas a través del tiempo se pueden identificar posibles tendencias del efecto de la pesca sobre la estructura del ecosistema (según los postulados de “Fishing down marine food webs”) (Pauly *et al* 1998a, Pauly *et al* 1998b, Myers y Worm 2003, Pauly y Palomares 2005)

Bajo este enfoque las relaciones biométricas de las especies, los parámetros poblacionales y las relaciones tróficas son datos básicos para realizar la gestión adecuada de los recursos pesqueros. Para Costa Rica, las pesquerías en general carecen de esta información, a excepción de datos para algunas especies de mayor interés en el golfo de Nicoya (Rojas 1997, Soto *et al* 2009). Para el Golfo Dulce, Campos (1989) realizó una primera estimación de estos datos para algunas especies, sin embargo, los cambios en las condiciones, el esfuerzo y las características de la actividad pesquera hacen que sea necesario re-evaluar el estado actual de las principales especies. El objetivo del

presente capítulo es presentar los datos básicos de las cinco especies más abundantes en las capturas de la pesca artesanal de pequeña y mediana escala del Golfo Dulce y su área de influencia con el fin de actualizar los conocimientos de estudios pesqueros previos y brindar una base técnica actualizada para la determinación de medidas adecuadas de manejo en la zona.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El presente estudio se realizó en cuatro comunidades pesqueras artesanales ubicadas en la costa interna del Golfo Dulce (cf. Fig. 1.1), que realizan sus faenas tanto dentro del golfo como en su área de influencia: Pavonea, Zancudo, Playa Blanca y Golfito. . Las que se visitaron en giras de campo bimensuales entre De abril 2007 a marzo 2008 En cada visita, se analizaron todas las descargas pesqueras realizadas en el sitio y de cada desembarque se obtuvieron los datos de biológicos (tallas y peso eviscerado) de los especímenes capturados y los datos de la faena de pesca (cf. sección de Materiales y Métodos de Capítulo 1).

Las tallas tomadas para cada espécimen fueron la longitud total (LT), de horquilla (LH) y estándar (LE)

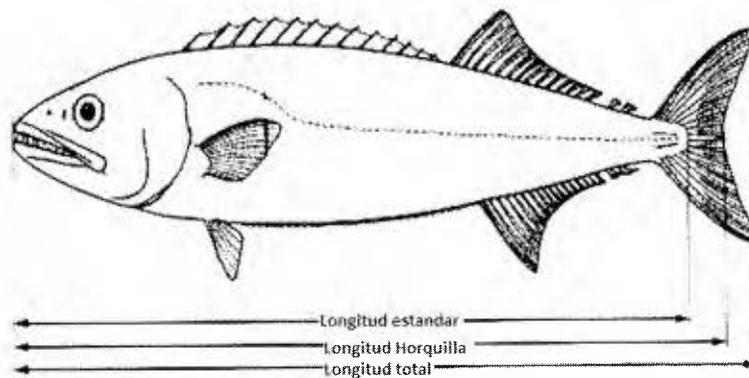


Figura 2.1 Diagrama de las longitudes medidas en cada uno de los individuos capturados. Adaptado de Sparre y Venema 1997.

Debido al método de muestreo (dependiente de la pesca, cf. Materiales y métodos Capítulo 1), el peso estimado para los especímenes analizados fue el peso sin vísceras. Esto debido a que los pescadores acostumbran, en su mayoría, remover los órganos internos y limpiar los peces conforme los van liberando del aparejo de pesca. En otras palabras, cuando realizan la descarga en la playa o

sitios de desembarque los peces están ya eviscerados.

Con estos datos, se analizaron las relaciones morfométricas de las principales especies capturadas. Se seleccionaron las 5 especies más abundantes (> 100 individuos identificados) en las capturas totales, con la finalidad de que los parámetros estimados se basaran en una muestra importante de individuos por especie.

Para cada una de estas especies se determinaron:

- (a) Las relaciones entre las distintas longitudes, mediante regresiones lineales, con la finalidad de establecer una ecuación que permita la conversión de cada una en las otras longitudes.
- (b) La comparación de las tallas promedio observadas con las tallas de primera madurez sexual teórica o estimada (L_m), a fin de determinar el impacto de la actividad pesquera en la estructura y capacidad de resiliencia de las poblaciones capturadas. (En caso de que la L_m fuera estimada en términos de una longitud distinta a LH, se procedió a transformar dicha longitud a LH utilizando la ecuación correspondiente entre tallas estimada en el punto a)
- (c) Una estimación de la composición de tallas de cada especie, según las artes de pesca (cuerda, línea, palangre, trasmallos 3.5 (T3.5), 4.5 (T4.5) etc. cf. Anexo 1.1) con las cuales fueron capturadas. Para ello, se elaboraron histogramas para identificar posibles patrones de captura. Para este análisis, se graficaron únicamente las tres artes principales con las que se capturó la especie en estudio.

Adicionalmente, se realizaron regresiones no lineales, para determinar las relaciones entre las diferentes tallas (LT, LH, LE) y el peso eviscerado (W) y el tipo de crecimiento que presentan las especies según esta relación, establecida por la ecuación (Sparre y Venema 1997):

$$W = a * L^b \quad \text{Ec. 2.1,}$$

donde a y b parámetros de regresión escalar y potencial, respectivamente.

b: coeficiente de crecimiento: indica tipo de crecimiento que presenta la especie.

L: LH (Para fines comparativos, se utilizaron los datos obtenidos de la longitud de horquilla de cada una de las especies para estimar la ecuación de relación talla – peso).

La hipótesis de isometría ($b=3$) (H_0) en el tipo de crecimiento de las especies se probó con una prueba T student ($P \geq 0.05$). Al utilizar el peso eviscerado, se está relacionando directamente la biomasa de crecimiento somático entre talla y peso, sin que influya el contenido estomacal o el estado gonadal en que se encuentren los individuos.

Para complementar el análisis general de la abundancia de las cinco especies, se realizó el análisis a lo largo del año y según zonas de pesca. Dichas zonas de pesca se definieron según la distribución de los sitios de pesca utilizados por los pescadores de las cuatro comunidades costeras estudiadas (cf. Fig. 1.2) con el fin unificarlos en para facilitar la comparación y el análisis de toda la región. De esta manera, se establecieron cuatro zonas (c.f. sección de Materiales y Métodos de Capítulo 1), 1) Playa Blanca al río Esquinas, 2): de Punta Banco a Punta Burica. 3): Zancudo a Punta Banco y 4) norte: Quepos a Matapalo y Sin embargo para el análisis de la abundancia no se incluyó la zona 2 ya que solamente se registraron siete individuos de dos de las principales especies.

Finalmente, se compararon los niveles y categorías tróficas teóricos de las 10 especies más abundantes con el fin de identificar el impacto que está teniendo la actividad pesquera sobre la cadena trófica en esta región. El nivel trófico de cada especie se extrajo de base de datos ictiológica FISHBASE⁴ y la categoría (grupos generales según el tipo de alimentación: planctívoros, herbívoros, depredadores, entre otros) se estimó a partir de la adaptación de Feutry y otros (2010) a las categorías de Rönnbäck *et al.* (1999) que han sido establecidas a partir de las dietas descritas por la guía de identificación de especies para los fines de la pesca de la FAO (Fisher *et al.* 1995). Con el fin de identificar posibles diferencias en el nivel trófico promedio de la pesquería en Golfo Dulce, se estimó también el nivel promedio y categoría para las diez especies más abundantes en la caracterización realizada por Campos en 1989.

⁴Froese y Pauly 2011, www.fishbase.org

RESULTADOS:

De 117 especies identificadas en las capturas del Golfo Dulce y su área de influencia, cinco especies representaron el 71.0% en términos de abundancia: dos lutjánidos *Lutjanus peru* (pargo seda) y *L.guttatus* (pargo manchado) casi la mitad de los individuos capturados (36.3% y 11.7%, respectivamente). El escómbrido *Scomberomorus sierra* (macarela) fue la segunda especie con 16.8%, mientras el haemúlido *Pomadasys panamensis* (roncador panameño) y el gérrido pargo blanco (*Diapterus peruvianus*) a portaron menos del 4% cada uno. El restante 29.0% se distribuyó entre las restantes 112 especies (Fig. 2.2).

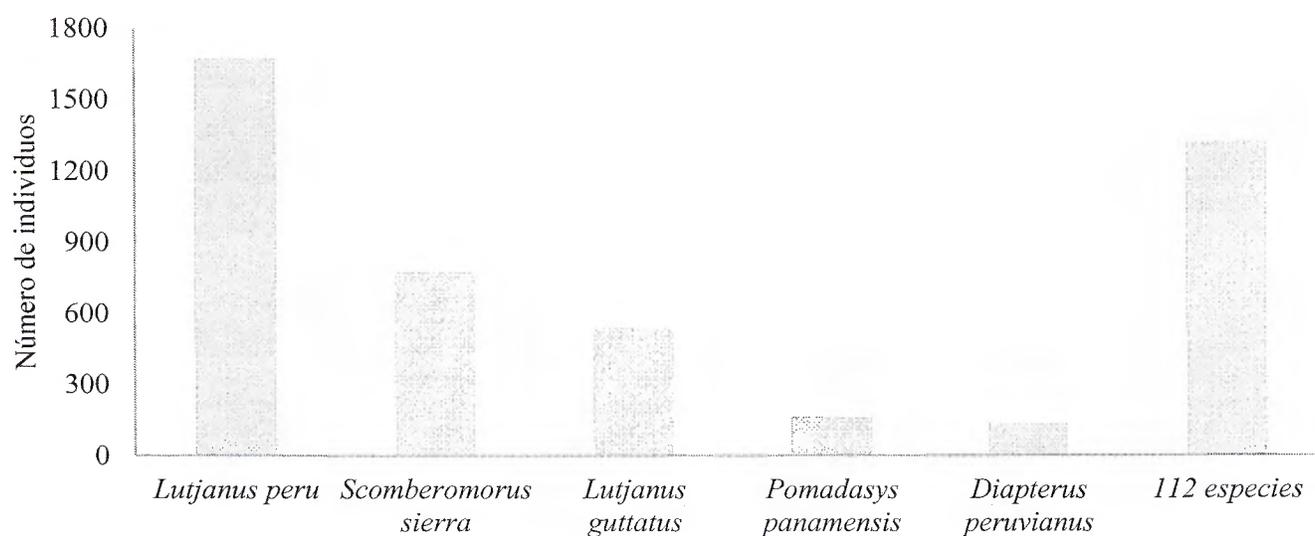


Figura 2.2 Abundancia relativa de las principales especies de peces capturadas en Golfo Dulce, en términos del número de individuos por especie, con respecto al número total. N = 4592.

Relaciones talla – talla y composición de tallas.

Los principales valores analizados para las cinco especies se resumen en el Cuadro 2.1, donde se incluye la ecuación que define la relación encontrada entre las tallas.

Cuadro 2.1. Valores promedio (prom), desviación estándar (DE) y límites mínimos y máximos de las tallas y relaciones talla-talla de las cinco principales especies de la pesca artesanal de Golfo Dulce, abril 2007 a marzo 2008

Especie		<i>Lutjanus peru</i>	<i>Scomberomorus sierra</i>	<i>Lutjanus guttatus</i>	<i>Pomadasys panamensis</i>	<i>Diapterus peruvianus</i>
N		1670	772	537	162	132
Longitud Total (LT) cm	Prom	39.15	48.94	28.95	25.25	22.00
	DE	12.86	6.26	6.92	3.67	1.37
	Mínimo	18.00	33.00	16.00	19.00	17.20
	Máximo	97.50	76.00	56.00	38.50	26.00
	LT máx. reportada	95.00 ^a	112.00 ^b	80.00 ^a	39.00 ^b	38.00 ^c
Longitud de Horquilla (LH) cm	Prom	36.12	41.89	26.95	24.01	17.83
	DE	11.76	5.70	6.44	3.38	1.16
	Mínimo	17.00	29.60	15.00	18.00	14.00
	Máximo	93.00	66.00	52.20	34.00	21.00
Relación LT-LH [§]		LH =	LH =	LH =	LH =	LH =
		0.9153*LT + 0.2755	0,8881*LT - 1,5867	0,9289*LT + 0,0719	0,8929*LT + 1,4405	0.8059*LT + 0.0966
	R ²	0.996	0,985	0,995	0,96	0.905

[§] Gráficos de relaciones talla –talla en Anexo 1. a: Fischer *et al* 1995, b: Robertson y Allen 2008, c; Fishbase 2011

El pargo seda, *Lutjanus peru*, presenta un amplio intervalo en su longitud y peso, pero con una fuerte tendencia bimodal según su captura con cuerda y trasmallo 4.5 (T4.5). Un 40% del total de individuos se encuentra por debajo de la talla de primera madurez que ha sido descrita para esta especie (Lm: 29.5cm LH) mientras que solo 13 individuos (0.77%) superaron los 80cm LH.

De acuerdo con la composición de tallas capturadas por artes de pesca, se puede observar, los pargos seda capturados con la cuerda y el trasmallo 3 pulgadas fueron predominantemente pequeños., 25.8cm y 24.36cm LH promedio respectivamente [18-36cm LH-] (Fig. 2.3). También se extrajeron ocasionalmente individuos grandes (hasta 70cm LH). Mientras que el T4.5 atrapó principalmente individuos de 29 a 56cm (45.5cm LH promedio),

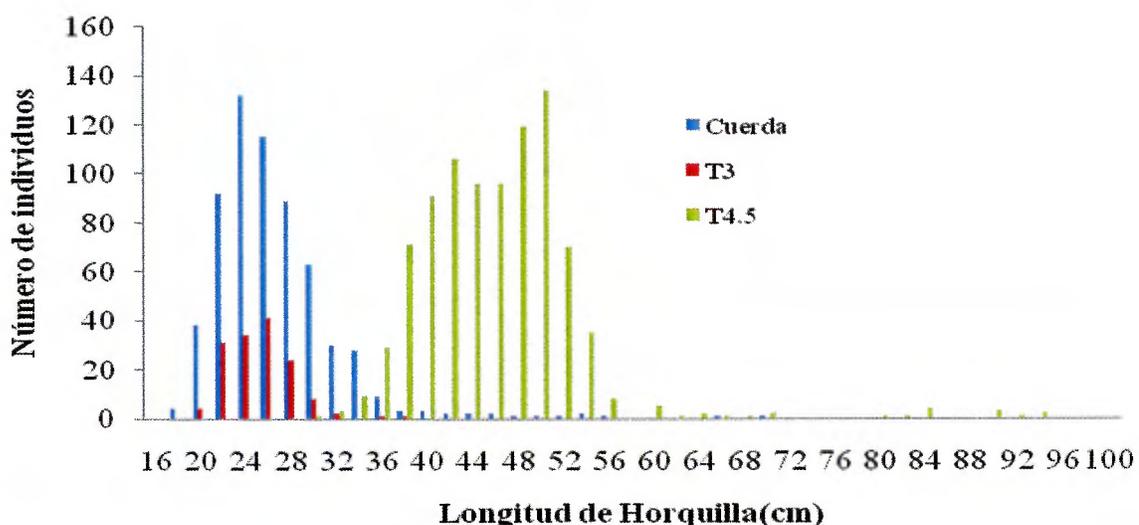


Figura 2.3. Composición de tallas de *Lutjanus. peru* por arte de pesca (N cuerda: 986, N T3: 146, N T4.5: 888).

Para la macarela, la talla promedio superó su intervalo de longitud de primera madurez (Lm: 26-32cm LH). La mayoría de los especímenes fueron extraídos con el T3.5 pulgadas y el ámbito de tallas analizado representa longitudes típicamente capturadas con esta en el que predomina el intervalo de 39- 49cm LH (Fig. 2.4). Las capturas con esta arte se traslapan con las tallas extraídas con los otros aparejos de pesca.

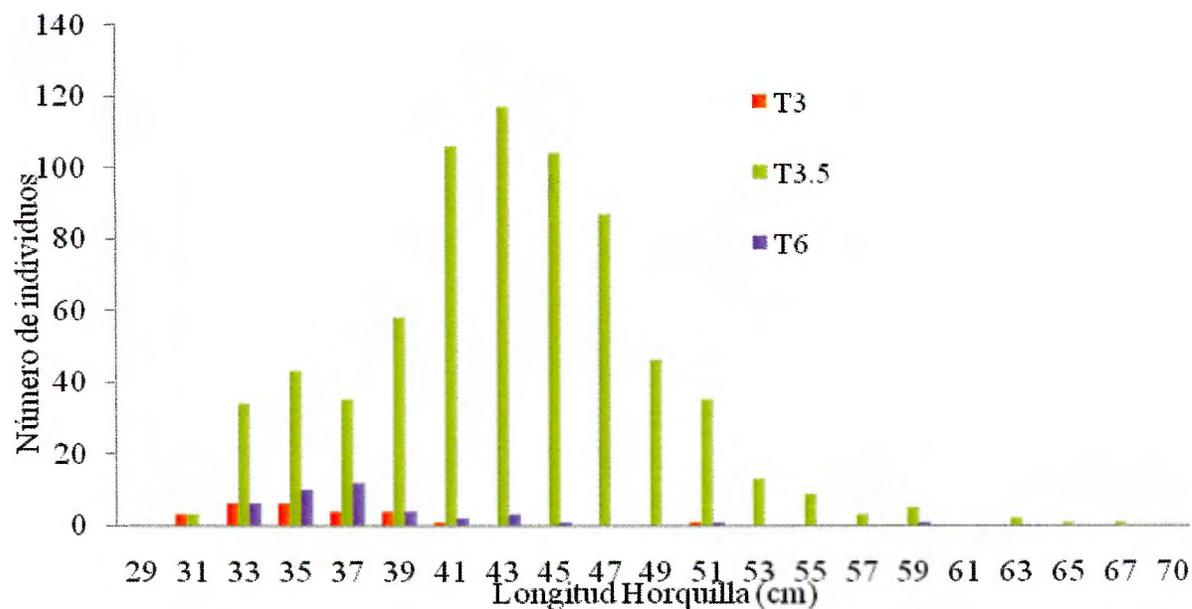


Figura 2.4 Composición de tallas de la macarela, *Scomberomorus sierra*, por arte de pesca (N T3: 25, N T3.5: 702, N T6:40)

El pargo manchado, *L. guttatus*, presenta un alto porcentaje de tallas pequeñas. La composición de tallas según el arte de pesca destaca una captura con mayor ámbito de tallas (16- 56cm LH) con la cuerda y un promedio de 33.23cm LH. Por otro lado, ambos trasmallos extraen tallas semejantes y no se observaron diferencias significativas entre las LH promedio. Mientras que con ambos trasmallos se extraen ámbitos de tallas semejantes, no habiendo diferencias entre las LH promedio (t: 1.99, gl: 69. p <0.05).

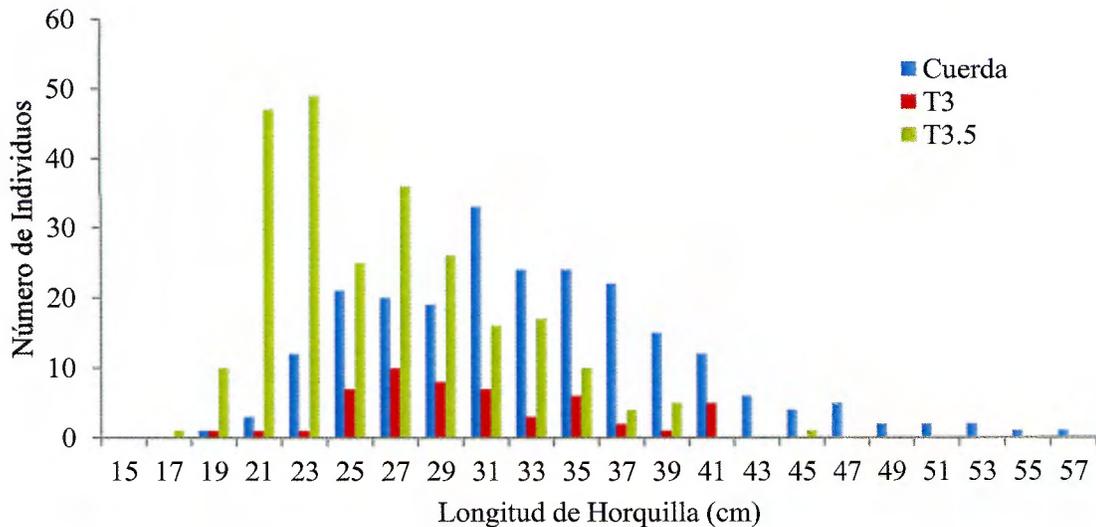


Figura 2.5. Composición de tallas del *Lutjanus guttatus* por arte de pesca (N cuerda: 229, N T3:52, N T3.5: 247)

La distribución de tamaños de *P. panamensis*, varía entre los 18 y 34cm LH. La composición por arte de pesca, refleja que el ámbito de tallas observado es la estructura de tamaños que suelen capturarse con T3.5 pulgadas (Fig. 2.6),

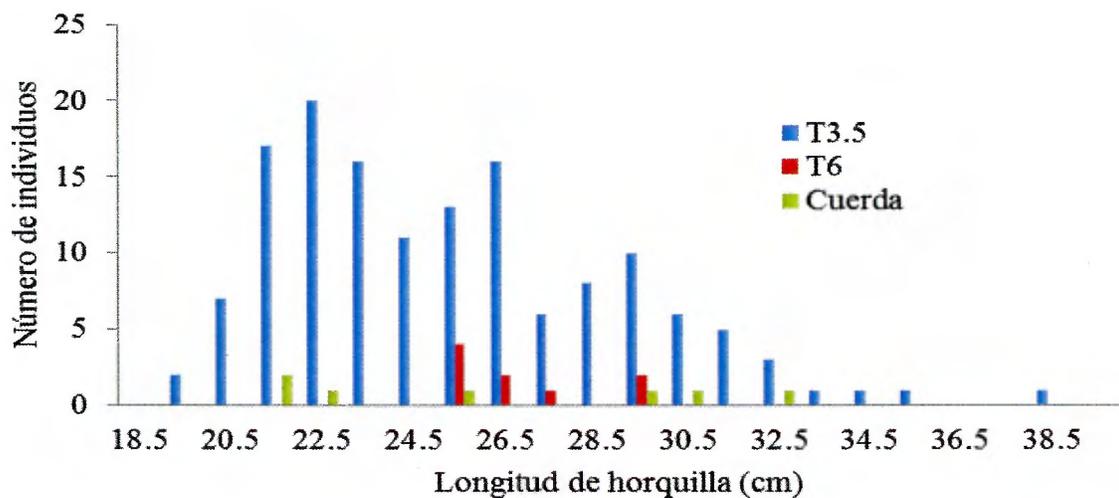


Figura 2.6 Composición de tallas de *Pomadasys panamensis* por arte de pesca (N 144),

Para *Diapterus peruvianus*, el análisis de la composición de tallas evidenció que se captura un mayor número de individuos con el trasmallo 3.5 pulgadas. Sin embargo, las tallas promedio obtenidas con las tres artes no fueron significativamente distintas ($F: 3.06, gl; 2, p>0.05$) a pesar de que si hubo diferencias en el número de individuos por arte. Las tallas más comunes fueron entre los 22- 23 cm LH.

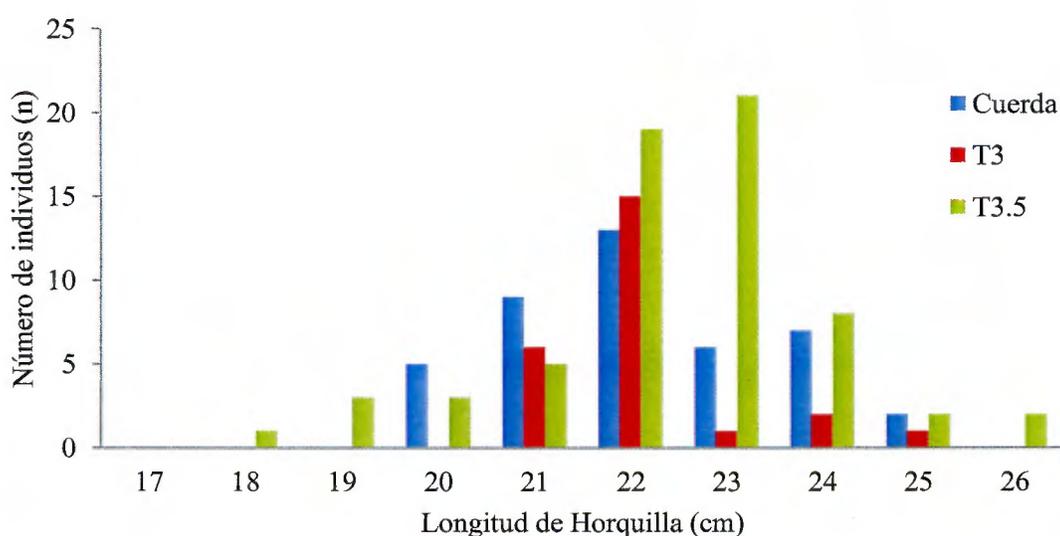


Figura 2.7. Composición de tallas de *Diapterus peruvianus* según el arte de pesca (N cuerda: 42, N T3: 25, N T3.5: 64).

La figura 2.8 sintetiza los descriptores de LH observados en comparación con los valores teóricos de L_m para las cinco especies más abundantes. El ámbito de tallas del pargo seda es más amplio, mientras que el géreido tiene la menor variabilidad de tamaño en las capturas.

Las tallas mínimas capturadas (L_c) de *L. peru*, fueron menores que la talla de primera madurez (L_m). Para, *L. guttatus* la situación es aún más delicada, pues tanto la L_c y su talla promedio son inferiores a su L_m . En la macarela, su L_c se ubicó dentro del ámbito estimado de L_m . Asimismo, para *P. panamensis*, cuyas tallas mínimas estuvieron dentro del intervalo de L_m determinado para la especie. La L_m de *D peruvianus* es un estimado de la talla determinada para una especie del mismo género.

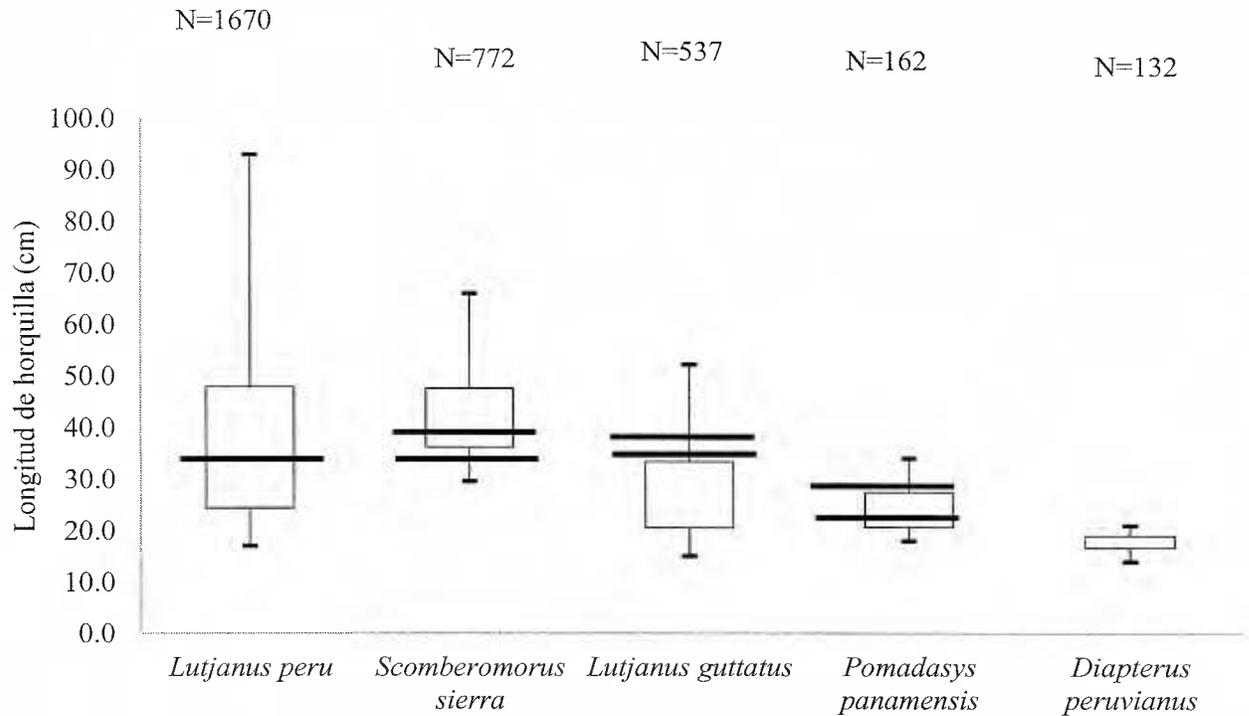


Figura 2.8. Promedio de tallas (LH) de las principales especies capturadas. Simbología: Límites superior e inferior de la caja: Promedio \pm DE. Rayas cortas en los extremos: Máximos y Mínimos registrados. Líneas gruesas: talla o intervalo (para *S. sierra*, *L. guttatus* y *P. panamensis*) de talla de primera madurez sexual (L_m), según Rojas (2001), Collette *et al* (1983), Rojas (1997) y Froese y Pauly (2011) N: número de individuos capturados.

Relaciones biométricas

Los valores promedio para determinar la relación biométrica entre la longitud de horquilla y el peso, y las ecuaciones que las definen se resumen en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Valores promedio y relación talla- peso de las cinco especies principales de la pesca artesanal en Golfo Dulce. $p < 0.05$: $b \neq 3$, $p > 0.05$: $b = 3$

Especie	<i>Lutjanus peru</i>	<i>Scomberomorus sierra</i>	<i>Lutjanus guttatus</i>	<i>Pomadasys panamensis</i>	<i>Diapterus peruvianus</i>	
N	1670	772	537	162	132	
Longitud Horquilla (cm)	Promedio	36.12	41.89	26.95	24.01	17.83
	DE	11.76	5.70	6.44	3.38	1.16
Peso (g)	Promedio	899.14	564.13	319.88	228.63	138.45
	DE	1030.22	239.46	241.45	88.93	37.86
	Mínimo	10.00	120.00	60.00	100.00	10.00
	Máximo	11500.00	1800.00	1900.00	590.00	230.00
W:a*LH ^b	$y = 0.0025x^{3.4643}$	$y = 0.0154x^{2.8002}$	$y = 0.042x^{2.6696}$	$y = 0.1044x^{2.4046}$	$y = 0.0031x^{1.6988}$	
R ²	0.958	0.835	0.929	0.729	0.342	
p	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	

El pargo seda presenta un crecimiento tipo alométrico positivo ($b > 3$) ($t: 4.3$, $gl: 2$, $p < 0.05$) (Fig. 2.9). Dado que para esta especie se encontraron pocos individuos grandes, se realizó el análisis también utilizando solamente el intervalo de tallas entre los 17 y 61 cm LH para ver si la alometría se presentaba sólo en los individuos inmaduros sin embargo estas no hubo diferencias significativas entre las fases jóvenes y las adultas ($y = 0.002x^{3.4513}$, $R^2 = 0.955$).

En contraposición, en la macarela (Fig. 2.10), el pargo manchado (Fig. 2.11) y el roncador panameño (Fig. 2.12) las relaciones talla-peso evidencian un crecimiento de tipo alométrico negativo ($b < 3$). En el caso de *D peruvianus* no se observó una relación definida entre las tallas y el peso, por lo que no se pudo determinar el tipo de crecimiento.

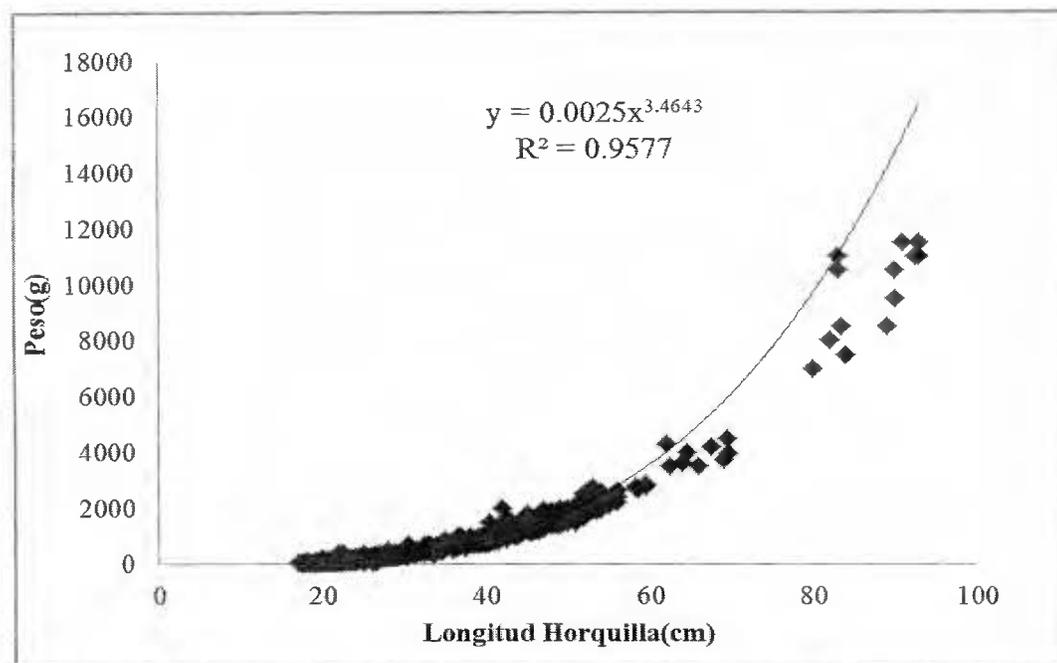


Figura 2.9. Relación entre la longitud horquilla y el peso del pargo seda *Lutjanus peru*. N 1670.

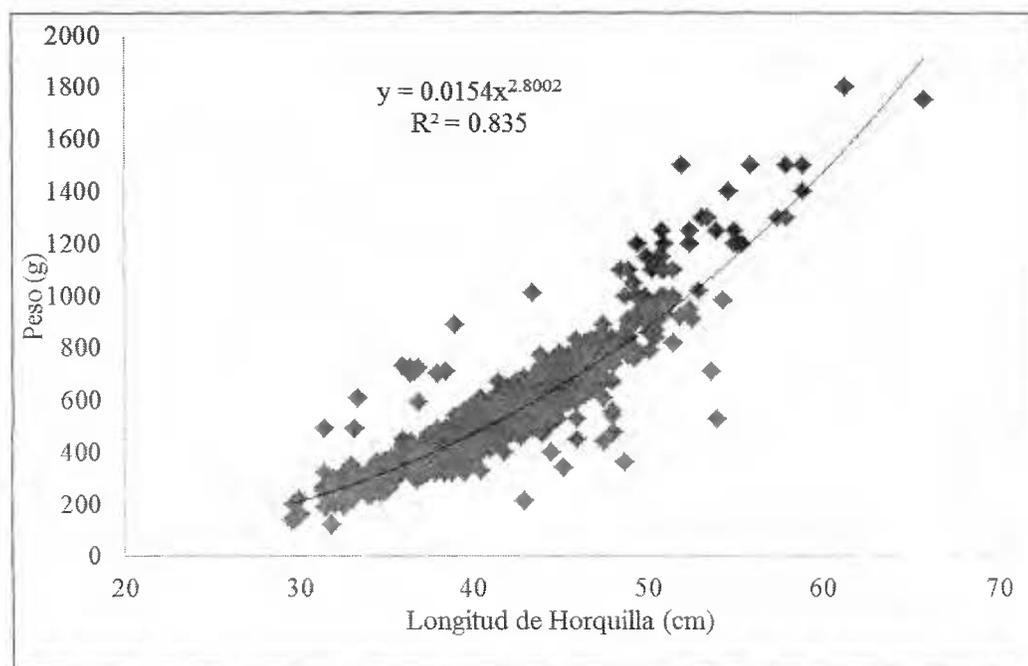


Figura 2.10. Relación entre la longitud de horquilla y el peso de la macarela *Scomberomorus sierra*.

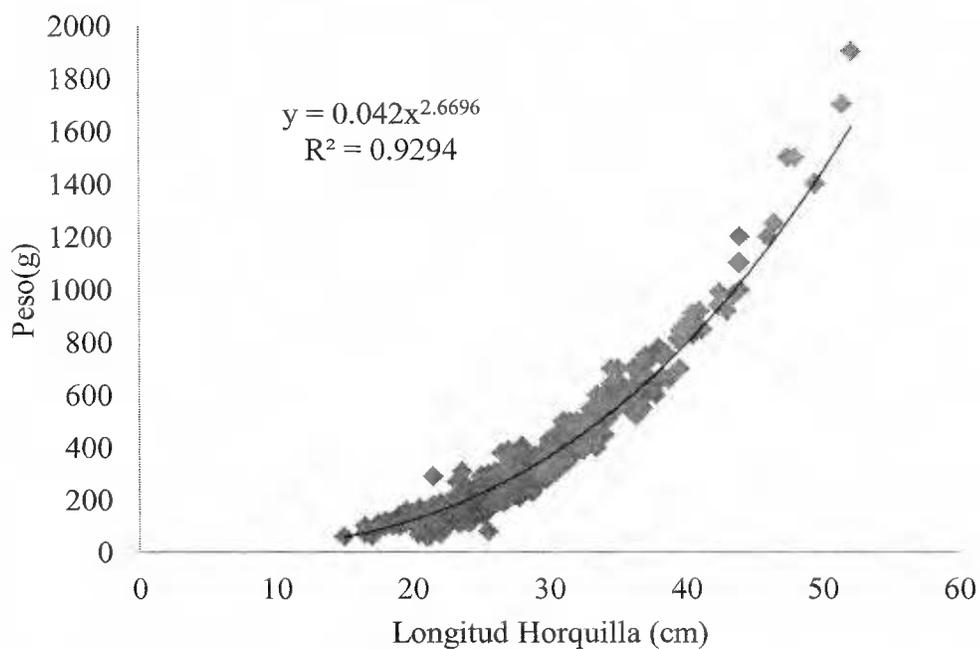


Figura 2.11. Relación entre la longitud de horquilla y el peso del pargo manchado *Lutjanus guttatus*

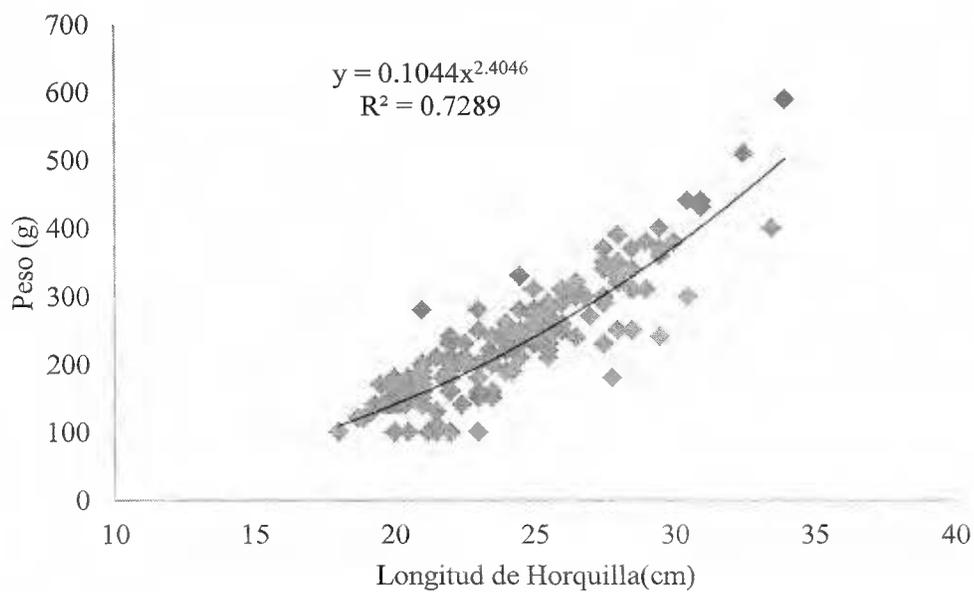


Figura 2.12. Relación longitud de horquilla y el peso de roncadador *Pomadasys panamensis*

Variaciones temporales y espaciales:

El análisis comparativo de la variabilidad estacional (Fig. 2.13), indica que el pargo seda presenta una disminución en la abundancia en las capturas durante en noviembre 2007. Mientras que el pargo machado, presentó un pico de abundancia en julio 2007 y otro de mayor intensidad en enero 2008. Por su parte la macarela fue relativamente constante en su abundancia en las capturas a lo largo del año, solamente bajó en enero 2008. *P panamensis*, presenta un mayor número de individuos en las capturas en abril y noviembre. Sin embargo, para esta especie y para *D peruvianus* no se observa algún patrón definido de variabilidad estacional. Es importante señalar también, que aunque levemente, los picos de mayor abundancia de *L peru* y *L guttatus* coincidieron con la disminución de *S. sierra* y de manera inversa si la macarela es la más abundante.

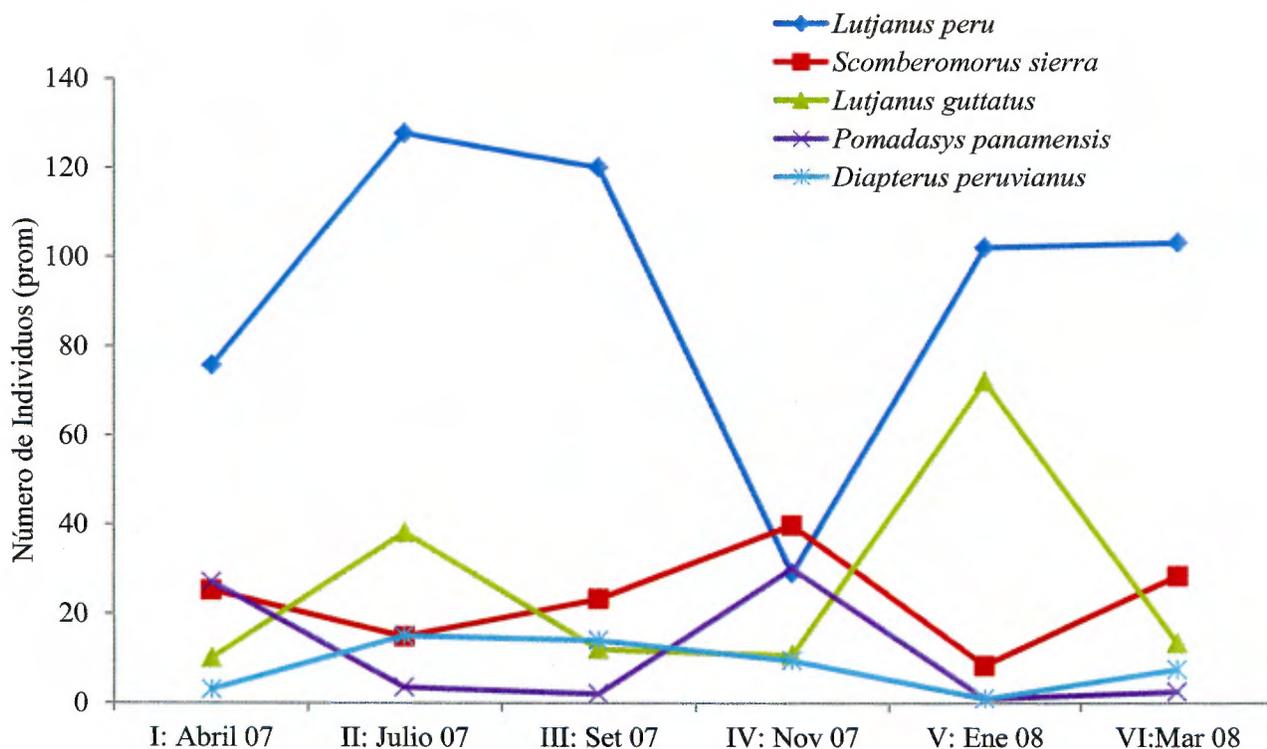


Figura 2.13. Abundancia (promedio número de individuos) en las capturas de las principales especies según los meses de muestreo.

En cuanto a los sitios de pesca (Fig. 2.14), la zona entre Zancudo y Bahía Pavones es el área de mayor importancia para la captura de la macarela, el roncador y el pargo blanco. Mientras que para *Lutjanus peru*, la zona entre Quepos y punta Matapalo es el principal área de extracción. Para el pargo manchado se observaron valores similares en las tres zonas.

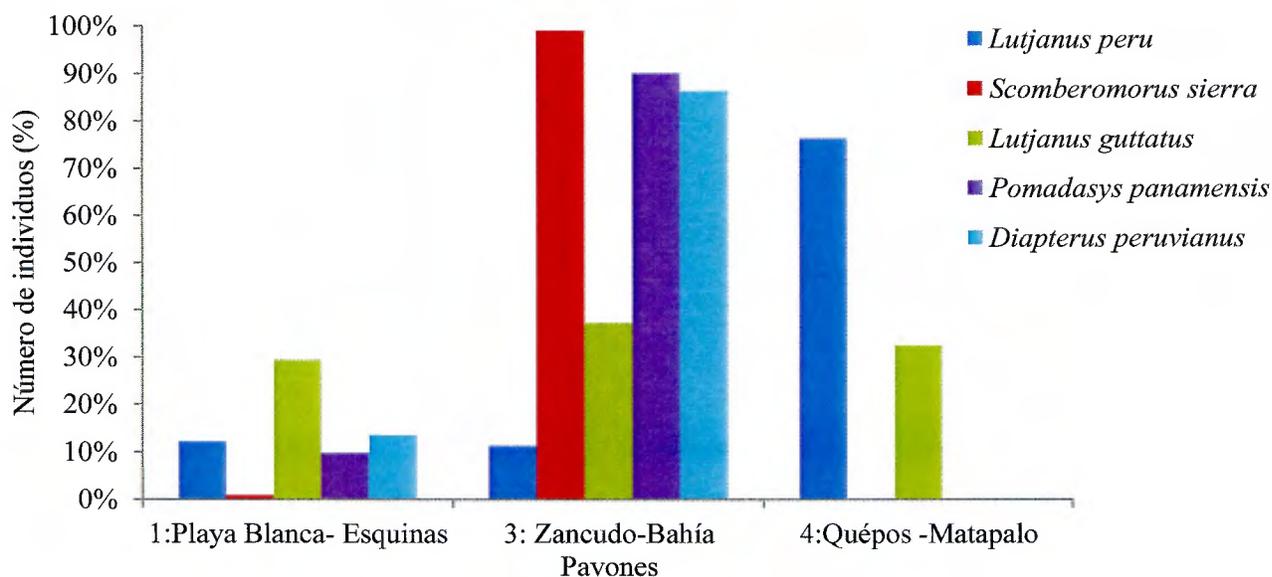


Figura 2.14. Abundancia relativa de las capturas de las principales especies capturas en la pesquería artesanal de Golfo Dulce y su área de influencia según la zona de pesca.

Dinámica trófica:

Según el nivel trófico promedio y la categoría trófica de las principales 10 especies (Cuadro 2.3), se observa que cinco de ellas: la macarela, el carángido (*Caranx caballus*), los pargos colamarilla (*Lutjanus argentiventris*), seda y manchado, se encuentran en niveles tróficos altos ($4 < \# < 5$) y se clasifican como depredadores o consumidores intermedios. Las restantes cinco especies se caracterizan por presentar niveles un poco más bajos y se clasifican como planctívoros o consumidores primarios (Cuadro 2.3). Las 10 especies más abundantes ocupan un nivel trófico promedio de 3.82. En comparación con las especies principales en el Golfo Dulce reportadas por Campos (1989) (Anexo 2), solamente cinco ocurren en ambos estudios. Las otras cinco especies de 1989 tienen mayor categoría trófica que las que se reportan actualmente.

Mientras cinco de las seis principales especies eran depredadoras de alto nivel en 1989 (Cuadro 2.3), casi dos décadas más tarde solo la mitad de las primeras seis especies tienen esta categoría trófica (Anexo 2). Para 1989, se estima un nivel trófico promedio de 3.90 (Anexo 2). Sin embargo, la diferencia entre los niveles tróficos de ambos estudios no es significativa ($t: 2.10$, $gl: 18$; $p > 0.05$), aunque se observa que hay casi un 2% de diferencia entre ambos (Cuadro 2.4)

Cuadro 2.3 Nivel y Categoría trófica de las diez especies más abundantes en las capturas de pesca artesanal. * Fishbase2011 con base en dieta. + Adaptación de Feutry *et al* 2010, P: Depredador, Ci: consumidor intermedio, PCm: Planctívoro- Microbentos

Presente estudio			
Especie	N	Nivel trófico*	Categoría Trófica+
<i>Lutjanus peru</i>	1670	4.02	P
<i>Scomberomorus sierra</i>	772	4.49	P
<i>Lutjanus guttatus</i>	537	3.94	P
<i>Pomadasys panamensis</i>	162	3.79	PCm
<i>Diapterus peruvianus</i>	132	3.35	PCm
<i>Caranx caballus</i>	83	4.05	Ci
<i>Lutjanus argentiventris</i>	74	4.04	P
<i>Lutjanus colorado</i>	70	3.39	P
<i>Umbrina xanti</i>	64	3.71	PCm
<i>Anisotremus pacifici</i>	59	3.42	PCm
Promedio Nivel Trófico		3.82	

Cuadro 2.4 Promedios de nivel trófico estimado para las especies más abundantes del presente estudio y el de Campos (1989) y valor de prueba T con su respectiva probabilidad

Promedio Nivel Trófico	Campos 1989	Presente Estudio	Diferencia	T	p
10 especies más abundantes	3.896	3.82	1.95%	2.10	0.66
Especies (5) reportadas en ambos estudios	3.968	3.968	0		
Especies distintas entre ambos estudios	3.824	3.672	3.97%	2.36	0.52
Especies (5) más abundantes de cada estudio	4.198	4.108	2.14%	2.31	0.58

Valor comercial:

Entre estas cinco especies principales, es importante señalar que solamente el pargo seda y el manchado se consideran especies de primera clase comercial (Cuadro 2.5). Es decir, por la calidad de su carne y el tamaño que pueden alcanzar se le compra al pescador por un mejor precio. La macarela constituye una clase por sí sola y también se vende a buen precio. Sin embargo, el roncador y el pargo blanco son especies de segunda clase comercial que son capturadas incidentalmente mientras se faena en la búsqueda de especies de primera. Sin embargo, por su abundancia se compensa el bajo valor comercial que representan.

Cuadro 2.5. Especies incluidas y precio pagado al pescador por kilogramo según las clases comerciales

		2007-2008	2011
Primera	Pargo seda, manchado, corvina reina, agria, róbalo, Cabrillas	¢1200- ¢1400	¢1500-¢2500
Segunda	Roncadores, Jureles, pargo blanco	¢250- ¢350	< ¢600
Macarela	Macarela	¢ 400-¢800	<¢1000

DISCUSIÓN

El estudio isométrico y trófico se concentró en las cinco especies más abundantes, las cuales representaron el 71% de los individuos observados. Dos pargos sumaron más de la mitad de todos los especímenes capturados, mientras una macarela representó una la sexta parte, y un roncador y una mojarra en conjunto contribuyeron con un 6.4%.

La actividad pesquera del pargo seda que se está realizando en Golfo Dulce y su zona de influencia está teniendo un impacto importante sobre la especie. El amplio ámbito de tallas evidencia que se están capturando individuos desde juveniles no reproductivos hasta adultos maduros. Aunque el promedio de su longitud sobrepasa la talla de primera madurez (L_m : 29.5cm LH, aproximadamente a los 3 años de edad) (Rojas 2001, Santamaría y Chávez 1999), la alta captura de individuos pequeños, podría implicar que no se le está permitiendo a esta población llegar a madurar y reproducirse adecuadamente. Puntualmente, este sesgo hacia las tallas pequeñas fue descrito para algunas comunidades dentro del Golfo Dulce: para bahía Pavones el 75% de los especímenes extraídos estaban por debajo de su L_m y para las de Zancudo donde la talla promedio fue de 28.6cm manteniéndose por debajo de su L_m (Fargier *et al* 2009, Madrigal *et al* 2010). Considerando que los juveniles no deberían estar reclutados a la pesca, es necesario definir medidas que permitan excluirlos de las capturas. La pesca con cuerda (típicamente con anzuelo de tipo J) y el trasmallo de 3 pulgadas, tienden a capturar principalmente individuos de tallas menores a su L_m .

Asimismo, considerando que la talla máxima descrita para esta especie es de 87.2cm LH (Fischer *et al* 1995), la observación de pocos individuos grandes (≥ 80 cm LH) puede tener distintas interpretaciones. Una es que son pocos los especímenes los que logran alcanzar estas medidas. Otra explicación, es que no son capturables con las artes de pesca utilizadas, o bien, simplemente por su tamaño ya no son de interés para los pescadores. Esta última razón se basa en el menor valor comercial de los pargos grandes en comparación con los tamaños intermedios (Calderón J. *com pers.* 2007). Para dictar medidas para el manejo de esta población, debe considerarse el hecho de que las faenas realizadas con cuerda y T3 afectan a los juveniles, mientras que ya con el trasmallo 4.5 pulgadas se capturan tallas promedio que superan la talla de primera madurez.

El pargo manchado, está siendo afectado de una manera más fuerte. El promedio de 28.9 ± 6.9 cm LT se encuentra por debajo de la talla de primera madurez descrita para esta especie (31.7-34.3cm LT, Rojas 1997), lo que sugiere que esta población es muy vulnerable a los métodos y la actividad

pesquera. Lo anterior coincide con los hallazgos en Bahía Pavones donde el 50% de los individuos capturados en la pesca artesanal no alcanzaba la L_m (Fargier *et al* 2009) .Esta vulnerabilidad se confirma al no observarse individuos que alcancen las tallas máximas reportadas en otras regiones del país (60- 80cm LT en Soto-Rojas *et al* 2009) (LTmax; 56cm) (Cuadro 2.1). Por su parte, es necesario identificar los mecanismos adecuados para que las artes utilizadas dentro del Golfo permitan reducir el impacto sobre los juveniles y para que se pueda ir restableciendo la población.

Por su parte, todas las macarelas capturadas ya habían alcanzado su ámbito de tallas de primera madurez (26-32cm LH, Colette y Nauen 1983). Esto posiblemente se debe a que los juveniles de esta especie utilizan el manglar como sitio de refugio y alimentación, por lo que es menos probable que sean capturados en áreas externas. El uso del manglar como zona de criadero y crecimiento inicial también podría explicar que todos los individuos fueran reproductivos, pues se capturan aquellos que están listos para desplazarse a las áreas de desove. Asimismo, las mayores tallas observadas (76cm LT, 1800g) alcanzaron solo el 67% de la talla máximas descrita para esta especie (LTmax: 112cm y Wmax: 7300g) (Robertson y Allen 2008). La ausencia de individuos grandes se puede explicar por el efecto general de reducción de tallas en la fase de explotación que suele tener la pesca sobre los recursos pesqueros (Pauly *et al* 1998, Myers y Worm 2003) Como es de esperarse, si se extraen los individuos recién reclutados al stock de pesca, serán pocos los especímenes que queden para alcanzar tallas grandes conforme esta dinámica se mantenga, por lo que con el paso del tiempo las tallas promedio de la población son menores a lo esperado.

Por otro lado, cabe señalar que en un estudio reciente realizado en México (Aguirre-Villaseñor *et al* 2006), definieron la talla de primera madurez de la macarela en 44.5cm LH, lo que dista bastante de las estimaciones de L_m dadas por Collete *et al* (1983) Bajo este otro estimado, la situación de la macarela es más crítica, pues el 62% de los individuos se encuentra por debajo de esta longitud. Dada estas diferencias, un análisis gonadal para determinar la talla de primera madurez de esta especie dentro del Golfo Dulce es fundamental para complementar las medidas de manejo sobre este recurso.

En cambio, *P. panamensis*, donde las tallas mínimas que se están extrayendo se encuentran dentro del intervalo de L_m que se ha estimado para esta especie (17.4-31.2cm LT, Froese y Pauly 2011) y *D. peruvianus*, parecen ser menos vulnerables a los niveles de explotación actuales. Esto posiblemente se debe a que solo son especies incidentales en la pesquería artesanal de la región. La

composición de tallas de ambos indica que son afectados principalmente por las faenas realizadas con trasmallo 3.5. Lo anterior está relacionado al uso de esta arte en la zona de pesca donde fueron más abundantes (i.e. Zancudo a Punta Banco) (cf. Capítulo 1).

Estos resultados sugieren que la eliminación del trasmallo como arte de pesca dentro del Golfo Dulce (A.J.D.I.P 191-2010 INCOPECA) es un paso importante para la regulación de la actividad pesquera. Sin embargo, es necesario considerar también que para algunas especies la cuerda tiene un mayor impacto sobre las poblaciones. Por eso, ciertas medidas adicionales (e.g., sitios de pesca, tipo y tamaño de anzuelo, tipo de carnada) para las artes que continúan permitidas, como la cuerda, pueden mejorar los problemas de selectividad para evitar tanto la captura de especies incidentales o de bajo interés comercial, como de individuos juveniles de las especies objetivo.

Relaciones biométricas

Las relaciones talla-peso descritas para estas cuatro especies se refiere directamente al valor de crecimiento de los individuos sin estar sesgado por el contenido estomacal o el estadio de madurez, pues se analizó el peso eviscerado de los especímenes.

El tipo de crecimiento alométrico positivo ($b > 3$) para el *L. peru* es un indicativo de que esta especie se hace más robusta conforme aumenta de tamaño, es decir que su peso aumenta a una tasa mayor que su talla. Sin embargo, el valor observado en el presente análisis difiere de los valores del parámetro b determinados para esta especie en otras regiones (Saucedo-Lorzano *et al* 1998, Santamaría y Chávez 1999, Rojas 2001, Duran 2005). Una posible explicación se sustente en las diferencias en el rango de tallas utilizados para estimar el valor de b , siendo más amplio (18,97.5cm LT) en el presente estudio que en los otros análisis. También, puede deberse un desarrollo diferenciado de poblaciones de esta especie según el sistema y las condiciones ambientales particulares en las que habita. Esta variabilidad ha sido observada para este y otros parámetros poblacionales de *L. peru* en stocks distintos en regiones cercanas (Arreguín-Sánchez y Manickchand-Heileman 1998, Rojas 2001), o temporales también según la época del año o diferencias entre sexos o edades de los individuos estudiados (Saucedo-Lorzano *et al* 1998, Rojas 2001).

Por su parte, la alometría negativa ($b < 3$) observada en el pargo manchado, la macarela y el roncadore es lo esperado en la mayoría de especies y poblaciones, e indica el aumento de talla no se acompaña de un incremento proporcional de peso (Anderson y Neumann 1996). Valores semejantes de b (W-

LT, $b = 2.65$), han sido obtenidos para el *L. guttatus* ($b = 2.87-2.88$) en el Golfo de Nicoya Soto-Rojas *et al* 2009, Rojas 2001), ($b = 2.74$) en Ensenada Bucaró en Panamá (Durán 2004) y el Golfo Dulce ($b = 2.67$, asumiendo que fue estimado con LH vs W) (Campos 1989).

Para la macarela, el valor de b observado es semejante al reportado para esta especie en México ($b = 2.86$ y 2.89 , Aguirre *et al.* 2006 y Medina 2006 respectivamente) y para el Golfo Dulce ($b = 2.54$, Campos 1989). En el caso del roncador el valor observado es igual al estimado por Campos (1989) de 2.44 y ligeramente menor que al estimado en el Golfo de California ($b = 2.87$) (Aguirre *et al* 2008). En ambos casos se puede afirmar entonces que la especie crece de tal forma en que el aumento de peso no es proporcional a la talla.

Variaciones temporales y espaciales:

Las tendencias en las capturas de una pesquería permiten evidenciar los posibles patrones de abundancia relativa de las especies en el ecosistema (Pauly y Watson 2005) así como variaciones relativas a cambios en el esfuerzo pesquero (Espino-Barr *et al* 2002). Para esto, es necesario contar con información de largo plazo que permita hacer estas estimaciones lo más certeras posibles. Sin embargo, es importante destacar las variaciones en un solo año para ir consolidando los perfiles temporales de las especies. En el presente estudio, el pargo seda presenta una abundancia mayor en julio y setiembre lo que concuerda con lo observado por Campos (1989), quien señala un mayor número de individuos de esta especie durante la época lluviosa. De forma semejante se comporta el *L. guttatus*, con picos en Julio y enero, aunque el estudio en 1989 no determina ningún patrón anual para esta especie.

La macarela está presente durante todo el año, al igual que lo reportado por Campos (1989), pero tiene una leve tendencia opuesta a la de ambos pargos. En términos generales, las variaciones estacionales en la abundancia se pueden explicar por cambios producto del comportamiento de la especie (e.g. desplazamiento por reproducción), del alimento (disponibilidad y distribución), o bien, algún efecto de las condiciones abióticas (fenómenos como el Niño) o de la actividad pesquera (Chiappa-Carrara *et al* 2004). En este sentido, el intercambio entre las abundancias de los pargos y la macarela, puede estar evidenciando que si la población de los lutjánidos disminuye, los pescadores buscan compensar con la captura de la macarela y viceversa. Como indica Poirout (2008), en la comunidad de Zancudo, los pescadores capturan mayores volúmenes y logran mayores beneficios económicos de macarela en marzo, mientras que de mayo en adelante son las especies de primera

clase las que sustentan la pesca.

En cuanto a la relación de la abundancia con las zonas de pesca, no es de extrañar que tanto *S. sierra*, como *P. panamensis* y *D. peruvianus* se encuentren principalmente en las capturas realizadas entre Zancudo y punta Banco (área externa de Golfo Dulce). Esta preferencia por la zona externa del Golfo Dulce fue también observada por Campos (1989) para el roncador, el pargo blanco y el pargo seda. En cambio, para la macarela, en 1989, se describen abundancias semejantes entre la zona externa e interna del Golfo (Campos 1989).

Para *P. panamensis*, *D. peruvianus* y *S. sierra* este patrón es esperable, pues estas especies necesitan del sistema de manglar para completar su ciclo de vida como área de reproducción, alimentación y refugio (Laegdsgaard y Johnson 2001, Poirout 2008, Feutry 2010) y el manglar más grande dentro del Golfo Dulce se encuentra en la desembocadura del río Coto Colorado, Zancudo. (Quesada *et al* 2006). Además, las abundancias observadas también se pueden explicar por diferencias en el esfuerzo pesquero realizado, como ocurre para el pargo seda, *L. peru*. Esta especie más abundante en la zona entre Quepos y Matapalo, en parte porque las faenas de esta región se están dirigiendo específicamente a capturarla en esa zona.

Dinámica trófica

Los niveles tróficos, como otros indicadores de la dinámica trófica, permiten estimar cambios en la estructura del ecosistema como resultado de la explotación (Cury *et al* 2005). Una alteración severa del ecosistema donde se desenvuelven los recursos pesqueros, se ve reflejada en la reducción del nivel trófico de las capturas, de depredadores a omnívoros a herbívoros (Pauly *et al.* 1998a).

En el presente análisis, un promedio de nivel trófico de 3.82 sugiere una concentración del esfuerzo pesquero en especies depredadoras de alto nivel. Esto podría indicar que la actividad de pesca aún no ha alterado drásticamente el ecosistema. Sin embargo, como se discutió anteriormente, para las poblaciones del pargo seda, el manchado y la macarela, pueden estar siendo afectadas de manera importante, por las tallas y el estado de madurez en que el que se están extrayendo. Este estado de vulnerabilidad no solo afecta la especie en sí, sino también la dinámica del ecosistema. La disminución en tallas en una población hace que el nivel trófico promedio disminuya, esto debido a que entre más pequeño el individuo menor debe ser el tamaño de la presa (Pauly y Watson 2005), con la consiguiente alteración de las relaciones presa-depredador entre las especies de una red

trófica. Si lo anterior se combina con la reducción en la abundancia de las especies con respecto a 1989, podría ser indicativo de que se está alterando de manera importante el sistema.

Así mismo, el menor nivel trófico de las cinco especies más abundantes reportadas en el presente estudio pero no en 1989, como consumidores intermedios y planctívoros o microbentívoros, indican que la actividad de pesca está utilizando y necesitando especies de menor nivel trófico para obtener beneficios. Esta evidencia y la diferencia de categorías y niveles tróficos en comparación con 1989, indican que la actividad pesquera sobre los recursos de la región está tiende a capturar especies de un menor nivel trófico, debido a la escasez o desaparición de las especies de mayor importancia anteriormente (Pauly *et al* 1998a, Pauly *et al* 1998b, Pauly y Watson 2005).

Valor comercial

Como se menciona anteriormente, el pargo seda y el pargo manchado están dentro del grupo comercial de primera clase por la calidad de su carne (Feutry 2010, INCOPECA 2004, Poirout 2008) por lo se reciben en los puertos pesqueros a mejores precios que otras especies. Esto ocurre con los miembros de la familia Lutjanidae en muchas de las pesquerías costeras tropicales (Arreguín-Sánchez y Manickchand-Heileman 1998, Arellano- Martínez *et al* 2001, Graham *et al* 2008). La macarela, se considera una categoría por sí sola, debido a su abundancia y calidad y tiene un valor económico importante tanto en el país como en otras regiones de Latinoamérica (Aguirre- *et al* 2006, Medina 2006). Aunque *P. panamensis* y *D. peruvianus*, son especies de segunda categoría comercial, aportan también de forma importante al ingreso económico por faena que obtienen los pescadores debido a su abundancia.

En términos generales, los pescadores buscan optimizar el tiempo e inversión en faenas dirigidas a los sitios donde estas especies de alto valor económico se encuentran con mayor frecuencia. Este comportamiento hace que se capturen también gran cantidad de especies asociadas a esos sitios y que son parte de la comunidad íctica, sean o no de valor comercial (Nagasai *et al* 1989, Pauly *et al* 1998a, Espino-Barr *et al* 2002). Esta situación explica por qué hay 97 especies (112 especies menos 15 que son de primera categoría comercial) capturadas por la actividad artesanal, que no contribuyen ni un 30% en la abundancia de las capturas totales. Se consideran entonces, capturas incidentales asociadas a las principales especies objetivo.

En términos generales, es evidente que el alto valor económico de los pargos y la macarela, hace que sus poblaciones sean objeto de una presión pesquera, que puede estar alterando significativamente su estructura y el funcionamiento del ecosistema. Es necesario determinar medidas de manejo que incluyan: consideraciones acerca del impacto de las distintas artes sobre cada una de las especies (tanto objetivos como incidentales), una regulación sobre las tallas mínimas y la captura durante las épocas de reproducción de las especies, así como un manejo adecuado de los sitios de pesca.

Capítulo 3. Impacto de la actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en Golfo Dulce y su área de influencia.

Resumen

Para asegurar la salud de las poblaciones naturales y el bienestar de las comunidades costeras, la consolidación de la información sobre la dinámica biológica y pesquera es esencial para validar la implementación de medidas de manejo adecuadas (FAO 2003). Uno de los parámetros más utilizados para determinar cambios en las poblaciones de los recursos pesqueros, es la estimación de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (Sparre y Venema 1997), aplicado como una estimación conservadora de la abundancia relativa de las especies en el mar y como una representación de la eficiencia de las artes de pesca. Esta variable depende de la dinámica de los pescadores, la tecnología utilizada, los factores ambientales y las características biológicas de la especie. A pesar de su importancia, hay un vacío de información sobre este y otros indicadores de la dinámica pesquera dentro del Golfo Dulce y su área de influencia. Por esta razón, el presente capítulo busca determinar la variabilidad de las capturas pesqueras en función del esfuerzo realizado por los pescadores artesanales de pequeña y mediana escala sobre los recursos en cuatro áreas de pesca del Golfo Dulce y su área de influencia. La CPUE de la pesca artesanal se determinó con las biomásas capturadas a lo largo del año por arte de pesca y estandarizadas por unidad de esfuerzo, según las zonas de pesca y las comunidades costeras. La unidad de esfuerzo (f) fue definida en función de las horas de faena realizadas, con el fin de obtener el estimado real del impacto del arte. Por medio de análisis de varianza, se determinó que las capturas realizadas con la cuerda son significativamente menores que con los trasmallos de luz de malla de 3.5 y 4.5 pulgadas. Este patrón también se observa en las capturas analizadas por cada comunidad costera, lo que comprueba que las redes atrapan mayor número de individuos de diversas especies y de tamaños variables, lo que facilita que por hora de faena se extraigan mayores volúmenes (kg) de peces. No se detectaron patrones temporales significativos en la CPUE por arte por comunidad de pesca, pero sí se observaron diferencias importantes de la CPUE global entre Zancudo y Golfito. Los resultados evidencian que, a pesar de la diversidad de artes utilizadas por la comunidad de Zancudo, su rendimiento es menor por hora de faena que en la zona de pesca entre Quepos y Punta Matapalo, de donde se extraen mejores capturas por unidad de esfuerzo principalmente con el trasmallo 4.5. En la pesquería del principal producto, el pargo seda (*Lutjanus peru*) las principales artes usadas son la cuerda y el trasmallo 4.5. Con la

cuerda se obtienen mayores capturas en la parte interna del Golfo, mientras las capturas con el trasmallo 4.5 se realizan exclusivamente fuera del golfo. El análisis de la CPUE, por zona de pesca y por tallas, determinó que con la cuerda de mano se están extrayendo los juveniles tanto dentro como fuera del golfo, y que el trasmallo 4.5 tienen un impacto directo sobre la población adulta fuera del Golfo Dulce. Es necesario continuar con los estudios sobre esta especie, a fin de determinar el estado de las poblaciones y la sostenibilidad de la explotación en los niveles actuales.

INTRODUCCIÓN

El análisis del impacto de las pesquerías sobre los recursos marinos es esencial para determinar si la dinámica de las actividades o las estrategias de trabajo que se están aplicando dentro de un sistema son sostenibles, si hay sobreuso o al contrario, si se están subutilizando los recursos (Hutchings 2000, Pauly *et al.* 2002, FAO 2003, Myers y Worm 2003, Hutchings y Reynolds 2004, Mullon *et al.* 2005, FAO 2009). Lo anterior considerando, que los efectos de la actividad pesquera sobre los recursos varían, principalmente, según las artes utilizadas, la ubicación del esfuerzo de pesca, la dinámica natural de las poblaciones ícticas, y los hábitats existentes en los sitios de pesca (Harley *et al.* 2001, FAO 2003).

Por esta razón, la generación de datos e información básica sobre la dinámica pesquera es clave para plantear lineamientos adecuados para la gestión de los recursos (FAO 2003). Con este objetivo, se han desarrollado diversos esquemas y modelos que buscan predecir esta dinámica, en función de los cambios sobre las poblaciones y ecosistemas ante la presión de pesca, y determinar pautas para reducir este impacto y buscar el desarrollo de una actividad pesquera sostenible (FAO 2003, Jennings 2003, Browman y Stergiou 2004, Salas *et al.* 2011).

La estimación de las capturas en relación al esfuerzo de pesca (CPUE) ejercido sobre el recurso es considerado uno de los indicadores más importantes para determinar los cambios en las poblaciones causados por la pesca, así como para evaluar y determinar medidas de manejo sobre los stocks de los recursos utilizados (Jul-Larsen *et al.* 2003).. Además, se utiliza por múltiples modelos para determinar patrones en las poblaciones (Sparre y Venema 1997, Cadima 2003) debido a que estandariza la producción pesquera por unidad de esfuerzo.

Para el análisis de este parámetro, es importante considerar que el esfuerzo realizado en una pesquería en particular varía según sus cualidades tecnológicas, factores ambientales y las

características de las especies objetivo (Salthaug y Godø 2001, FAO 2003, Jennings 2005). El nivel de esfuerzo cambia con el tamaño de motor o autonomía de una lancha, el tamaño mismo de la embarcación (e.g., semi-industrial vs. bote de remos) y de sus aparejos de pesca), según la época del año o con variabilidad espacio-temporal de la distribución de la especie objetivo (Hall *et al.* 2006). De igual forma, otros parámetros como la capturabilidad de las especies (i.e. eficiencia de pesca sobre determinado recurso), la selectividad de las artes (i.e. capacidad de retención de un aparejo según la talla de los especímenes) y el poder de pesca influyen directamente la estimación de la CPUE en una pesquería (Jul-Larsen *et al.* 2003).

Considerando lo anterior, la CPUE de una determinada especie permite obtener una representación de la abundancia promedio de esta, de acuerdo con la comunidad pesquera, arte y zonas de pesca. Esto debido a que la CPUE asume que las capturas y la abundancia (o biomasa relativa) de los recursos están relacionadas directamente. De esta forma, se pueden estimar variaciones espacio-temporales necesarias para la evaluación de los stocks (Jul-Larsen *et al.* 2003).

Sin embargo, este indicador ha sido poco utilizado en relación con las pesquerías de pequeña escala, debido a una combinación de varios factores, tales como la dispersión geográfica de los recursos y los sitios de desembarques a lo largo de la costa, la subestimación del impacto de las pesquerías costeras artesanales, la falta de personal para dar seguimiento y el alto costo de poder realizar un análisis completo de quiénes y cómo desarrollan esta actividad (Zeller *et al.* 2006, Salas *et al.* 2011).

En Costa Rica esta realidad también aplica, pues solamente en la reciente década se han realizado, por parte de entidades académicas u organizaciones sin fines de lucro, algunas estimaciones basadas en la CPUE sobre la dinámica pesquera y la presión que ejerce sobre las poblaciones de algunos recursos, como la de camarón blanco o de tiburones y rayas (López *et al.* 2009, Zanella *et al.* 2009) en el Golfo Nicoya y la costa del Pacífico Central del país. Por su parte en lo que concierne a las pesquerías de Golfo Dulce, no se ha realizado hasta la fecha ninguna estimación del impacto relativo que tiene la actividad de pesca artesanal sobre los recursos y ecosistemas de la región.

Por esta razón, el objetivo de este capítulo es desarrollar un indicador estandarizado para determinar la variabilidad espacio-temporal de la producción pesquera por los pescadores artesanales de pequeña y mediana escala del Golfo Dulce y su área de influencia. Este proceso conlleva una propuesta de medición del esfuerzo pesquero de la región. De esta manera, se espera contribuir con

el aporte de un panorama básico que facilite el entendimiento de la dinámica de pesca de la región, permita el seguimiento de las poblaciones de algunos recursos pesqueros clave y promueva, gracias a la base científica, la aplicación de algunas recomendaciones para el desarrollo de lineamientos de manejo, con el fin de asegurar la salud de los recursos marino costeros y fomentar su uso sostenible en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS:

De abril 2007 a marzo 2008, se realizaron seis giras de campo a las cuatro comunidades pesqueras artesanales de mayor actividad en Golfo Dulce y su área de influencia. En cada comunidad se analizaron todos los desembarques pesqueros realizados por el periodo de estancia (3 días promedio por comunidad), para un total de 90 muestras (cf. Cuadro 1.1, Capítulo 1). De cada descarga, se solicitó al pescador información básica sobre la faena: sitios y artes de pesca utilizadas, duración de la faena. Además, todos los especímenes desembarcados en cada faena se identificaron a nivel de especie, contabilizaron, midieron y pesaron.

Con esta información se consolidó una base de datos, con el fin de analizar las capturas, las especies y las faenas de pesca. De tal forma, se realizaron estimaciones sobre el esfuerzo de pesca realizado por los pescadores de las cuatro comunidades a lo largo del año de estudio. Para estos análisis se definieron los siguientes parámetros:

1. Unidad de esfuerzo: Duración de faena en horas, se contabiliza igual a la cantidad de horas transcurridas desde el momento de salida (zarpe) hasta el regreso al sitio de desembarque. Se definió esta unidad con el fin de estandarizar los datos, pues se observaron faenas en un amplio ámbito de tiempo (2 horas – 15 días) que incluye la duración de calado de las artes utilizadas. La duración de calado se define como el tiempo de pesca activa medido como el periodo de inmersión del arte dentro del agua. Este tiempo difiere según su eficiencia de pesca, las condiciones climáticas y la disposición y agilidad del pescador.
2. Tipo de arte de pesca utilizada: cuerda de mano, línea artesanal, palangre y trasmallos de 3, 3.5, 4.5, 6 y 7 pulgadas de luz de malla (T3, T3.5, T4.5, T6 y T7) (cf. Anexo 1.1 de Capítulo 1).

3. Comunidades pesqueras: Pavones, Zancudo, Golfito y Playa Blanca (Fig1.1).
4. Época seca: abarca los muestreos realizados en abril 2007, enero 2008 y marzo 2008. Época lluviosa: los realizados en julio, setiembre y noviembre 2007.
5. Zonas de pesca: Zona 1: Playa Blanca- Esquinas, Zona 2: Punta Banco a Punta Burica, Zona 3: Zancudo-Bahía Pavones y Zona 4: Quepos –Punta Banco (cf. Materiales y Métodos de Capítulo 1, Fig. 1.2)

Se estimó el índice de capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) para cada arte de la siguiente forma:

$$CPUE_{\text{arte}} = \frac{[(\text{capturas (Kg)})]}{(\text{hrs de faena})}$$

Se estandarizaron los datos de captura por arte, dividiendo el peso total capturado horas de faena. Este parámetro se estimó en función de los factores comunidad, mes del muestreo, época y zona de pesca. Debido a que no se cuenta con un análisis de la capturabilidad de las especies ante las artes de pesca utilizadas en el Golfo Dulce.- En el presente análisis el efecto de la capturabilidad se asume constante, por lo que se considera que las tendencias observadas no se debería ver afectadas por diferencias en este parámetro.

Con base en esto se realizaron análisis gráficos para observar tendencias temporales y espaciales. Con el fin de detectar posibles diferencias entre la CPUE con respecto a estos factores, se realizaron una serie de pruebas T student y análisis de varianza (ANDEVAS) de dos factores, a las cuales se les realizó la *prueba a posteriori* de Tukey-Kramer HSD para determinar diferencias específicas entre los factores. Previo a estos análisis, los datos se normalizaron utilizando la prueba de transformación Box & Cox.

Estos mismos análisis se realizaron también a la CPUE estimada de las capturas del pargo seda, *Lutjanus peru*, por ser la especie de mayor importancia en la actividad pesquera de la región.

Es importante señalar que para el análisis de los resultados obtenidos se intentó aplicar un modelo lineal generalizado (glm, por sus siglas en inglés), así como un análisis multivariado de componentes principales (PCA), para definir interrelaciones entre los factores analizados. Sin embargo debido a la alta variabilidad en el número de muestra y valores nulos, no se cumplía con los requerimientos mínimos para poder realizarlos de forma estadísticamente viable.

RESULTADOS

Horas de faena

El primer análisis realizado fue la estimación de las horas de faena (unidad de esfuerzo definida para el análisis) que realizaron los pescadores de las cuatro comunidades pesqueras. La figura 3.2 muestra el promedio de las horas de faena realizadas por localidad en cada uno de los meses de muestreo. Se observa claramente como en Golfito se realizan faenas de mayor tiempo en comparación con las otras tres comunidades.

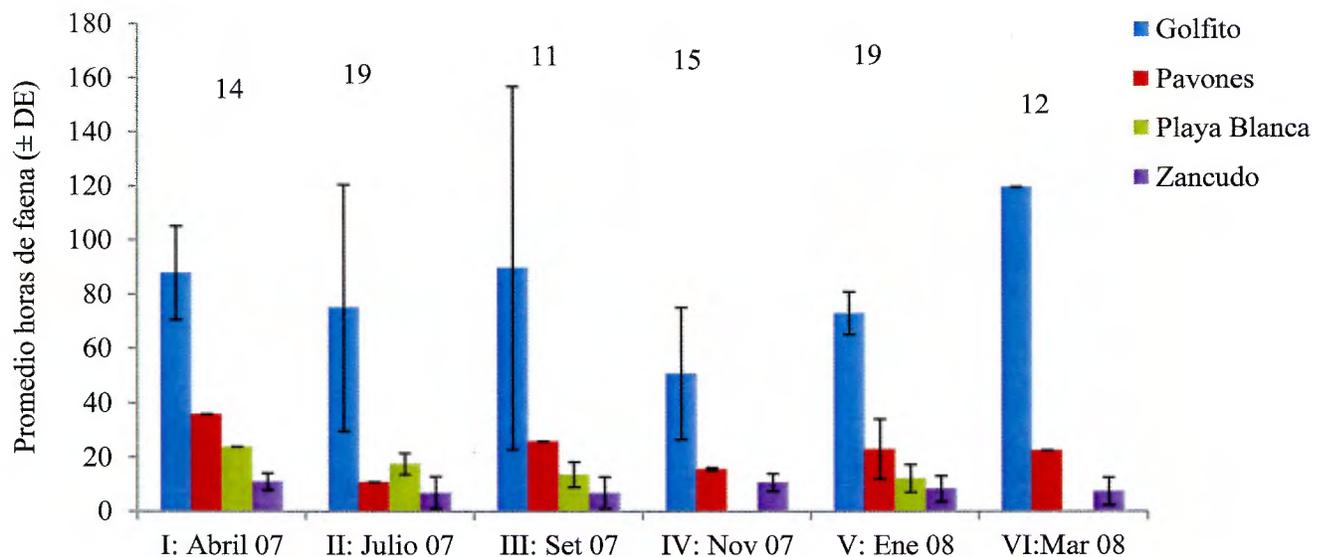


Figura 3.1 Promedio de horas de faena (\pm DE) realizadas por los pescadores de cada una de las comunidades estudiadas. Número sobre barras: número de desembarques observados.

Variabilidad de Capturas por unidad de Esfuerzo (CPUE)

Aunque no se detectó un patrón anual definido en la CPUE por cada arte (Fig. 3.2), se observa una alta variabilidad en el uso de las distintas artes a lo largo del año de muestreo. Sin embargo, el análisis de varianza de CPUE por arte encontró diferencias significativas entre las capturas ($F=3.53$, $p<0.05$), y con la prueba *a posteriori* Tukey (Anexo 3.1), se determina que específicamente que estas diferencias son entre la cuerda y los trasmallos 3.5 y 4.5. De este análisis se desprende la ausencia de

diferencias significativas entre los valores promedio de CPUE de las demás artes (palangre, línea, T6 y T7) por lo que podría decirse que la tasa de captura de pesca con estos aparejos es similar.

Una comparación de los datos por comunidad determinó diferencias significativas de la CPUE global (utilizando el CPUE de todas las artes, Anexo 3.1) ($F=3.31$, $p<0.05$). La comparación de los promedios con la prueba *a posteriori* Tukey, diferencian las capturas realizadas en Zancudo de las obtenidas por los pescadores de Golfito (Fig. 3.3 y Anexo 3.1: Fig. 3.11).

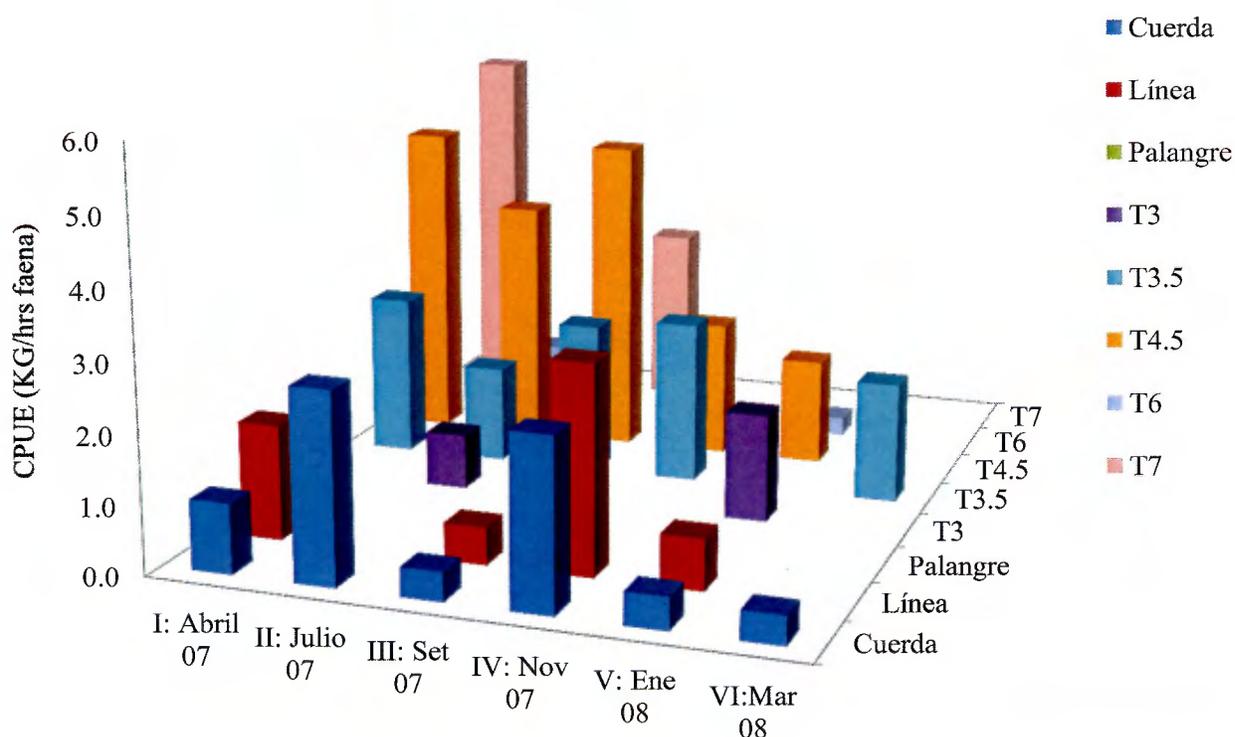


Figura 3.2. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) según el arte de pesca en Golfo Dulce y su área de influencia, abril 2007 a marzo 2008

La CPUE por comunidad (Fig. 3.3) no mostró patrones de variación temporal en la eficiencia de las artes utilizadas. No obstante, las faenas realizadas con la cuerda y el trasmallo 7 por los pescadores de Zancudo, parecen ser más efectivas por hora de trabajo, en comparación con las otras artes, a pesar de que el arte más usado fue el trasmallo 3.5 (61% desembarques mensuales promedio). Por lo tanto, las capturas con trasmallo, expresadas como CPUE total de cada comunidad, dieron mejores rendimientos que con las otras artes de pesca (Fig. 3.4).

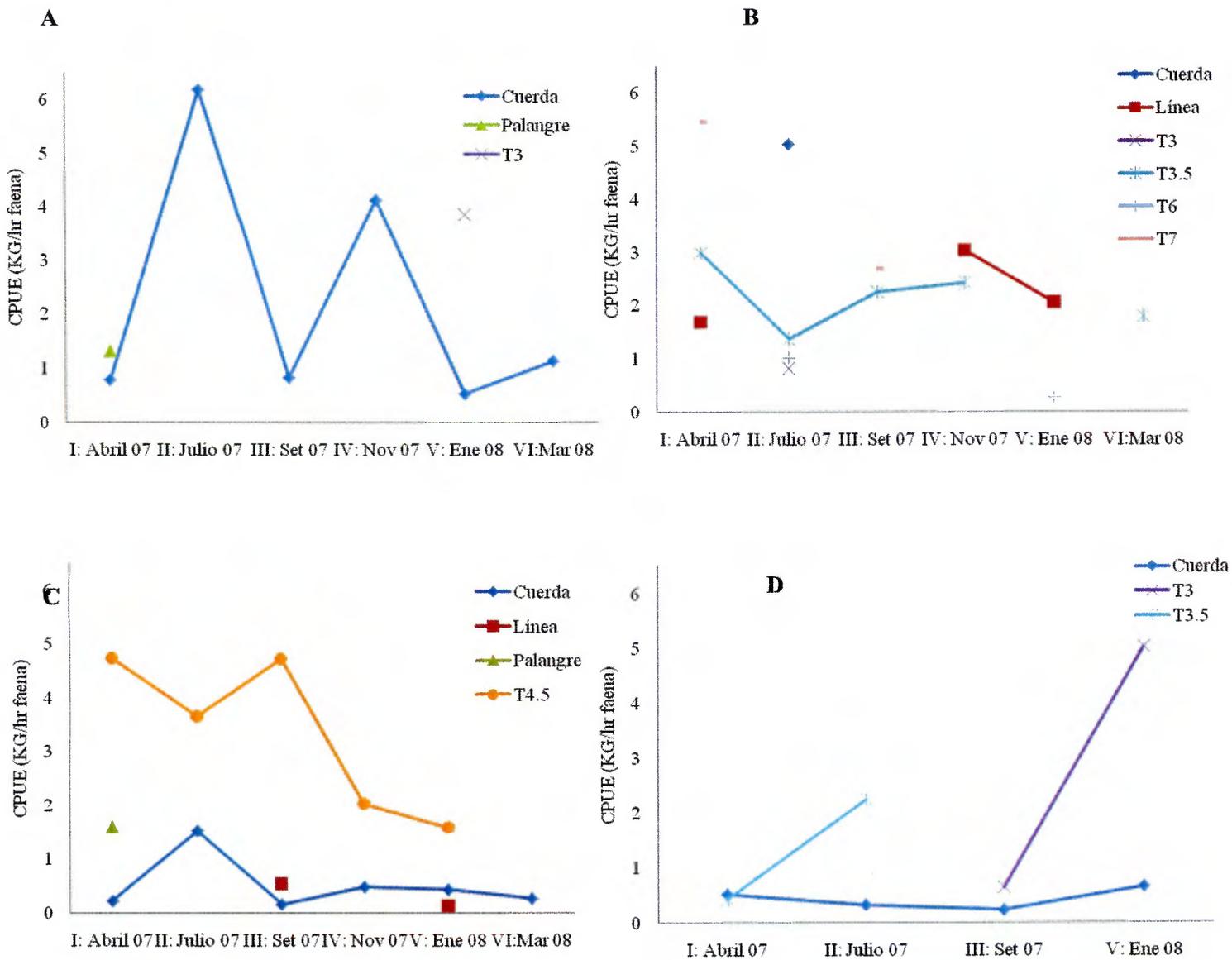


Figura 3.3. Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (kg/hr faena) según el mes de estudio para las comunidades A. Pavones. B. Zancudo C. Golfito D. Playa Blanca

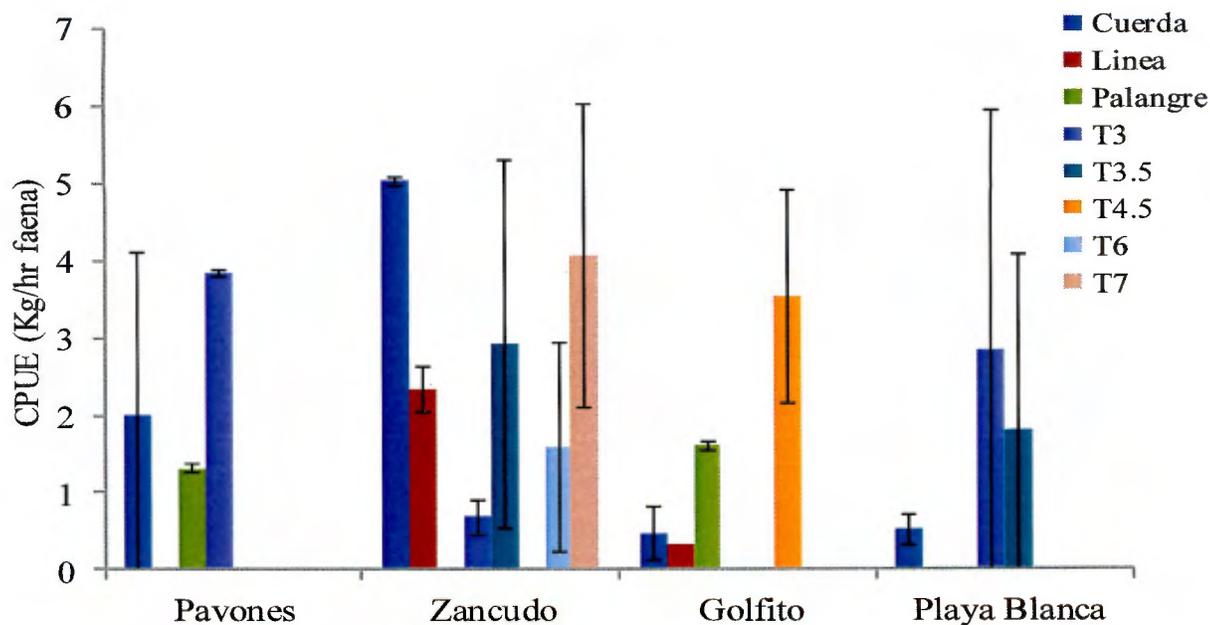


Figura 3.4. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)(\pm desviación estándar) según el arte de pesca por comunidad costera, (90 desembarques).

Por su parte, el análisis de las zonas pesqueras (Fig 3.6) muestra que en el Golfo externo (Zona Zancudo - Bahía Pavones) se pesca con la mayor diversidad de artes (seis de las ocho usadas en la zona) y las capturas por hora de faena son las más importantes en términos de biomasa. Mientras, en la zona de influencia norte, el trasmallo 4.5 rindió hasta 3.5 ± 1.4 , kg/hora de faena, y fue el arte que dio mayor aporte a las capturas del sector externo (aproximadamente el doble del promedio de cuerda y palangre, y unas diez veces más que la línea). La CPUE total de la zona de pesca Zancudo-Bahía Pavones es significativamente diferente de la de Quepos a Punta Matapalo ($t: 2.02$, $g.l:43$, $p<0.05$), (Anexo 3.1, Fig 3.12).

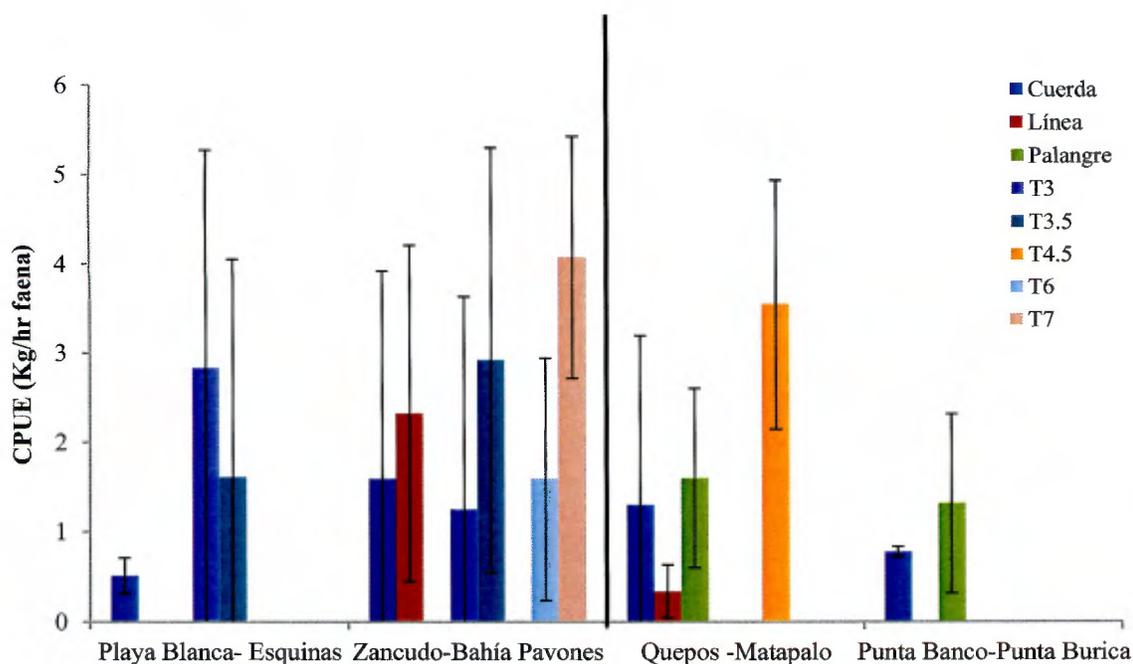


Figura 3.5. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (kg/hr faena) (\pm desviación estándar) según la zona de pesca.

Pargo seda, *Lutjanus peru*

Con 1670 individuos capturados para un total de 1.53 TM de biomasa eviscerada, el pargo seda es la especie más importante en la pesca artesanal de pequeña y mediana escala del Golfo Dulce y su área de influencia. Sin embargo, la distribución de las capturas por el esfuerzo de pesca por arte sugiere que la contribución relativa de esta especie a las capturas varía considerablemente según las zonas de pesca (Fig. 3.6), el arte utilizado y la comunidad pesquera (Fig. 3.7). Claramente se evidencia que, aunque con artes distintas, la extracción de pargo seda es realizada principalmente fuera del golfo, entre Punta Matapalo y Quepos (Fig. 3.6). Según las artes, el trasmallo 4.5 es con el que se obtienen mayor CPUE. Dentro del golfo, las mayores capturas tienden a concentrarse en la zona de Playa Blanca a Esquinas y el arte más eficiente por hora de faena es el T3.

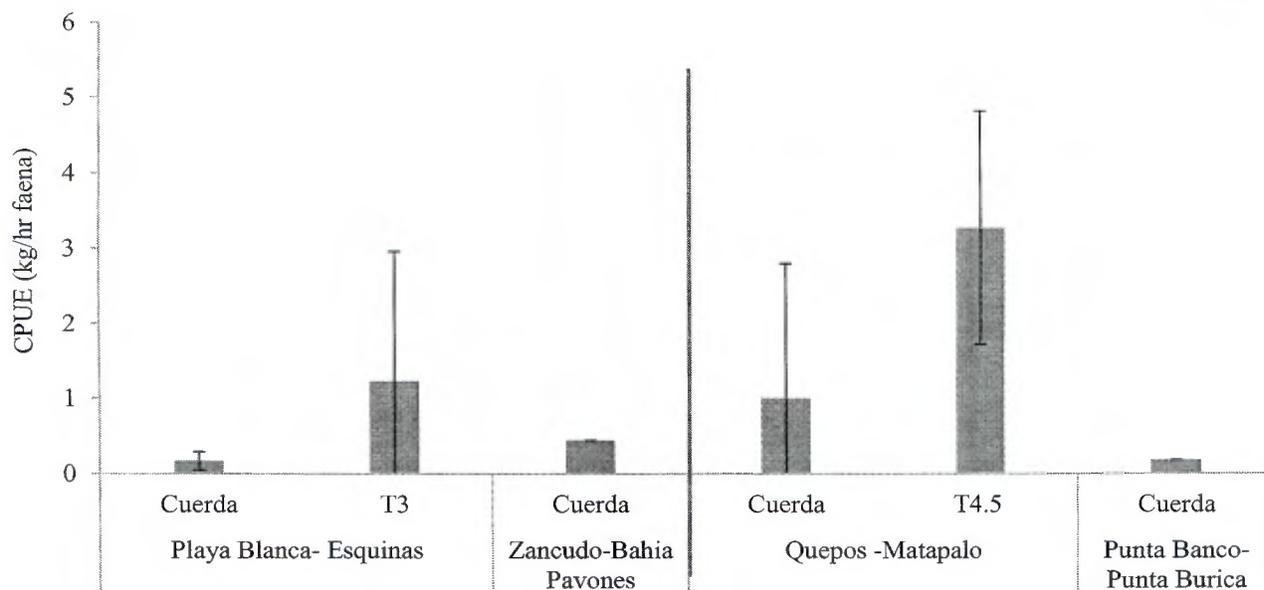


Figura 3.6. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (Kg/hr faena) (\pm desviación estándar) del pargo seda (*Lutjanus peru*) según la zona de pesca.

El análisis de varianza no detectó diferencias temporales en CPUE de pargo seda, debido a las grandes fluctuaciones observadas (Anexo 3.2: Fig. 3.15). Los valores de CPUE son significativamente diferente según las artes ($F=8.81$, $p<0.05$), específicamente en las capturas obtenidos con la cuerda y el trasmallo 4.5 son significativamente diferentes entre sí ($t: 3.89$, $gl: 18$, $p<0.05$).

Dada esta diferencia entre las artes, se analizó de forma separada las tendencias de la CPUE. Las capturas fueron mayores con el trasmallo 4.5 que con la cuerda a lo largo de todo el año, excepto en julio. Aunque no se puede determinar ningún patrón en las capturas, durante los meses de julio (cuerda) y setiembre (trasmallo) se observaron capturas de un volumen considerable de pargos seda, alcanzando casi 6.0 y 5.0kg por hora de faena en cada lance, respectivamente (Fig. 3.7).

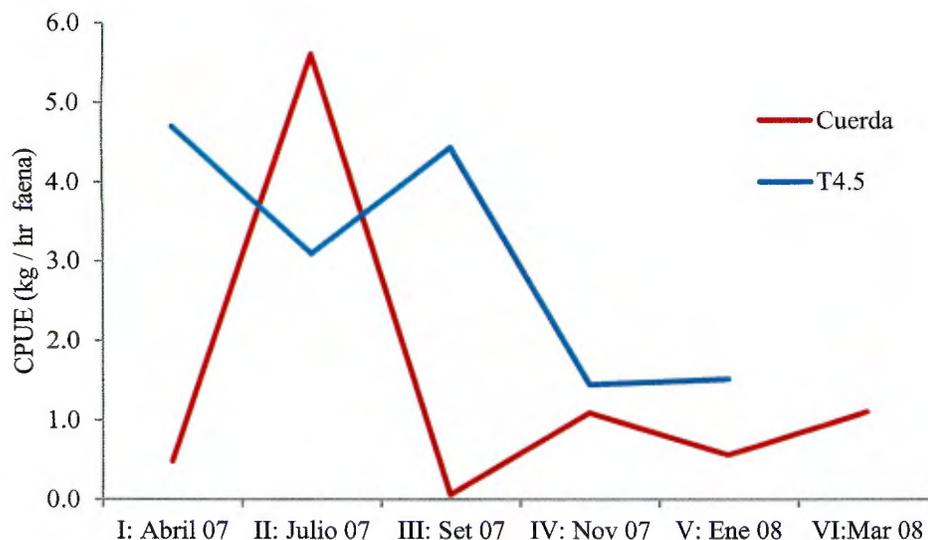


Figura 3.7. Producción pesquera de *Lutjanus peru* por unidad de esfuerzo (Kg/hr faena) obtenida por la pesca con la cuerda y el trasmallo 4.5 a lo largo del año (no hubo desembarques con T4.5 en marzo 2008)

Con base solamente en las capturas con trasmallo 4.5 y cuerda, por ser las que más aportaron a la producción pesquera del pargo seda, se estimó la relación de las tallas (LH) promedio de los individuos de *L. peru* capturados por comunidad pesquera (Figs. 3.8). Este análisis compara LH promedio de *L. peru* de las capturas desembarcadas en Golfito, en su totalidad se realizaron con trasmallo 4.5 y provienen de las zonas fuera de Golfo Dulce, con las de las capturas de Pavones y Playa Blanca, pues ambas localidades utilizaron sitios de pesca dentro del Golfo Dulce o en la boca del golfo. Los especímenes capturados por los pescadores de Golfito presentaron longitudes máximas mucho mayores que los extraídos por las comunidades pesqueras dentro del Golfo Dulce. Asimismo, destaca que el promedio de la longitud de los individuos capturados con el trasmallo fue cerca del doble de la LH promedio extraída con la cuerda. La relación entre las tallas promedio observadas y las longitudes de primera madurez sexual, será analizada en la Discusión.

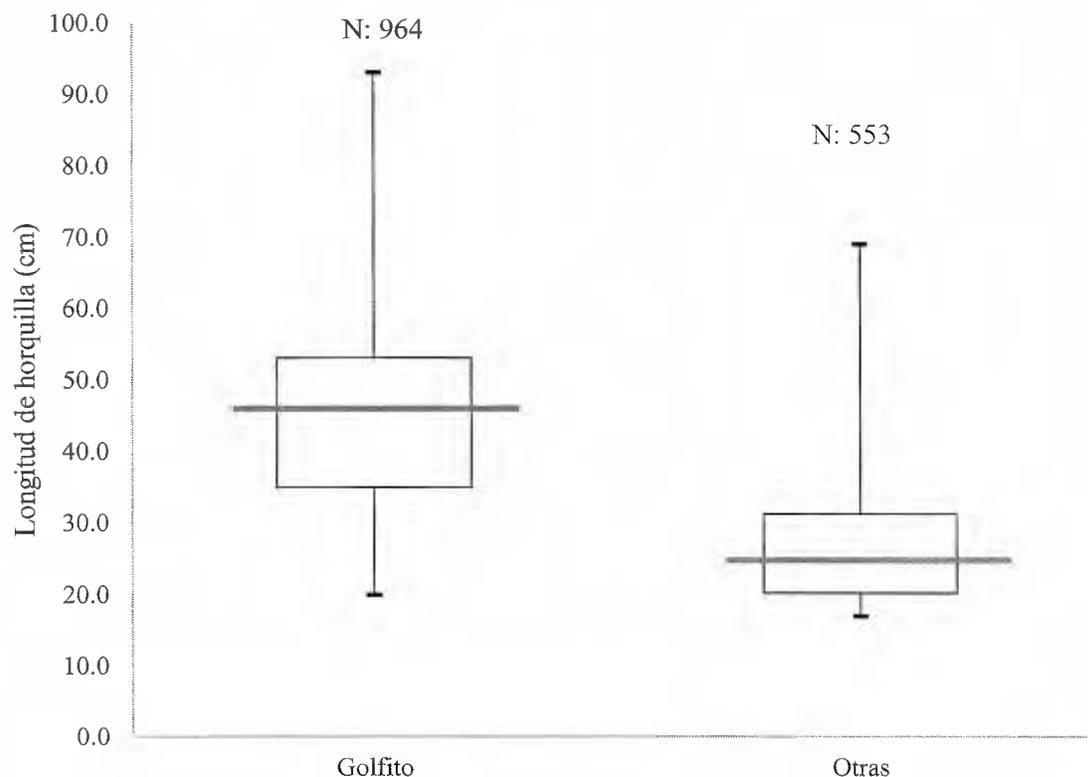


Figura 3.8. Ámbito y promedio de longitud de horquilla de los individuos de *Lutjanus peru* (pargo seda) capturados por los pescadores de Golfito (Trasmallo 4.5) y de otras comunidades: Pavones y Playa Blanca (cuerda). Simbología: Límites superior e inferior de la caja: Promedio \pm DE. Rayas cortas en los extremos: Máximos y Mínimos registrados. Línea gruesa: L_m . N; número de individuos

Los valores de CPUE y longitud de horquilla promedio de los pargos desembarcados en Golfito (Fig. 3.9), sugieren una relación proporcional entre las capturas por hora de faena y el tamaño de los individuos, es decir las biomásas menores en la CPUE se obtuvieron cuando las tallas promedio de los peces fueron menores. Abril y setiembre presentaron los pargos más grandes en promedio, y coincidió con los mayores rendimientos por unidad de esfuerzo. Los pargos más pequeños se registraron en noviembre (2007) y enero (2008). Sin embargo, las tallas promedio en todo momento fueron mayores a la longitud de primera madurez estimada en la literatura.

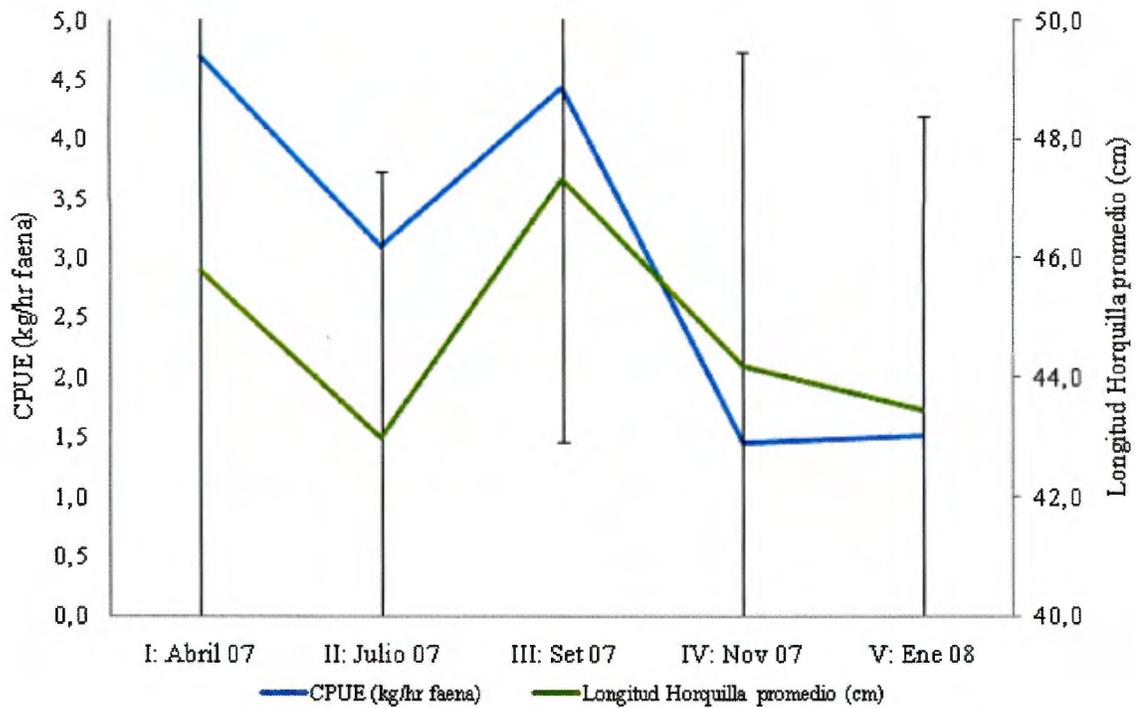


Figura 3.9 Relación entre la CPUE (Kg/hr faena) y la longitud de horquilla promedio (\pm DE) de los individuos de *Lutjanus peru* (pargo seda) capturados con trasmallo 4.5 por los pescadores de Golfito a lo largo del año (N=896).

La variación temporal entre la CPUE con cuerda y la longitud de horquilla promedio de los pargos seda desembarcados en Pavones y Playa Blanca, muestra una relación diferente. El gráfico refleja capturas principalmente de especímenes pequeños de enero a setiembre. En cambio, las tallas promedio superaron la talla de madurez solamente en noviembre, cuando disminuyeron las CPUE pero la talla de los individuos fue un poco mayor aunque sin alcanzar todavía la longitud de primera madurez (Fig. 3.10)

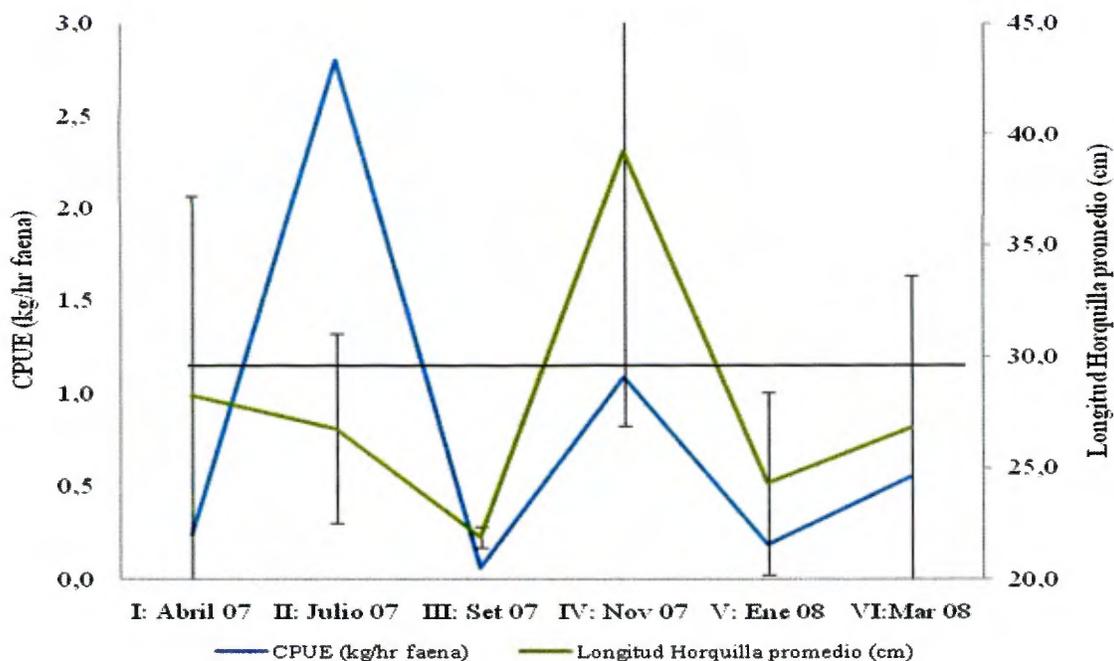


Figura 3.10. Relación entre la CPUE (Kg/hr faena) y la longitud de horquilla promedio (\pm DE) de los individuos de *Lutjanus peru* (pargo seda) capturados por los pescadores de Pavones y Playa Blanca con cuerda a lo largo del año (N: 621) Línea gris: Lm: Talla de primera madurez sexual (Rojas 2001)

DISCUSIÓN

La Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) es un índice que permite estimar el impacto relativo de cada arte, embarcación o medida de esfuerzo sobre los recursos del Golfo. Este parámetro puede utilizarse como medida de eficiencia de un arte o como una estimación de la abundancia de un recurso, pues estandariza la producción pesquera con respecto al nivel de esfuerzo realizado. Al llevarse todas las capturas a una misma escala, se puede identificar el impacto de cada factor sobre estas y permite hacer comparaciones entre flotillas, espaciales y temporales de una forma válida.

Para estandarizar la producción pesquera observada se eligió estimar el esfuerzo en horas de faena realizadas. Esta medida de esfuerzo equivale a las horas de viaje que utilizó el pescador desde el zarpe hasta su regreso al puerto, e incluye el tiempo de calado del aparejo utilizado. Esta valoración del esfuerzo, tiene varias ventajas: 1) reduce la incertidumbre en los datos, el pescador es más certero

en recordar el tiempo de viaje que el tiempo que el arte estuvo activa dentro del agua. 2) Se pudo corroborar directamente el tiempo de viaje de los desembarques analizados (con excepción de Golfito donde se utilizó la bitácora de pesca para obtener la fecha y hora de zarpe).y 3) Permite tener un estimado del tiempo y costo invertido por el pescador, pues aumenta en relación a la distancia de los sitios de pesca y es relativo a la eficiencia de la embarcación. Además, se considera que en el largo plazo este indicador puede utilizarse para medir el impacto económico (en términos de la inversión y ganancia económica) como social (trabajo: horas hombre).

Variabilidad de Capturas por unidad de Esfuerzo (CPUE)

La alta variabilidad en el uso de las artes de pesca en el Golfo Dulce y su área de influencia, tanto entre comunidades como dentro de ellas, dificulta en gran medida la determinación de un patrón de la CPUE en el corto plazo. Esta gran variabilidad se debe principalmente al uso mixto de artes, pues cada pescador busca optimizar los recursos que tiene para obtener un buen rendimiento pesquero relativo al esfuerzo que invertirá en la faena. De esta forma, se sigue el patrón observado en las pesquerías de regiones tropicales, en los cuales se utilizan múltiples artes de pesca para extraer la diversidad de recursos pesqueros que existen, con el fin de adaptarse a la movilidad o las fluctuaciones naturales de abundancia de los recursos (Mathew 2001, Salas *et al.* 2011). Esta flexibilidad en la dinámica de pesca es producto de la combinación de distintos factores como: 1. Arte: se hace uso de las artes que, no solo sean asequibles dentro de su presupuesto, sino que también en el momento de la faena el pescador considera que le puede dar mejores capturas o mayor beneficio económico. 2. Condiciones batimétricas, climáticas u oceanográficas: las mareas, fase lunar, viento, oleaje, y su influencia según la topografía del fondo, determinan en gran parte la efectividad de algunas artes sobre otras, 3. Especie objetivo: el pescador escoge el arte con la cual sea más probable capturarla, o que sea más adecuada para los hábitats donde esta se encuentre (e.g., macarela) (FAO 2003, Salas *et al.* 2007).

Las diferencias significativas entre la captura por unidad de esfuerzo con la cuerda en comparación con los trasmallos T3.5 y T4.5, demuestran que la tasa de captura de las artes es distinta. Los trasmallos son menos selectivos, pues solo seleccionan tamaños mínimos y máximos, pero no las especies (Arreguín- Sánchez 1996, Millar y Fryer 1999, McClanahan y Mangi 2004). Esta falta de selectividad puede explicar que los valores anuales de captura bajo el mismo nivel de esfuerzo sean

mayores que con la cuerda. Asimismo, y como se discutió en el capítulo 2, en la pesquería del pargo seda, *L. peru*, con la cuerda se capturaron menos individuos y de menores tallas que con las otras artes (Cf. Figs. 2.3 y 3. 9) lo que se refleja en las menores CPUEs (Figs. 3.9 vs. 3.10). Por otro lado, la semejanza entre las tasas de captura estimadas para las otras artes (línea, palangre) (cf. Fig. 3.3) sugiere que las capturas que se realicen con estas darán rendimientos parecidos bajo un mismo nivel de esfuerzo, con la ventaja de que estas tienen una mayor selectividad de especies que los trasmallos. Las implicaciones de esta característica se discuten en las recomendaciones del Capítulo 4.

La variación temporal de la CPUE por comunidad indica que en Pavones, el uso de la cuerda es relativamente consistente durante el periodo de estudio (Anexo 3.2: Fig. 3.15); sin embargo, la tasa de captura fluctúa con un mismo esfuerzo (Fig.3.9 A). Esta variabilidad puede interpretarse como fluctuaciones en la disponibilidad de los recursos (Lutjanidae representó el 80% de las capturas, cf. Cap. 1), ya sea por la abundancia o por la presencia en los sitios de pesca, o bien por la selectividad y capturabilidad para las especies y tallas extraídas, según la época del año y el sitio de pesca, entre otros factores. Ningún pescador de esta comunidad reportó el uso de trasmallos en sus faenas (cf. Cap. 1).

Por otra parte, Zancudo se caracteriza por una gran diversidad de las artes de pesca empleadas, lo que refleja una dinámica común de la pesca artesanal: el pescador aplica su juicio de experto en el momento de salir a realizar la faena, para elegir el aparejo (o la combinación de ellos) con el que considere que obtendrá la mejor captura. En esta comunidad, el uso casi continuo del T3.5 es el arte más frecuentemente utilizada durante el año (Fig. 3.4 B), principalmente debido a la búsqueda de los cardúmenes de la macarela, *Scomberomorus sierra*, que entran mensualmente a reproducirse en el Manglar de Coto Colorado (Zona de pesca 3) y que representa una de las especies de mayor valor comercial para esta comunidad (Caballero, J. 2007. Pescador de comunidad de Zancudo *com. pers.*, Poirout 2008)

En Golfito se observa el uso continuo del trasmallo 4.5 a lo largo del año, y el uso de la cuerda como arte de pesca complementaria. El uso de esta arte aparenta ser selectivo hacia los pargos, especialmente del pargo seda de tallas promedio 45cm LH (cf. Capítulo 2). Finalmente, en los desembarques de Playa Blanca se observan pequeñas CPUEs con cuerda de mano a lo largo del año. Esta escasa producción pesquera de pargos manchado y seda (74.6% de las capturas con cuerda en esta comunidad) en sus usuales sitios de pesca, se podría explicar parcialmente por la baja

abundancia relativa de especies carnívoras en la parte interna del golfo (Rojas 2001). En cambio, una mayor CPUE con los trasmallos (no selectivos) podrían reflejar mejores rendimientos en biomasa bajo un determinado nivel de esfuerzo, gracias a la mayor riqueza de especies capturadas (S P. Blanca 43 especies, cf. Fig. 1.20B, Cuadro 1.2).

Con base en las particularidades de la producción pesquera estandarizada por localidad y por arte, se estimó una CPUE general (Anexo 3.1, Fig. 3.12 y 3.13), unificando la tasa de captura obtenida con cada arte. El análisis combina y considera las artes mixtas, a pesar de las sabidas diferencias en selectividad, capturabilidad y poder de pesca, a fin de tener un tamaño de muestra que permita determinar de forma conservadora patrones y diferencias espaciales y temporales de la CPUE.

De esta forma, se determinaron diferencias entre las capturas de los pescadores de Zancudo y las que realizan en las faenas de Golfito, posiblemente debido al contraste existente en la dinámica de pesca entre ambas localidades. Zancudo se caracteriza por una actividad pesquera multi-arte y multiespecífica, pero de cierto ámbito de tallas. Como se menciona en el capítulo 1, estos pescadores artesanales realizan faenas con seis artes distintas, dirigen su esfuerzo hacia determinados sitios de pesca, escogen el arte según la oportunidad del momento y sus esfuerzos no se concentran en una determinada especie, sino que extraen los individuos de todas las especies disponibles, en los tamaños seleccionados por las respectivas artes (Millar y Fryer 1999, Poirout 2008). De esta forma, se obtienen capturas por hora de faena mayores (Promedio horas de faena: 10.24, Captura total: 1.17 TM, total de días de pesca contabilizados: 18) (Fig. 3.2)

Mientras en Golfito, a pesar de realizar un mayor esfuerzo en términos de horas (Promedio horas de faena: 72.88, Captura total 2.17 TM, total de días de pesca contabilizados: 87), se estima que la eficiencia en las capturas realizadas por los pescadores es menor (kg/hr faena). Sin embargo, es importante considerar que esta pesquería dirige su esfuerzo al pargo seda (*L. peru*) de tallas específicas (porque utilizan casi exclusivamente el trasmallo 4.5), lo cual les permite obtener mejores ingresos por cada individuo capturado. De esta forma, aunque en términos de CPUE se considere menos eficiente, gracias a la calidad y el valor de mercado de cada captura, en Golfito se obtienen mayores ingresos económicos por hora de esfuerzo.

Las comunidades de Playa Blanca y Pavones realizaron esfuerzos de pesca semejantes (15.4 y 19.3 horas de faena promedio, días de pesca contabilizados: 5 y 8 respectivamente,) pero que obtuvo una

biomasa de capturas mayor en Pavones (Captura total: 0.19 y 0.46 TM respectivamente). Sin embargo, las tasas de captura de estas no difieran entre sí ni en relación con las de Zancudo y Golfito.

El análisis por área de pesca evidencia que la zona de Zancudo - Bahía Pavones, es la que está bajo mayor presión de pesca, tanto por el número de sitios de pesca como por la diversidad de artes utilizadas. Esta presión se observa también al considerar que de estos sitios se extrajeron 82 de las 117 especies capturadas en las faenas (cf. Cap. 1). La importancia de esta zona se evidencia desde 1989, cuando se destacaron los bajos del Río Coto Colorado (mayor producción en biomasa) y la parte externa del Golfo (44.2 % de las capturas totales en número de individuos) (Campos 1989). Asimismo, la alta riqueza de especies y las grandes abundancias observadas en esta zona (cf. Cap. 1) aumentan las posibilidades de que cada faena sea más eficiente en la captura. Adicionalmente, Poirout (2008) estimó que las capturas anuales de los pescadores de Zancudo ascienden a 40 TM, y se concentran dentro de cinco áreas de pesca entre Punta Zancudo y Punta Banco. Esta preferencia por los sitios de pesca dentro de esta zona de pesca también se observa con los pescadores de Bahía Pavones (Río Claro, Cocal Amarillo y Puerto Pílon) (Fargier *et al.* 2009).

CPUE Pargo seda, *Lutjanus peru*

El análisis específico sobre las CPUEs se restringió al pargo seda, pues fue la única especie con niveles estadísticamente adecuados de frecuencias, distribución y abundancias que permitió la elucidación de patrones espacio-temporales. Según lo discutido en el capítulo 1, el pargo seda es la especie que más aportó a las capturas en términos de números y en biomasa total en la pesca artesanal de Golfo Dulce y su área de influencia (cf. Figs. 1.13 y 1.16). Esta estimación se confirma en los valores de CPUE obtenidos en el presente análisis y los resultados observados permiten detallar mejor la dinámica de la extracción de este recurso.

Los resultados evidencian que los pescadores de Golfito que hacen sus faenas con el trasmallo 4.5 y en la zona entre Quepos y Punta Matapalo, son los que obtienen el mejor rendimiento y aportan más a la producción pesquera del pargo seda en la región. En cambio, las capturas en la zona interna del Golfo, realizadas con el trasmallo 3 son las que obtienen buenas capturas de esta especie.

Las diferencias entre las CPUE obtenidas con la cuerda y el trasmallo 4.5 demuestran la mayor eficiencia del trasmallo (en términos de kg por hora de faena) en capturar el pargo seda. Asimismo, considerando que con esta arte se pesca exclusivamente en la zona entre Quepos y Punta Matapalo (Fig.3.7), y en relación a las tallas capturadas con esta arte (cf. Capítulo 2), se puede decir que la mayor producción pesquera de los especímenes de tamaños entre los 29-59 cm LH ocurre afuera del golfo. Tomando en cuenta este intervalo de tallas superan su longitud de primera madurez (LH_m) (Fig. 3.8) (cf. capítulo 2 y anexo 3.1) se puede concluir que la actividad pesquera tiene impacto directo sobre la población adulta del pargo seda. Esta característica podría indicar que la selectividad con esta arte permite mantener a los individuos inmaduros en el mar, de forma que puedan crecer y reproducirse. De igual forma, implica la necesidad de realizar un análisis específico para determinar si esto está teniendo impacto sobre la capacidad reproductiva de la especie.

Por su parte, la variabilidad temporal de la CPUE con el T4.5 sugieren que el pargo seda adulto presenta una mayor biomasa de abril a setiembre y disminuye de noviembre en adelante, tal como lo indican las CPUEs de ese periodo (Fig. 3.7). De esta forma, se podría estar reflejando un desplazamiento de la biomasa de adultos a sitios distintos de los caladeros utilizados comúnmente dentro de la zona 4 o cambios temporales en la abundancia de adultos o en la selectividad del arte de pesca sobre el stock de pesca. La similitud en los patrones de la CPUE y la longitud de horquilla promedio comprueba que con el trasmallo 4.5 (como cualquier trasmallo, según Sparre y Venema 1997, Millar y Fryer 1999) se seleccionan los individuos según su talla, en este caso de tamaños mayores a su L_m (29.5cm LH, Rojas 2001). Las variaciones en las tasas de captura pueden tener varias causas: cambios en la distribución espacial de las poblaciones, concentración del esfuerzo pesquero en determinados sitios donde abundan especímenes grandes o comportamiento migratorio.

La pesca con cuerda brindó información valiosa en cuanto a la dinámica del pargo seda. Primero, con esta arte se capturan el 82% de los individuos de tallas pequeñas (menores a LH_m), tanto dentro como fuera del Golfo Dulce (LH prom: 25.88cm). Este patrón coincide con otros estudios, e.g., Fargier *et al.* (2009), quienes indican que el 75% de los individuos capturados por los pescadores de Pavones están por debajo de la longitud de primera madurez de la especie.

Sin embargo, con esta arte también se pueden extraer individuos de tallas grandes (LH_{max} : 69.0cm, cf. Capítulo 2). Lo anterior, posiblemente, debido a los sitios de pesca escogidos para realizar la

faena (71% de tallas mayores a Lm se extrajeron en las zonas fuera del golfo). También podría estar relacionado a la época del año o el uso (profundidad de calado) o selectividad del aparejo. Por lo tanto, la cuerda utilizada en determinados sitios de pesca (fuera de sitios de agregación de juveniles), con la carnada y el tipo de anzuelo (cf. Anexo 1.1) adecuados podría permitir la obtención de mejores rendimientos (e.g. individuos más grandes) por faena de pesca que provean un mayor ingreso económico que si solo se extraen los individuos juveniles.

Segundo, la selección predominante de los especímenes de tallas pequeñas con la cuerda, resulta en bajos rendimientos (kg) por hora de faena. Los pescadores de Pavones obtienen CPUEs relativamente mayores; debido a la concentración de su esfuerzo en la zona externa y fuera del Golfo Dulce (Zona 3: Zancudo- Bahía Pavones y Zona 4: Quepos- Punta Matapalo) sugiere que en esta área geográfica hay mayores biomasa de juveniles de esta especie. Lo cual puede indicar, que es un área importante de criadero para el pargo seda o que es estas áreas son más susceptibles a ser capturados por esta arte. Cabe destacar, que los sitios de pesca en la Zona 4 utilizados por los pescadores cuerderos de Pavones, se encuentran principalmente en la entrada al Golfo Dulce (cf. Capítulo 1). Este patrón en la distribución comprueba la tendencia referida por Fargier *et al.* (2009) sobre el impacto de la pesquería artesanal de Pavones sobre individuos pre-reproductivos de esta especie.

Por otra parte, los bajos rendimientos en las capturas con cuerda estandarizadas pueden reflejar una biomasa relativa baja de esta especie dentro del Golfo Dulce. Esta característica ha sido señalada en términos generales por Wolff (1996), quien estimó biomazas bajas de peces pelágicos en el golfo y por Rojas (2001), quien señaló que la parte interna del golfo presenta una proporción de especies carnívoras de tan solo el 33%,. De lo anterior, se podrían decir que estos rendimientos pueden estar relacionados a que la disponibilidad del recurso es baja. También puede estar evidenciando que con esta arte no se puede seleccionar adecuadamente esta especie (por profundidad de calado, tamaño de anzuelo o carnada) disminuye las posibilidad de extraer tamaños grandes que aporten más a la biomasa de las capturas.

La distribución espacial de las capturas con cuerda dentro del golfo sugiere que la producción pesquera del pargo seda de tallas 25.1cm LH promedio se concentró en sitios de la parte interna (Zona 1: Playa Blanca- Esquinas) y parte externa (Zona 3: Zancudo- Bahía Pavones) (Anexo 3.3: Cuadro 3.1, lo cual posiblemente refleja la presencia de criaderos de esta especie. Esta idea se

refuerza con presencia de manglares relativamente extensos en ambas zonas (Rincón y Esquinas en Zona 1, Coto Colorado en Zona 3), que típicamente funcionan de refugio y sitios de alimentación para múltiples especies, inclusive aquellas de alto valor económico como los lutjánidos (Chicas 1995, Blaber 2000, Lagunas 2004, Poirout 2008).

Además, se encuentran pináculos someros o arrecifes rocosos costeros conocidos como bajos, que también cumplen con esta función (Caballero, J. 2007. Pescador comunidad de Zancudo *com pers*) y según la profundidad pueden constituir sitios de preferencia de los juveniles, como ocurren en otros sistemas donde se captura esta especie (Saucedo- Lozano *et al.* 1998). De esta forma, las variaciones temporales en la CPUE (Fig. 3.10) dentro del Golfo, pueden estar reflejando un pico en la biomasa de juveniles de pargo seda en julio (LH prom: 26.8cm).

En resumen, la pesca artesanal del pargo seda dentro y en la entrada del Golfo Dulce tiene un impacto directo sobre los juveniles del pargo seda, independientemente del arte de pesca que se utilice. Mientras, la actividad pesquera fuera del Golfo está dirigida a la captura de los adultos reproductivos de esta especie. Dado este contexto, es fundamental determinar si las poblaciones observadas en el presente estudio son un solo stock o son diferentes, identificar los patrones de desplazamiento de la especie, la dinámica de las poblaciones y determinar el posible impacto sobre la capacidad reproductiva del stock y que están bajo explotación.

Si la pesca está afectando tanto los juveniles (implicaría que no llegan suficientes a ser adultos y reproducirse) como los adultos (se extraen los de mayor tamaño, y mejores características reproductivas de la especie, el stock puede llegar a perder la capacidad de reabastecer la población y el recurso entre en estado de sobre-explotación o sobre-pesca. La sobrepesca se puede originar cuando hay un impacto sobre la distribución y abundancia de determinados estadios de la población, sobre la distribución de tallas, la capacidad de resiliencia y la diversidad genética de la especie (FAO 2003).

El análisis realizado en este estudio considera el posible efecto de las artes, las épocas y los sitios de pesca para evaluar las variaciones de la CPUE. Aspectos como el comportamiento de la especie o la estrategia de pesca (e.g. escogencia y alternancia de los sitios de pesca, profundidad de pesca), efecto de las condiciones climáticas y oceanográficas deben considerarse en futuros estudios con el fin de mejorar la interpretación del impacto de la actividad pesquera dentro del Golfo Dulce y su área de

influencia. Asimismo, es indispensable la evaluación de cambios en la estructura de los hábitats esenciales como pérdida o deterioro (e.g. extensión de los manglares, cobertura de coral vivo, calidad de agua, temperatura, etc.), que puedan generar cambios en la diversidad, composición, biomasa y productividad de un área.

Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones para la gestión y manejo adecuado de los recursos pesqueros del Golfo Dulce y su área de Influencia.

Contexto actual de gobernanza en el Golfo Dulce

Golfo Dulce y su zona de influencia se conocen como el Área Marina de Uso Múltiple (AMUM) Pacífico Sur. Declarada en 1995, esta región incluye el área marina de las 12 millas desde la línea de costa desde la desembocadura del Río Barú hasta Punta Burica (Decretos Ejecutivos 24282 y 24483 MP-MAG-MIRENEM) y la parte marina de las áreas protegidas costeras del Pacífico Sur (Parque Nacional Marino Ballena, Reserva Biológica Isla del Caño, Parque Nacional Corcovado, Humedal Nacional Terraba Sierpe, Lagunas costeras Pejeperro y Pejeperrito y Parque Nacional Piedras Blancas). Aunque inicialmente conceptualizadas como categorías de manejo, actualmente las AMUM se conocen como una herramienta de ordenamiento que busca manejar y fomentar los usos sostenibles (turismo, pesca, actividades comerciales, transporte, entre otros) de los recursos marino-costeros (Mora *et al.* 2006). De esta forma, en las AMUM se da una interrelación y multiplicidad de usos que conlleva a la coordinación de los distintos actores (instituciones, organizaciones locales, usuarios) para buscar el manejo adecuado de los recursos marinos de la zona bajo un concepto integrado de producción (ente rector: Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG) y conservación (ente rector: Ministerio de Ambiente y Energía, MIRENEM por las siglas usadas en 1995).

Asimismo, además de formar parte del AMUM Pacífico Sur, el Golfo Dulce se encuentra bajo un nuevo contexto de manejo. A partir del 2010, se declara al golfo como Área Marina de Pesca Responsable (AMPR), constituyéndose así en la segunda área de este tipo en el país (AJDIP 191-2010 INCOPECA), después de la declaración del AMPR de Palito en Isla Chira, Golfo de Nicoya. Las AMPR operan bajo un esquema de manejo creado por el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), con la finalidad de fomentar el aprovechamiento sostenible a largo plazo de los recursos hidrobiológicos de una zona, y asegurar también su conservación (Decreto 33502 MAG- 2009), a través de la implementación de restricciones y regulaciones de la actividad pesquera.

La declaración del AMPR Golfo Dulce fue impulsada por los miembros de seis asociaciones de pescadores artesanales y una asociación de pesca turística de la región, consolidados en la Federación Nacional de Organizaciones Pesqueras Artesanales y Afines (FENOPEA) con el

objetivo de mejorar las condiciones de los recursos pesqueros mediante la eliminación de artes dañinas. Pescadores de Pílon de Pavones, Río Claro de Pavones, Puerto Jiménez, La Palma, Puntarenitas de Golfito y Zancudo, en conjunto con la Federación Costarricense de Pesca Turística (FECOPT) y el INCOPESCA, elaboraron una propuesta de ordenamiento para gestionar la declaración del AMPR (INCOPESCA 2009). Esta propuesta fue diseñada con base en estudios básicos (e.g., Campos 1989), los resultados de un proceso de planificación realizado por COMPECA⁵ para la conservación de los recursos pesqueros para el Golfo Dulce como parte del AMUM Pacífico Sur (Gómez y Tavares 2007) y una serie de análisis participativos sobre el estado de la actividad pesquera de la zona sur, realizados por estudiantes de la Universidad de La Rochelle, Francia, en conjunto con los pescadores artesanales locales (Poirout 2008, Fargier 2009, Fargier *et al.* 2009, Feutry *et al.* 2010).

Con base en esta propuesta, se establece el plan de ordenamiento (POP) del AMPR Golfo Dulce. En él se delimita al área en dos zonas principales: interna y externa, además de la zona de Golfito (Fig.4.1, Anexo 4.1). Asimismo, la principal regulación implementada es la eliminación de la pesca con cualquier tipo de red (trasmallo o red de arrastre), y permite las faenas realizadas únicamente con la cuerda, la línea planera (línea de fondo artesanal) y las nasas (Cuadro 4.1). Adicionalmente se otorgan las licencias de pesca a todos los pescadores asociados a alguna de las agrupaciones locales, 108 licencias en total.

⁵COMPECA: Comisión de Representación de las Comunidades de Pescadores Artesanales de Golfo Dulce, posteriormente se desintegro y se formó FENOPEA.

Cuadro 4.1. Artes permitidas para la pesca artesanal dentro del AMPR Golfo Dulce. Fuente: Decreto AJDIP 191-2010 INCOPECA

Zona	Artes de pesca autorizadas
Externa	Cuerda de mano, y línea planera (de fondo) con una longitud máxima de 500 mts: un máximo de 200 anzuelos. En ambos casos con anzuelos tipo $J \leq 6$ y circular $\geq N^{\circ} 6$. Nasas. Cuerda de mano o cañas y carretes con anzuelo tipo J igual o mayor a $N^{\circ} 16$. Scoop (dip net) para la pesca de Ballyhoo.
Interna	Cuerdas de mano con anzuelos tipo $J \leq 6$ y circular $\geq N^{\circ} 6$. Nasas. Cuerda de mano o cañas y carretes con anzuelo tipo J igual o mayor a $N^{\circ} 16$. Scoop (dip net) para la pesca de Ballyhoo.
Golfito	Cuerda de mano, anzuelo tipo $J \leq 6$ y circular $\geq N^{\circ} 6$



Figura 4.1. Zonificación del AMPR Golfo Dulce. Tomado de INCOPECA 2009.

Alcances de este estudio.

Dado este contexto local y la enorme importancia de la consolidación de información científica básica para fortalecer las buenas prácticas de ordenamiento y diseñar estrategias de manejo de los recursos pesqueros (FAO 2003), se resumen a continuación las principales conclusiones de la presente investigación, así como una serie de recomendaciones basadas en estos resultados.

Cabe resaltar, que esta investigación se realizó en el periodo 2006-2007, previo al establecimiento del AMPR Golfo Dulce, por lo que la información presentada sobre la actividad y dinámica de pesca es previa a la implementación de las regulaciones actuales. De esta forma, el análisis obtenido constituye una línea base de gran valor sobre el estado de los recursos de las pesquerías del Golfo Dulce y su área de influencia.

Los resultados actualizan la información obtenida al final de la década de los 80s por Campos (1989), y complementa otros estudios más puntuales realizados después del 2001, algunos de los cuales están basados en encuestas (e.g., Rojas 2001, Poirout 2008, Morera y Vargas 2009, Feutry *et al.* 2010). Esta investigación se destaca por ser la única en años recientes que presenta la ventaja adicional de haber estandarizado la información (CPUE) de la pesca artesanal, pues permite mejores estimaciones de la abundancia de los recursos, la producción pesquera total, y la concentración del esfuerzo pesquero por parte de la flota artesanal.

Por lo tanto, el presente estudio aportará un punto de referencia actualizado para comparar variaciones en la dinámica pesquera bajo las normas de manejo establecidas para el área, mediante las acciones de investigación y monitoreo dentro del AMPR. Con base en estas comparaciones con el presente estudio se podría determinar la viabilidad o la efectividad de las modificaciones o mejoras en las regulaciones sobre los recursos del Golfo.

Como bien lo plantea su POP, el aporte de los estudios que se realicen en el AMPR Golfo Dulce es esencial para la actualización y fundamentación de las regulaciones actuales y medidas futuras (INCOPECA 2009). De este modo, la información aquí obtenida acerca de la actividad pesquera contribuirá a mejorar el esquema de ordenamiento de la zona, y cumple el mandato establecido por las regulaciones.

Principales conclusiones:

Características de la pesca artesanal de pequeña y mediana escala

- Luego de un muestreo exploratorio en las comunidades costeras que rodean el Golfo Dulce, se escogieron las cuatro localidades en las que se observó una actividad de pesca constante.
- Los resultados analizados representan un año de trabajo de campo (Abril 2007 a Marzo 2008) en visitas bimestrales a cada una de estas cuatro comunidades.
- Las principales comunidades pesqueras de pequeña escala del Golfo Dulce son: La Palma de Puerto Jiménez, Zancudo, Pavones (incluye lo poblados de Cocal Amarillo, Pilón y Río Claro). Golfito figura como el centro de las faenas de pesca de mediana escala⁶.

El registro de la actividad pesquera de estas comunidades puede considerarse que representa el 75% de la producción de la flota artesanal para el Golfo Dulce.

- La cuerda de mano, los trasmallos T3 a T7 y la línea planera (cf. Anexo 1.1) son las principales artes utilizadas por los pescadores de estas comunidades.
- Se observa una preferencia por el uso del T3.5 y la cuerda para realizar las faenas de pesca dentro del Golfo Dulce y del T4.5 en el área de influencia.
- Las capturas más abundantes se realizaron con el T3.5, la cuerda, y el T4.5 (en orden descendente), pues concentraron el 87% de los individuos extraídos durante el periodo de estudio.
- En términos de biomasa, el 39% se extrajo con T4.5, el 22% con cuerda y el 19% con T3.5.

Se concluye que con el T3.5 permite capturar el mayor número de individuos mientras que el con el T4.5 extrae la mayor biomasa.

- Ciento diecisiete especies de peces en 35 familias conformaron las capturas de la pesca artesanal de pequeña y mediana escala dentro del Golfo Dulce y en su área de influencia durante el estudio.

⁶Definición de las escalas de las pesquerías según INCOPECA.

- Las familias con mayor número de especies fueron Sciaenidae (corvinas): 23, Carangidae (jureles): 20 y Haemulidae (roncadores): 17.
- De todas las especies, cinco aportan el 71% de las capturas en términos de abundancia: el pargo seda, *Lutjanus peru*, la macarela *Scomberomorus sierra*, el pargo manchado *Lutjanus guttatus*, el ronco *Pomadasys panamensis* y el caguacho o pargo blanco *Diapterus peruvianus* (Gerreidae)
- El total de las capturas observadas sumaron 4.01 TM, de las cuales el 76% fue aportado por las familias Lutjanidae, Scombridae y Carangidae.
- El pargo seda aportó el 38% de la biomasa y junto con el 10.8% de la macarela representan casi la mitad de todas las capturas en términos de peso (kg) del Golfo Dulce y su área de influencia.

Se determina que la pesquería de Golfo Dulce y su área de influencia depende de principalmente de cinco especies, pero tiene un impacto directo adicional sobre 112 especies.

- Las principales especies capturadas con T3.5 son la macarela (LH promedio 42.4cm) y el pargo manchado (LH promedio: 23.7cm), sin embargo con esta arte se extraen 83 especies de 21 familias pues es un arte no selectiva.
- Con la cuerda se capturaron 49 especies de 19 familias, donde los pargos constituyeron el 80% y el pargo seda fue la especie más abundante.
- El 100% de las capturas registradas con el T4.5 fueron pargos, de cuyos individuos o biomasa total fue fundamentalmente *L. peru* (86.4%).

Se determina como con el T3.5 es el arte que mayor impacto tiene sobre la diversidad. Por su parte el T4.5, permite una mejor selección de especies.

- Pavones: 29 especie de 15 familias; el pargo seda representa el 88% de las capturas totales y el 93% de los desembarques con cuerda.
- Zancudo: 82 especies de 20 familias; la macarela es el principal recurso extraído. El ochenta y tres por ciento de las faenas se realizan con T3.5
- Playa Blanca: 45 especies de 18 familias; los pargos seda y manchado fueron las especies más abundantes en los desembarques, y utiliza el T3, T3.5 y la cuerda con frecuencias similares.

- Golfito: 29 especies de 15 familias; nuevamente *L. peru* fue la especie principal, con 73% de las capturas.
- Zancudo presenta las capturas más abundantes y más diversas, mientras que en Golfito se observa la mayor biomasa desembarcada.

Zancudo es la comunidad donde se presentan las capturas de mayor riqueza de especies (abundantes y más diversas), se utiliza el mayor número de artes y se realizan faenas más constantes. Los pescadores de Golfito obtienen las capturas de mayor de biomasa.

La extracción de la macarela está relacionada directamente con la actividad realizada en la comunidad de Zancudo y con el T3.5.

El pargo seda es capturado principalmente por los pescadores de las localidades de Pavones y Golfito.

La zona de pesca entre Zancudo y Bahía Pavones es donde se concentra el mayor número de especies que son extraídas.

Características biométricas y ecológicas de las especies dominantes en las capturas de la pesca artesanal

- El pargo seda (*L. peru*, 36.3%), la macarela (*S. sierra*, 16.8%) y el pargo manchado (*L. guttatus*, 11.7%), el roncadador panameño (*Pomadasys panamensis*, 3.5%) y el pargo blanco (*Diapterus peruvianus*, 2.9%), representaron el 71% de las capturas en número de individuos.
- La talla promedio de *L. peru* es de 36.12cm LH y 899.14g, y el 40% de los especímenes capturados con todas las artes, están por debajo del tamaño de primera madurez (L_m).
- Todos los individuos de pargo seda capturados con T4.5 son de tallas superiores a su L_m , mientras que con la cuerda solamente el 24% ha superado su L_m .
- La macarela (*S. sierra*) presentó una talla promedio de 41.89 ± 5.7 cm LH, con todos los especímenes sobre su L_m pero alcanzando sólo el 67.4% de la talla máximas reportadas para esta especie (96.7cm LH).

- La talla promedio de *L. guttatus* fue 26.9 ± 6.44 cm LH, y el 55% de los peces extraídos estaban por debajo de su L_m .
- Todos los individuos de ronco, *P. panamensis* y el pargo blanco, *D. peruvianus* se encontraron por encima de las respectivas L_m descritas en la literatura.

Las poblaciones de pargo seda, macarela y pargo manchado están siendo vulnerables a los métodos de la actividad pesquera debido especialmente a las altas capturas de los estadios no reproductivos (alta extracción de juveniles).

- La zona 3 (de Bahía Pavones a Punta Banco) es el área de mayor importancia para la captura de la macarela, el roncodor y el pargo blanco. Mientras que para *L. peru*, la mayor producción en números y en biomasa proviene de la zona entre Quepos y Punta Matapalo. El pargo manchado se observa en abundancias similares en las zonas 1, 2 y 3.
- El promedio del nivel trófico actual es menor que el estimado para las especies observadas por Campos (1989), lo que puede indicar que la actividad pesquera sobre los recursos de la región está concentrada en especies de un menor nivel trófico, debido a la escasez o desaparición de las especies de mayor importancia anteriormente.
- Esto sugiere que el problema de “*fishing down marine foodwebs*” (el reemplazo de los depredadores apicales por niveles tróficos inferiores, como producto de la pesca), ya descrito por Pauly *et al.* 1998) puede estar evidenciando en las capturas de pesca del Golfo Dulce y su área de influencia.

Impacto de la actividad pesquera artesanal de pequeña y mediana escala en Golfo Dulce y su área de influencia

- Golfito realiza el mayor número de horas de faena.
- En las faenas que se realizan con cuerda se obtuvieron menores capturas (kg) por hora de faena (CPUE) que con el T3.5 y T4.5.
- Las capturas (en kg) por hora de faena extraídas con el palangre, la línea planera y los T6 y T7 parecen indicar que las eficiencias de las artes es semejante.
- En la comunidad de Zancudo se obtienen mayores capturas por hora de faena debido al uso principalmente del T3.5, con el cual, por su limitada selectividad, se extraen un número

importante de especies (83spp) que por la abundancia capturada, está haciendo que la biomasa a ese esfuerzo sea mayor. .

La CPUE con T3.5 y T4.5 son mayores que con las otras artes utilizadas en el Golfo Dulce, sin embargo comparando entre ellas según la abundancia, diversidad y tamaños de las especies, la pesca con T4.5 tiene mayores beneficios al ecosistema y al pescador selección un menos número de especies, enfocándose en especies de alto valor económico y que por su tamaño (biomasa) dan mejores rendimientos.

- Según el CPUE general por zona de pesca, la zona 3 (Zancudo -Bahía Pavones) y la zona 4 (Quepos – Matapalo) se diferencian significativamente ($F= 5.86$, $p<0.05$). Las zonas 1 y 2 presentan tasas de captura semejantes.
- Por abundancia y riqueza de especies, la diversidad y selectividad de artes utilizadas, la zona entre Zancudo y Bahía Pavones permite las mayor tasa de captura de la región. El pargo seda, *L. peru*, se extrae principalmente en la zona de influencia norte, entre Quepos y Punta Matapalo (Zona 4) y Zancudo a Bahía Pavones (Zona 3) dentro de Golfo Dulce.
- Las capturas de esta especie con la cuerda son significativamente menores a aquellas extraídas con T4.5 por hora de faena.
- La CPUE de esta especie es mayor en julio con la cuerda de mano y en setiembre con el T4.5 respectivamente.
- Los especímenes de *L. peru* capturados por los pescadores de Golfito, presentaron longitudes máximas mucho mayores que los extraídos por las comunidades pesqueras dentro del Golfo Dulce.
- Los pargos seda capturados con cuerda no alcanzan las longitudes de primera madurez (L_m) y el promedio de la longitud de los individuos capturados con el T4.5 fue cerca del doble de la LH promedio extraída con la cuerda.
- La CPUE de esta especie, evidencia que la actividad pesquera artesanal realizada dentro del Golfo Dulce está teniendo un impacto directo sobre los juveniles mientras que en el área de influencia la pesca se dirige a los adultos.

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones planteadas a continuación se enmarcan dentro de un enfoque ecosistémico (EE) para el ordenamiento y la gestión de los recursos pesqueros de la región, y se basan en la premisa de que la productividad de los ecosistemas y de las poblaciones naturales en sí es limitada (García et al. 2003, García y Cochrane 2005). Por eso, el mantenimiento de la integridad de los procesos ecosistémicos, asegura los servicios ambientales que pueden brindar a las comunidades humanas.

El reconocimiento de los beneficios económicos, ambientales y sociales provenientes de sistemas y recursos naturales saludables debe dirigir las iniciativas para el manejo del medidas de manejo se apliquen en todo el área de distribución de los recursos, e incluyan la implementación de estrategias precautorias para su gestión y los mecanismos que aseguren el bienestar de las poblaciones humanas que dependen de estos (FAO 2003, Cury 2004, Jennings 2004, Zeller y Pauly 2004)

Las pesquerías de cualquier escala tienen un impacto, tanto sobre los recursos objetivo, como en otras especies (fauna de acompañamiento) y ecosistemas asociados a estas (deterioro de los hábitats: fondos rocosos, lodosos, arrecifes). Estos efectos generan cambios importantes en la biodiversidad y dinámica de las comunidades naturales de un área. A su vez, estos componentes pueden verse influenciados por las fluctuaciones causadas por los cambios en el medio ambiente, sean naturales, como los climáticos, o antropogénicos, como la contaminación (Sainsbury *et al.* 2000, FAO 2003).

La actividad pesquera en el Golfo Dulce y su área de influencia tiene un impacto importante sobre una gran diversidad de especies (117 especies, en el caso de la pesca artesanal). Esta situación podría conllevar cambios en la dinámica de las comunidades naturales en términos de relaciones tróficas y la integridad y resiliencia de los ecosistemas (Bianchi *et al.* 2000, Espino- Barr *et al.* 2002, Cury 2004, Jennings 2005). Para controlar este impacto, propone considerar el establecimiento de medidas regulatorias por ejemplo sobre las artes de pesca, el esfuerzo realizado por los pescadores, épocas de pesca, tallas mínimas y los sitios de captura. Esto mediante un proceso que involucre tanto a las comunidades pesqueras como a las entidades encargadas de velar por el uso racional de los recursos marinos.

Como bien es sabido, un manejo adecuado de las artes de pesca permite restringir la captura a tallas que reduzcan el efecto sobre las poblaciones naturales y minimicen el número de especies

incidentales (McClanahan y Mangi 2004, Pope *et al.* 2000). Cada arte tiene su selectividad y eficiencia de captura sobre las especies de un ecosistema, y por ende, un impacto diferencial sobre el hábitat y la dinámica de las comunidades naturales (FAO 2003, Cury 2004, Jennings 2005).

Con base en los análisis y conclusiones de los resultados de la presente investigación, se hacen las siguientes recomendaciones:

Sobre el uso de las artes de pesca.

La **cuerda de mano** es el segundo aparejo más utilizado, en abundancia y biomasa de capturas en las pesquerías del Golfo Dulce, después del ahora prohibido T3.5 (AJDIP 191-2010 INCOPECA). Según los resultados presentados, con esta arte se captura el 59% de las especies que se extraen con el trasmallo. De tal manera, se puede decir que la medida actual sobre las artes aplicada en el AMPR Golfo Dulce, está reduciendo el impacto de la actividad pesquera sobre la diversidad de la región (cf. Fig. 1.14).

Sin embargo, es importante considerar también que con la cuerda se capturaron un amplio rango de tallas, que puede variar según la especie. Con este aparejo se extraen principalmente juveniles de algunas especies (e.g. *L. peru*, cf. Capítulos 2 y 3), tallas promedio por debajo de L_m de la especie (e.g., *L. guttatus*) pero también captura especímenes de tallas superiores a L_m (24% *L. peru* y 42% *L. guttatus*). Adicionalmente, se observa que la tasa de captura con esta arte en especies como el pargo seda (*L. peru*) es relativamente baja a lo largo del año (CPUE: 0.23- 2.8kg/ hr de faena) (cf. Fig. 3.10).

- Se recomienda que se identifique si otros aspectos sobre el arte (tipo y tamaño de anzuelo, carnada utilizada) están afectando la selección sobre tallas pequeñas. De esta forma, corregirlos para que se evite la extracción de especímenes no reproductivos y permita la selección de individuos que por su talla sean de mayor valor comercial y de mayores rendimientos al pescador. Además, se puede con este análisis se puede determinar si la diversidad de especies capturadas disminuye al aplicarse estas medidas (disminuye la capturabilidad de las especies) (Bishop 2006).

De igual forma vemos que el uso de esta arte se da principalmente en Zona 3: Bahía Pavones-Punta Banco y la zona 1: Playa Blanca – Esquinas, por lo que es posible que el uso de esta arte esté

relacionado a sitios específicos dentro de estas zonas, como puntos de agregación (bajos o piedras) o áreas de crianza (manglar) para las especies objetivo o capturadas incidentalmente.

- Por lo que se recomienda como medida inicial, reconocer con base en el conocimiento tradicional de los pescadores (Bergmann 2004), la ubicación de estos puntos geográficos críticos, de manera tal que se puede mejorar la zonificación de las áreas y se puedan aplicar medidas como vedas temporales, o restricciones en las artes (utilizar solo línea planera en lugar de la cuerda para mejorar la selectividad sobre los individuos capturados) o en las características de las artes (número de anzuelos, tipo de carnada) para disminuir el impacto tanto en talla de los individuos como en el número de especies

Por su parte, el uso de la **línea artesanal** (línea de fondo o planera con menos 1000 anzuelos) (Anexo 1.1) y el **palangre** captura un número menor de especies (21 y 8 spp respectivamente), por lo que se puede decir también que su uso está limitando e impacta solamente a unas pocas especies (comparadas con las 95 spp extraídas con los distintos trasmallos o los 45spp con cuerda). La línea artesanal se utiliza principalmente en la zona externa del Golfo (zona 3: Zancudo a Bahía Pavones), mientras que el palangre en ambas zonas del área de influencia del golfo (Zonas 2 y 4), como observa también en el análisis de Fargier en las comunidades de Pavones (Fargier *et al.* 2010). En la zona 3, además, las capturas con línea evidencian mejores CPUE en comparación con las otras artes a pesar del bajo número de individuos, esto pues se capturan especímenes de buen tamaño y de mayor valor comercial.

Aunque con estos resultados se confirma que estas artes son más selectivas que la cuerda o las redes (FAO 2003, McClanahan y Mangi 2004), es importante destacar que algunas de las especies capturadas son de bajo interés comercial pero cumplen un rol importante en los ecosistemas marino costeros y oceánicos como los tiburones (1 sp. capturada en ambas artes).

- Para lo que se recomienda mantener el uso de estas artes considerando hacer los ajustes que eviten la captura de especies incidentales como tortugas (Madrigal *et al* 2009, en la parte externa del Golfo) o tiburones y rayas (López y Zanella 2011), entre los mencionados por los autores destaca la eliminación de los reinales (cf. Glosario) y la disminución en el número de anzuelos por línea, de forma tal que se permita la revisión y liberación de especies no deseadas.

- Debe realizarse un estudio sobre el impacto del **palangre** en las poblaciones de los recursos fuera del Golfo Dulce. Los resultados obtenidos en el presente estudio sobre esta arte no abarcaron la flota palangrera de Golfito, por lo que se insta a que se realice un análisis sobre el impacto de esta flota, especialmente sobre las especies importantes a nivel comercial, turístico y ecológico como los picudos, dorado y los tiburones.
- Se recomienda el uso de la **línea planera** en los sitios de pesca donde las capturas con cuerda está extrayendo individuos juveniles principalmente. Si el tamaño de anzuelo es adecuado se puede mejorar la selección de las especies a individuos ya reproductivos y como se evidencia de los resultados del estudio, se obtienen mejores capturas por hora de faena.

A pesar de que los **trasmallos** son ahora un arte que no se permite utilizar dentro del AMPR Golfo Dulce, todavía se hace uso de los mismos de forma ilegal por los usuarios locales (Lezama com pers 2011). Por esta razón se recomienda:

- Continuar el trabajo de concientización y capacitación a los pescadores sobre el impacto de artes como el trasmallo en las especies y hábitats del Golfo Dulce
- Promover la conversión al uso de las artes permitidas y eliminación de la venta de trasmallos dentro de zona del AMPR
- Fortalecer las capacidades institucionales y locales que permitan identificar artes alternativos que puedan brindar rendimientos importantes a los pescadores de forma más sostenible y fomenten la el uso adecuado de los recursos

En el área de influencia del actual AMPR Golfo Dulce, se observa como el **T4.5** tiene un impacto principalmente sobre la familia de los Lutjanidos, especialmente el pargo seda. Además, es el arte con el que se obtienen mejores capturas por hora de faena (cf. Fig.3.1) y se utiliza exclusivamente en la zona entre Quepos y Punta Matapalo, en sitios de pesca donde cercanos a la Reserva Biológica Isla del Caño y al PN Corcovado (Fig. 1.5). Sin embargo, es importante considerar que esta arte, como los trasmallos en general, también tiene una selectividad por tamaños y no por especies, por lo que deben establecerse algunas medidas para poder reducir el impacto de la misma sobre las poblaciones y el ecosistema (Cook 2001).

- Es necesario determinar el impacto de esta arte sobre las especies asociadas a las objetivo de la pesca. Aunque en el estudio se encuentra que el 100% de los desembarques fueron

especies de primera clase comercial (pargos), esto no está reflejando todas las especies que realmente se capturan con esta red. Lo anterior debido a que a los muelles solo se descarga los especímenes de valor económico, y las demás o se descartan o se utilizan como carnada.

Sobre las especies dominantes

Como se concluye de los resultados presentados, la pesquería artesanal de pequeña y mediana escala está teniendo un impacto importante sobre la especie *L. peru*. La captura de especímenes tanto inmaduros como adultos, la segregación en la ubicación de los principales pescaderos y la selectividad que están teniendo las artes de pesca utilizadas sobre el recurso, hace que sea fundamental realizar un estudio independiente de la pesca. Con el cual se pueda determinar la condición y distribución real de la población o poblaciones de esta especie y determinar si las tendencias observadas en el presente estudio en relación al impacto de las artes sobre los distintos estadios de la especie son adecuadas. Lo anterior en términos de identificar también los patrones de selección de las artes utilizadas, la relación de estos con las zonas de pesca, la existencia de una o más poblaciones en la región, la abundancia o posibles patrones de migración entre las zonas.

Por su parte, la macarela, *S. sierra*, presenta también una importante oportunidad de estudio. Esto debido a la totalidad de las capturas de esta especie fue realizada con trasmallos (T3, T3.5, T6), artes que actualmente están prohibidas dentro del AMPR. Ante esta nueva condición, un estudio sobre la dinámica de las poblaciones de esta especie permitiría identificar posibles cambios luego de la eliminación del impacto de pesca en el Golfo Dulce, así como la determinación de estadios de madurez.

En cuanto al pargo manchado, *L. guttatus*, dado que es la especie de mayor importancia dentro del Golfo Dulce y que según los resultados presentados el 55% de las capturas se están realizando por debajo de su Lm, se recomienda también realizar un análisis completo independiente de la pesca que permita determinar el impacto de las artes sobre el recurso. Los especímenes capturados con la cuerda son de mayor tamaño que los que se extraen con T3.5, por lo que la prohibición actual de esta arte podría estar beneficiando a la población eliminando la capturas de los más pequeños. Sin embargo, la talla promedio con cuerda tampoco supera el Lm de la especie, por lo que es necesario que se identifique si otros factores asociados al arte como el tipo y tamaño de los anzuelos y la

profundidad a la que se utilizan permiten seleccionar tamaños distintos. Además, definir si existe una distribución ontogénica entre los sitios de pesca y ecosistemas adyacentes (manglares, arrecifes rocosos, entre otros) utilizados, de forma tal que se pueda tomar medidas adecuadas para la pesca de esta especie.

Es importante destacar que estos tres recursos son de primera categoría comercial, por lo que es necesario considerar medidas precautorias sobre la pesca de estas especies. Entre las cuales se puede considerar el establecimiento de una talla mínima de captura para:

Lutjanus peru:

- 40cm LH, considerando que su Lm es de 29.5 cm (Rojas 2001) y que a esta talla ya los especímenes alcanzan pesos cercanos a superiores a los 800g los cuales los clasifican de mejor calidad y se pueden obtener mayores beneficios económicos con menos individuos.
- Además, analizar el establecimiento de una talla máxima de forma tal que se disminuya la extracción de los individuos de mayor tamaño y que se sabe tienen mayor potencial reproductivo.

Lutjanus guttatus

- Entre 36 y 38cm LH para el pargo manchado pues estaría superando el Lm descrito para la especie (Rojas 2001) y debido a que a estas tallas son, considerados de mejor calidad y valorados mejor comercialmente pues se registra un peso entre los 590g y los 700g.
- Definir con base en el conocimiento de los pescadores, las épocas de reproducción de las especies principales, a fin de determinar de periodos de vedas temporales de acuerdo a estos o mejorar las regulaciones en los sitios de agregación.
- Promover la devolución de las hembras ovígeras con vida al mar a fin de reducir el impacto sobre la población reproductiva de las especies.

Sobre los sitios y las zonas de pesca:

La zona de pesca entre Bahía Pavones y Punta Banco es la más importante en términos de abundancia de capturas, diversidad, tasa de capturas (CPUE) y donde se ubican el mayor número de

sitios de pesca dentro del Golfo Dulce. Esta zona es utilizada principalmente por los pescadores de Zancudo y Pavones (Pilón, Cocal Amarillo y Río Claro).

- Se recomienda entonces realizar una zonificación clara, que permita designar las áreas críticas para las especies (ver sección sobre las artes) y restringir en ellas el uso de las artes permitidas, ya sea con vedas temporales o ajustes para mejorar la selectividad de las mismas.
- Es importante crear y respetar las zonas de no pesca dentro del Golfo. Actualmente solo las desembocaduras de los ríos, las áreas de manglar y el área marina del PN Piedras Blancas tienen prohibición total de la actividad pesquera. Sin embargo, dentro de las zonas 1 y 3 se estima que existen otras áreas críticas (criaderos o sitios de agregación) debido a la abundancia de juveniles observadas, que deben protegerse para que se puedan mantener las estables las poblaciones naturales y sirvan de semilleros para la actividad pesquera.

Por su parte, en la zona de pesca entre Quepos y Punta Matapalo se obtienen CPUE y abundancias importantes (Fig. 3.4) fuera del Golfo Dulce, casi exclusivamente gracias a la pesca con T45 dirigida a la captura de pargos. En esta zona es importante considerar que los principales sitios de pesca se encuentran en los alrededores de las áreas marinas de la RB Isla del Caño y PN Corcovado.

Esta asociación con las áreas protegidas, puede estar relacionada a que estas están protegiendo distintas poblaciones ícticas y los hábitats que permiten el crecimiento y desarrollo de las mismas, de forma tal que las áreas aledañas no protegidas se benefician con mayores abundancias de las especies (spillover) (Browman y Stergiou 2004, Forcada *et al* 2009, Goñi *et al* 2010). Pues permiten el desarrollo y reproducción de las especies sin presión, permitiendo eventualmente que se estabilicen o perduren a niveles adecuados las capturas de las especies de importancia comercial en las áreas alrededor

La existencia de las áreas protegidas es una herramienta clave para fortalecer las medidas y regulaciones de pesca que se aplican sobre los recursos de una región. Sin embargo, la presión de pesca sobre los límites de las áreas protegidas puede tener un efecto negativo sobre las poblaciones naturales que se conservan en estas (Ashworth y Ormond 2005, Goñi *et al* 2010, McClanahan y Mangi 2000).

- Se recomienda establecer un sistema de seguimiento sobre las embarcaciones de mediana escala que utilizan la zona, determinar el esfuerzo y el impacto que realizan sobre los

recursos. Se puede iniciar con el levantamiento de una línea básica de información sobre las embarcaciones y el análisis de las bitácoras sobre descargas, sitios, tiempos de calado.

Comunidades pesqueras

Según observamos en los resultados de la presente investigación, en las comunidades pesqueras existía una preferencia por el uso de los trasmallos para realizar la actividad de pesca, especialmente en el caso de la comunidad de Zancudo. Al ser actualmente prohibido el uso de esta arte dentro del AMPR, se presenta una situación crítica para los pescadores las localidades pesqueras. Debido a esta limitación, los ingresos económicos han disminuido, pues muchos no han tenido la posibilidad de cambiar a las artes permitidas y no tienen otra alternativa económica (Rocha, V. 2011, presidente de FENOPEA, *com. pers*). Lo que conlleva a que se continúe la pesca ocasional con redes de forma ilegal.

Ante esto, ya se plantean algunas líneas de acción (e.g. valor agregado, pesca artesanal turística) en el plan de ordenamiento para mejorar esta situación (INCOPESCA 2009). Sin embargo, se **insta** a que las instituciones y miembros de la Comisión de Seguimiento del AMPR Golfo Dulce (incluye asociaciones de pescadores, universidades y organizaciones no gubernamentales), prioricen la búsqueda de soluciones para mejorar la condición socioeconómica de las comunidades pesqueras ya sea por medio de la generación de alternativas productivas o esquemas que mejoren la comercialización de las capturas.

Investigaciones futuras

- Es fundamental realizar el monitoreo de las capturas de la pesca artesanal, el análisis de información pesquera a largo plazo es esencial para la adaptación e implementación de medidas regulatorias para el uso sostenible de los recursos y los hábitats. Determinar si se dan patrones temporales o espaciales en la diversidad, abundancia y capturas de las especies así como facilitar el seguimiento al esfuerzo de pesca.

- Se recomienda igualmente realizar un estudio independiente de pesca que permita confirmar la condición de las poblaciones en términos de abundancia natural, distribución y comportamiento, esto incluyendo tanto las especies de importancia comercial, como las pescadas incidentalmente y las que son descartadas. Que permita además realizar análisis de contenido estomacal y desarrollo gonadal para determinar las relaciones tróficas y posibles patrones estacionales o espaciales en la madurez de las especies y el reclutamiento.
- Dada la importancia de las zonas alrededor de las áreas protegidas, se recomienda realizar un análisis que permita identificar y cuantificar el beneficio que estas zonas de no uso están teniendo en las zonas aledañas.
- Determinar la selectividad real de las artes de pesca permitidas en el AMPR y su zona de influencia., incorporando todos los aspectos relacionados como el tipo de anzuelos, tamaños, tipo de carnada. Así como realizar estimaciones sobre la capturabilidad de estas sobre los principales recursos pesqueros del Golfo.
- En estas investigaciones debe incorporarse el monitoreo de las condiciones ambientales naturales (condiciones oceanográficas: corrientes, salinidad, etc., efecto de fenómenos del El Niño y la Niña) y condiciones antropogénicas (como la contaminación de agua) que pueden tener influencia sobre el comportamiento de las especies

Consideraciones finales

Aunque en las consideraciones planteadas se indica que es necesario continuar los estudios pesqueros para determinar aspectos importantes sobre la condición de los recursos, se hace evidente que deben aplicarse medidas de manejo, que de forma precautoria, busquen mejorar el ordenamiento pesquero del área (Bishop 2006, FAO 2003). El fin último de estas disposiciones es buscar el equilibrio entre una actividad pesquera mediante el uso sostenible de los recursos y la conservación de la integridad de los ecosistemas. Por ejemplo, las restricciones en el acceso a determinados sitios de pesca siempre tiene un efecto sobre el esfuerzo de pesca que se realiza en las otras áreas (Marchal *et al* 2002), por lo que la implementación de medidas de zonas de no uso, deben complementarse con las regulaciones sobre las artes y las especies de interés.

La incorporación de estas medidas, así como el desarrollo de un esquema de pesca responsable, en conjunto con las comunidades costeras, mejorarán la condición actual de la pesquería artesanal del Golfo Dulce y su área de influencia. Esto no solo mediante el establecimiento de restricciones a la

actividad, sino a través de procesos participativos como los que se han llevado en la región (Gómez y Tavares 2007, Poirout 2008, Fargier 2009), pero que den lugar a las comunidades pesqueras en los beneficios y responsabilidad que implica el ordenamiento de la actividad pesquera.

Dentro de este esquema de participación, se hace necesario que tanto INCOPECA como los pescadores locales fomenten y consoliden un programa de monitoreo de la pesca artesanal de pequeña escala. Como parte del plan de ordenamiento actual (INCOPECA 2009) se indica el seguimiento a la actividad pesquera es un eje prioritario de trabajo, de esta forma, la alianza entre las universidades y organizaciones con la institución y las comunidades para establecer las pautas claras de este monitoreo según las prioridades establecidas. Como aporte en este aspecto, se recomienda el uso de una base de datos que permita la captura de información clave para continuar el análisis de la dinámica pesquera del AMPR y su zona de influencia. Datos que pueden ser tomados tanto por miembros de las comunidades pesqueras como por los funcionarios del INCOPECA, facilitando y optimizando los recursos para la obtención de información. Adjunto, en el anexo 4.2 se incluye una base de datos mejorada de la utilizada en el presente estudio y que se recomienda utilizar para la captura de la información pesquera del AMPR, así como una base de datos sobre las embarcaciones de pesca que permitan considerar otros factores para determinar el esfuerzo de pesca real sobre los recursos de la zona. .

Además de indicadores biológicos y pesqueros, es necesario incorporar el análisis del impacto de la actividad pesquera en las comunidades costeras mediante la consolidación de un sistema que permita medir los beneficios y retos sociales y económicos que se enfrentan.

Con base en el análisis de los resultados y del contexto actual de Golfo Dulce y su área de influencia, se concluye que las decisiones de ordenamiento establecidas en el AMPR hasta la fecha tienen un beneficio importante sobre los recursos pesqueros de la región (e.g. eliminación trasmallos). Sin embargo, y como se detalla anteriormente, es necesario incorporar una serie de medidas en cuanto a las zonas, especies y artes de pesca actuales que permitan regular adecuadamente la actividad pesquera y den lugar, en el mediano y largo plazo, a una mejoría en las poblaciones naturales. Efecto que a su vez, se reflejará en beneficios económicos para los pescadores. Por esta razón, además se hace necesario establecer un esquema de manejo que permita, a través de estudios científicos, conocimiento, participación y compromiso local e institucional, monitoreo de las pesquerías y condiciones socioeconómicas , ir estableciendo pautas que favorezcan tanto el

bienestar de las comunidades costeras como la conservación de los recursos , especies y hábitats, de la zona.

Literatura Citada

Capítulo 1.

- Acuerdo de Junta Directiva de INCOPECA, A.J.D.I.P 191-2010. La Gaceta No 196, 8 octubre 2010. Declara el Golfo Dulce como área Marina de Pesca Responsable
- Araya, H. 1984. Los sciánidos (corvinas) del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 32(2): 179-196.
- Araya, H., A. R. Vásquez, B. Marín, J. A. Palacios, R. L. Soto, F. Mejía, Y. Shimazu y K. Hiramatsu (2007). II. Reporte del comité de evaluación de los recursos pesqueros No. 1 / 2007. Proyecto "Manejo sostenible de la pesquería para el Golfo de Nicoya, Costa Rica". INCOPECA; UNA; JICA. 154p.
- Bussing, W. y M. López. 1996. Fishes collected during the RV Victor Hensen Costa Rica Expedition, (1993/1994). *Rev. Biol. Trop.* 44: 183-187
- Campos, J.A. 1984. Estudio sobre la Biología Pesquera en el Pacífico de Costa Rica: Aplicación sobre el manejo de recursos. Ed. Universidad Nacional. Costa Rica. 86 p.
- 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 p.
- Cortes, J. 1992. Los arrecifes coralinos de Golfo Dulce, Costa Rica: aspectos ecológicos. *Rev. Biol. Trop.* 40:19-26
- Cury P.M., L.J. Shannons, J-P.Roux, G.M. Daskalov, A. Jarre, C.L.Moloney y D. Pauly. 2005. Trophodynamic indicators for an ecosystem approach to fisheries. *J. Mar. Sci.* 62:430-442
- Decreto Ejecutivo 24483 MP-MAG-MIRENEM. Agosto 1995. Declara las AMUM Pacífico Norte, Golfo de Nicoya, Pacífico Sur, Caribe Norte, Caribe Sur e Isla del Coco. La Gaceta
- Donato, F. 1988. Distribución, abundancia y diversidad de peces en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 86 p.
- FAO. 2000. The state of world fisheries and aquaculture. FAO. Roma. 142 p
- FAO. 2001. Tropical shrimp fisheries and their impact on living resources. FAO Fisheries Circular. 974. 378p.
- FAO. 2004. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. FAO. Roma. 154 p

- FAO. 2007. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. C. Bene, G. Macfadyen and E.H. Allison. FAO Fisheries Technical Paper No. 481. Rome.
- FAO 2008. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. FAO. Roma. 176 p
- FAO 2010. <http://www.fao.org/fi/glossary/default.asp>
- Fargier L, H.J. Hartmann y H. Molina. 2009. Desarrollo de un proceso de monitoreo participativo en comunidades pesqueras del Pacífico Sur de Costa Rica. In: 4th international conference on integrated management of coastal areas. CARICOSTAS, Santiago, Cuba.
- Feutry P., H. J. Hartmann, H. Casabonnet y G. Umaña. 2010. Preliminary analysis of the fish species of the Pacific Central American Mangrove of Zancudo, Golfo Dulce, Costa Rica Wet. Ecol. and Mgmt: 18 (6): 637-650
- González, C. 1995. Análisis paisajístico de la base biofísica para el desarrollo sostenible de la Península de Osa, Puntarenas, Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica, San José. 120 p
- Hebbeln, D., D. Beese y J. Cortés. 1996. Morphology and sediment structures in Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44(3):1-10.
- Hedgepeth, J., V. F. Gallucci, J. Campos y M. Mug. 2000. Hydroacoustic estimation of fish biomass in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 48(2-3): 371-387
- Herrera, A., L. Villalobos-Chacón, J. Palacios-Villegas, R. Viquez-Portuguez and G. Oro-Marcos. 2011. Coastal fisheries of Costa Rica. In: Salas, S., Chuenpagdee, R., A. Charles and J.C. Seijo. Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Roma.
- INCOPESCA. 2002. Memoria Institucional: administración 1998- 2002. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. 60 p
- INCOPESCA. 2004. Memoria Institucional 2004-2005. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. 83 p
- Lagunas, M. 2004. Análisis socio-ambiental de la pesca ribereña como actividad de subsistencia en las comunidades costeras de Rincón de Osa y Puerto Escondido-La Palma, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de Maestría. GIACT, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 89 p
- Ley de Pesca y Acuicultura de Costa Rica. Ley número 8436. La Gaceta abril 2005.

- Lizano, O. y E. Alfaro. 2004. Algunas características de las corrientes marinas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52(sup.2): 77-94.
- Madrigal, 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.
- Madrigal, J., R. Arauz y A. Bolaños. 2009. Descripción de la pesquería artesanal en el Golfo Dulce, Costa Rica e implicaciones para el manejo. PRETOMA. Informe final proyecto. 30pp
- McClanahan T. R. y S. C. Mangi. 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fish. Mgmt. Ecol.* 1(1): 51-60.
- Myers, R.A. y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280–283.
- Pauly, D. 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 10: 430.
- Pauly, D. 1998. Tropical fishes: patterns and propensities. *J. Fish. Biol.* 53(Sup A):1-17.
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese y F. Torres. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860–863.
- Pauly, D., V. Christensen, S. Guénette, T. Pitcher, U. R. Sumail, C. Walters, R. Watson y D. Zeller. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418:689-695.
- Pauly, D., J. Alder, E. Bennett, V. Christensen, P. Tyedmers y R. Watson. 2003. The future for fisheries. *Science* 302:1359-1361.
- Pikitch, EK, EA, Santora, A. Babcock, A. Bakun, R. Bonfil, D.O. Conover, P. Dayton, P. Doukakis, P. D. Fluharty, B. Heheman, E.D. Houde, J. Link, PA. Livingston, M. Mangel, MK. McAllister, J. Pope and K. Sainsbury. 2004. Ecosystem based Fishery Management. *Science* 305: 346-347
- Poirout, T. 2008. Diagnóstico socio ambiental de la pesca artesanal por una gestión participativa de la zona costera de Zancudo (Golfo Dulce, Costa Rica). Tesis de Maestría en Gestión de los Antroposistemas Costeras. Universidad de la Rochelle. La Rochelle. Francia. 105 p
- Quesada- Alpizar M.A. y J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Rev. Biol. Trop.* 54 (Suppl. 1): 101-145
- Quesada, M.A., J. Cortés, J.J. Alvarado y A. Fonseca (editores). 2006. Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera Área de conservación Osa. Serie Técnica 2: Apoyando los esfuerzos en el manejo y la protección de la biodiversidad tropical. The Nature Conservancy, Costa Rica. 80 pp.

- Rojas, R. 2001. Caracterización de la ictiofauna de los sustratos duros de la parte interna del Golfo Dulce, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 71 pp
- Salas, S., R. Chuenpagde, J.C. Seijo y A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fish. Res.* 87: 5-16.
- Sibert, J., J. Hampton, P. Kleiber y M Mauner. 2006. Biomass, Size, and Trophic Status of Top Predators in the Pacific Ocean. *Science* 314: 1773-1776
- Sierra, C., D. Vartanian, J. Polimeni. 2003. Caracterización social, económica y ambiental del Área de Conservación Osa. Dirección de Sociedad Civil. MINAE. San José. 200pp.
- Sparre, P., E. Ursin y S.C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. FAO Documento Técnico. 337pp
- Thamdrup, B., D.E. Canfield, T.G. Ferdelman, R.N. Glud y J.K. Gundersen. 1996. A biogeochemical survey of the anoxic basin Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (Suppl. 3): 19-33.
- Worm B, R. Hilborn, J.K. Baum, T.A. Branch, J. Collie, C. Costello, M.J. Fogarty, E. Fulton, J. Hutchings, S. Jennings, O. Jensen, H. Lotze, P. Mace, T. McClanahan, C. Minto, Palumbi, A. Parma, D. Ricard, A. Rosenberg, R. Watson and D. Zeller..2009. Rebuilding Global Fisheries. *Science* 325(5940): 578-585
- Wolff, M. y J. Vargas. 1994. Macroscale evaluation: overview on oceanographical conditions. In: RV Victor Hensen Costa Rica Expedition 1993/1994-Cruise Report, ZMT Contribution 2. Center for Tropical Marine Ecology, Bremen, Germany. Pages: 5-10.
- Wolff, M., H.J. Hartmann, and V. Koch. 1996. A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like tropical embayment, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 44 (Suppl. 3): 215-231.
- Wolff, M. 1996. Demersal fish assemblages along Pacific coast of Costa Rica: a quantitative and multivariate assessment based on the Victor Hensen Costa Rica Expedition 1993/1994. *Rev. Biol. Trop.* 44(3):187-214.

Capítulo 2

- Acuerdo de Junta Directiva de INCOPECA, A.J.D.I.P 191-2010. La Gaceta No 196 8 octubre 2010.
 Declara el Golfo Dulce como área Marina de Pesca Responsable
- Anderson, R. O., and R. M. Neumann. 1996. Length, weight, and associated structural indices. In B. R. Murphy and D. W. Willis, editors. Fisheries techniques, 2nd edition. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. Pages 447-482
- Aguirre-Villaseñor, H., E. Morales, R.E. Morán, J. Madrid y C. Valdez. 2006. Indicadores biológicos de la pesquería de sierra (*Scomberomorus sierra*) al sur del golfo de California, México. Ciencias Marinas 32(3):471-484
- Aguirre H., F. Amezcua, J. Madrid-Vera and C. Soto. 2008. Length–weight relationship for 21 fish species from a coastal lagoon in the southwestern Gulf of California. J. Appl. Ichthyol. 24: 91–92
- Arellano-Martínez M., A. Rojas-Herrera, F. García-Domínguez, B.P. Ceballos-Vázquez y M. Villalejo-Fuerte. 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
- Arreguín -Sánchez F. and S. Manickchand- Heileman. 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico. J. Fish Biol. 53 (Supplement A): 143–153
- Ayala-Pérez, L.A, B. Gómez-Montes y J. Ramos. 2001. Distribución, abundancia y parámetros poblacionales de la mojarra *Diapterus rhombeus* (Pisces: Gerreidae) en la Laguna de Términos, Campeche, México. Rev. Biol. Trop v.49 n.2 San José jun. 2001
- Barnes, R.S.K and R.N. Hughes. 1999. An introduction to marine ecology. Blackwell Science Ltd. 3rd Edition. 286p
- Cadima, E.L. 2003. Manual de evaluación de recursos pesqueros. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 393. Roma, FAO.162p.
- 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 p.

- Chiappa-Carrara X., A. Rojas-Herrera y M. Mascaró. 2004. Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Rev. Biol. Trop.* 52(1): 177-185
- Collette, B. B. and C. E. Nauen, 1983. FAO species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125(2). 137 p.
- Cury PM., L.J. Shannons, J-P. Roux, G.M. Daskalov, A. Jarre, C.L. Moloney and D. Pauly. 2005. Trophodynamic indicators for an ecosystem approach to fisheries. *J. Mar. Sci.* 62:430-442
- Espino- Barr E., A. Ruiz-Luna and A. Garcia-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: a case study in the Pacific off central Mexico. *Rev. Fish Biol. and Fish.* 12: 393-401
- Espino-Barr, E., M. Cruz-Romero y A. García-Boa. 1998. Edad y crecimiento del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922), en la costa del estado de Colima, México. *Avances de Investigación Agropecuaria* 7(1): 040-051
- Fargier, L., H.J. Hartmann y H. Molina-Ureña. 2009. Desarrollo de un proceso de monitoreo participativo en comunidades pesqueras del Pacífico Sur de Costa Rica. 4th International Conference on Integrated Management of Coastal Areas, CARICOSTAS, Santiago, Cuba.
- Feutry, P., H. Hartmann, H. Casabonnet and G. Umaña. 2010. Preliminary analysis of the fish species of the pacific central America mangrove of Zancudo, Golfo Dulce, Costa Rica. *Wetlands Ecol Manage* 18(6):637-650
- Fisher W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-oriental. FAO, Roma
- Garcia, S. M., A. Zerbi, C. Aliaume, T. Do Chi and G. Laserre. 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. FAO Fisheries Technical Paper. No 443. Rome. 71 p
- Graham, R. T., R. Carcamo, K. L. Rhodes, C.M. Roberts and N. Requena. 2008. Historical and contemporary evidence of a mutton snapper (*Lutjanus analis* Cuvier, 1828) spawning aggregation fishery in decline. *Coral Reefs* (2008) 27:311-319
- INCOPECA. 2004. Memoria Institucional 2004-2005. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. 83 p.

- Jennings S. and M.J. Kaiser. 1998. The Effects of Fishing on Marine Ecosystems. *Adv. in Mar. Biol.* Vol 34: 201-212, 212a, 213-266, 266a, 268-352
- Jennings, S. 2005. Indicators to support an ecosystem approach to fisheries. *Fish and Fisheries*. 6: 212–232
- Laegdsgaard P., and C. Johnson. 2001. Why do juvenile fish utilize mangrove habitats? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 257: 229-253
- Madrigal J., R. Arauz, A. Bolaños, R. Suárez y J. Balletero. 2010. Impacto de las pesquerías de la región de Osa, Costa Rica, sobre las tortugas marinas. Informe Final. Conservación Internacional. 33p
- McClanahan T. R. and S. C. Mangi. 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fish. Mgmt. Ecol.* 1(1): 51-60.
- Medina, S. 2006. Edad y crecimiento de la sierra del Pacífico *Scomberomorus sierra* (Jordan y Starks 1895), en el Golfo de California, México. Tesis de Maestría en manejo de recursos marinos. Instituto politécnico nacional. México.
- Morato T, P. Afonso, P. Lourinhua, J.P. Barreiros R.S. Santosa and R.D.M. Nash. 2001. Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research* 50: 297-302
- Moyle, P and Cech J. 2004. *Fishes: an introduction to ichthyology*. Prentice Hall Inc. 5th Edition. 726p
- Myers, R.A. and B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280–283
- Nagasai, F., Chikuni, S. Management of multispecies resources and multi-gear fisheries. Experience in coastal waters around Japan. 1989. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 305. Rome, FAO. 68 p
- Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese and F. Torres. 1998a. Fishing down marine food webs. *Science* 279: 860–863.
- Pauly, D., R. Froese and V. Christensen. 1998b. How pervasive is “Fishing down marine food webs: response to Caddy *et al.* *Science* 282:183
- Pauly, D. and M.L. Palomares. 2005. Fishing down marine food webs: it is far more pervasive than we thought. *Bulletin of Marine Science*. 76(2):197-211
- Pauly D. and R. Watson. 2005. Background and interpretation of the ‘Marine Trophic Index’ as a measure of biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 360:415-423

- Petrakis G. and K.I. Stergiou. 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters Fisheries Research. 21: 465-469
- Poirout T. 2008. Diagnóstico socio ambiental de la pesca artesanal por una gestión participativa de la zona costera de Zancudo (Golfo Dulce, Costa Rica). M Sc Thesis, University of La Rochelle, La Rochelle, France.83 pp
- Quesada-Alpízar, M.A., J. Cortés, J.J. Alvarado y A. Fonseca. 2006. Características hidrográficas y biológicas de la zona marino-costera del Golfo Dulce y Península de Osa. Serie Técnica 2. The Nature Conservancy, Costa Rica.80 pp.
- Rönnbäck P, Troell M, Kautsky N, Primacera JH (1999) Distribution pattern of shrimps and fish among *Avicennia* and *Rhizophora* microhabitats in the Pagbilao mangroves, Philippines. Estuar Coast Shelf Sci 48: 223-234
- Rojas, A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del Flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner,1869) (Pisces: Lutjanidae). Tesis de Doctorado, Universidad de Colima. Colima, México. 207 pp.
- Rojas, R. 1997. Fecundidad y épocas de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 44: 477-487.
- Salas, S., R. Chuenpagde, J.C. Seijo and A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and management of small scale fisheries in Latin America and the Caribbean. Fisheries Research. 87: 5-16.
- Santamaría A., y E. A. Chávez. 1999. Evaluación de la pesquería de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae)de Guerrero, México. Rev Biol. Trop.47 (3):
- Santamaría A., J. F. Elorduy y A. Rojas. 2003. Hábitos alimentarios de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en las costas de Guerrero, México. Rev. Biol. Trop. 51(2): 503-518
- Saucedo-Lozano M., E. Godínez-Domínguez', R. García de Quevedo-Machain y G. González-Sansón. 1998. Distribución y densidad de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. Ciencias Marinas 24(4): 409-423
- Sparre, P., y S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. FAO Documento Técnico. 337pp
- Soto-Rojas R., F. Mejía-Arana, J. A. Palacios y K. Hiramatsu. 2009. Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 57 (1-2): 125-131

Stergiou K.I. and D.K. Moutopoulos 2001. A Review of Length-Weight Relationships of Fishes from Greek Marine Waters. Naga, The ICLARM Quarterly Vol. 24, Nos. 1 y 2

Electrónicas:

Robertson, R. and G. R Allen. 2008. Shorefishes of the Tropical Eastern Pacific online information system. Version 1.0 (2008). Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. Octubre 2011 www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2011. FishBase. World Wide Web electronic publication. USA. (Junio 2011, www.fishbase.org.)

Comunicaciones personales:

Calderón José Luis. 2007. Administrador de Recibidor de Pesca Exportación FRUMAR, Golfito.

Capítulo 3

Arreguín-Sánchez, F. 1996. Catchability: a key parameter for fish stock assessment. *Rev Fish Biol and Fish.* 6: 221-242

Blaber, S.J. 2000. Mangrove and estuarine dependence. In: Blaber S.J. (ed) *Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation.* Blackwell Science, Oxford. 185-201

Cadima, E.L. 2003 Manual de evaluación de recursos pesqueros. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 393. Roma, FAO. 2003. 162p.

Chicas, F. 1995. Distribución, diversidad y dinámica poblacional de la ictiofauna comercial de la reserva forestal Térraba-Sierpe, Puntarenas, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 115 p

Durán, I. 2004. Diagnóstico pesquero y socio-económico de la pesca artesanal en la comunidad de Búcaro, Rep. de Panamá: con recomendaciones para el manejo de la familia Lutjanidae. Tesis de Maestría, Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales (GIACT), Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, 91p.

FAO. 2009. The state of world fisheries and aquaculture 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 196 p

- Fargier, L., H.J. Hartmann y H. Molina-Ureña. 2009. Desarrollo de un proceso de monitoreo participativo en comunidades pesqueras del Pacífico Sur de Costa Rica. 4th International Conference on Integrated Management of Coastal Areas, CARICOSTAS, Santiago, Cuba.
- Halls A.S, R.L. Welcomme y R.W. Burn. 2006. The relationship between multi-species catch and effort: Among fishery comparisons. *Fisheries Research* 77: 78–83
- Harley, S.J., R. Myers y Alistair. 2001. Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Can. J. Fish.Aquat. Sci.* 58: 1760–1772
- Hutchings, J.A. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406: 882–885.
- Hutchings, J. A. y J. Reynolds. 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *BioScience* 54(4):297-309.
- Lagunas, M. 2004. Análisis socio-ambiental de la pesca ribereña como actividad de subsistencia en las comunidades costeras de Rincón de Osa y Puerto Escondido-La Palma, Península de Osa, Costa Rica. Tesis de Maestría. GIACT, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 89 p
- López, A., R. Arauz, I. Zanella y L. Le Foulgo. 2009. Análisis de las capturas de tiburones y rayas en las pesquerías artesanales de Tárcoles, Pacífico Central de Costa Rica. *Rev. Mar. y Cost.* (1): 145-157.
- McClanahan, T.R. y S.C. Mangi .2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fisheries Management and Ecology.* 11: 51-60
- Mathew, S. 2001. Small-scale fisheries perspectives on an ecosystem-based approach to fisheries management. Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem, Reykjavik, 15p.
- Millar, R.B. y R.J. Fryer. 1999. Estimating the size-selection curves of towed gears, traps, nets and hooks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 9: 89–116
- Mullon, C., P. Freón y P. Cury. 2005. The dynamics of collapse in world fisheries. *Fish and Fisheries* 6: 111-120.
- Myers, R.A. y B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280–283.
- Pauly, D., V. Christensen, S. Guénette, T. Pitcher, U. R. Sumail, C. Walters, R. Watson y D. Zeller. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature* 418:689-695.

- Rojas, A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del Flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae). Tesis de Doctorado, Universidad de Colima. Colima, México. 207 pp.
- Rojas, R. 2001. Caracterización de la ictiofauna de los sustratos duros de la parte interna de Golfo Dulce, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 71p.
- Salthaug, A. y O.R. Godø. 2001. Standardization of commercial CPUE. *Fisheries Research* 49: 271-281
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Charles, A. y Seijo, J.C. (eds). 2011. Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean region: issues and trends. In S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles and J.C. Seijo (eds). *Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. Rome, FAO. pp. 1-12
- Salas, S., R. Chuenpagdee, J. C. Seijo, y A. Charles. 2007. Challenges in the assessment and Management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research* 87:5-16.
- Saucedo- Lozano, M., E. Godínez-Domínguez, García de Quevedo-Machain y G. González-Sansón. 1998. Distribución y densidad de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 24(2): 409-423
- Sparre, P. y S.C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de los recursos pesqueros tropicales. Parte 1- Manual. FAO Documento Técnico de pesca 306/1. Rev. 1. Valparaíso, Chile. 420 p.
- Wolff, M. 1996. Demersal fish assemblages along Pacific coast of Costa Rica: a quantitative and multivariate assessment based on the Victor Hensen Costa Rica Expedition 1993/1994. *Rev. Biol. Trop.* 44(3):187-214.
- Zanella, I., A. López y R. Arauz. 2009. Caracterización de las descargas del tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, en un área de crianza ubicada en el Golfo de Nicoya, Costa Rica *Revista Ciencias Marinas y Costeras*. Vol. (1): 175-195.
- Zeller, D. S. Booth y D. Pauly. 2006. Fisheries contributions to GDP: Underestimating small-scale fisheries in the Pacific. *Marine Resource Economics* 21(4):355-374

Comunicaciones personales:

- Caballero, Juan. Pescador Comunidad de Zancudo. 2008.

Capítulo 4.

- Acuerdo de Junta Directiva de INCOPECSA, A.J.D.I.P 191-2010. La Gaceta No 196 8 octubre 2010.
 Declara el Golfo Dulce como área Marina de Pesca Responsable
- Ashworth, J.S y R.F.G. Ormond. 2005 Effects of fishing pressure and trophic group on abundance and spillover across boundaries of a no-take zone. *Biological Conservation* 121: 333–344
- Beltrán, C. 2001. Promoción De La Ordenación De La Pesca Costera 2. Aspectos Socioeconómicos y técnicos de la pesca artesanal en El Salvador, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Colombia. FAO Circular de Pesca No. 957/2. 71 p
- Bergmann, M., H., Hinz, R.E. Blyth, M.J.Kaiser, S.I. Rogers y M. Armstrong. 2004. Using knowledge from fishers and fisheries scientists to identify possible groundfish 'Essential Fish Habitats'. *Fisheries Research* 66:373–379
- Bianchi, G., H. Gislason, K. Graham, L. Hill, X. Jin, K. Koranteng, S. Manickchand-Heileman, I. Payá, K. Sainsbury, F. Sanchez, y K. Zwanenburg. 2000. Impact of fishing on size composition and diversity of demersal fish communities. *ICES Journal of Marine Science* 57: 558–571
- Bishop, J. 2006. Standardizing fishery-dependent catch and effort data in complex fisheries with technology change. *Rev. Fish. Biol. Fisheries* 16:21–38
- Browman H.T y K.I. Stergiou. 2004. Perspectives on ecosystem-based approaches to the management of marine resources. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1 (274): 269–303, 2004
- 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 p.
- Cook, R. 2001. The magnitude and impact of by-catch mortality by fishing gear. Reykjavik Conference on Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem 3 Iceland. 18p
- Cury, P. 2004. Tuning the ecoscope for the Ecosystem Approach to Fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1 (274):272-275
- Decreto Ejecutivo 24282 MP-MAG-MIRENEM. Agosto 1995. Establece la categoría de Áreas Marinas de Uso Múltiple. La Gaceta.
- Decreto Ejecutivo 24483 MP-MAG-MIRENEM. Agosto 1995. Declara las AMUM Pacífico Norte, Golfo de Nicoya, Pacífico Sur, Caribe Norte, Caribe Sur e Isla del Coco. La Gaceta

- Decreto N 35502 MAG. La Gaceta No 101. 19 de octubre 2009. Establece el Reglamento de las Áreas Marinas de Pesca Responsable
- Espino- Barr E., A. Ruiz-Luna y A. García-Boa. 2002. Changes in tropical fish assemblages associated with small-scale fisheries: a case study in the Pacific off central Mexico. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12: 393–401
- FAO. 2003. La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca. *FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable* 4 (Supl. 2) 132p.
- Fargier, L. 2009. Informe del Taller Participativo para la Zonificación de la parte marina del Golfo Dulce por parte del gremio de pesca artesanal. Universidad de La Rochelle/ Universidad de Costa Rica. 51p
- Fargier L., Hartmann H.J. y Molina- Ureña 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. Memoria de la IV Conferencia Internacional de MIZC. Santiago de Cuba, Cuba. 15p
- Feutry, P., H. Hartmann, H. Casabonnet y G. Umaña. 2010. Preliminary analysis of the fish species of the pacific central America mangrove of Zancudo, Golfo Dulce, Costa Rica. *Wetlands Ecol Manage* 18(6):637-650
- Forcada, A., C. Valle, P. Bonhomme, G. Criquet, G. Cadiou, P. Lenfant y J.L. Sánchez-Lizaso. 2009. Effects of habitat on spillover from marine protected areas to artisanal fisheries. *Mar Ecol Prog Ser.* 379: 197–211,
- García, S. y K. Cochrane. 2005. Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines. *ICES Journal of Marine Science* 62: 311-318
- García, S., A. Zerbi, C. Aliaume, T. Do Chi y G. Lasserre. 2003. The ecosystem approach to fisheries; Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. *FAO Fisheries Technical Paper No. 443.* Roma, Italia. 71p
- Goñi, R., R. Hilborn, D. Díaz, S. Mallol and S. Adlerstein. 2010. Net contribution of spillover from a marine reserve to fishery catches. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 400: 233–243.
- Gómez, E. y R. Tavares. 2007. Planificación para la conservación y manejo de los recursos pesqueros del Golfo Dulce: Percepción de la comunidad de pescadores artesanales locales. 45p
- INCOPECA. 2009. Propuesta de Plan de Ordenamiento Pesquero del área marina para la pesca responsable Golfo Dulce. Mimeografiado. San José, Costa Rica. 110p

- Jennings, S. 2004. The ecosystem approach to fishery management: a significant step towards sustainable use of the marine environment? *Mar Ecol Prog Ser.* 1 (274):279-282
- Jennings, S. 2005. Indicators to support an ecosystem approach to fisheries. *Fish and Fisheries* 6: 212–232.
- López, A. e I. Zanella. 2011. Conservación del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) y sus hábitats críticos en Golfo Dulce, Costa Rica. Informe final para Conservación Internacional. 53p
- McClanahan, T. R. y S. Mangi. 2000. Spillover of Exploitable Fishes from a Marine Park and Its Effect on the Adjacent Fishery. *Ecological Applications*, Vol. 10 (6): 1792-1805
- McClanahan T. R. y S. C. Mangi. 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fish. Mgmt. Ecol.* 1(1): 51-60
- Madrigal, J., R. Arauz y A. Bolaños. 2009. Descripción de la pesquería artesanal en el Golfo Dulce, Costa Rica e implicaciones para el manejo. PRETOMA. Informe final proyecto. 30pp
- Marchal, P., C. Ulrich y M. Pastoors. 2002. Area-based management and fishing efficiency. *Aquat. Living Resour.* 15: 73–85
- Mora, A., C. Fernández y A.G. Guzmán-Mora. 2006. Áreas marinas protegidas y áreas marinas de uso múltiple: Notas para una discusión. Fundación MarViva. San José, Costa Rica. 112p.
- Morera, G. y S. Vargas. 2009. Informe de línea base socioeconómica de miembros de organizaciones interesadas en el establecimiento del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce. Informe presentado a FECOPT. San José, Costa Rica. 67p.
- Poirout T. 2008. Diagnóstico socio ambiental de la pesca artesanal por una gestión participativa de la zona costera de Zancudo (Golfo Dulce, Costa Rica). MSc. Thesis, University of La Rochelle, La Rochelle, France. 83 pp
- Pope, J., D.S. MacDonald, N. Daan, J.D. Reynolds y S. Jennings. 2000. Gauging the impact of fishing mortality on non-target species. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 689–696.
- Rojas, A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del Huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) y del Flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae). Tesis de Doctorado, Universidad de Colima. Colima, México. 207 pp.
- Sainsbury, K.J., A.E. Punt, y A.D.M. Smith. 2000. Design of operational management strategies for achieving fishery ecosystem objectives. *ICES Journal of Marine Science* 57: 731–741
- Zeller, D. y D. Pauly. 2004 The future of fisheries: from ‘exclusive’ resource policy to ‘inclusive’ public policy. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1 (274): 296-303

Comunicaciones personales:

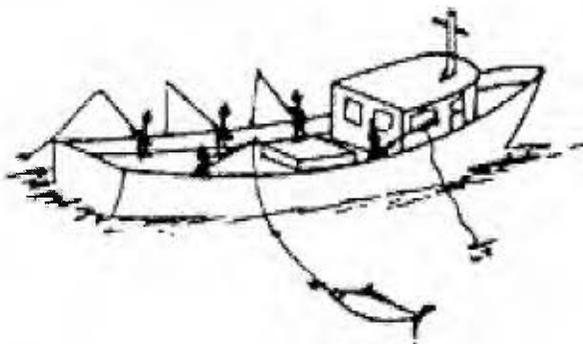
Lezama, Edwin, jefe de la unidad ambiental del Servicio Nacional de Guardacostas de Golfo. 2011

Rocha, Victor, presidente de FENOPEA, 2011

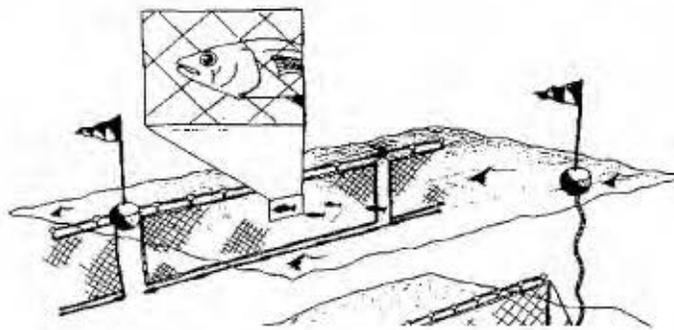
Anexos

Anexo 1.1 Descripción de artes de pesca.

Cuerda: Es un arte tipo activo, es decir que se utiliza directamente sobre el recurso. Consiste en una línea principal de nylon con 1 a 3 anzuelos colocados en la base. Se utiliza con diversidad de carnadas (jureles, sardina, lisa, etc.) y son sostenidas directamente por el pescador. Los anzuelos utilizados son tipo J y circulares, con tamaños que varían entre 7 y 16.

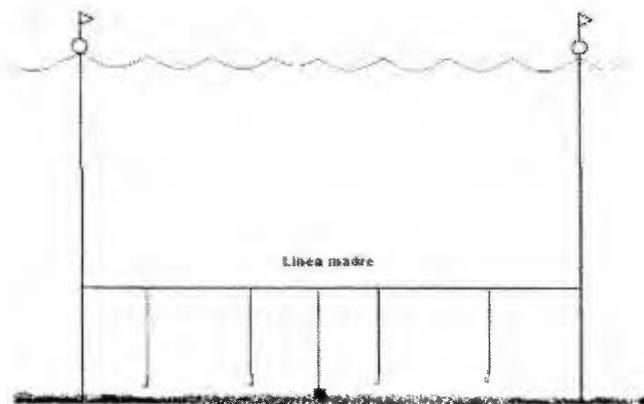


Trasmallo: es una red de monofilamento con diferentes aberturas de malla (distancia entre nudo y nudo) que varía entre las 3 pulgadas (76.2mm) y las 7 pulgadas (177.8mm). El tamaño de la red es de 100mts de largo cada paño y es común que se unan varios paños para realizar la pesca. Esta red se coloca como suspendida en la columna de agua y es fijada por pesos en la base y flotadores en la superficie del agua. Generalmente se deja en el agua durante varias horas (2-3) incluso durante toda la noche y es revisada continuamente para determinar el avance de la pesca.



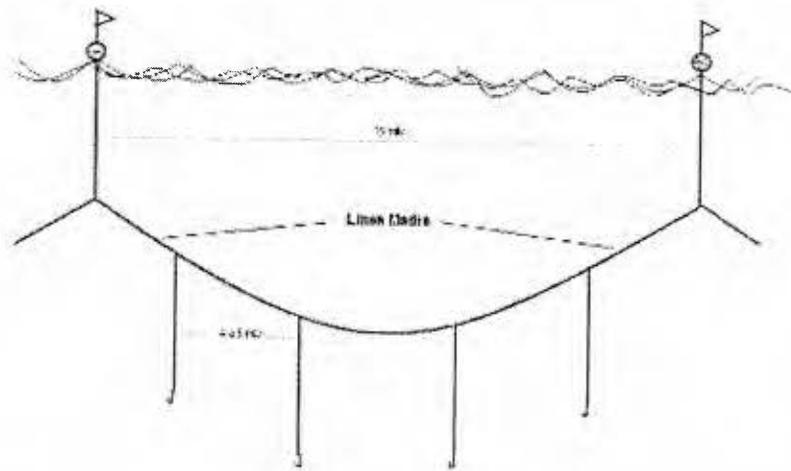


Línea artesanal de fondo: consiste de una línea madre de nylon de longitud variable que cuenta con una serie de cuerdas que penden verticalmente y es donde se fijan los anzuelos. En la **línea artesanal de fondo**, se utilizan menos de 1000 anzuelos (20-400 más comunes) colocados a una distancia entre los 3 y los 4.5 mts. La línea madre mide máximo un par de kilómetros, se mantiene a flote con boyas y se fija al fondo en cada uno de los extremos y se colocan líneas con plomos de manera que los anzuelos pueden descansar sobre el fondo. Los anzuelos utilizados más comúnmente son los tipo J número 7, 8 y 9 y en algunos 14.



Palangre: también es una línea madre de nylon con una longitud que varía entre tres y 20 km (casos extremos de 48 km) (dependiendo de la especie objetivo). Los anzuelos se mantienen a media agua por lo que hay boyas cada 15mts aproximadamente que permiten mantener la posición adecuada. Estos se colocan cada 4-5mts y el tipo de anzuelo son principalmente los circulares, en algunos casos

J y los tamaños también varían según la especie objetivo.



Anexo 1.2: Lista de especies de importancia comercial comparada el presente estudio y Campos 1989.

Familia	Especie	Presente	Campos	Familia	Especie	Presente	Campos
		Estudio	1989			Estudio	1989
		N	N			N	N
Alopiidae	<i>Alopias sp</i>	2	-	Kyphosidae	<i>Kyphosus analogus</i>	3	/
Ariidae	<i>Ariidae Sp1</i>	1	-		<i>Kyphosus elegans</i>	4	/
	<i>Arius sp</i>	5	/		<i>Sectator ocyurus</i>	-	/
	<i>Bagre pinnimaculatus</i>	2	/	Labridae	<i>Bodiamos diplotaenia</i>	1	-
Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>	1	-	Lobotidae	<i>Lobotus surinamensis</i>	2	-
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>	10	-	Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	6	/
Bothidae	<i>Cyclopsetta querna</i>	1	/		<i>Lutjanus aratus</i>	-	/
Carangidae	<i>Alectes ciliaris</i>	17	/		<i>Lutjanus argentiventris</i>	74	371
	<i>Carangidae Sp1</i>	2	-		<i>Lutjanus colorado</i>	70	97
	<i>Carangidae Sp2</i>	1	-		<i>Lutjanus guttatus</i>	537	2068
	<i>Caranx caballus</i>	83	154		<i>Lutjanus jordani</i>	16	103
	<i>Caranx caninus</i>	52	172		<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	18	/
	<i>Caranx lugubris</i>	-	/		<i>Lutjanus peru</i>	1670	1845
	<i>Caranx sexfasciatus</i>	22	-		<i>Lutjanus sp</i>	-	65
	<i>Caranx sp</i>	-	/		<i>Lutjanus viridis</i>	-	/
<i>Caranx vinctus</i>	40	163	<i>Rabirubia inermis</i>		-	/	

<i>Carax otrynter</i>	13	56		<i>Caulolatilus sp</i>	-	/
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	-	/	Malacanthidae	<i>Caulolatinus affinis</i>	3	84
<i>Elegatis bipinnulata</i>	-	/	Monacanthidae	<i>Aluterus monoceros</i>	3	-
<i>Gnathanodon speciosus</i>	3	21	Mugilidae	<i>Mugil curema</i>	39	51
<i>Hemicaranx leucurus</i>	16	52		<i>Mugil sp</i>	3	-
<i>Hemicaranx zelotes</i>	3	/	Muraenidae	<i>Lycodontis dovii</i>	-	/
<i>Isacia sp</i>	-	/	Nematistidae	<i>Nematistius pectoralis</i>	29	-
<i>Naucrates ductor</i>	-	/	Ophidiidae	<i>Brotula clarkae</i>	20	157
<i>Oligoplites altus</i>	32	125		<i>Brotula ordwayi</i>	-	/
<i>Oligoplites mundus</i>	-	/	Paralychthyidae	<i>Ancylopsetta dendritica</i>	1	-
<i>Oligoplites refulgens</i>	-	/	Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i>	10	/
<i>Oligoplites saurus</i>	-	/		<i>Polydactylus opercularis</i>	6	/
<i>Selar crumenophthalmus</i>	8	/	Pomacentridae	<i>Abudefduf troschelli</i>	-	/
<i>Selene brevoortii</i>	2	/	Priacanthidae	<i>Pristigenys serrula</i>	-	/
<i>Selene oerstedii</i>	6	/	Pristidae	<i>Pristis sp.</i>	-	/
<i>Seriola colburni</i>	-	/	Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>	4	-
<i>Seriola dumerilli</i>	-	/		<i>Scarus perrico</i>	4	54

	<i>Seriola mazatlana</i>	-	/		<i>Scarus sp</i>	-	/
	<i>Seriola peruviana</i>	8	/		<i>Bardiella armata</i>	1	-
	<i>Seriola rivoliana</i>	4	59		<i>Bardiella ensifera</i>	-	/
	<i>Seriola sp</i>	-	/		<i>Cynoscion squamipinnis</i>	1	/
	<i>Trachinotus kennedyi</i>	5	/		<i>Cynoscion stolzmanni</i>	-	/
	<i>Trachinotus paitensis</i>	-	/		<i>Cynoscion albus</i>	7	/
	<i>Trachinotus rhodopus</i>	7	/		<i>Cynoscion phoxocephalus</i>	-	16
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	5	-	Sciaenidae	<i>Cynoscion reticulatus</i>	26	139
	<i>Carcharhinus limbatus</i>	-	/		<i>Cynoscion sp1</i>	1	-
	<i>Carcharhinus porosus</i>	3	-		<i>Cynoscion sp2</i>	1	-
	<i>Carcharhinus sp</i>	-	/		<i>Isopisthus remifer</i>	32	/
	<i>Rhizoprionodon longurio</i>	-	/		<i>Larimus acclivis</i>	10	/
Centropomidae	<i>Centropomus armatus</i>	6	19	<i>Larimus argenteus</i>	17	18	
	<i>Centropomus nigrescens</i>	17	/	<i>Larimus effulgens</i>	3	13	
	<i>Centropomus pectinatus</i>	-	184	<i>Larimus pacificus</i>	-	/	
	<i>Centropomus robalito</i>	-	/	<i>Menticirrhus elongatus</i>	-	/	

	<i>Centropomus sp</i>	5	-		<i>Menticirrhus nasus</i>	-	/
	<i>Centropomus undecimalis</i>	-	/		<i>Menticirrhus panamensis</i>	13	/
	<i>Centropomus unionensis</i>	2	106		<i>Micropogonias altipinnis</i>	17	/
	<i>Centropomus viridis</i>	15	-		<i>Nebris occidentalis</i>	38	17
Cichilidae	<i>Oreochromis sp</i>	1	-		<i>Ophioscion imiceps</i>	3	-
Clupeidae	<i>Ophistonema sp</i>	2	/		<i>Ophioscion sciera</i>	-	/
	<i>Opisthonema bulleri</i>	-	/		<i>Ophioscion sp1</i>	5	-
	<i>Opisthonema libertate</i>	-	/		<i>Ophioscion strabo</i>	-	/
	<i>Opisthonema medirastre</i>	-	/		<i>Ophioscion vermicularis</i>	-	/
	<i>Opisthopterus dovii</i>	-	/		<i>Paralonchurus dumerilli</i>	18	/
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	31	190		<i>Paralonchurus goodei</i>	1	/
Elopidae	<i>Elops affinis</i>	1	/		<i>Paralonchurus petersi</i>	23	-
Engraulidae	<i>Lycengraulis poeyi</i>	-	/		<i>Sciaenidae sp1</i>	8	-
Ephippidae	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	-	/		<i>Sciaenidae sp2</i>	3	-
	<i>Parapsettus panamensis</i>	5	/		<i>Umbrina bussingi</i>	1	/
Gempylidae	<i>Ruvettus pretiosus</i>	-	/		<i>Umbrina sp</i>	4	/
Gerreidae	<i>Diapterus aureolus</i>	-	/		<i>Umbrina xanti</i>	64	74

	<i>Diapterus peruvianus</i>	132	233		<i>Acanthocybium solandri</i>	1	-
	<i>Eucinostomus argenteus</i>	16	/		<i>Euthynnus lineatus</i>	18	-
	<i>Eugerres brevimanus</i>	-	/	Scombridae	<i>Sarda orientalis</i>	-	/
	<i>Gerres cinereus</i>	-	13		<i>Sarda sp</i>	-	/
	<i>Anisotremus pacifici</i>	59	/		<i>Scomberomorus sierra</i>	772	1346
	<i>Anisotremus dovii</i>	3	12		<i>Thunnus albacares</i>	-	/
	<i>Anisotremus caesiuss</i>	-	/		<i>Diplectrum pacificum</i>	3	/
	<i>Anisotremus interruptus</i>	-	/		<i>Diplectrum sp</i>	1	-
	<i>Anisotremus sp</i>	1	/		<i>Epinephelus acanthistius</i>	41	154
	<i>Anisotremus taeniatus</i>	2	/		<i>Epinephelus analogus</i>	20	/
Haemulidae	<i>Haemulidae sp1</i>	6	-	Serranidae	<i>Epinephelus labriformis</i>	3	/
	<i>Haemulidae sp2</i>	2	-		<i>Epinephelus multiguttatus</i>	-	/
	<i>Haemulon maculicauda</i>	1	/		<i>Epinephelus nigritis</i>	-	/
	<i>Haemulon scudderi</i>	6	/		<i>Epinephelus niveatus</i>	-	/
	<i>Haemulon sp</i>	1	-		<i>Epinephelus sp</i>	-	13
	<i>Haemulon steindachneri</i>	7	168		<i>Hemanthias peruanus</i>	-	/

	<i>Haemulopsis elongatus</i>	13	/		<i>Paralabrax loro</i>	-	/
	<i>Haemulopsis leuciscus</i>	5	64		<i>Paranthias colonus</i>		
	<i>Haemulopsis sp</i>	23	-			-	/
	<i>Orthopristis brevipinnis</i>	-	/	Soleidae	<i>Achirus mazatlanus</i>	-	/
	<i>Orthopristis chalceus</i>	9	14	Sparidae	<i>Calamus brachysomus</i>	9	/
	<i>Pomadasys axillaris</i>	-	/	Sphyaenidae	<i>Sphyaena ensis</i>	3	93
	<i>Pomadasys bayanus</i>	1	/	Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>	5	/
	<i>Pomadasys branickii</i>	-	/		<i>Sphyrna sp</i>	2	-
	<i>Pomadasys macracanthus</i>	-	15	Stromateidae	<i>Peprilus medius</i>	-	/
	<i>Pomadasys panamensis</i>	162	135		<i>Peprilus snyderi</i>	-	/
	<i>Pomadasys scudderi</i>	-	111	Synodontidae	<i>Synodus sp</i>	-	/
	<i>Pomadasys sp</i>	2	8	Triakidae	<i>Mustelus sp</i>	1	-
Istiophoridae	<i>Istiophorus platypterus</i>	5	-				
	<i>Tetrapterus sp</i>	1	-		Total	4595	8947

-: No presente. /: presente pero sin datos de abundancia. **Negrita**: Principales especies. Rojo: especies NO consideradas.

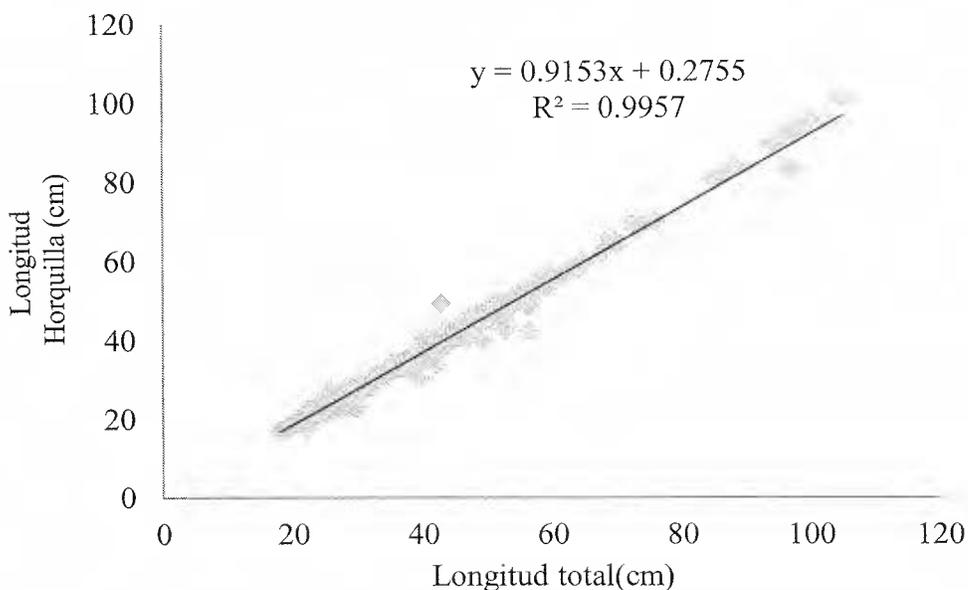
Anexo 1.3. Lista de especies observadas en las capturas de Golfo Dulce por comunidad pesquera.

Familia	Especie	Pavones	Zancudo	Playa Blanca	Golfito
Alopiidae	<i>Alopias sp</i>				X
Ariidae	<i>Ariidae sp1</i>		X		
	<i>Arius sp</i>		X		
	<i>Bagre pinnimaculatus</i>		X		
Balistidae	<i>Balistes polylepis</i>			X	
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus</i>			X	
Bothidae	<i>Cyclosetta querna</i>				X
Carangidae	<i>Alectes ciliaris</i>		X	X	X
	<i>Carangidae sp1</i>			X	
	<i>Carangidae sp2</i>		X		
	<i>Caranx caballus</i>	X	X	X	
	<i>Caranx caninus</i>	X	X	X	
	<i>Caranx otrynter</i>	X	X		
	<i>Caranx sexfasciatus</i>			X	
	<i>Caranx vinctus</i>		X	X	
	<i>Gnathanodon speciosus</i>			X	
	<i>Hemicaranx leucurus</i>		X	X	
	<i>Hemicaranx zelotes</i>		X	X	
	<i>Oligoplites altus</i>		X		
	<i>Selar crumenophthalmus</i>			X	
	<i>Selene brevoorti</i>		X		
	<i>Selene oerstedii</i>		X	X	
	<i>Seriola peruviana</i>	X	X	X	
	<i>Seriola rivoliana</i>				X
	<i>Trachinotus kennedyi</i>		X	X	
<i>Trachinotus rhodopus</i>		X	X		
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus falciformis</i>	X			X
	<i>Carcharhinus porosus</i>		X		
Centropomidae	<i>Centropomus armatus</i>		X	X	
	<i>Centropomus nigrescens</i>		X		
	<i>Centropomus sp</i>		X	X	
	<i>Centropomus unionensis</i>		X		
	<i>Centropomus viridis</i>		X		
Cichilidae	<i>Oreochromis sp</i>		X		
Clupeidae	<i>Ophistonema sp</i>		X		
Coryphaenidae	<i>Coryphaena hippurus</i>	X			X
Elopidae	<i>Elops affinis</i>			X	
Ephippidae	<i>Parapsettus panamensis</i>			X	

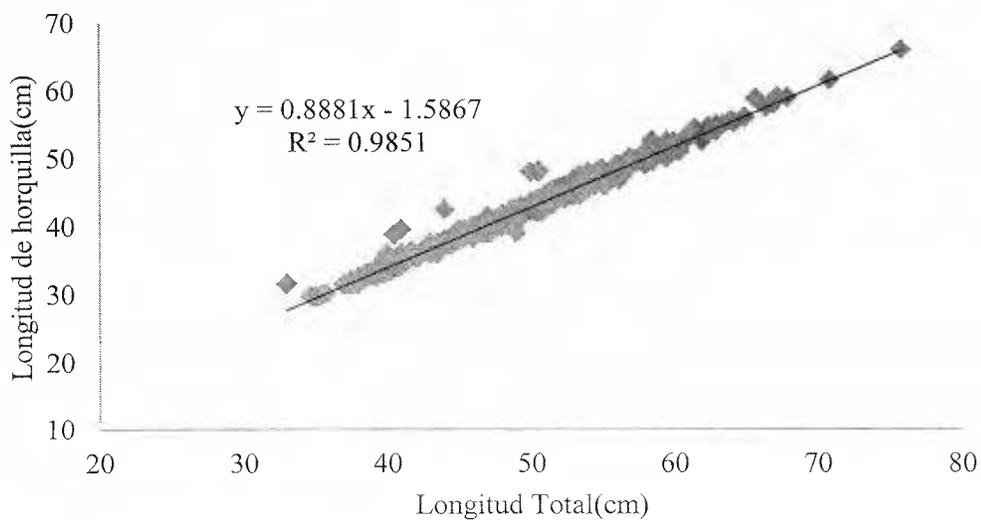
Gerreidae	<i>Diapterus peruvianus</i>	X	X	X	
	<i>Eucinostomus argenteus</i>		X	X	
Haemulidae	<i>Anisotremus dovii</i>		X		
	<i>Anisotremus pacifici</i>		X		
	<i>Anisotremus sp</i>		X		
	<i>Anisotremus taeniatus</i>			X	
	<i>Haemulidae sp1</i>		X		X
	<i>Haemulidae sp2</i>		X		
	<i>Haemulon maculicauda</i>	X			
	<i>Haemulon scudderi</i>			X	
	<i>Haemulon sp1</i>				X
	<i>Haemulon steindachneri</i>	X		X	X
	<i>Haemulopsis elongatus</i>		X		
	<i>Haemulopsis leuciscus</i>		X	X	
	<i>Haemulopsis sp</i>	X	X		
	<i>Orthopristis chalceus</i>			X	X
	<i>Pomadasys bayanus</i>		X		
	<i>Pomadasys panamensis</i>		X	X	
	<i>Pomadasys sp</i>		X		
	Istiophoridae	<i>Istiophorus platypterus</i>			
	<i>Tetrapterus</i>				X
Kyphosidae	<i>Kyphosus analogus</i>			X	
	<i>Kyphosus elegans</i>			X	
Labridae	<i>Bodiamos diplotaenia</i>	X			
Lobotidae	<i>Lobotus surinamensis</i>		X		
Lutjanidae	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	X		X	X
	<i>Lutjanus argentiventris</i>	X	X	X	X
	<i>Lutjanus colorado</i>	X	X	X	X
	<i>Lutjanus guttatus</i>	X	X	X	X
	<i>Lutjanus jordani</i>		X		X
	<i>Lutjanus novemfasciatus</i>	X	X		X
	<i>Lutjanus peru</i>	X	X	X	X
Malacanthidae	<i>Caulolatilus affinis</i>	X	X		
Monacanthidae	<i>Aluterus monoceros</i>			X	
Mugilidae	<i>Mugil curema</i>		X	X	
	<i>Mugil sp</i>		X		
Nematistiidae	<i>Nematistius pectoralis</i>	X	X	X	
Ophidiidae	<i>Brotula clarkea</i>	X			X
Paralychthyidae	<i>Ancylosetta dendritica</i>		X		
Polynemidae	<i>Polydactylus approximans</i>		X		
	<i>Polydactylus opercularis</i>		X		
Scaridae	<i>Scarus ghobban</i>			X	
	<i>Scarus perrico</i>			X	

	<i>Bardiella armata</i>		X		
	<i>Cynoscion albus</i>		X		X
	<i>Cynoscion reticulatus</i>		X	X	X
	<i>Cynoscion sp</i>		X		
	<i>Cynoscion spl</i>		X		
	<i>Cynoscion squamipinnis</i>		X		
	<i>Isopisthus remifer</i>		X	X	
	<i>Larimus acclivis</i>		X		
	<i>Larimus argenteus</i>		X		
	<i>Larimus effulgens</i>		X		
	<i>Menticirrhus panamensis</i>		X		
	<i>Micropogonias altipinnis</i>	X	X		X
	<i>Nebris occidentalis</i>	X	X		
	<i>Ophioscion imiceps</i>		X		
	<i>Ophioscion spl</i>		X		
	<i>Paralonchurus dumerilii</i>		X		
	<i>Paralonchurus goodei</i>		X		
	<i>Paralonchurus petersi</i>		X		
	<i>Sciaenidae spl</i>	X	X		
	<i>Sciaenidae sp2</i>	X			
	<i>Umbrina bussingi</i>		X		
	<i>Umbrina sp</i>		X		
	<i>Umbrina xanti</i>		X		
Scombridae	<i>Acanthocybium solandri</i>				X
	<i>Euthynnus lineatus</i>		X	X	
	<i>Scomberomorus sierra</i>	X	X	X	
Serranidae	<i>Diplectrum pacificum</i>		X		
	<i>Diplectrum sp</i>		X		
	<i>Epinephelus acanthistius</i>	X			X
	<i>Epinephelus analogus</i>	X	X		X
	<i>Epinephelus labriformis</i>		X	X	
Sparidae	<i>Calamus brachysomus</i>	X			X
Sphyraenidae	<i>Sphyraena ensis</i>		X	X	
Sphyrnidae	<i>Sphyrna lewini</i>		X		
	<i>Sphyrna sp</i>				X
Triakidae	<i>Mustelus sp</i>				X
Total		X	X	X	X

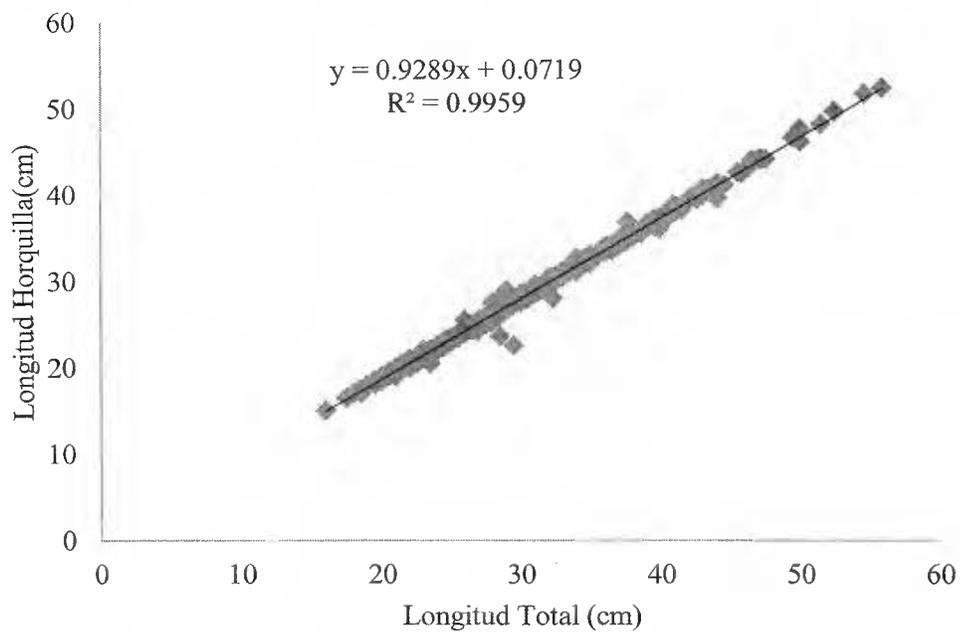
Anexo 2.1 Relaciones entre la longitud total y la longitud de horquilla de las cuatro especies principales.



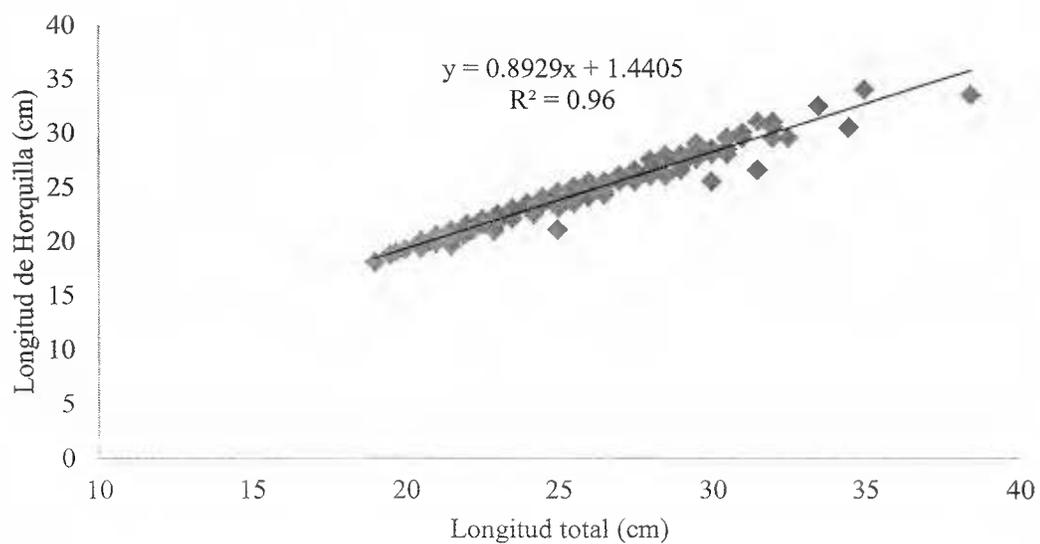
Relación entre la longitud total y la longitud de horquilla del *Lutjanus peru*. N: 1670



Relación entre la longitud total y la longitud de horquilla de la macarela, *S. sierra*. N: 772



Relación entre la longitud de total y la de horquilla de *L. guttatus*. N: 537



Relación entre la longitud de total y la de horquilla de *P. panamensis*. N: 162

Anexo 2.2. Nivel y Categoría trófica de las diez especies más abundantes en las capturas de pesca artesanal en Golfo Dulce según Campos 1989. En negrita las especies que fueron más abundantes en 2007-2008.

Especie	N	Nivel trófico*	Categoría Trófica+
<i>Lutjanus guttatus</i>	2068	3.94	P
<i>Lutjanus peru</i>	1845	4.02	P
<i>Scomberomorus sierra</i>	1346	4.49	P
<i>Lutjanus argentiventris</i>	371	4.04	P
<i>Diapterus peruvianus</i>	233	3.35	PCm
<i>Coryphaena hippurus</i>	190	4.50	P
<i>Caranx caninus</i>	172	3.90	Ci
<i>Haemulon steindachneri</i>	168	3.5	Ci
<i>Caranx vinctus</i>	163	3.72	Ci
<i>Brotula clarkae</i>	157	3.5	Ci
		3.896	

* Froese y Pauly 2011 con base en dieta. + Adaptación de Feutry *et al* 2010, P: Depredador, Ci: consumidor intermedio, PCm: Planctívoro-Microbentos

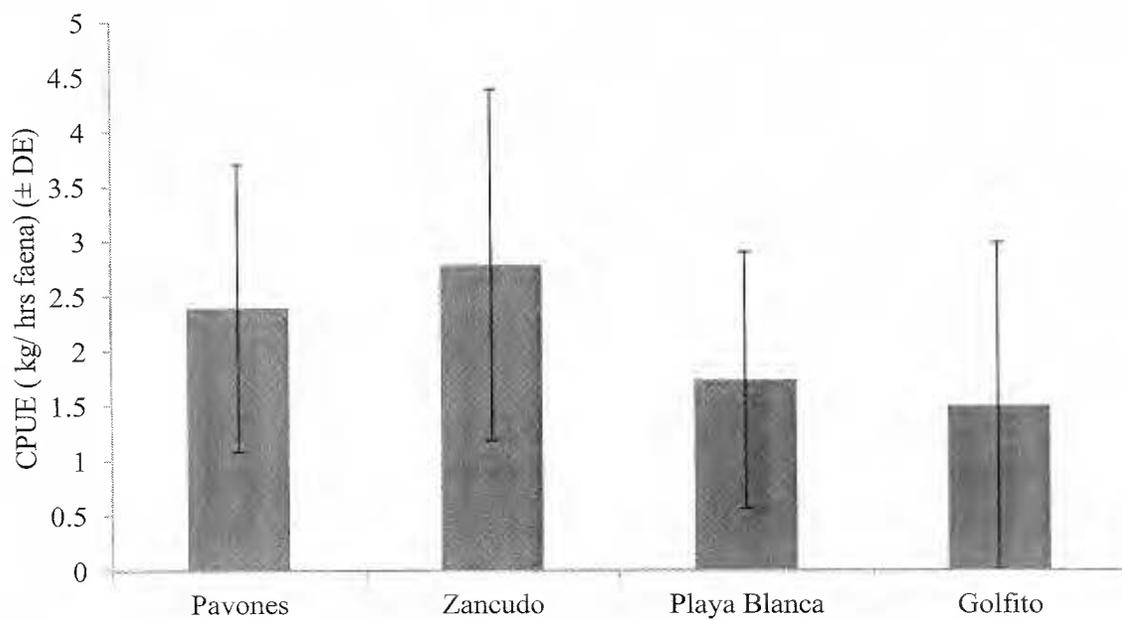
Anexo 3.1. Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) globales.

Figura 3.11. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según comunidad pesquera.

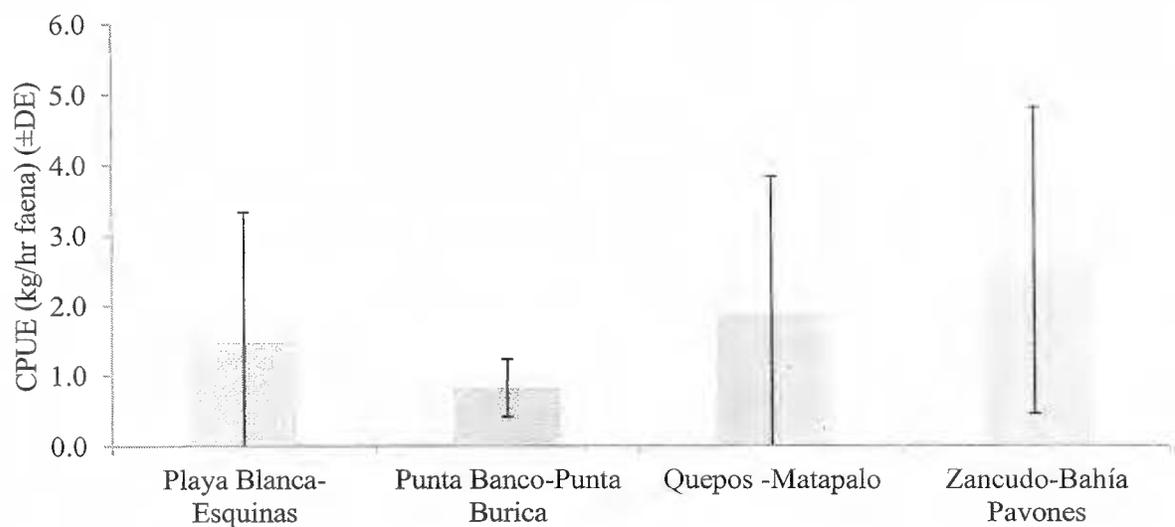


Figura 3.12. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según zona de pesca.

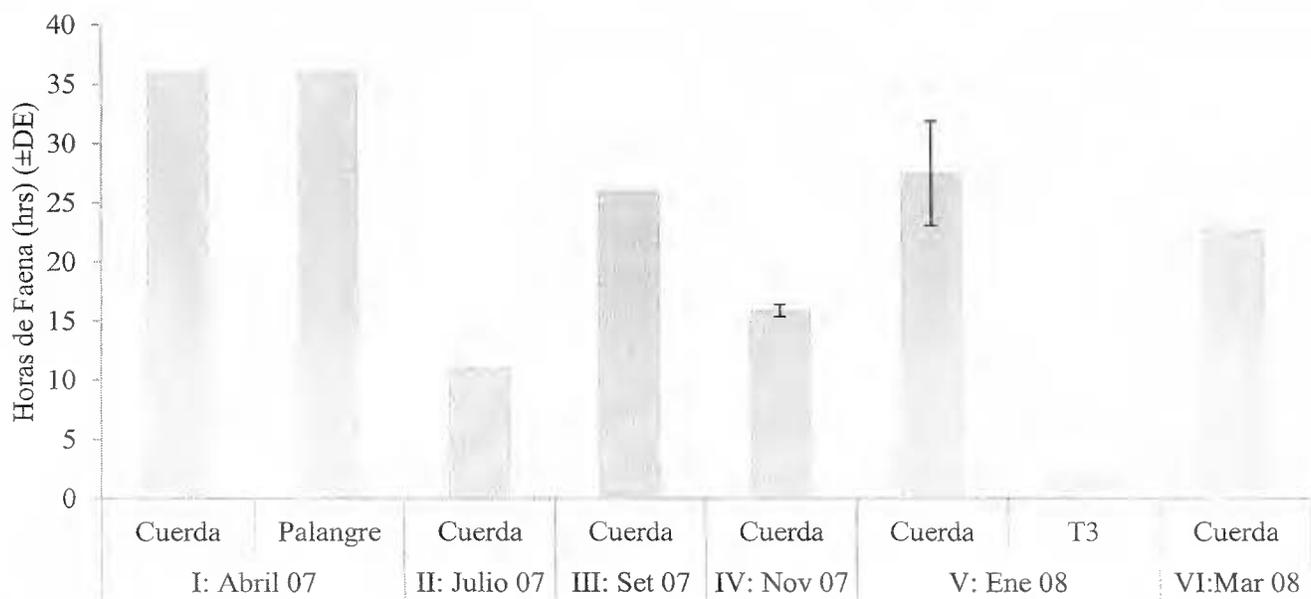


Figura 3.13. Esfuerzo (horas de faena) realizado por los Pescadores de la comunidad de Pavones por arte de pesca y según meses de muestreo

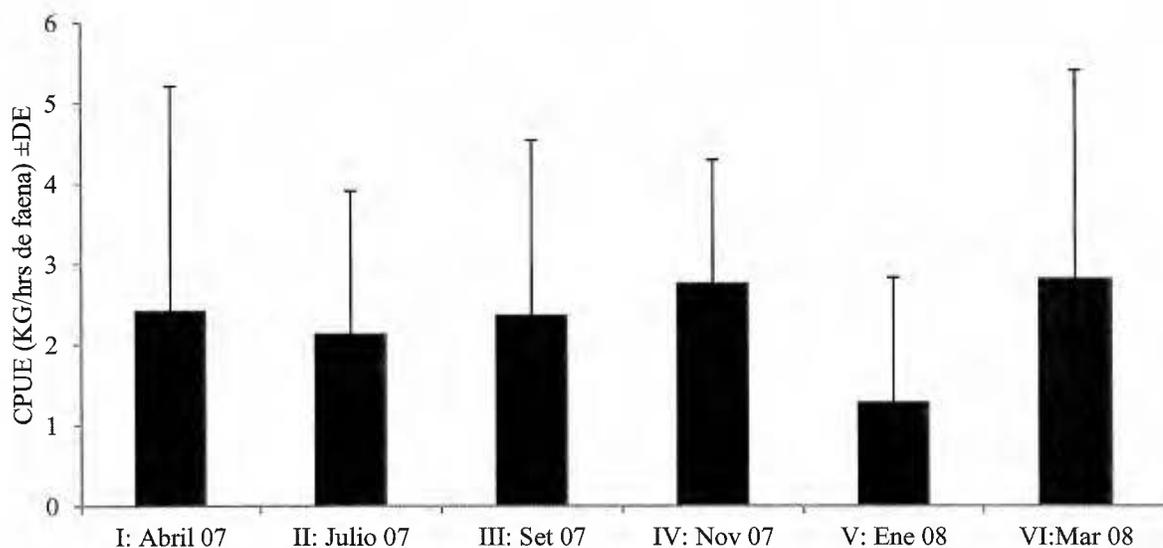


Figura 3.14. Capturas por unidad de esfuerzo, CPUE (\pm desviación estándar) globales (todas las artes combinadas) según mes de muestreo, abril 2007 a marzo 2008.

Anexo 3.2. Capturas por unidad de esfuerzo para *Lutjanus peru*.

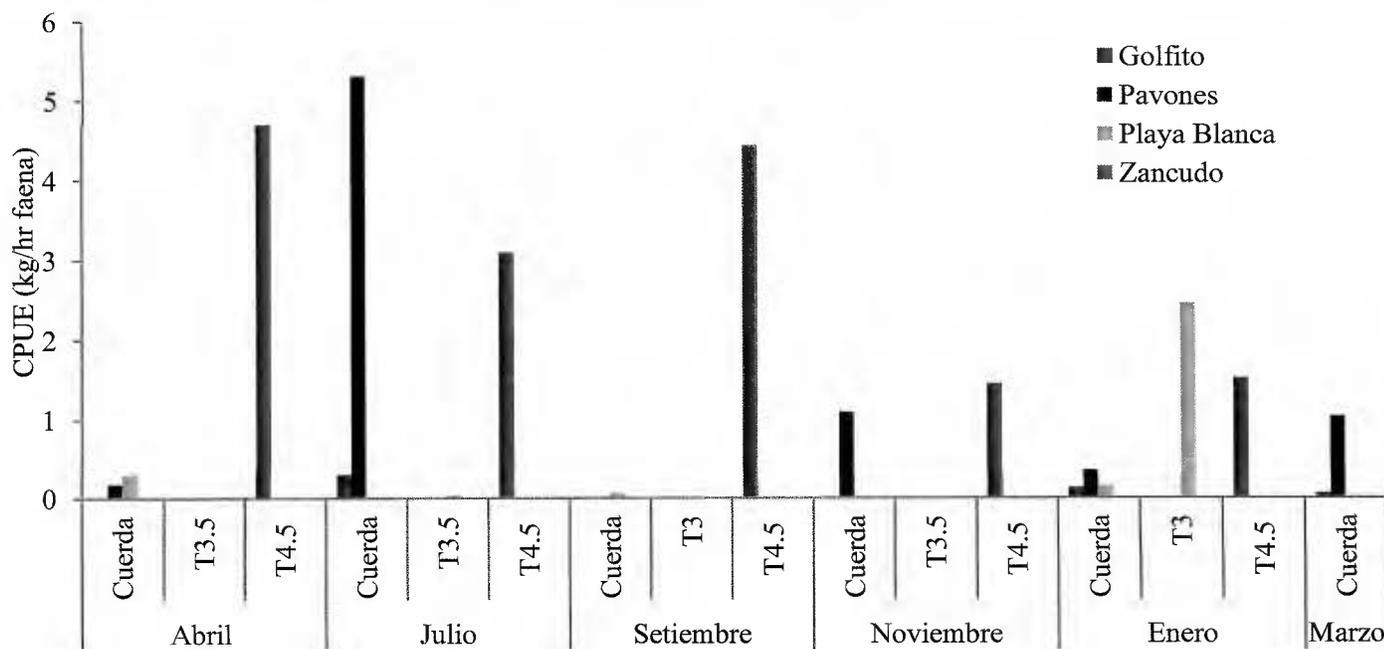


Figura 3.15. Captura por unidad de esfuerzo, CPUE (Kg/hr faena) del pargo seda, *Lutjanus peru*, por gira de muestreo por comunidad pesquera.

Anexo 3.3. Capturas por unidad de esfuerzo y tallas promedio de *Lutjanus peru*.

Cuadro 3.1. Detalle de capturas del pargo seda *L. peru* por arte de pesca (celdas resaltadas indican zonas de pesca fuera del Golfo Dulce)

<i>Lutjanus peru</i>			
Arte	LH prom \pm DE (cm)	CPUE prom (Kg/hrs faena)	Zonas de pesca (N)
T3.5	18.86 \pm 2.04	0.02	3 (7)
T3	24.37 \pm 2.88	1.23	1 (146)
Cuerda	24.71 \pm 4.26	0.44	3 (186)
Cuerda	25.13 \pm 1.99	0.17	1 (53)
Cuerda	26.37 \pm 5.67	1.00	4 (379)
T4.5	45.46 \pm 7.89	3.04	4 (896)

Anexo 4.1 Coordenadas de las zonas dentro del AMPR Golfo Dulce. Adaptado de A.I.D.J.P 191-2010

Zona	Coordenadas
GOLFO DULCE EXTERNO (ZONA A)	Límite exterior: Una línea imaginaria que se extiende desde Punta Banco (coordenadas Lambert Sur 258200.9541 N y 557067.4036 E; coordenadas CRTM 05 925267.0773 N y 594023.2865 E; coordenadas geográficas 08° 21' 56.63'' N y 83° 08' 44.07'' O) hasta Cabo Matapalo, coordenadas Lambert Sur 258974.5459 N y 541090.1839 E; coordenadas CRTM 05 926028.5094 N y 578046.0115 E; coordenadas geográficas 08° 22' 28.73'' N y 83° 17' 28.54'' O.
	Límite interior: Una línea imaginaria que se extiende desde la margen derecha del río Tigre coordenadas Lambert Sur 280385.6726 N y 537391.1697 E; coordenadas CRTM 05 947437.3819 N y 574330.0045 E; coordenadas geográficas 08° 34' 07.52'' N y 083° 19' 32.08'' O hasta Punta Voladera coordenadas Lambert Sur 286335.7486 N y 553067.3904 E; coordenadas CRTM 05 953400.6827 N y 590001.1819 E; coordenadas geográficas 08° 37' 18.64'' N y 83° 10' 55.97'' O.
GOLFO DULCE INTERNA (ZONA B)	Límite interior: Una línea imaginaria que se extiende desde la margen derecha del río Tigre coordenadas Lambert Sur 280385.6726 N y 537391.1697 E; coordenadas CRTM 05 947437.3819 N y 574330.0045 E; coordenadas geográficas 08° 34' 07.52'' N y 083° 19' 32.08'' O hasta Punta Voladera coordenadas Lambert Sur 286335.7486 N y 553067.3904 E; coordenadas CRTM 05 953400.6827 N y 590001.1819 E; coordenadas geográficas 08° 37' 18.64'' N y 83° 10' 55.97'' O.
	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.
GOLFITO	Límite exterior: Una línea imaginaria que se extiende desde Punta Voladera

<p>coordenadas Lambert Sur 286335.7486 N y 553067.3904 E; coordenadas CRTM 05 953400.6827 N y 590001.1819 E; coordenadas geográficas 08° 37' 18.64'' N y 83° 10' 55.97'' O hasta Puntarenitas de Golfito, coordenadas Lambert Sur 285011.2186 N y 553267.1494 E; coordenadas CRTM 05 952046.1586 y 590184.6616 E; coordenadas geográficas 08° 36' 36.08'' N y 083° 10' 42,12'' O.</p>
<p>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</p>

Anexo 4.2. Propuesta de base de datos pequeros

Fecha	Comunidad Pesquera	Pescados	Sitio de pesca	Horas de faena	Arte	Número de lances	Tipo, Tamaño y #de Anz	Especie	LH (cm)	Peso total evisc(g)	Observaciones (madurez, uso)

Anexo 4.3. Propuesta de base de datos de información de las embarcaciones de pesca

Número de Licencia	Nombre de Embarcación	Dueño	Tamaño de la embarcación	Tipo de motor	Tamaño de motor	Autonomía