

Desarrollo de herramientas económicas para la preparación de políticas sostenibles en el sector pesquero del Golfo de Honduras

Tomo I:

***Caracterización de las pesquerías de camarón y langosta,
aproximación conceptual para la gestión pesquera***

Preparado por:

ICSSED

Febrero de 2000

PROARCA/CAPAS



ACERCA DE ESTA PUBLICACIÓN

Esta publicación y el trabajo descrito en ella fueron financiados por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), en el contexto de CONCAUSA, la declaración Conjunta Centroamérica – Estados Unidos (Miami, octubre de 1994) sobre la conservación del ambiente en Centroamérica. Las opiniones e ideas presentadas aquí no son necesariamente respaldadas por USAID, ni representan sus políticas oficiales.

ABOUT THIS PUBLICATION

This publication and the work described in it were funded by the U.S. Agency for International Development (USAID), in the context of CONCAUSA, the Joint Central America – USA declaration (Miami, October 1994) on conservation of the environment in Central America. The views and ideas presented here are not necessarily endorsed by USAID, nor do they represent USAID's official policies.

AGRADECIMIENTOS

El Equipo de Trabajo del Centro Inter-Americano para el Desarrollo de Ecosistemas Sustentables (ICSED), desea expresar sus agradecimientos hacia todas las personas e instituciones que colaboraron en la realización de este trabajo.

En particular, se quiere hacer referencia a los miembros de las instituciones colaboradoras de PROARCA/CAPAS y PROARCA/Costas como son FUNDAECO de Guatemala, TIDE de Belice y PROLANSATE de Honduras, por el apoyo logístico prestado durante nuestra visita a terreno en el Golfo de Honduras. Muy especialmente, queremos agradecer a los Srs. Giovanni Zamora de FUNDAECO, Lindsey Garbutt de TIDE y Rafael Sambula de PROLANSATE, por su buena disposición a la programación y ejecución de las actividades desarrolladas, así como por la amistad conferida. Deseamos agradecer igualmente al Ingeniero Carlos Marín de la Unidad de Pesca del Ministerio de Pesca de Guatemala por su apoyo logístico durante nuestra visita a la costa Atlántica de Guatemala.

Queremos agradecer también a los pescadores entrevistados por el conocimiento y experiencias transmitidas, así como por su buena disposición a asignar parte de su tiempo a nuestras entrevistas y preguntas. Así también, deseamos agradecer a los diversos profesionales y técnicos de Belice, Guatemala y Honduras que estuvieron dispuestos a brindarnos su tiempo, conocimientos y experiencia.

Especial agradecimiento se quiere dar a los Srs. Manuel Ixquiac y Samuel Coloma de UNIPESCA Livingston, por guiarnos en nuestro recorrido en la parte Guatemalteca del Golfo y ofrecernos su amistad y puntos de vista respecto a la actividad pesquera allí desarrollada.

Finalmente, queremos agradecer a todo el equipo humano de PROARCA/CAPAS involucrado en esta actividad, quienes han brindado un apoyo y colaboración sin la cual este trabajo no se pudiese haber efectuado en tan corto tiempo.

PREPARACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

La ejecución de este trabajo y preparación de este documento estuvo a cargo del Ingeniero Exequiel González P. (MSc) de Chile y del Biólogo Darío López M. de Panamá. El Ingeniero González actuó además como Director Técnico del mismo por parte de ICSED.

Tabla de Contenidos

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. EL GOLFO DE HONDURAS: ASPECTOS FÍSICOS	1
III. LAS PESQUERÍAS DE CAMARÓN Y LANGOSTA DEL GOLFO DE HONDURAS.....	2
III.1. RECURSOS PESQUEROS.....	2
III.2. LA ACTIVIDAD PESQUERA EN EL GOLFO DE HONDURAS.....	2
III.2.1. <i>Pesquería del Camarón.....</i>	<i>3</i>
III.2.2. <i>Pesquería de la Langosta.....</i>	<i>8</i>
III.3. ASPECTOS LEGALES INSTITUCIONALES.....	10
III.3.1. <i>Pesquería del Camarón.....</i>	<i>10</i>
III.3.2. <i>Pesquería de la Langosta.....</i>	<i>12</i>
III.4. PRINCIPALES PROBLEMAS Y CONFLICTOS EXISTENTES.....	12
III.4.1. <i>Pesquería del Camarón.....</i>	<i>12</i>
III.4.2. <i>Pesquería de la Langosta.....</i>	<i>13</i>
III.4.3. <i>Conclusión.....</i>	<i>13</i>
IV. MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE CAMARÓN Y LANGOSTA EN EL GOLFO DE HONDURAS.....	14
IV.1. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS.....	14
IV.2. COMPONENTE BIOLÓGICO PESQUERO.....	15
IV.2.1. <i>Pesquería del Camarón.....</i>	<i>19</i>
IV.2.2. <i>Pesquería de la Langosta.....</i>	<i>20</i>
IV.3. COMPONENTE ECONÓMICO PESQUERO.....	21
IV.3.1. <i>Pesquería del Camarón.....</i>	<i>24</i>
IV.3.2. <i>Pesquería de la Langosta.....</i>	<i>25</i>
IV.4. COMPONENTE LEGAL E INSTITUCIONAL Y ESCENARIOS DE EVALUACIÓN.....	26
IV.4.1. <i>Escenario I: Gestión bajo Condiciones Presentes.....</i>	<i>27</i>
IV.4.2. <i>Escenario II: Gestión bajo Criterios Biológicos.....</i>	<i>29</i>
IV.4.3. <i>Escenario III: Gestión bajo Criterios Bioeconómicos.....</i>	<i>30</i>
V. CIERRE.....	31
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
VII. ANEXO I: FORMULACIÓN MATEMÁTICA PARA LA MODELACIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE LANGOSTA Y CAMARÓN DEL GOLFO DE HONDURAS.....	34
VII.1. MODELO BIOLÓGICO.....	34
VII.2. MODELO BIOLÓGICO PESQUERO.....	34
VII.2.1. <i>Pesquería de Camarón en el GoH.....</i>	<i>35</i>
VII.2.2. <i>Pesquería de Langosta en el GoH.....</i>	<i>35</i>
VII.3. MODELO BIOECONÓMICO.....	36
VII.3.1. <i>Pesquería de Camarón.....</i>	<i>36</i>
VII.3.2. <i>Pesquería de Langosta.....</i>	<i>37</i>
VII.4. ESCENARIOS DE EVALUACIÓN DE GESTIÓN PESQUERA.....	37
VII.4.1. <i>Escenario I: Gestión bajo Condiciones Presentes.....</i>	<i>37</i>
VII.4.2. <i>Escenario II: Gestión bajo Criterios Biológicos.....</i>	<i>38</i>
VII.4.3. <i>Escenario III: Gestión bajo Criterios Bioeconómicos.....</i>	<i>39</i>

VIII. ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES, PARÁMETROS, CONSTANTES Y VARIABLES PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN EL GOLFO DE HONDURAS.....	40
VIII.1. CÁLCULO DE BIOMASA DE CAMARÓN.....	40
VIII.2. CÁLCULO DE TASA INTRÍNSECA DE CRECIMIENTO CAMARÓN	41
VIII.3. CÁLCULO DE COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD FLOTA CAMARONERA.....	42
IX. ANEXO III: ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES, PARÁMETROS, CONSTANTES Y VARIABLES PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN EL GOLFO DE HONDURAS.....	42
IX.1. CÁLCULO DE BIOMASA DE LANGOSTA.....	42
IX.2. TASA INTRÍNSECA DE CRECIMIENTO DE LANGOSTA	43
IX.3. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD DE LA FLOTA LANGOSTERA EN EL GOH	43
X. ANEXO IV: NOMENCLATURA, SÍMBOLOS Y UNIDADES.	44

I. INTRODUCCIÓN.

El Golfo de Honduras presenta una zona geográfica marino - costera que involucra áreas de Guatemala, Belice y Honduras en donde no existe una clara definición de los espacios marinos correspondientes a cada país, desarrollándose actividades pesqueras de importancia comercial entre los que destacan camarón, langosta, caracol y peces, con la participación de los tres países anteriormente mencionados.

Hasta el momento los recursos presentes en el Golfo han sido explotados por los países ribereños de manera unilateral, con una diversidad de tecnologías, sin reparar que en la mayoría de los casos se trata de especies que sobrepasan las fronteras políticas, explotando cada uno de los países una parte del stock con diferentes niveles de capturas e intensidad pesquera. Lo anterior, sin tomar debida cuenta de la capacidad de renovación del recurso, la cual exige una adecuada consideración en conjunto con aspectos técnicos, económicos y sociales si se ha de garantizar la sustentación económica de estos recursos y actividades económicas en el tiempo.

El presente trabajo, realizado en el marco de PROARCA/CAPAS, se orienta a la construcción de tres escenarios bioeconómicos de las pesquerías del Golfo, como la base técnica para la elaboración de instrumentos sostenibles de gestión de estas pesquerías. Por motivos prácticos, este estudio se orienta a las pesquerías de camarón y langosta que tienen lugar en el Golfo y que por ser las más importantes, permitirán generar la base necesaria para extender este tipo de análisis al conjunto de las pesquerías existentes en esta área.

Este primer informe tiene por objetivo la caracterización de las pesquerías mencionadas y la presentación del modelo conceptual adoptado para la gestión de las mismas. La caracterización se lleva a cabo con base en la información primaria y secundaria recogida en las dos visitas que se han realizado a la fecha al Golfo de Honduras (GoH).

II. EL GOLFO DE HONDURAS: ASPECTOS FÍSICOS¹

El Golfo ha sido definido tradicionalmente como el área comprendida entre la línea imaginaria que une Punta Izopo en Honduras y Monkey River en Belize y la costa de los tres países involucrados. Esta área incluye también, la punta sur de la barrera del arrecife mesoamericano y la Bahía de Amatique en Guatemala (Figura 1).

El sistema marino costero es influenciado por tres principales procesos oceanográficos e hidrológicos, siendo el más importante la bifurcación de la Corriente de Cayman proveniente del norte, la cual induce el giro de la contracorriente, que da como resultado una corriente sur de 1 a 2 nudos, al oeste de la Barrera de Arrecife de Belice y dentro del Golfo. El segundo evento relevante es el resultado de las precipitaciones, las cuales exceden los 3,000 mm en la cuenca, provocando un caudal hacia el Golfo que provoca una alta carga de sedimento y agua dulce entre julio y octubre de cada año. Estos dos eventos contribuyen a la existencia de una corriente superficial que proviene desde Santo Tomas y permanece en el Golfo entre Punta Manabique y los Cayos Sapodilla (también llamados Cayos Zapotillos en Honduras). Como último punto y de manera ocasional aguas oceánicas ricas en nutrientes entran al Golfo en dirección opuesta a la corriente superficial prevaleciente. Podría concluirse que la productividad del Golfo es derivada del aporte de nutrientes procedentes de fuentes terrestres, siendo los más importantes los lechos de hojas de manglares, los nutrientes absorbidos por los pastos marinos y los nutrientes que ocasionalmente penetran con las aguas oceánicas. La productividad del Golfo depende directamente de las cuencas en la parte terrestre y de la circulación costera. (PROARCA/Costas. 1996).

¹ Todas los valores numéricos entregados en este documento contendrán “,” como separador de miles y “.” como separador de decimales.

La gran cercanía entre ambientes estuarinos, bosques de manglares, pastos marinos, la barrera de arrecifes y las aguas oceánicas contribuyen a la alta productividad y biodiversidad encontrada en el Golfo, que se traduce en el sustento de importantes pesquerías como la de los camarones, langostas, conchas y una gran variedad de peces de alto valor comercial para el consumo humano y de especies importantes en el contexto de la pesca deportiva.

Figura 1. El Golfo de Honduras.



III. LAS PESQUERÍAS DE CAMARÓN Y LANGOSTA DEL GOLFO DE HONDURAS.

III.1. Recursos Pesqueros.

El recurso camarón explotado en el Golfo de Honduras (GoH) corresponde a las especies de *Penaeus schmitti*, *Penaeus notiales*, *Xiphopenaeus kroyeri* y *Penaeus. Duorarum*. Las tres primeras especies son de distribución muy costera sólo hasta las 6.5 brazas de profundidad. La última, conocida como camarón rosado, se puede encontrar entre 4.5 y 72 brazas. No se tienen claros estimados de la biomasa de recurso camarón que existe en el GoH, no obstante, en este trabajo se ha realizado una primera aproximación optimista que indica una biomasa total de 645 toneladas (ton) (Ver Anexo II)².

La langosta explotada en el Golfo de Honduras corresponde a la especie *Panulirus argus* que se encuentra asociada en aguas someras a pastos de *Thalassia testudinum* y manglares, hasta profundidades de 100 metros. Tampoco se tienen estimados claros de la biomasa actual de langosta en el GoH, no obstante, en este trabajo se ha realizado una primera aproximación que indica una biomasa de 749 ton (Ver Anexo III).

III.2. La Actividad Pesquera en el Golfo de Honduras.

Este estudio se centra en el análisis de las actividades pesqueras orientadas a la explotación de los recursos camarón y langosta dentro del GoH.

² 1 braza = 1,83 metros

III.2.1. Pesquería del Camarón.

La actividad pesquera del camarón en el GoH se desarrolla fundamentalmente por unidades o embarcaciones pesqueras comerciales de pequeña escala o artesanales de Guatemala.. Estas embarcaciones operan básicamente en el área Guatemalteca del GoH, esto es en la Bahía de Amatique.

Entre las comunidades más importantes en la pesquería del camarón destacan: Livingston, Sarstún, Puerto Barrios y Santa María.

La pesca del camarón se realiza con redes de arrastre desde dos grupos de embarcaciones. El primer grupo corresponde a una flota de 40 embarcaciones de mediano tamaño y motores diesel interiores. De acuerdo a información de UNIPESCA (DITEPESCA) para el año 1997), el material de construcción de estas embarcaciones es madera, madera - fibra de vidrio, fibra de vidrio, hierro, hierro - fibra de vidrio y aluminio. De las anteriores, las más comunes son las de fibra de vidrio que suman un total de 14 embarcaciones en 1997. Las segundas más importantes, son aquellas construidas en madera - fibra de vidrio y en hierro, sumando 4 embarcaciones en cada una de estas categorías.

Las dimensiones del casco (cuerpo) y potencia (motor) de las embarcaciones de fibra de vidrio son, en promedio de: 29 pies de eslora (longitud), 10 pies de manga (ancho), 5 pies de puntal (alto) y 131 Hp (caballos de fuerza) de potencia. Las embarcaciones de madera - fibra de vidrio tienen en promedio: 30 pies de eslora, 10 pies de manga, 5 pies de puntal y 150 Hp de potencia. Las embarcaciones de hierro tienen en promedio: 38 pies de eslora, 12 pies de manga, 7 pies de puntal y 122 Hp de potencia.

El segundo grupo de embarcaciones dedicadas a la pesca de camarón corresponde a una flota de 120 embarcaciones pequeñas con motor fuera de borda. Estas embarcaciones son llamadas localmente "changos" debido al nombre que se le da al arte de pesca que usan "chango". Si bien no se cuenta con un catastro de estas embarcaciones, es posible decir que la mayoría corresponde a embarcaciones construidas en fibra de vidrio con una eslora aproximada de 16 a 19 pies y con motores de una potencia que varía entre los 40 y 75 Hp.

a) Esfuerzo Pesquero y Productividad en la Pesquería del Camarón.

Durante la visita al GoH se recogió información sobre productividad y esfuerzo de la actividad pesquera orientada a la extracción del camarón. La Tabla 1, sintetiza esta información.

Lo primero que es importante destacar en términos generales es que la temporada de pesca del camarón tiene una duración total de 10 meses en el año, con una veda del camarón que se establece del 1 de Abril al 15 de Mayo de cada año³. De acuerdo a los pescadores, la productividad pesquera varía a lo largo del año. Se puede identificar un período de altas o buenas producciones de cinco y medio (5.5) meses, que va desde mediados de Octubre o principios de Noviembre a fines de Marzo, inicios de Abril. La temporada baja o mala tiene una duración de cuatro y medio (4.5) meses.

Independientemente de esto, la operación de las embarcaciones es diaria, trabajan siempre de noche, realizando en promedio tres (3) lances por noche y operando seis (6) días a la semana⁴.

El rendimiento o productividad por viaje varía de acuerdo a la temporada y al tipo de embarcación. Así, para la flota de embarcaciones medianas con motor interior el rendimiento promedio es de 60 libra/viaje (lb/viaje) y 40 lb/viaje para temporada buena y mala, respectivamente.

³ Este año la veda no se hizo efectiva en la costa atlántica de Guatemala.

⁴ En términos pesqueros la palabra "lance" se refiere a la acción de introducir y mantener el arte de pesca en el agua para que ejerza su acción sobre el recurso.

Tabla 1 Produccion y Esfuerzo en la Pesqueria de Camaron en el GoH.

Item	Unidades	Categoria de Arte de Pesca				
		Arrastre ¹⁾		Chango		
		Buena ²⁾	Mala ³⁾	Buena	Mala	T.Escama
Duracion Temporada	meses	5.5	4.5	5.5	4.5	11.5
Duracion viaje	dias	1	1	1	1	
Viajes	veces/semana	6	6	6	6	5
Rendimiento	lb/viaje	60	40	36	24	20
Lances	#/viaje	3	3	3	3	
Duracion Lance	hr/lance	3	3	3	3	
Composicion captura						
Grande	%	0.75	0.70	0.85	0.85	
Mediano	%	0.25	0.30	0.15	0.15	
Captura Mensual Embarc.		1,440	960	864	576	400
Grande	lb/mes-emb.	1,080	672	734	490	
Mediano	lb/mes-emb.	360	288	130	86	
Captura Anual Embarc.	lb/año-emb	12,240		7,344		4,600
Tamaño Flota Categoria	embarc.	40		120		120
Captura Total Categoria	lb/año	489,600		881,280		552,000
Captura Total Categoria	ton/año	223		401		251

Fuente: Elaborada en base a informacion Informe de Visita.

1) Veda para camaron es de 45 dias en Abril y Mayo. Se considera efectiva del 1 Abril al 15 de Mayo.

2) Temporada buena del Camaron es de Octubre a Marzo. Se asume que se usan 15 dias para mantencion embarcaciones al final

3) La temporada mala de Mayo a Septiembre.

Para las embarcaciones menores o “changos” el rendimiento promedio es de 36 lb/viaje y 24 lb/viaje para temporada buena y mala, respectivamente.

Es importante señalar que los rendimientos de captura presentados engloban los distintos tamaños o calibres que componen estas capturas. En esta área se trabaja básicamente con medidas gruesas que los dividen en camarón “Grande” y “Mediano”⁵. Para las embarcaciones medianas o de “arrastre”, la composición de la captura (porcentaje por cada libra capturada) en temporada buena es de 75% de grande y 25% de mediano, en temporada mala es de 70% grande y 30% mediano. En el caso de las embarcaciones pequeñas o “changos”, la composición a través de todo el año es de 85% de grande y 15% de camarón mediano.

b) Precios, Ingresos y Costos

Los precios pagados por los compradores a los pescadores en playa (precios ex - barco) dependen de la localidad en la que se produce la compra y venta y de los posibles amarres que existan entre el comprador y el vendedor. En este trabajo, no obstante, se usa un promedio simple sobre la información de precios recolectada para el área (Tabla 2)⁶. Esto, debido a que no se tiene información exacta del número de pescadores dedicados a esta actividad por localidad, del número de transacciones (compras

⁵ Estas medidas no corresponden exactamente a los calibres usados normalmente en la industria camaronera, que son bastante más universales.

⁶ La accesibilidad al punto de venta influye en el número posible de transacciones (compras y ventas) que se pueden realizar y por tanto, en la posibilidad de negociaciones alternativas en caso de no estar de acuerdo con el precio ofertado por compradores o vendedores. También, entre los acuerdos más comunes entre compradores y vendedores en el caso de la pesca está el papel de facilitador de crédito que juegan los compradores. Dándoles de esta forma un poder adicional a los compradores para fijar precio de venta y frecuentemente obligación de vender sólo a estas personas.

y ventas) ni de los posibles acuerdos entre compradores y vendedores. Para el camarón grande, el precio en playa o muelle oscila en promedio entre los 21 Quetzales por libra (Q/lb) de camarón grande en temporada buena y los 27 Q/lb en temporada mala. Para el camarón mediano, el precio varía en promedio entre 10 Q/lb en temporada buena y 15 Q/lb en temporada mala.

Tabla 2. Precios e Ingresos en la Pesquería del Camaron en el GoH.

Item	Unidades	Categoria de Arte de Pesca				
		Arrastre ¹⁾		Chango		T. Escama
		Buena ²⁾	Mala ³⁾	Buena	Mala	
Precios Playa ⁴⁾						
Grande	Q/lb	20.8	27.0	20.8	27.0	4.75
Mediano	Q/lb	10.0	15.0	10.0	15.0	
Precios Playa ⁵⁾						
Grande	US\$/lb	2.8	3.6	2.8	3.6	0.6
Mediano	US\$/lb	1.3	2.0	1.3	2.0	
Ingreso Viaje Embarc.		949	768	640	554	95
Grande	Q/mes-emb	934	756	635	551	
Mediano	Q/mes-emb	15	12	5	4	
Ingreso Mensual Embarc.		26,010	22,464	16,535	14,515	1,901
Grande	Q/mes-emb	22,410	18,144	15,239	13,219	
Mediano	Q/mes-emb	3,600	4,320	1,296	1,296	
Ingreso Mensual Embarc.		3,468	2,995	2,205	1,935	253
Grande	US\$/lb	2,988	2,419	2,032	1,763	
Mediano	US\$/lb	480	576	173	173	
Ingreso Anual Embarc.	Q/año-emb	244,143		156,260		21,860
	US\$/año-emb	32,552		20,835		2,915
Ingreso Anual Flota	Q/año	9,765,720		18,751,176		2,623,145
	US\$/año	1,302,096		2,500,157		349,753

Fuente: Elaborada en base a informacion Informe de Visita.

4) Estos son precios nominales promedio para camaron entero, estimados en base a cifras dadas en entrevistas.

5) Calculado a partir de una tasa de conversion de 7.5 Q/US\$

La Tabla 2 muestra también los valores promedios de ingresos por viaje y mensuales, calculados a partir de la información de rendimiento, esfuerzo pesquero y precios. De acuerdo a esta información, el ingreso por viaje para las embarcaciones de “arrastre” oscila en promedio entre 949 Q/viaje en temporada buena y 768 Q/viaje en temporada baja. Esto es, entre aproximadamente 127 US\$/viaje en temporada buena y 102 US\$/viaje en temporada baja. El ingreso mensual para estas embarcaciones oscila en promedio entre los 26,000 Q/mes en temporada buena y los 22,400 Q/mes en temporada mala. Esto es, entre los US\$ 3.470 en temporada buena y los 2.995 en temporada mala.

El ingreso por viaje para los “changos” oscila en promedio entre 640 Q/viaje en temporada buena y 554 Q/viaje en temporada baja. Esto es, entre 85 US\$/viaje en temporada buena y 74 US\$/viaje en temporada baja. El ingreso mensual para los “changos” oscila en promedio entre los 16,500 Q/mes en temporada buena y los 14,500 Q/mes en temporada mala. Esto es, entre los US\$ 2,200 por mes en temporada buena y los US\$ 1,940 por mes en temporada mala.

La Tabla 3 muestra los costos para las embarcaciones de “arrastre” y “changos”. La estructura de costos⁷ para la pesquería del camarón incluye ítems como: Insumos, Tripulación, Mantenión, Depreciación y Costo de Capital.

Insumo se refiere a todos los elementos necesarios para la operación de la unidad o embarcación pesquera que se consumen totalmente al ejercer esta actividad. En este caso se considera la gasolina, el lubricante y el hielo. Los dos primeros son necesarios para operar el motor de la embarcación y, el tercero para la mantención de la captura a bordo. Tripulación se refiere al pago de los pescadores o recursos humanos involucrados. Mantención se refiere a costos necesarios para asegurar el funcionamiento de la unidad pesquera en el tiempo. Los ítems usados se refieren al costo de mantención en la embarcación (casco), en motor y en el arte o equipo de pesca (la red de arrastre y el “chango”).

El ítem Depreciación se refiere a un gasto no – efectivo, necesario de considerar para la recuperación del capital invertido en la embarcación pesquera⁸.

El ítem Costo de Capital se refiere al costo del dinero que se tiene invertido en la operación de la actividad pesquera. En otras palabras, se refiere al costo de contar con la suma de dinero necesaria para iniciar la actividad pesquera, ya sea que de no tenerla sea necesario solicitar un crédito o préstamo o, si se tiene sea necesario considerar lo que se deje de ganar con ella por usarla en otra parte. Así, si se debe solicitar el dinero a través de un préstamo o crédito, el costo de capital se refiere al costo del interés cobrado por el prestamista (banco u otro) por facilitar esta suma de dinero. Si se cuenta inicialmente con la suma de dinero necesaria, el costo de capital corresponde a lo que se deja de ganar por usar ese dinero en otra parte, por ejemplo al ponerlo en el banco a una cierta tasa de interés.

Los dos elementos a considerar para calcular la suma de dinero inicial requerida son el Capital de Trabajo y el Capital Invertido o sencillamente Inversión. El capital de trabajo se refiere al dinero que se requiere para poder operar la embarcación durante un período de tiempo inicial, antes de que se empiece a generar un flujo de dinero que se pueda usar en el futuro. Para calcular este costo se suma el costo de los insumos y la tripulación durante un período de cuatro meses, por ejemplo. Esta suma de dinero corresponde al Capital de Trabajo y si no se cuenta con ella, es necesario pedir un préstamo al banco a una cierta tasa de interés y período de pago (en este estudio se usa una tasa de 12% anual y un período de pago de seis meses). Por su parte, la Inversión se refiere a la suma de dinero requerido para la compra de la embarcación (casco y equipos de cubierta), motor y arte de pesca (red de arrastre o “chango”) necesario para realizar la actividad pesquera. También, se le puede calcular un costo con base en los intereses que se deben pagar para contar con ella, o por los intereses que se dejan de ganar por usar ese dinero en otra actividad si se cuenta con él inicialmente.

De la Tabla 3 se lee que en promedio, el costo por viaje para una embarcación de “arrastre” oscila entre los 425 Q/viaje (57 US\$/viaje) en temporada buena y los 414 Q/viaje (55 US\$/viaje) en temporada mala. La diferencia en costos está dada principalmente por el ítem hielo que está en función de la captura. El costo por viaje, sólo considera los costos por insumos y tripulación ya que los costos restantes son generados en una escala de tiempo más amplia. El costo mensual de la pesca al camarón con embarcaciones de “arrastre” si incluye todos los ítems antes explicados y oscila en promedio entre los 14,120 Q/mes en temporada buena y los 12,200 Q/mes en temporada mala. Es decir, entre los 1,883 US\$/mes en temporada buena y los 1,627 US\$/mes en temporada mala.

⁷ Por Estructura de Costos se entiende el listado de los componentes de costos asociados a la actividad pesquera y el valor de los mismos, de tal modo de poder calcular el costo total generado por el desarrollo de la actividad por embarcación.

⁸ Se dice que es un gasto no – efectivo porque no se le esta pagando realmente a terceras personas. Este es un monto que se debe guardar mes a mes (año a año), para asegurar que al final de la vida útil de los elementos considerados (embarcación - casco, motor o arte de pesca) se cuenta con el dinero suficiente para comprarlos de nuevo.

Tabla 3. Estructura de Costos para la Pesquería del Camaron en el GoH.

Item	Unidades	Categoria de Arte de Pesca				
		Arrastre ¹⁾		Chango		
		Buena ²⁾	Mala ³⁾	Buena	Mala	T. Escama
Costos Viaje Embarc.	Q/viaje-emb	425	414	361	354	88
Insumos por viaje	Q/viaje-emb	220	209	236	229	46
Gasolina		175	175	180	180	39
Lubricante		11	11	35	35	8
Hielo ⁶⁾		34	22	20	13	
Tripulacion por viaje	Q/viaje-emb	205	205	125	125	42
Capitan		85	85	75	75	25
Marinos		120	120	50	50	17
Costos MensualesEmba	Q/mes-emb	14,119	12,199	13,731	12,018	1,844
Insumos	Q/mes-emb	5,281	5,013	5,655	5,494	923
Gasolina		4,200	4,200	4,331	4,331	773
Lubricante		275	275	840	840	150
Hielo ⁶⁾		806	538	484	323	
Tripulacion	Q/mes-emb	4,920	4,920	3,000	3,000	833
Capitan		2,040	2,040	1,800	1,800	500
Marinos		2,880	2,880	1,200	1,200	333
Mantencion	Q/mes-emb		1,651		1,551	-
Embarcacion			825		825	
Motor			626		626	
Arte de pesca			200		100	-
Red Armada			200		100	
Puertas						
Depreciacion	Q/mes-emb		1,350		2,980	87
Embarcacion			250		70	
Motor			300		2,500	
Arte de pesca			800		410	87
Red Armada			700		340	87
Puertas			100		70	
Costo de Capital ⁷⁾	Q/mes-emb		916		545	-
Capital Trabajo ⁸⁾			476		404	-
Inversion ⁹⁾			440		141	-
Costos Anuales Embarc	Q/año-emb	138,952		135,246		20,202
Insumos por viaje	Q/año-emb		51,604		55,823	10,619
Tripulacion por viaje	Q/año-emb		49,200		30,000	9,583
Mantencion	Q/año-emb		16,510		15,510	
Depreciacion	Q/año-emb		13,500		29,800	
Costo de Capital ⁷⁾	Q/año-emb		8,138		4,113	-
Capital Trabajo ⁸⁾			2,856		2,423	-
Inversion ⁹⁾			5,281		1,690	-
Costos Anuales Embarc	US\$/año-emb	18,527		18,033		2,694

Fuente: Elaborada en base a informacion Informe de Visita.

6) Se considera un costo de hielo de 0.56 Q/lb y una relacion 1:1 (Secretaria Planificacion y Programa de la Presidencia 1998).

7) Se estima en base a 4 meses de KT, pgable en 6 meses a tasa anual de 12% interes.

8) Se estima a partir del monto de inversion, pagable en 24 meses a tasa anual de 12% interes.

III.2.2. Pesquería de la Langosta.

La actividad pesquera de la langosta en el GoH se desarrolla por unidades o embarcaciones pesqueras comerciales de pequeña escala o artesanales de Guatemala, Belice y Honduras. Si bien en forma oficial para cada país la pesquería se desarrolla en sus aguas territoriales, en la práctica los pescadores de los tres países dirigen su esfuerzo pesquero a aquellos lugares en que existe mayor concentración del recurso, indistintamente de los bordes fronterizos. Dado que el recurso tiene comportamientos migratorios en distintas épocas del año, es probable que esta acción de pescadores sobre aguas no nacionales no ocurra a lo largo de todo el año. Por otra parte, a nuestro entender, a la fecha aún no existe un acuerdo tri-nacional respecto de la ubicación exacta de los límites fronterizos en las aguas del GoH.

Entre las comunidades más importantes en la pesquería de la langosta de los tres países destacan:

- Guatemala: Punta Manabique, Tres Puntas y San Francisco.
- Belice: Monkey River, Punta Negra y Punta Gorda.
- Honduras: Milla 4, Omoa, Chivana, Masca, Puerto Cortés, Tela, La Ensenada y Triunfo de la Cruz.

La pesca de la langosta se realiza con tres tipos de artes o técnicas. En Guatemala se usan “trasmallos langosteros”, en Belice se bucea a apnea (a pulmón) en combinación con el empleo de ‘nasas’ (trampas) y en Honduras se usan “nasas” o “trasmallos langosteros”. Las embarcaciones usadas son embarcaciones pequeñas de madera o fibra de vidrio (tipo “tiburonerías”). Las embarcaciones de fibra de vidrio tienen una eslora que varía entre los 16 pies y 19 pies. Las de madera o canoas oscilan entre los 18 y 23 pies de eslora.

Estas embarcaciones utilizan motores fuera de borda cuya potencia media varía de acuerdo a los países, las costumbres y posibilidades económicas de los pescadores. En Guatemala la potencia de los motores fuera de borda usados varía entre los 15 y los 45 Hp. En Belice los motores oscilan entre los 35 y los 60 Hp de potencia. En Honduras la potencia de los motores usados en la pesca de la langosta va entre los 12 y los 40 Hp.

a) Esfuerzo Pesquero y Productividad en la Pesquería de la Langosta.

La Tabla 4, sintetiza la información sobre productividades y esfuerzo pesquero para la pesquería de la langosta en el GoH⁹.

La temporada de pesca de la langosta tiene distintas duraciones en los diferentes países. En Guatemala, no existe una veda y se estima que por factores climáticos y de mantención de los equipos, la temporada de pesca alcanzaría los diez meses. En Belice la temporada es de ocho (8) meses y en Honduras es de ocho y medio (8.5) meses. La época de veda para Belice es entre el 15 de Febrero y el 15 de Junio, en Honduras la veda es del 16 de Marzo al 30 de Junio de cada año.

La Tabla 4 resume la información levantada sobre productividad y esfuerzo pesquero aplicado en la pesquería de la langosta en el GoH. Estas varían de acuerdo al país y al arte de pesca utilizado. En Guatemala, la pesca de la langosta con trasmallo se realiza en promedio, con dos (2) viajes semanales de una duración promedio de 2.5 días. El rendimiento promedio obtenido es de 10.4 libras-cola/día (lb-cola/día)¹⁰.

⁹ Nótese que la Tabla 4 y las siguientes, muestran también información respecto de rendimientos, esfuerzo pesquero, precios, ingresos y costos de la explotación de otros especies (un conjunto formado por caracol y pescados). Esto, se debe a los pescadores no orientan su actividad pesquera sólo a la langosta, sino que suplementan sus ingresos con la captura de otras especies. Por tanto, se debe considerar el efecto de éstas en el prorrateo (distribución) de los generadores de ingresos y costos fijos (por ejemplo, en la mantención del casco y motor).

¹⁰ El término libras – cola se refiere al peso de la captura medida en relación a la porción comercializable, que en el caso de langosta es la cola.

Tabla 4 Producción Pesquera Promedio de Langosta y Otras especies objetivo en el GoH.

Item	Unidades	Guatemala		Belize			Honduras			
		Trasmallo	Otro	Buceo	Nasas	Otra Sp.	Trasmallo	Otra Sp	Nasas	Otra Sp
Duración Temporada	meses	11.0	6.5	8.0	8.0	9.0	8.5	10.0	8.5	10.0
Duración viaje	días	2.5	0.5	1.8	2.3	1.8	1.0	1.0	1.0	1.0
Viajes	veces/semana	2.0	3.3	3.3	2.0	3.0	3.3	3.0	2.0	3.0
Rendimiento 1)	lb/viaje	25.9	63.5	22.2	25.6	12.4	16.3	83.5	21.8	170.0
	lb/día	10.4	63.5	12.1	11.4	6.8	16.3	83.5	21.8	170.0
Captura Mensual Embarc.	lb/mes-emb	207	413	296	204	149	217	1,002	175	2,040
Captura Anual Embarc.	lb/año-emb	2,279	2,681	2,368	1,635	1,341	1,842	10,020	1,485	20,400
Tamaño Flota Categoría 2)	embarc.	35	35	49	49	49	111	111	28	28
Captura Total Categoría	lb/año	79,772	93,844	116,013	80,136	65,709	204,425	1,112,220	41,571	571,200
	ton/año	36	43	53	36	30	93	506	19	260

Fuente: Elaborada en base a información Informe de Visita.

1) El rendimiento expresado en lb/día o lb/viaje, se refiere al peso neto del producto vendido (cola de langosta)

2) Numero embarcaciones Guatemala es un estimado a partir conversaciones con pescadores, Belice es estimado como 50% numero estimado por TIDE (1998) y Honduras es se estima que el 44% del numero estimado por PROLANSATE (1998) (80% Trasmallo y 20% Nasas)

En Belice se realiza la pesca de la langosta con nasas y por buceo a apnea (a pulmón). Es posible que una embarcación realice esta pesca con estos dos artes o técnicas en forma simultánea o sólo con una de ellas. Para efectos prácticos de este estudio se consideran en forma conjunta. La Tabla 4 indica que un viaje de pesca tiene una duración media de 1.8 días para buceo y de 2.3 días para nasas. Así mismo, se realizan en promedio 3.3 viajes de pesca a la semana para buceo y 2 viajes de pesca para nasas¹¹. El rendimiento de la pesca de la langosta por buceo es en promedio de 12.1 lb-cola/día de pesca y de 11.4 lb-cola/día de pesca para nasas.

En Honduras la pesca se realiza con trasmallos langosteros o con nasas. La duración media de cada viaje de pesca es de 1 día para los dos tipos de artes de pesca y los pescadores que trabajan con trasmallos realizan en promedio 3.3 viajes de pesca a la semana. Para la pesca con nasas se realiza una media de 2 viajes a la semana.

El rendimiento promedio para la pesca con trasmallos es de 16.3 lb-cola/día y para la pesca con nasas es de 21.8 lb-cola/día.

b) Precios, Ingresos y Costos

Los precios pagados por la langosta en playa varían de un país a otro (Tabla 5). En Guatemala, el precio promedio es de 8.4 US\$/lb-cola, en Belice es de 8.2 US\$/lb-cola y en Honduras es de 7 US\$/lb-cola.

De acuerdo a los precios obtenidos por este recurso y las productividades ya reportadas, el ingreso bruto promedio, por embarcación y por viaje, en la pesquería de la langosta se estima es de US\$ 217 en Guatemala, y US\$ 450 en Belice. En Honduras, el ingreso por embarcación y por viaje es de aproximadamente US\$ 114 para trasmallo langostero y de US\$ 150 para nasas (Tabla 5).

En términos mensuales, los valores anteriores son aproximadamente: US\$ 1,700 en Guatemala y US\$ 4,000 en Belice. En Honduras el ingreso mensual promedio para una embarcación dedicada a la pesca de langosta con trasmallo es de aproximadamente US\$ 1,500 y de US\$ 1,200 para una embarcación dedicada a la pesca con nasas (Tabla 5). La diferencia en ingresos tiene su origen principalmente en los distintos rendimientos alcanzados, aunque las menores diferencias en precios también juegan un papel relevante.

¹¹ La diferencia estriba en que generalmente las nasas son puestas al inicio de la temporada y son revisadas cada dos días.

Tabla 5 Precios e Ingresos de la Pesquería de la Langosta en el GoH

Ítem	Unidades	Guatemala		Belize			Honduras			
		Trasmallo	Otro	Buceo	Nasas	Otra Sp.	Trasmallo	Otra Sp	Nasas	Otra Sp
Precios Playa	\$/lb-cola 1)	62.9	2.0	16.3	16.3	2.5	98.3	10.0	97.5	10.0
	US\$/lb-cola 2)	8.4	0.3	8.2	8.2	1.2	7.0	0.7	7.0	0.7
Ingreso Viaje Embarc.	\$/mes-emb	1,629	124	363	417	31	1,598	835	2,129	1,700
	US\$/lb-cola	217	17	181	209	15	114	60	152	121
Ingreso Mensual Embarc.	\$/mes-emb	13,034	1,609	4,834	3,339	371	21,306	10,020	17,030	20,400
	US\$/lb-cola	1,738	215	2,417	1,670	186	1,522	716	1,216	1,457
Ingreso Anual Embarc.	\$/año-emb	143,369	10,459	38,671	26,712	3,339	181,097	100,200	144,755	204,000
	US\$/lb-cola	19,116	1,395	19,336	13,356	1,670	12,936	7,157	10,340	14,571
Ingreso Anual Flota	\$/año	5,017,916	366,069	1,894,884	1,308,888	163,611	20,101,792	11,122,200	4,053,140	5,712,000
	US\$/año	669,055	48,809	947,442	654,444	81,806	1,435,842	794,443	289,510	408,000

Fuente: Elaborada en base a información Informe de Visita.

1) \$ se refiere a la moneda local de cada país. En Guatemala Q, en Belice Bz y en Honduras Lp.

2) US\$ se refiere a dolares americanos

La Tabla 6 muestra los costos por embarcación para los tres países y los distintos tipos de arte usados. De esta manera, el costo promedio mensual para pescar langosta con trasmallo en Guatemala es aproximadamente de Q 2,600 o US\$ 347. El costo mensual medio por embarcación, para la pesca de la langosta en Belice es de aproximadamente Bz 1,800 o US\$ 900. En Honduras, el costo mensual medio para la pesca de la langosta con trasmallo es de aproximadamente Lp 9,700 o US\$ 693. El costo mensual para la pesca con nasas en Honduras es de Lp 6,400 o US\$ 450. El origen de estas diferencias en costos se puede encontrar en las distintas características de las embarcaciones y artes de pesca utilizados, en los distintas condiciones de mercado de cada país (por ejemplo pescadores de Honduras deben ir a comprar redes a Guatemala), distinta distancia relativa del puerto base al recurso y costumbres operacionales de los pescadores.

La estructura de costos considerada para esta pesquería considera el mismo tipo de ítems que los utilizados en la pesquería del camarón.

III.3. Aspectos Legales Institucionales.

Las medidas de manejo existentes para estas pesquerías en el GoH, se circunscriben a herramientas tradicionales de relativamente fácil aplicación como lo son las vedas biológicas, las áreas prohibidas, el tamaño de luz de malla y la talla mínima de captura.

III.3.1. Pesquería del Camarón.

La pesquería del camarón en el GoH se da sólo en Guatemala. Entre las normativas se cuenta el establecimiento de una veda entre el 1 de Abril y el 15 de Mayo y, el cierre de temporada entre mayo y agosto para los pescadores artesanales de los ríos. No obstante, la época de la veda aplicada para esta pesquería es la misma que se usa en el litoral Pacífico, sin tener en consideración que pueden existir diferencias en la época de fertilidad y reproducción del stock del GoH.

La modalidad de licencias para dedicarse a la pesca artesanal de camarón no parece estar claramente definida, ya que en el Acuerdo Gubernativo Número b-8b del mes de enero de 1986 se expresa que "Las licencias de Pequeña escala no autorizan a sus poseedores a pescar camarón, ya que son exclusivamente para pesca de escama". Sin embargo la actividad extractiva de camarón es un hecho en la Costa Caribe de Guatemala. Así, el control al acceso a este recurso en la práctica es mínimo.

Tabla 6 Estructura de Costos de la Pesquería de la Langosta en el GoH

Item	Unidades	Guatemala		Belize			Honduras			
		Trasmallo	Otro	Buceo	Nasas	Otra Sp.	Trasmallo	Otra Sp	Nasas	Otra Sp
Costos Viaje Embarc.	\$/viaje-emb	210	88	56	3	41	485	497	501	858
Insumos por viaje	\$/viaje-emb	84.6	46.2	27.4	3.3	18.2	247.9	283.1	213.0	345.2
Gasolina		70.9	38.7	21.4		15.6	200.0	210.0	165.0	210.0
Lubricante		13.8	7.5	2.6		2.6	38.9	40.8	32.1	40.8
Hielo		-	-	3.5		-	9.0	32.3	12.1	94.4
Carnada					3	-	-	-	3.8	-
Tripulación por viaje	\$/viaje-emb	125	42	28	-	23	237	214	288	513
Capitan		75	25	14		15	102	92	124	221
Marinos		50	17	15		8	135	122	164	292
Costos Mensuales Embarc.	\$/mes-emb	2,612	1,142	1,339	458	580	9,669	7,316	6,426	10,783
Insumos	\$/mes-emb	677.2	600	365.9	26.8	218.7	3,305.5	3,397.6	1,703.7	4,142.9
Gasolina		567.2	503	285.1	-	187.2	2,666.7	2,520.0	1,320.0	2,520.0
Lubricante		110.0	98	34	-	32	519	490	257	490
Hielo		-	-	47	-	-	120	388	97	1,133
Carnada				-	27	-	-	-	30	-
Tripulación	\$/mes-emb	1,000	542	377	-	278	3,155	2,571	2,305	6,153
Capitan		600	325	183	-	186	1,360	1,108	993	2,652
Marinos		400	217	194	-	93	1,795	1,463	1,311	3,501
Mantenición	\$/mes-emb	256	-	98	-	-	705	534	291	-
Embarcación		166.7	-	50.0			227.5		164.7	
Motor		89.6	-	47.5			52.9		67.6	
Arte de pesca		-	-	-	-	-	425	534	59	-
Buceo										
Nasas									59	
Trasmallo		-	-				425	534		-
Depreciación	\$/mes-emb	464	-	279	431	83	1,794	812	1,067	488
Embarcación		53		20			98		94	
Motor		256		250			545		590	
Arte de pesca		155	-	9	431	83	1,151	812	382	488
Buceo				9						
Nasas					431				382	
Trasmallo		155				83	1,151	812		488
Costo de Capital ¹⁾	\$/mes-emb	214	-	220	-	-	710	-	1,060	-
Capital Trabajo ²⁾		78		104			323		561	
Inversión ³⁾		136		117			387		499	
Costos Anuales Embarc.	\$/año-emb	28,473	7,422	10,974	3,664	5,224	82,738	73,156	54,965	107,830
Insumos por viaje	\$/año-emb	7,449	3,901	2,927	214	1,968	28,097	33,976	14,481	41,429
Tripulación por viaje	\$/año-emb	11,000	3,521	3,015	-	2,506	26,819	25,715	19,589	61,526
Mantenición	\$/año-emb	2,819	-	780	-	-	5,993	5,341	2,475	-
Depreciación	\$/año-emb	5,104	-	2,231	3,450	750	15,247	8,124	9,067	4,875
Costo de Capital ¹⁾	\$/año-emb	2,102	-	2,021	-	-	6,582	-	9,353	-
Capital Trabajo ²⁾		470		622	-	-	1,936	-	3,366	-
Inversión ³⁾		1,632		1,399	-	-	4,647	-	5,987	-
Costos Anuales Embarc.	US\$/año-emb	3,796	990	5,487	1,832	2,612	5,910	5,225	3,926	7,702

Fuente: Elaborada en base a información Informe de Visita.

1) \$ se refiere a la moneda local de cada país. En Guatemala Q, en Belice Bz y en Honduras Lp.

2) US\$ se refiere a dolares americanos

Si bien en Belice y Honduras existen pesquerías de camarón de acuerdo a los registros oficiales, éstas ocurren fuera del área del GoH. Es importante considerar, sin embargo, que en Honduras, se establece la veda de camarón en el Caribe para el *Penaeus schmitti*, *P. aztecus* y *P. duorarum* del 1 de febrero al 30 de junio (resolución N° 002-99 del 15 de enero de 1999). Anterior a la resolución mencionada existía la N° 001-95 del 4 de enero de 1995, en donde se ubicaba la veda entre el 16 de marzo y el 31 de julio para camarón, langosta y caracol. (Martínez y Molina, 1995). En Belice, se establece una veda para el camarón entre el 15 de marzo al 14 de julio de cada año. Paralelamente, se utiliza el esquema de licencias como control al acceso al recurso.

Dada la normativa en aplicación para el camarón en la costa atlántica de Guatemala es importante considerar que de acuerdo a García y Le Reste (1987), generalmente la veda en el área marítima debe ubicarse en el momento más intenso del reclutamiento, para evitar la explotación de concentraciones de juveniles y proteger la etapa de mayor crecimiento hasta alcanzar la talla de primera maduración sexual. De hecho esta estrategia puede tener una connotación económica positiva, si las pérdidas por mortalidad natural son superadas por los mejores precios alcanzados por las tallas mayores.

III.3.2. Pesquería de la Langosta.

Para el caso de la langosta, *Panulirus argus* los países que cuenta con normativa son Belice y Honduras. Guatemala no posee normativa respecto a este recurso en la costa atlántica.

Belice establece una veda que se extiende desde el 15 de febrero hasta el 14 de junio, con una talla mínima de 7.4 cm de longitud cefalotórax y peso mínimo de captura de 4 onzas de cola. El uso de tanques en el buceo para la pesca de langosta se encuentra prohibido, al igual de la captura de hembras con huevos. (Departamento de Pesquería de Belice).

Honduras a través de la resolución N° 002-99 del 15 de enero de 1999 decretó una veda para la langosta entre el 16 de marzo y el 30 de junio. También existe una talla mínima de captura de 14.5 cm de cola, unos 153 gramos de cola, apertura de escape en las nasas de 2 ¼ de pulgadas y prohibida la captura de hembras con huevo o con masa espermatófora. (Pineda, 1997).

Del período de veda para la langosta se desprende que existen algunos traslapes en la época de aplicación y duración de la medida. No obstante, la veda en ambos países incluyen una parte del periodo de reproducción, que ha sido reportado entre febrero/marzo y septiembre/octubre por (Castaño y Cadima (1993). Dado que Cruz et al. (1995) establece que la langosta encontrada en el Golfo de Honduras puede ser parte del stock del Caribe Sur, idealmente los períodos de veda en los distintos países deberían estar sincronizados. De lo contrario, se producen incentivos adicionales para no respetar esta medida ya que existen mercados cercanos abiertos en época de veda. Sobre el particular hay que mencionar que versiones de los mismos pescadores de langosta de Belice indican la existencia de un mercado abierto en Guatemala durante los períodos de veda de los otros países.

III.4. Principales Problemas y Conflictos Existentes.

III.4.1. Pesquería del Camarón.

De acuerdo a la normativa existente para la pesquería del camarón arriba presentada, existen indicios de una mínima capacidad práctica para limitar el acceso de nuevas unidades productivas a la pesquería. Así también, el que la época y duración de la veda aplicada no esté basada en las características y dinámica del stock de camarón del GoH, sino que a partir de lo establecido para los recursos del Pacífico, es un indicador de que estas medidas pueden no estar siendo efectivas en controlar la presión pesquera sobre el recurso. Por otra parte, dado que la tradición pesquera del país está directamente ligada a la actividad de la costa Pacífica, hasta hace muy poco tiempo el nivel de control y fiscalización de las medidas de regulación existentes era muy bajo en la costa Atlántica.

Por otra parte, FUNDAECO (1998) reporta que de acuerdo a la percepción de los propios pescadores, el recurso puede encontrarse con problemas de sobre pesca.

Finalmente, si bien es probable que el recurso camarón que existe en la Bahía de Amatique esté relacionado y dependa del recurso camarón que existe en las porciones pertenecientes a Belice y Honduras del Golfo, no existe prueba clara de que esto sea así. Además, en la literatura y de la información levantada en el GoH, no se desprende que exista pesquería de este recurso por parte de

pescadores Beliceños u Hondureños en el Golfo. Por tanto, para efectos prácticos de este estudio se considerará que esta pesquería no se basa sobre un recurso compartido por más de un país.

Sí es claro, no obstante, que existe una fuerte competencia por el mismo entre flotas pesqueras de distintas características. Es decir, entre la flota de “arrastre” y la de “changos”.

III.4.2. Pesquería de la Langosta.

En el caso de la pesquería de la langosta, sí es claro que se trata de un recurso trans - fronterizo que es explotado por flotas pesqueras de distintas características y países.

TIDE (1998) y PROLANSATE (1998), reportan que de acuerdo a la percepción de los propios pescadores este recurso se puede encontrar en estado de sobre explotación.

Adicionalmente, se puede observar una falta de coordinación en las normativas existentes en dos de los países del Golfo (Belice y Honduras) y la inexistencia de las mismas en un tercero (Guatemala). Lo anterior, es acompañado por una falta, en mayor o menor medida, de capacidad práctica de control del acceso a este recurso por los tres países.

III.4.3. Conclusión

Finalmente, la situación observada para la pesquería del Camarón como de Langosta en el GoH indican la necesidad de explorar cuales sería los efectos potenciales de la aplicación de políticas y medidas de gestión pesquera sostenibles. Para ello, a continuación se presenta un modelo conceptual para la gestión de las pesquerías de camarón y langosta en el Golfo de Honduras.

IV. MODELO CONCEPTUAL PARA LA GESTIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE CAMARÓN Y LANGOSTA EN EL GOLFO DE HONDURAS

Esta sección tiene por objetivo la presentación del modelo conceptual aplicado a las pesquerías de Camarón y Langosta en el GoH, bajo tres escenarios de evaluación alternativos.

IV.1. Consideraciones Metodológicas

La gestión de recursos naturales y pesqueros se refiere, principalmente, a la regulación del comportamiento de las personas involucradas, sin desconocer que el conocimiento de la dinámica y comportamiento de los recursos naturales son elementos esenciales para el diseño de una adecuada gestión. Por lo anterior, es importante tener en mente que las personas toman decisiones acerca del uso o preservación de recursos naturales escasos basándose en la comparación del nivel o cantidad de bienestar o utilidad producida por las acciones relacionadas con tales decisiones¹². En este contexto, una apropiada gestión de recursos naturales y pesqueros debiera incluir decisiones que realmente permitan alcanzar una combinación de niveles de uso y preservación que generen el mayor bienestar o utilidad posible a las personas.

Dado que las condiciones de los recursos naturales (ambientales) y de las personas (técnicas, económicas y sociales) cambian en el tiempo, el nivel de bienestar y utilidad generado por las acciones de gestión también variará con éste. Por tanto, una gestión pesquera apropiada es un proceso que incluye decisiones y acciones cuyos efectos en el bienestar o utilidad de las personas también debe ser evaluado en el tiempo.

Por tanto, la gestión pesquera puede ser vista como el proceso dirigido a determinar el nivel de esfuerzo pesquero y capacidad pesquera ejercida sobre los recursos en el tiempo (i.e., determinar la combinación del nivel de uso o extracción de recursos pesqueros y su preservación) que genere el mayor bienestar o utilidad posible a las personas relacionadas a la pesquería¹³.

En este estudio, se busca generar un instrumento económico que asista a la proposición de políticas sostenibles para la adecuada gestión de los recursos camarón y langosta en el Golfo de Honduras. Esto quiere decir, se busca generar un instrumento que permita medir y comparar el efecto (físico, económico y social) generado por la aplicación de distintas medidas de gestión de los recursos antes mencionados.

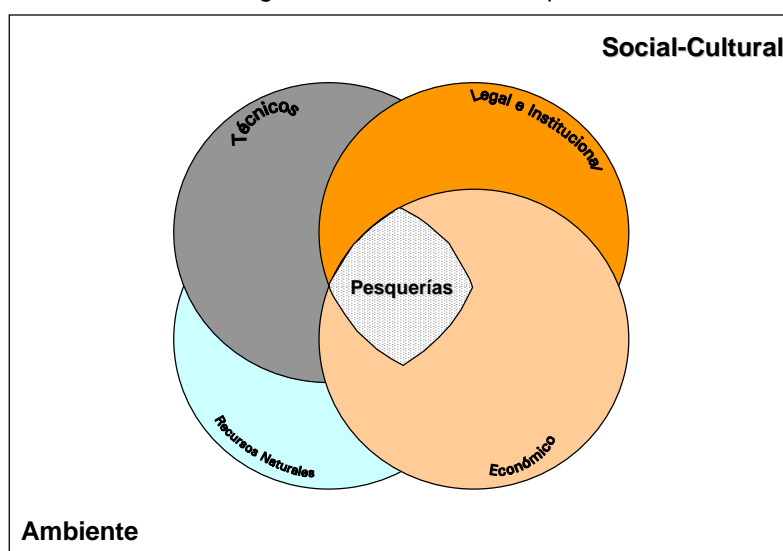
Para ello, se consideran tres Escenarios alternativos de evaluación que representan tres tipos de criterios y condiciones para la gestión de las pesquerías de Camarón y Langosta en el GoH. Los Escenarios considerados representan las condiciones actuales, la aplicación de criterios puramente biológicos y la aplicación de criterios económicos y sociales para la gestión de las pesquerías.

¹² El término "uso de recursos naturales" implica todas las actividades y procesos que permiten hacer uso de dichos recursos como materias primas para la producción de productos intermedios o finales y el consumo de los mismos. Usualmente, esas actividades se pueden listar como cosecha/pesca, procesamiento, transporte, mercadeo y consumo. En forma similar, el término "preservación de recursos naturales" implica todas las actividades y procesos que permiten a las personas mantener estos recursos tan cerca como se pueda de sus condiciones y características originales. Esto es, mantener la dinámica y comportamiento de los recursos naturales tal como si no existiera intervención humana sobre ellos. Finalmente, el término "recursos naturales escasos" se refiere a que los recursos naturales no se encuentran en cantidades ilimitadas en la naturaleza y que por tanto, ellos existen en una abundancia o número relativamente escaso.

¹³ El término "bienestar o utilidad de las personas" es usado para reflejar el bienestar de los individuos con relación a sus elecciones en el consumo o preservación de recursos naturales y la necesidad de satisfacer sus necesidades (físicas y espirituales/culturales) de acuerdo a sus percepciones, gustos y entorno cultural. Este término está directamente relacionado a la medida cuantitativa de utilidad individual y puede ser extendido a firmas o unidades de producción (embarcaciones, empresas/comunidades, industrias/pesquerías).

Para la medición y comparación cuantitativa de los efectos antes mencionados se usan los conceptos e instrumentos de la biología y economía pesquera, articulados bajo el Método de los Coeficientes Funcionales Integrales (MCFI)¹⁴. El MCFI es un enfoque metodológico basado en el concepto de que el valor asignado a cualquier recurso natural proviene de la satisfacción o utilidad generada por su uso o existencia (preservación)¹⁵. Lo anterior, implica que la decisión de cuanto recurso usar o preservar, dependen del nivel de beneficios generados. Estos beneficios pueden ser medidos en términos económicos, físicos (biológicos) y sociales (empleo). El MCFI también expresa que el potencial para la generación de beneficios a partir del uso o preservación de recursos naturales o pesqueros depende de las inter-relaciones existentes entre la productividad natural del recurso y las condiciones económicas, tecnológicas, legales, institucionales y sociales prevalecientes. De esta forma, bajo el MCFI las pesquerías son vistas como un sistema que articula componentes biológicos, tecnológicos, económicos y legales e institucionales bajo las condiciones ambientales y sociales culturales en las que se desarrolla la actividad pesquera (Figura 2).

Figura 2. El Sistema Pesquero



IV.2. Componente biológico pesquero.

El componente biológico pesquero del modelo se orienta al entendimiento y simulación o mímica de la dinámica de los recursos hidrobiológicos (recursos pesqueros vivos como la langosta y el camarón) para su incorporación en un instrumento que permita medir el impacto de las decisiones humanas sobre estos recursos¹⁶. En el caso del componente biológico el interés del modelador, en su necesidad de generar información para apoyar al administrador y los involucrados en la pesquería, es poder incorporar como varía la cantidad de recurso (camarón o langosta en el agua) en la medida que se tiene mayor o menor nivel de actividad (esfuerzo) y extracción (pesca).

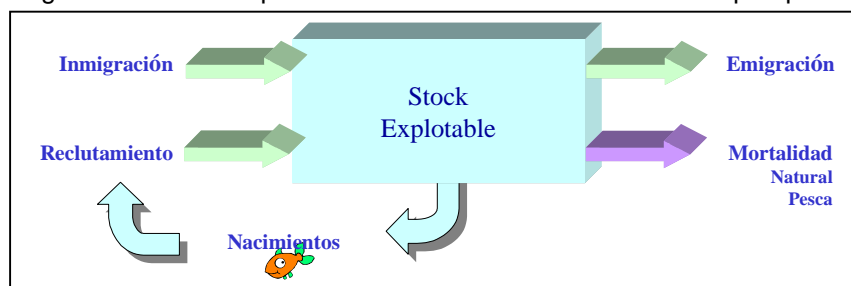
Para llevar a cabo esto, el modelador debe incorporar los distintos elementos que caracterizan el comportamiento de los recursos en el tiempo (dinámica). Entre los elementos más importantes de

¹⁴ El MCFI (Agüero et al 1996) fue desarrollado bajo el Proyecto Colaborativo CEPAL/ICLARM y ha sido posteriormente mejorado y aplicado por ICSED en varios países de América Latina (ICSED 1994, 1996, 1997 y 1998)

¹⁵ Este concepto de valor se basa en el concepto de "Valor Económico Total" ampliamente discutido en la literatura de economía de recursos naturales y ambientales. Para algunas discusiones interesantes ver Krutilla y Fisher 1975, Freeman 1979, Hufschmidt et al. 1993, Dixon y Hufschmidt 1986, Dixon et al. 1988, Pearce et al. 1989, Pearce y Markandya 1989, Dasgupta y Maler 1990, Reveret et al. 1990, Dixon et al. 1994 y Panayotou 1993, entre otros.

considerar están los nacimientos y reclutamientos, el crecimiento individual y la mortalidad (natural o por pesca)¹⁷. Figura 3, presenta una visión simplificada de los elementos mencionados.

Figura 3. Visión simplificada de la dinámica de los recursos pesqueros.



Para poder simular o modelar estos distintos elementos en el tiempo es necesario generar modelos estructurales y dinámicos. Es decir, modelos que permita conocer y reflejar separadamente que está pasando con los individuos de distintas edades que componen el stock del recurso pesquero de interés. Para ello es necesario contar con series de datos de la cantidad de recurso que existe en el tiempo, sus componentes y cómo van cambiando. También, es necesario contar con información sobre la proporción de individuos hembras y machos, de hembras grávidas (con huevos), etc. La mayor parte de esta información, no obstante, no está disponible para los recursos del GoH.

Si es posible encontrar, sin embargo, algunos estimados globales de biomazas pasadas y de mortalidades naturales en otras zonas caribeñas similares, entre otros¹⁸. Con este tipo de información se puede trabajar como, una primera aproximación, con modelos globales estáticos como el modelo de Schaefer (1954). Si bien es cierto que este modelo también requiere de series de tiempo sobre capturas y esfuerzo pesquero aplicado para el cálculo de parámetros y constante requeridas, no es menos cierto que se puede llegar a hacer estimados preliminares con información parcial.

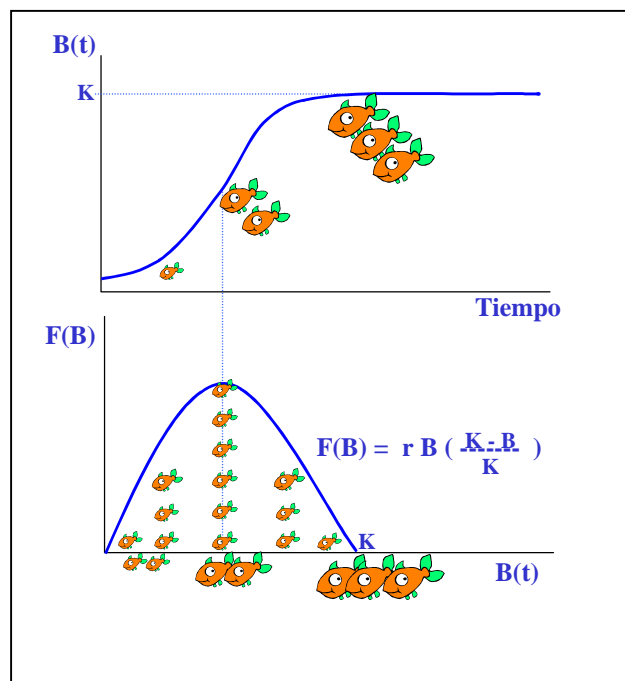
Para su análisis Schaefer (1954) se basa en un stock de recurso cuyo comportamiento se puede reflejar por una función logística. Para ello, se basa en la idea de que el crecimiento del stock es una relación entre el peso relativo entre los elementos que influyen en forma positiva a la cantidad de recurso que existe (nacimientos, reclutamiento y crecimiento individual) y los elementos que influyen en forma negativa (mortalidad). Esto quiere decir que se piensa que el recurso crece (en términos netos de la diferencia entre efectos positivos y negativos) inicialmente a una mayor velocidad y en la medida que la cantidad total de recurso aumenta, comienza a encontrar límites en la naturaleza (por ejemplo, límites de alimento, espacio para protección de predadores, etc.). La Figura 4 presenta un esquema simplificado del modelo biológico considerado por Schaefer (1954).

¹⁶ Por decisiones humanas entendemos tanto la decisión de pescar (extraer) como conservar o limitar el nivel de extracción del mismo. Por impactos, entendemos los efectos sobre la cantidad de recurso en el agua (abundancia) como sobre la cantidad de empleos, ingresos y beneficios que se pueden obtener por la explotación (pesca) de los primeros.

¹⁷ El "reclutamiento" se refiere al momento y cantidad de individuos jóvenes (juveniles) que pasan a formar parte del conjunto de individuos adultos (stock adulto explotable) que es susceptible de ser afectado por la actividad pesquera. Este reclutamiento se puede medir en número de individuos o en peso vivo (biomasa) de individuos, que pasan a formar parte cada cierto tiempo (por ejemplo un año) del stock adulto. El crecimiento individual se refiere al crecimiento en peso vivo que experimenta cada individuo a lo largo de su vida. La mortalidad, se refiere al porcentaje o fracción de individuos que mueren en el tiempo. Si es mortalidad natural, se refiere a la proporción que muere por causas naturales. Si es mortalidad por pesca, se refiere a la proporción que es pescada.

¹⁸ El término "globales" se refiere para el conjunto de los individuos que componen el recurso, sin poder diferenciar entre las distintas edades.

Figura 4. Modelo simplificado de la dinámica de un stock de recurso pesquero de acuerdo al Modelo de Schaefer (1954).



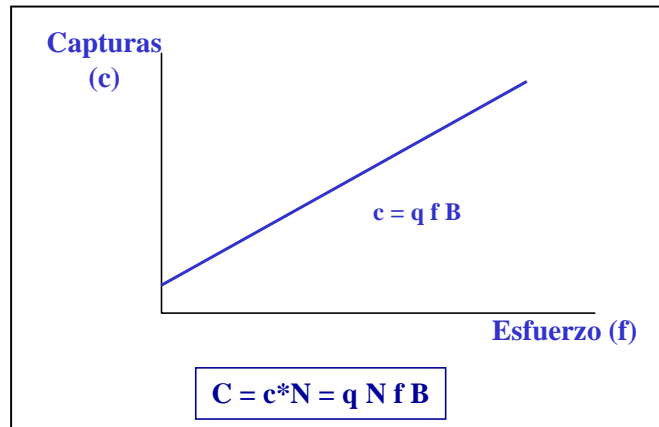
En este esquema el tamaño del stock de recurso es representado por " $B(t)$ ", indicando esto su cantidad o biomasa en el tiempo. El cambio o tasa de crecimiento neto del tamaño del stock de recurso en el tiempo se representa por " $F(B)$ " y se le dibuja con respecto al tamaño del mismo. Nótese que $F(B)$ es la tasa de crecimiento del recurso o lo que el recurso es capaz de generar en el tiempo para renovarse y, está basado en el efecto de las mortalidades, nacimiento y crecimiento individual de los individuos que componen un stock de recurso pesquero. Anexo I presenta la formulación matemática normalmente usada para el modelo de Schaefer (1954).

Schaefer (1954), estipula que para alcanzar una producción sostenible se debe llegar a igualar la cantidad de recurso producido en el tiempo ($F(B)$), con la cantidad de recurso extraído en el tiempo (Capturas).

Dada la naturaleza variable del recurso pesquero y la relación indirecta entre la acción del hombre sobre éste y la producción o captura obtenida, se tiene que las embarcaciones pesqueras generan una cierta captura dependiendo de sus características o eficiencia tecnológica y de la abundancia del recurso en cuestión. Esto quiere decir, que si se tiene una embarcación y tripulación preparada para la pesca, el hecho de salir en busca del recurso y aplicar sus artes de pesca en distintos puntos de la zona marina costera, no asegura que se obtendrá una determinada cantidad de peces. Sólo se puede asegurar que se aplicará una cierta acción pesquera que puede llevar a obtener en promedio una determinada captura con relación a la cantidad de recurso que hay en el ambiente. La acción pesquera se llama "Esfuerzo Pesquero" (por ejemplo días de pesca). La capacidad de obtener una cierta cantidad de pesca con relación a la abundancia del recurso se refiere a la "Eficiencia Tecnológica" de las embarcaciones y tripulaciones pesqueras. Esta eficiencia tecnológica se puede expresar como una determinada proporción de la cantidad total de recurso existente en el medio (tamaño del stock de recurso pesquero) por cada unidad de esfuerzo pesquero ejercido (f). Así expresada, la eficiencia tecnológica se llama "Coeficiente de Capturabilidad" (q). La Figura 5 muestra esta relación respecto de una embarcación o

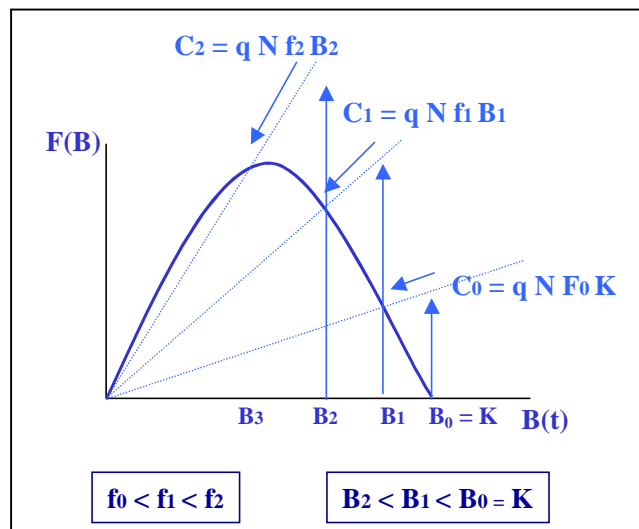
unidad pesquera considerando que el tamaño del stock del recurso se mantiene constante (por ejemplo en el intervalo de un año). Si se tiene una flota de embarcaciones iguales, la producción (capturas) de la misma será equivalente a la suma de las capturas de todas las embarcaciones que conforman flota (es decir la multiplicación de las capturas de una embarcación por el número total de embarcaciones en la flota).

Figura 5. Representación simplificada de las capturas de una embarcación a niveles de esfuerzo creciente y tamaño de stock constante (ejemplo en un año)



Para llegar a entender como se alcanza la sostenibilidad en las capturas es necesario representar el efecto que tiene la aplicación del esfuerzo pesquero de la flota y obtención de las capturas respectivas por períodos suficientemente largos como para que afecten el tamaño del stock del recurso y motiven cambios en la tasa de crecimiento del mismo. La Figura 6 representa en forma simplificada esta interacción.

Figura 6. Representación simplificada de la acción del esfuerzo pesquero sobre el stock de recurso y su capacidad de crecimiento.



Esta figura muestra que la aplicación del nivel de esfuerzo f_0 durante un período suficientemente prolongado (mas de un año), reduce el tamaño del stock desde $B_0=K$ a B_1 . En la medida que el stock se ve reducido en tamaño, su tasa de crecimiento va aumentando hasta que se iguala a las capturas generadas con el nivel de esfuerzo f_0 y la eficiencia tecnológica considerada cuando el stock alcanza el

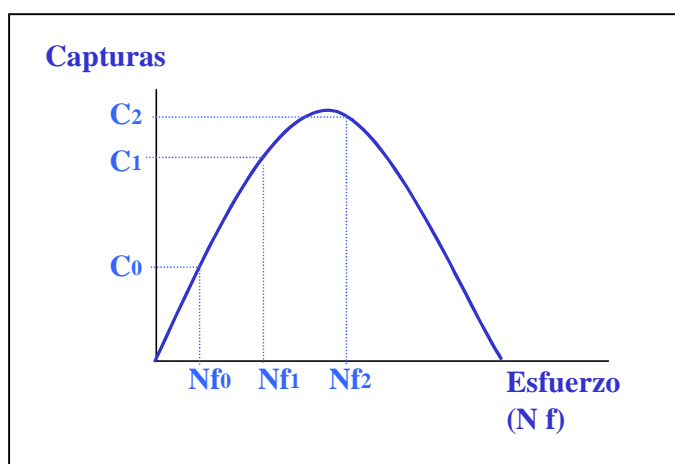
tamaño de B_1 . Si mantiene el mismo nivel de esfuerzo en el tiempo, las capturas obtenidas serán sostenidas ya que la tasa de crecimiento del stock de recurso y las capturas se habrán igualado.

Si el nivel de esfuerzo aplicado se aumenta a f_2 , el efecto es que el recurso ve disminuido su tamaño hasta alcanzar B_2 , punto el que la tasa de crecimiento se iguala a las capturas obtenidas al nuevo nivel de esfuerzo. Si el nivel de esfuerzo se vuelve a aumentar y mantener el tiempo, el proceso se repite y se puede encontrar un nuevo punto de capturas sostenibles.

Si se toman los distintos niveles de capturas y esfuerzos sostenidos obtenidos en la manera antes descrita, se puede llegar a dibujar una curva de capturas sostenibles para distintos niveles de esfuerzo pesquero aplicado por una determinada flota pesquera. Este conjunto de puntos se llama una “Función de Rendimiento Sostenido” (FRS) para la pesquería en cuestión¹⁹.

Para poder llegar a la FRS es necesario entender que el concepto de sostenible, desde un punto de vista biológico, significa que se debe poder igualar lo que el recurso es capaz de generar en el tiempo (capacidad de renovación o crecimiento) con lo que se le extrae en el tiempo (tasa de explotación o capturas). La Figura 7 muestra en forma simplificada la FRS para una pesquería.

Figura 7. Representación simplificada de la función de rendimiento sostenido (FRS) de una pesquería



IV.2.1. Pesquería del Camarón.

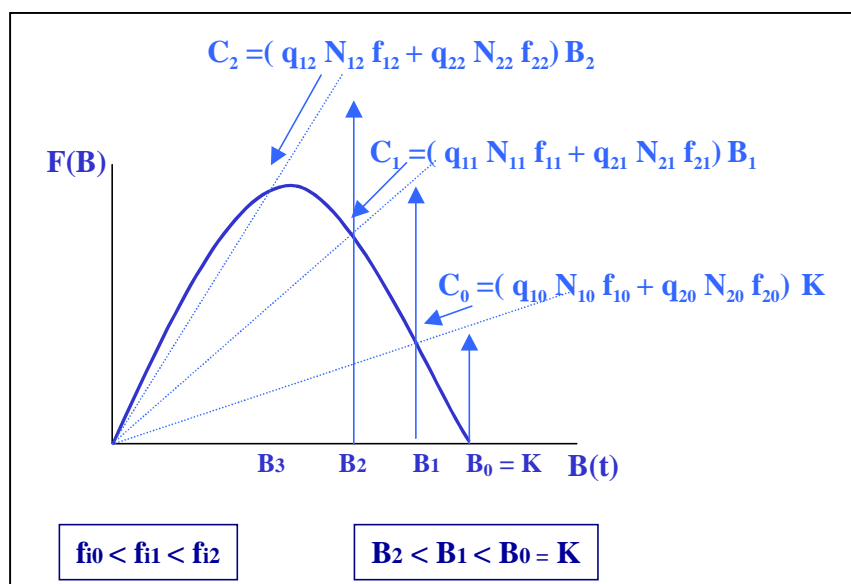
En la pesquería del camarón del GoH es necesario considerar el stock de camarón así como las características y nivel del esfuerzo pesquero aplicado sobre el stock, tanto por las embarcaciones de “arrastre” como por los “changos”. Por motivos de simplicidad, se considerará en este estudio que todas las unidades pesqueras o embarcaciones y tripulaciones dentro de una misma categoría son iguales. Es decir, que todas las de “arrastre” son iguales, así como también lo son los “changos”.

En este caso, se tiene que dos flotas pesqueras actúan en forma simultánea sobre un mismo stock de recurso pesquero. Esto es, la captura total está dada por la suma de las capturas de cada una de las flotas consideradas. Para obtener la FRS para esta pesquería es necesario considerar entonces que la

¹⁹ Por función de producción se entiende a una relación de causa y efecto o relación funcional matemática, que permite decir cuanto producto se puede obtener (pesca) si se ejerce mayor o menor nivel de actividad pesquera (esfuerzo). Este nivel de actividad pesquera o esfuerzo es una variable que sintetiza y refleja mayor o menor cantidad de pescadores con sus trasmallos, nasas, buceando o pescando al arrastre.

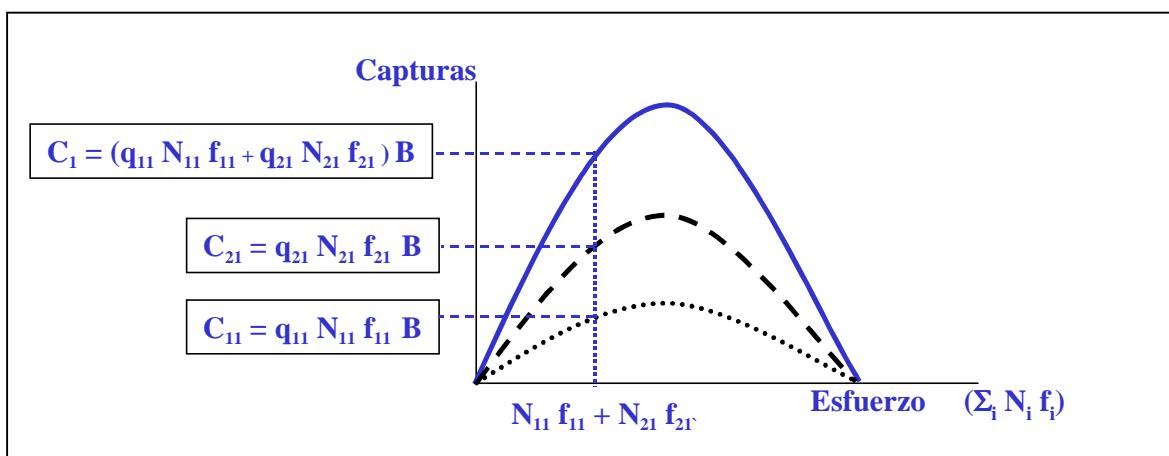
suma de estas capturas debe ser igual a la tasa de crecimiento del stock de camarón. La figura 8 muestra en forma simplificada esta relación.

Figura 8. Representación de la acción simultánea de las flotas de “arrastre” y “changos” sobre stock de recurso Camarón.



De esta forma, la FRS de esta pesquería se puede representar como en figura 9, donde la acción conjunta de las dos flotas sobre el recurso esta claramente reflejado en la composición de las capturas totales (por ejemplo el punto C_1 en la figura)

Figura 9. Representación simplificada de la FRS para la pesquería del Camarón en el GoH.

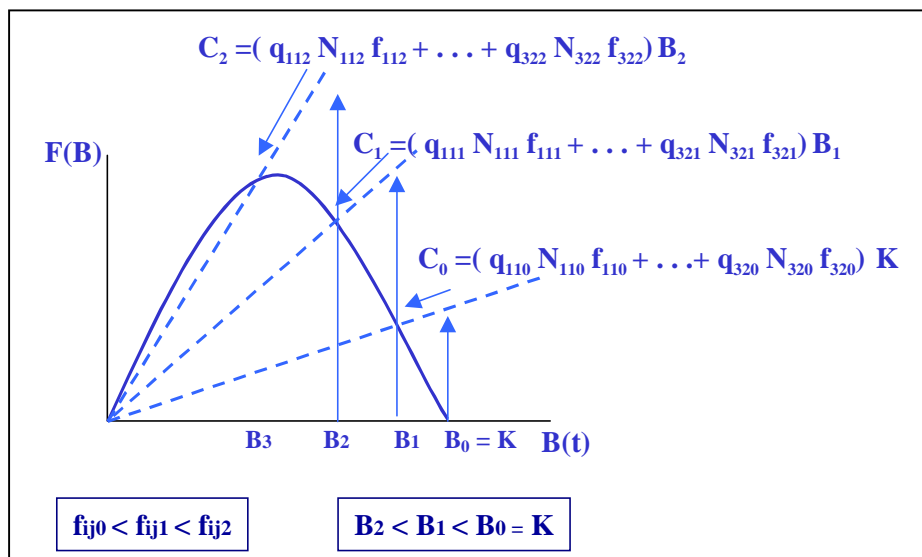


IV.2.2. Pesquería de la Langosta.

Para la pesquería de la langosta, además de considerar los tres tipos de artes de pesca involucrados (es decir buceo, nasas y trasmallos), es necesario considerar que son flotas que operan desde puertos bases localizados en distintos países (es decir Belice, Honduras y Guatemala).

Tal como en el caso de la pesquería de camarón, en la pesquería de la langosta las flotas de los tres países actúan en forma simultánea sobre el stock de recurso. La figura 10 esquematiza esta acción.

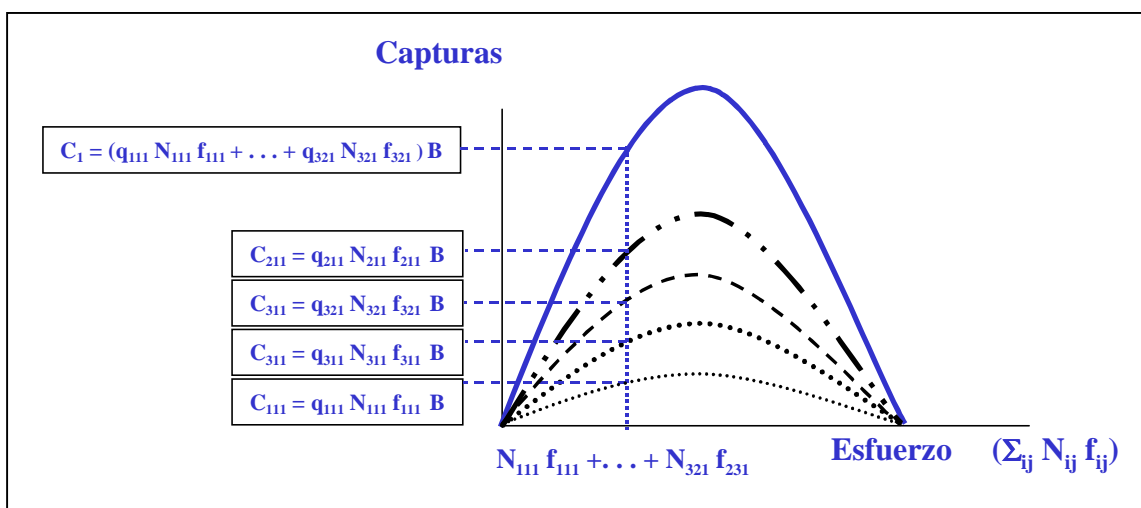
Figura 10. Representación de la acción simultánea de las flotas de Belice, Guatemala y Honduras sobre el stock de recurso Langosta en el GoH.



En la figura 10, el subíndice "i" representa el país de origen de la embarcación y el subíndice "j" el tipo de arte de pesca utilizado por la embarcación.

En forma análoga, la FRS de esta pesquería se puede representar como en figura 11, donde la acción conjunta de las flotas de los tres países sobre el recurso está claramente reflejado en la composición de las capturas totales (por ejemplo el punto C_1 en la figura)

Figura 11. Representación simplificada de la FRS para la pesquería de Langosta en GoH



IV.3. Componente Económico Pesquero.

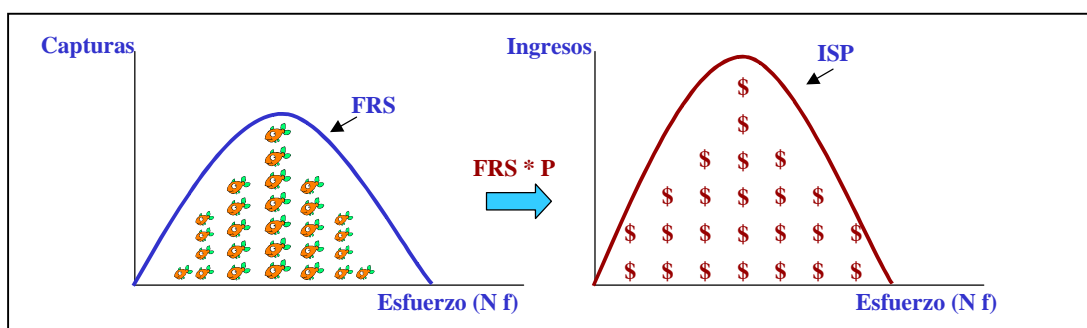
El componente económico pesquero del modelo se orienta al entendimiento y simulación o mímica de la dinámica de las características económicas de las actividades pesqueras (las embarcaciones y las flotas)

para su incorporación en un instrumento que permita medir el impacto de decisiones sobre el desarrollo o la restricción de la actividad misma. En este caso el interés del modelador, en su necesidad de generar información para apoyar al administrador y los involucrados en la pesquería, es poder incorporar como varían los ingresos, costos, beneficios netos y su distribución en el tiempo en la medida que se tiene mayor o menor nivel de actividad (esfuerzo) y extracción (pesca). Lo anterior, sin olvidar la importancia de la consideración de la renovabilidad del recurso en la sostenibilidad de la actividad.

El valor generado por una pesquería proviene, tradicionalmente, del valor de mercado asociado a los productos generados por ésta. Este valor es posible medirlo en los múltiples niveles de comercialización o mercados que existan para los recursos considerados. Estos mercados son generalmente denominados: mercado en playa (o ex – barco), mercado mayorista (o el nivel en que compradores en playa venden a establecimientos procesadores o distribuidores) y el mercado minorista (el nivel en que el consumidor final del producto pesquero participa en la compra del bien final a consumir). En la práctica, es posible que existan muchas variaciones en los niveles de mercados que existan en forma simultánea. Es muy común que coexistan, los mercados playa a intermediarios y a consumidores finales locales. También, es posible que existan vínculos directos entre distintos participantes de la cadena comercializadora y que el comprador mayorista en el mercado playa sea un empleado de un establecimiento procesador y distribuidor de productos a consumidores finales (integraciones verticales y horizontales).

Para el caso de las pesquerías del Golfo, dado el reducido tiempo disponible para su realización sólo será posible hacer un análisis hasta el mercado en playa. Por tanto, en este modelo se consideran los ingresos generados a partir de los precios obtenidos de la comercialización en playa. Estos ingresos se calculan al multiplicar la cantidad de peces capturados (C) por el precio del mercado en playa. Dado que la captura considerada es la FRS de la pesquería, estas capturas son sostenibles. Por tanto, los ingresos obtenidos se denominan Ingresos Sostenibles de la Pesquería (ISP). La figura 12 presenta esquemáticamente la función de ISP de la pesquería.

Figura 12. Función de Ingresos Sostenibles de la Pesquería



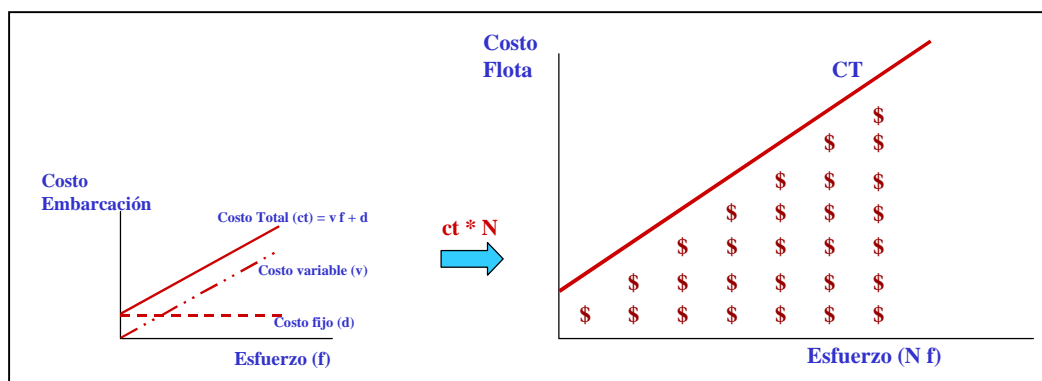
Obsérvese que el nivel de ingresos sostenibles de la pesquería inicialmente es creciente en la medida que aumenta el nivel de esfuerzo pesquero total aplicado, hasta que llega a un máximo (coincidente con el nivel máximo de capturas o rendimiento máximo sostenible) para luego decrecer en la medida que las capturas decrecen al aumentar el nivel de esfuerzo aplicado.

El segundo elemento importante de considerar en los componentes económicos de las pesquerías son los costos incurridos por la actividad para la extracción de los recursos. De acuerdo a la caracterización presentada en la sección III.2 de este informe. Los costos de la flota pesquera se pueden expresar en términos de costos variables y fijos. Los costos variables ("v") son aquellos que están en directa relación con el nivel de esfuerzo pesquero aplicado por cada embarcación. Es decir, son aquellos componentes

de costo que dependen del número de días de pesca realizados en un año. A más días de pesca, mayor es este componente de costo y a menos días de pesca, menor es este costo. Los ítems que componen este costo corresponden a Insumos y Tripulación.

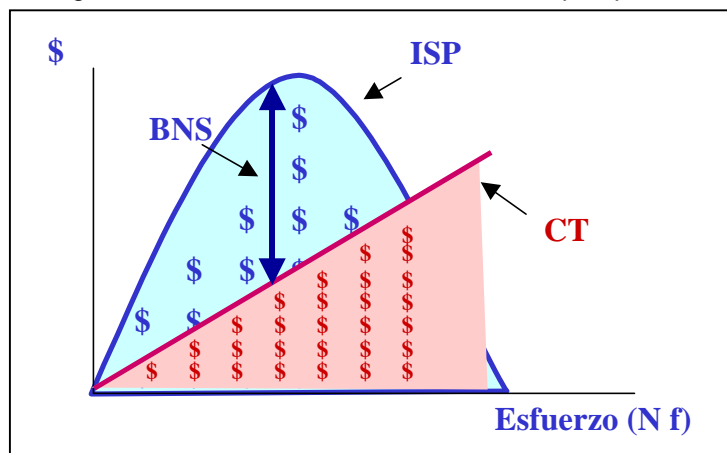
Los costos fijos ("d") son aquellos costos requeridos para pertenecer a la actividad pesquera. Es decir son los componentes de costo que se deben incurrir o sufragar por el mero hecho de contar con una unidad pesquera operable y no dependen del nivel de actividad pesquera que ejerce esta embarcación. Los ítems que componen este costo corresponden Mantenimiento, Depreciación y Costo de Capital, de acuerdo a la caracterización de la sección III.2 de este informe. La figura 13 presenta en forma esquemática los costos de la actividad pesquera.

Figura 13. Costos de la actividad pesquera



El tercer elemento a considerar en el componente económico pesquero es el Beneficio Neto Sostenible (BNS) generado por la actividad. Este beneficio neto se determina como la diferencia o sustracción de los costos totales de la pesquería (CT) de los ingresos sostenibles de la misma (ISP). La figura 14 presenta esquemáticamente el beneficio neto sostenible de la pesquería.

Figura 14. Beneficio Neto Sostenible de la pesquería



El cuarto elemento del componente económico pesquero se refiere a la distribución de los beneficios. Esta distribución debe considerarse entre unidades pesqueras y entre los miembros de las tripulaciones de las anteriores. Para ello, una vez calculados los BNS es posible determinar la proporción que corresponde a cada unidad pesquera. Una vez que se conoce el beneficio neto sostenible por unidad

pesquera es necesario conocer como se distribuyen estos entre los distintos miembros de la tripulación o pescadores y el o los dueños de los equipos y materiales de pesca o “amadores”.

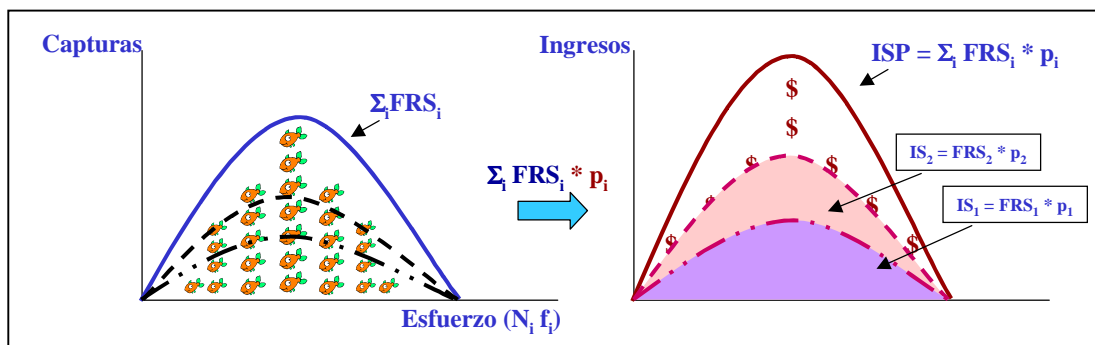
En pesquerías de mediana escala, normalmente a la tripulación se le paga un salario fijo y una participación por producción. En pesquerías de pequeña escala existe normalmente un sistema de distribución de beneficios que permite compartir beneficios y riesgos de la actividad. Esta forma de distribución se llama “Sistema de Partes”, que funciona normalmente de la siguiente forma:

Por cada viaje de pesca o día de pesca, se deducen primero los costos variables (v) de los ingresos brutos (precio por cantidad vendida). Este ingreso neto se divide ahora en porcentajes (%) entre el capitán, los marinos o ayudantes y los materiales (la parte del dueño o “armador”). En muchos casos, el capitán es a la vez el dueño, pero también se dan casos en que existen “armadores” ausentes (no son parte de la tripulación).

IV.3.1. Pesquería del Camarón.

En el caso de la pesquería del camarón, es necesario considerar que las unidades de “arrastre” y los “changos” operan simultáneamente. Esto quiere decir que los ingresos sostenibles de la pesquería, corresponden a la suma de los ingresos sostenibles percibidos por cada una de las flotas involucradas en la explotación del recurso camarón. La figura 15 presenta un esquema simplificado de la determinación de ingresos sostenibles de la pesquería.

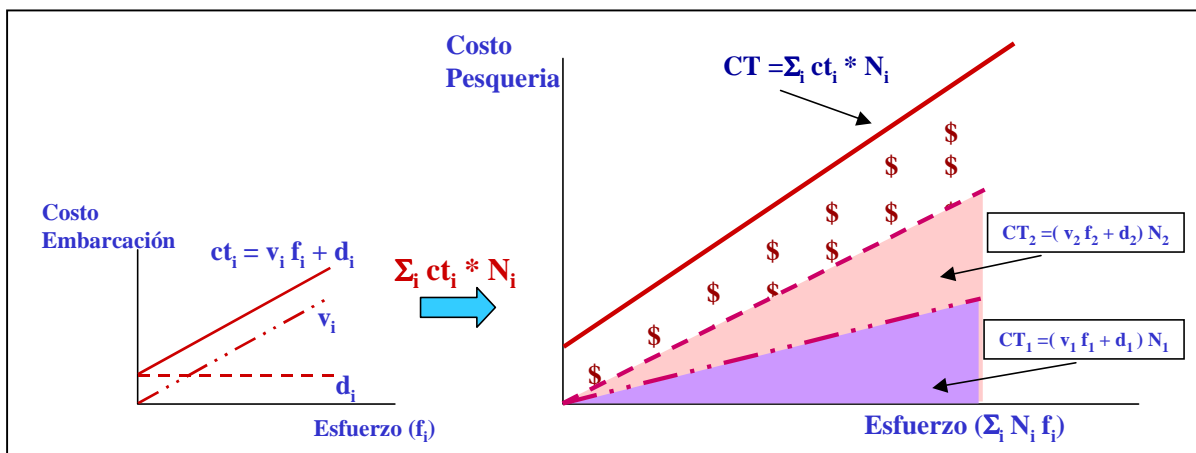
Figura 15. Representación simplificada de los ingresos sostenibles de la pesquería de Camarón.



Si bien el precio en playa alcanzado por el camarón en el GoH depende del tamaño de los individuos que conforman la captura (camarones), no existe información presente que permita separar el efecto sobre el stock de recurso de la extracción de individuos de tamaño diferente. Por ello es que se trabaja con un modelo global y no estructural. De esta forma, el precio playa o ex – barco usado en este caso será un promedio ponderado del precio alcanzado por las dos categorías de tallas y presentados en sección III.2.

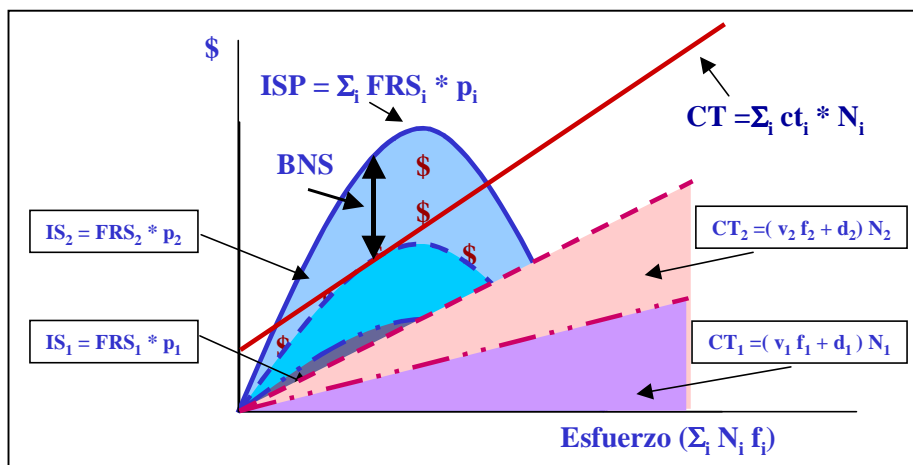
En forma similar, el costo total asociado a la pesquería del camarón en el GoH se debe considerar como la suma de los costos de las flotas de “arrastre” y de “changos”. Figura 16 presenta un esquema simplificado que refleja la constitución de los costos totales de esta pesquería.

Figura 16. Representación simplificada de los costos totales de la pesquería de Camarón.



En forma similar, los beneficios netos sostenibles de la pesquería (BNS) se pueden representar como en figura 17.

Figura 17 Representación simplificada de la determinación de beneficios netos en la pesquería de Camarón.



IV.3.2. Pesquería de la Langosta.

Para la pesquería de la langosta, los ingresos, costos y beneficios netos son generados por unidades pesqueras de diferentes categorías o artes de pesca involucrados (esto es: buceo, nasas y trasmallos) y a la vez, por flotas que operan simultáneamente sobre el mismo stock de recurso desde puertos de origen localizados en distintos países (esto es: Belice, Honduras y Guatemala).

De esta forma, los ingresos sostenibles de la pesquería (ISP), los costos totales (CT) y los beneficios netos sostenibles (BNS) se calculan de forma idéntica al caso de la pesquería del camarón, salvo que es necesario considerar dos subíndices "i" para país de origen y "j" para tipo de arte de pesca utilizado.

Las representaciones gráficas de ISP, CT y BNS para la pesquería de la langosta son muy similares a las presentadas en el caso de camarón, por tanto, no se entregan. En Anexo I se presenta la formulación matemática específica para estas variables.

IV.4. Componente Legal e Institucional y Escenarios de Evaluación.

El componente legal e institucional del modelo se orienta al entendimiento y simulación o mímica de la dinámica de los instrumentos de administración y regulación de las pesquerías bajo análisis. Es decir de las formas de administración del comportamiento conjunto de las unidades pesqueras que forman parte de la pesquería.

En este caso el interés del modelador, en su necesidad de generar información para apoyar al administrador y los involucrados en la pesquería, es poder incorporar cual es el efecto de la aplicación de diversas estrategias y medidas de regulación sobre el nivel de explotación de los recursos y por ende, sobre el nivel de los ingresos, costos, beneficios netos y su distribución en el tiempo. Lo anterior, sin olvidar la importancia de la consideración de la capacidad de renovación del recurso en el logro de una actividad sostenible.

Un primer elemento importante de considerar en este componente son las medidas de regulación aplicables a las pesquerías a analizar. En este caso se puede destacar: las vedas biológicas, los límites al esfuerzo, las cuotas globales de captura, las cuotas individuales transferibles de captura y/o las licencias de pesca individuales transferibles.

Un segundo elemento importante de considerar es el contexto en el cual se puede aplicar estas medidas de regulación. Es decir, es muy importante considerar que estas medidas no se pueden aplicar en el vacío, sino que son aplicables en el contexto de determinadas estrategias de administración o gestión de pesquerías. Por ello, en este estudio se han predefinido tres escenarios de evaluación, que interpretan tres estrategias alternativas de gestión de los recursos camarón y langosta del GoH.

El primer escenario a considerar (Escenario I), es denominado “**Gestión bajo Condiciones Presentes**” y refleja un contexto en el cual la estrategia adoptada es ver que sucedería con la actividad pesquera al considerar que se siga desarrollando de acuerdo a las tendencias y las condiciones prevalecientes sobre los niveles de la actividad y extracción de recursos. En este contexto, se entiende que tanto las pesquerías de camarón como langosta son pesquerías comerciales y no de subsistencia, por tanto, se dice que se deja que las fuerzas del mercado operen libremente en la asignación de los recursos. Esto es, en el nivel de inversión en las flotas, en los niveles de consumo y esfuerzo pesquero y en los niveles de explotación de los stocks de langosta y camarón.

Las medidas de regulación consideradas en este escenario son las existentes en este momento para cada pesquería, incluyendo los tres países.

El segundo escenario a considerar (Escenario II) se denomina “**Gestión bajo Criterios Biológicos**”. Este escenario implica que la sociedad, a través de sus administradores, considera que el recurso está siendo afectado en su capacidad de renovación y que ello afectará a su vez la mantención de las actividades pesqueras en el tiempo. El criterio central que gobierna la estrategia de gestión pesquera en este escenario es que basta con asegurar la conservación del recurso para mantener la actividad pesquera en el tiempo y el bienestar que genera su existencia. El objetivo operacional de esta estrategia es alcanzar la maximización del potencial de renovación del recurso.

Las medidas de regulación posibles de aplicar en este escenario son restricción a la entrada de nuevas embarcaciones a la pesquería, limitar el esfuerzo pesquero que puede aplicar las embarcaciones existentes, establecer una cuota global de captura y/o la prohibición del uso de trasmallos langosteros²⁰.

²⁰ Se entiende que una “Cuota Global de Captura” o una “Captura Total Permissible” (CTP) es una medida de regulación que significa que la flota pesquera en su conjunto no puede capturar en determinado período de tiempo (un año por ejemplo), más de una determinada cantidad de recurso. La cantidad de recurso permitida de extraer es determinada por los administradores con base en criterios biológicos, entre los que destaca el punto de Máximo Rendimiento Sostenido (MRS).

Esto, en adición a las medidas de regulación que existan actualmente y sean complementarias a las propuestas.

El tercer escenario incluido (Escenario III) se denomina “**Gestión bajo Criterios Bioeconómicos**”. Este escenario también implica que la sociedad considera que el recurso está siendo afectado en su capacidad de renovación y que, por tanto, también lo será la sustentación de la actividad pesquera. El criterio central que gobierna la estrategia de gestión pesquera en este escenario, es que no basta sólo con asegurar la conservación del recurso para mantener la actividad pesquera y el bienestar generado por su existencia, sino que es necesario, además, eliminar incentivos perversos que inducen a comportamientos de las unidades pesqueras que llevan a la pérdida o disipación de beneficios. Entre estos incentivos destacan la necesidad de generar ingresos, frente a la existencia de derechos poco claros o nulos para el acceso y uso de los recursos pesqueros (lo que se ha denominado como la “tragedia de los comunes”). Es decir, al aplicar criterios netamente biológicos se puede alcanzar el objetivo de conservación del recurso, pero esto por sí sólo no asegura la mantención en el tiempo de los beneficios netos generados ni la de la actividad pesquera como tal. Por ello, es necesario aplicar una combinación de criterios biológicos y económicos para lograr la sustentación del recurso, de los beneficios netos y de la actividad pesquera. Entre las medidas de regulación posibles de aplicar en este escenario se encuentran los impuestos a las capturas, los sistemas de cuotas individuales transferibles (CIT) o los sistemas de licencias individuales transferibles (LIT)²¹. Estas medidas de regulación se aplican en forma complementaria a las ya mencionadas para el segundo escenario.

El tercer elemento importante en este componente del trabajo es la necesidad de considerar el costo asociado a la aplicación e implementación de las distintas estrategias de gestión y medidas de regulación a adoptar. Lo anterior es importante por cuanto es necesario poder dimensionar si los beneficios esperados de la estrategia y medidas a adoptar justifican el costo asociado a su adopción. En términos económicos, esto quiere decir que una estrategia y medida se justifica si los beneficios generados son mayores o iguales a los costos que signifique la aplicación de las mismas. Es importante, por tanto, poder incluir en el modelo los costos de la gestión. Entre los elementos más importantes de considerar están los costos de fiscalización y monitoreo del desempeño de las medidas adoptadas.

Finalmente, teniendo en cuenta los tres elementos arriba expuestos es posible especificar los tres escenarios de evaluación a incluir en este estudio. Por motivos de simplicidad expositiva, los escenarios se especificarán para una pesquería compuesta por una sola flota de unidades pesqueras iguales.

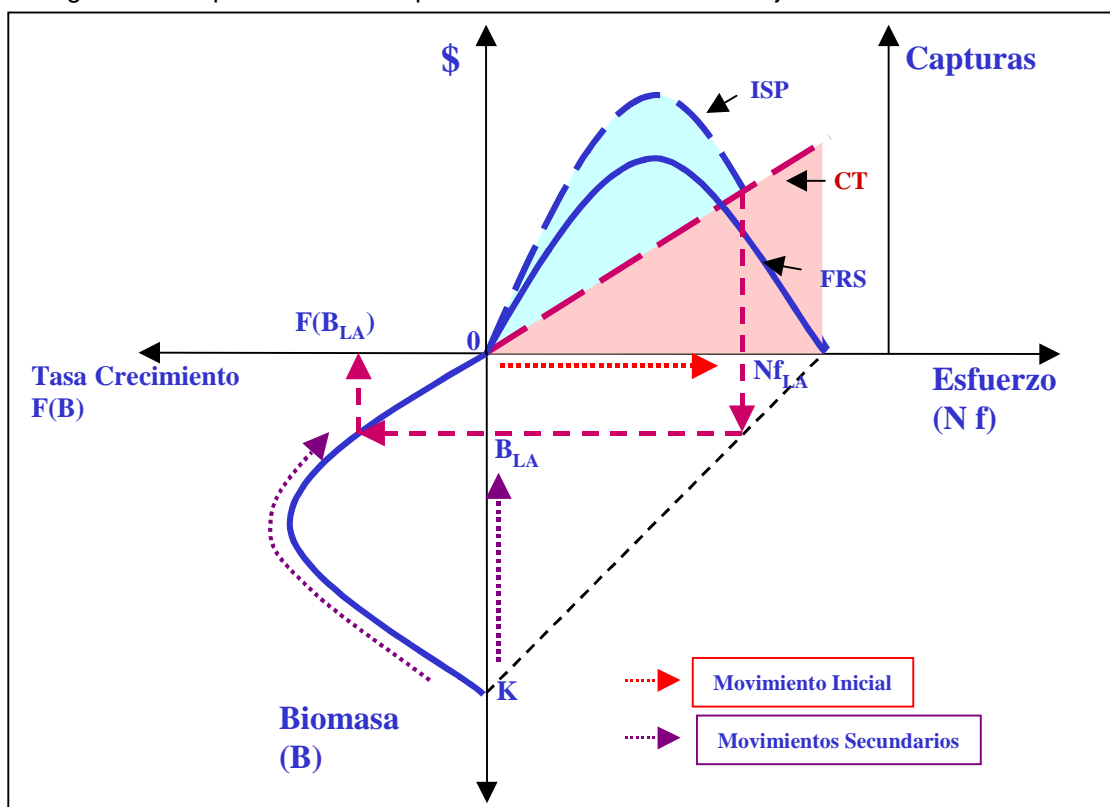
IV.4.1. Escenario I: Gestión bajo Condiciones Presentes

Si bien es cierto que a la fecha existen vedas biológicas en la pesquería del camarón y en la pesquería de la langosta en al menos dos de los países involucrados, también es cierto que en práctica existen condiciones de “quasi - libre acceso” a la misma en las pesquerías. Esto, básicamente, por que no existen en la práctica barreras o límites a la entrada y salida de unidades pesqueras a las pesquerías. También se puede argumentar que si al menos en un país no existe veda, entonces el recurso se verá sometido a un esfuerzo pesquero sin límites. Esto, ya que existe siempre una ventana abierta para la aplicación de potencialidad pesquera sobre el recurso.

²¹ Se entiende que un Sistema de Cuotas Individuales Transferibles (CIT) es una medida de regulación que significa que cada unidad pesquera que compone la flota no puede capturar en determinado período de tiempo (un año por ejemplo), más de una determinada cantidad de recurso. La cantidad de recurso permitida de extraer puede ser determinada por los administradores con base en la estimación de una CTP bajo criterios biológicos o bioeconómicos. La distribución inicial de estas CIT puede ser con base a criterios económicos, sociales o históricos. Estas CIT pueden ser transferidas en el futuro entre pescadores o unidades pesqueras pertenecientes a la pesquería. En el caso de Licencias Individuales Transferibles (LIT), se determinan el número de permisos de pesca (número de embarcaciones y días de pesca por ejemplo) que llevan a que se capture en el mismo período de tiempo la cantidad de recurso deseada con el esfuerzo pesquero total que permite evitar la pérdida de beneficios netos. La diferencia entre CIT y LIT está en las variables de control usadas y sus unidades, pero no en el resultado final esperado sobre los beneficios y el recurso.

Bajo condiciones de libre acceso o cuasi – libre acceso, existe un contexto en el que cada unidad pesquera tiene incentivos para poder extraer el máximo posible del recurso, buscando maximizar la porción de recurso a extraer para sí o sus ingresos individuales. Esto ocurre en el contexto de la llamada “carrera olímpica” en la que cada equipo de pescadores actúa bajo el criterio de que “si no lo sacamos nosotros alguien más lo hace y por tanto, debemos aprovechar el máximo posible”. Esto hace que, en la medida que los ingresos superen a los costos aumentará el esfuerzo pesquero total aplicado en la pesquería. Es decir, aumenta el número de embarcaciones (N) y los días pesca de cada (f). Esto hace que las capturas sostenibles primero incrementen para luego disminuir de acuerdo a la FRS antes presentada. Pero por otro lado, los costos son siempre crecientes y por tanto en la medida que aumente el esfuerzo total los costos aumentarán hasta un punto que sobrepasen a los ingresos sostenibles de la pesquería (ISP). Cuando los costos son más altos que los ingresos, existen incentivos primero para disminuir el número de días de pesca al año y después de embarcaciones operando. Al disminuir esta presión sobre el recurso, el recurso vuelve a aumentar su capacidad de crecimiento y las capturas aumentan, aumentando los ingresos por sobre los costos y generando un incentivo para mayor esfuerzo pesquero y entrada de más embarcaciones. Esto nuevamente lleva a costos más altos que los ingresos generados. De esta forma se llega a un punto de equilibrio (en el mediano y largo plazo) en el cual se igualan los costos totales y los ingresos totales, llevando a que los beneficios netos sean nulos o cero. Este punto se llama “Equilibrio Bioeconómico de Libre Acceso”. Por otra parte, si las condiciones del mercado (precios playa y costos de operación) son adecuadas para que este equilibrio se produzca a altos niveles de esfuerzo (muchas embarcaciones y días de pesca), entonces el stock de recurso se verá disminuido a tamaños asociados con bajas tasas de renovación o crecimiento. Los stocks reducidos y con tasas de renovación relativamente pequeñas además, son más susceptibles de cambios negativos en el ambiente, llevando a una inestabilidad e incertidumbre en la mantención del recurso y la actividad pesquera. La figura 17 presenta un esquema simplificado de la dinámica de una pesquería bajo condiciones de cuasi libre acceso.

Figura 17. Representación simplificada Escenario Gestión bajo Condiciones Presentes.

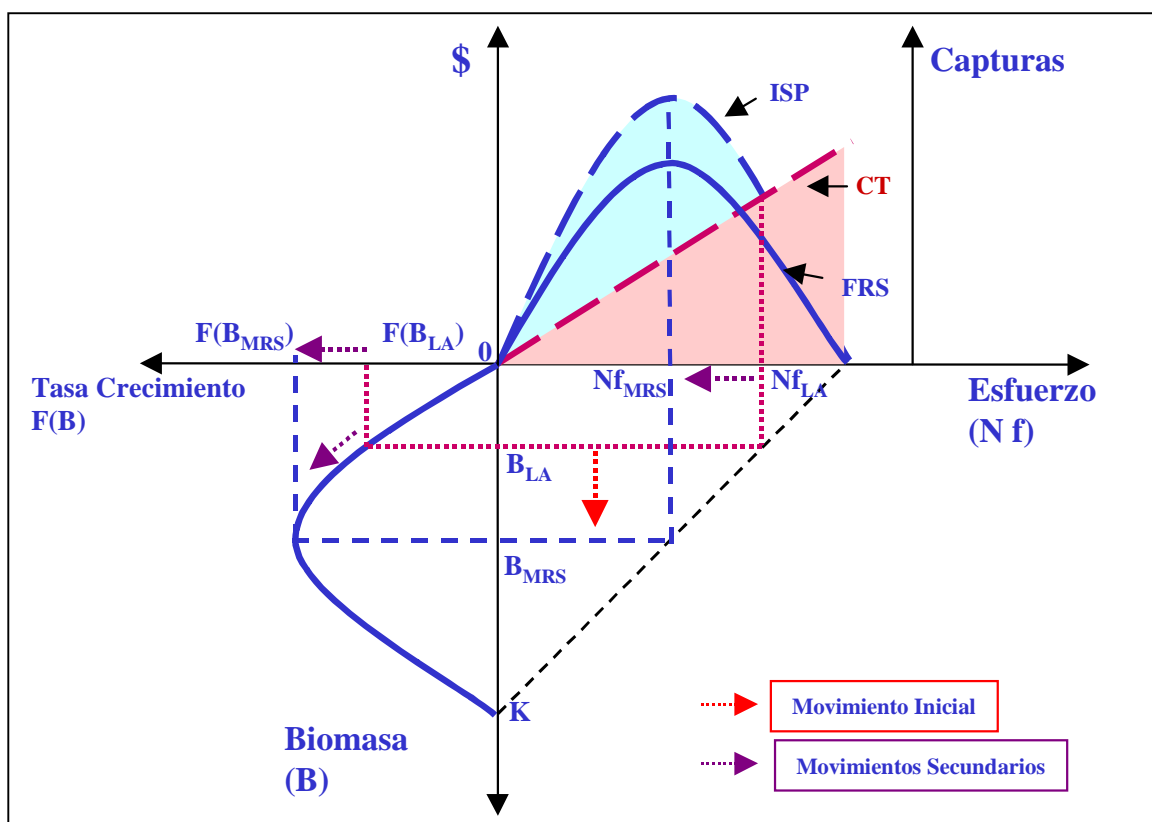


IV.4.2. Escenario II: Gestión bajo Criterios Biológicos

El objetivo principal de este escenario es conservar un tamaño de stock de recurso que permita alcanzar la sustentación del mismo en el tiempo, al alcanzar mayores tasas de crecimiento neto del recurso. Esto se puede realizar al establecer límites a la captura total sobre el recurso en un determinado período (un año por ejemplo), o por limitar el nivel de esfuerzo total de la pesquería.

Debido a la escasa información disponible sobre el stock de recurso que ha llevado a la necesidad de trabajar con modelo estático, en este trabajo se ha escogido el enfoque de limitar el nivel de esfuerzo pesquero. Así, en este escenario se restringe el número total de embarcaciones operando en la pesquería y si se intenta disminuir el esfuerzo total aplicado sobre el recurso pesquero. Estas medidas de restricción en el número total de embarcaciones y de días de pesca son complementarias a la veda biológica, cuando ésta existe. El criterio aplicado para establecer el límite al esfuerzo pesquero total es no disminuir de un determinado tamaño de stock, que a su vez permite alcanzar una cierta tasa de crecimiento neto del stock. Uno de los criterios más usados es el buscar un tamaño de stock que permita alcanzar la más alta tasa de crecimiento neto posible, $F(B)$ y por ende el mayor nivel de capturas anuales. Esto es llamado el nivel de máximo rendimiento sostenido (MRS) de la pesquería. Otros criterios aplicados es el de dejar los 2/3 del stock en el agua, de tal forma de minimizar la incertidumbre en su capacidad de renovación en el tiempo. La figura 18 muestra un esquema simplificado de la aplicación de los criterios usados en este escenario.

Figura 18. Representación simplificada Escenario Gestión bajo Criterios Biológicos.



En la figura 18 se observa que para pasar de un nivel de biomasa de recurso en estado de Equilibrio Bioeconómico de Libre Acceso (B_{LA}) a uno de máximo rendimiento sostenido (B_{MRS}), es necesario disminuir el nivel de esfuerzo pesquero en equilibrio de libre acceso (Nf_{LA}) a esfuerzo de máximo

rendimiento sostenido (Nf_{MRS}). Lo anterior lleva a pasar de una tasa de crecimiento neto de $F(B_{LA})$ a una de $F(B_{MRS})$.

IV.4.3. Escenario III: Gestión bajo Criterios Bioeconómicos

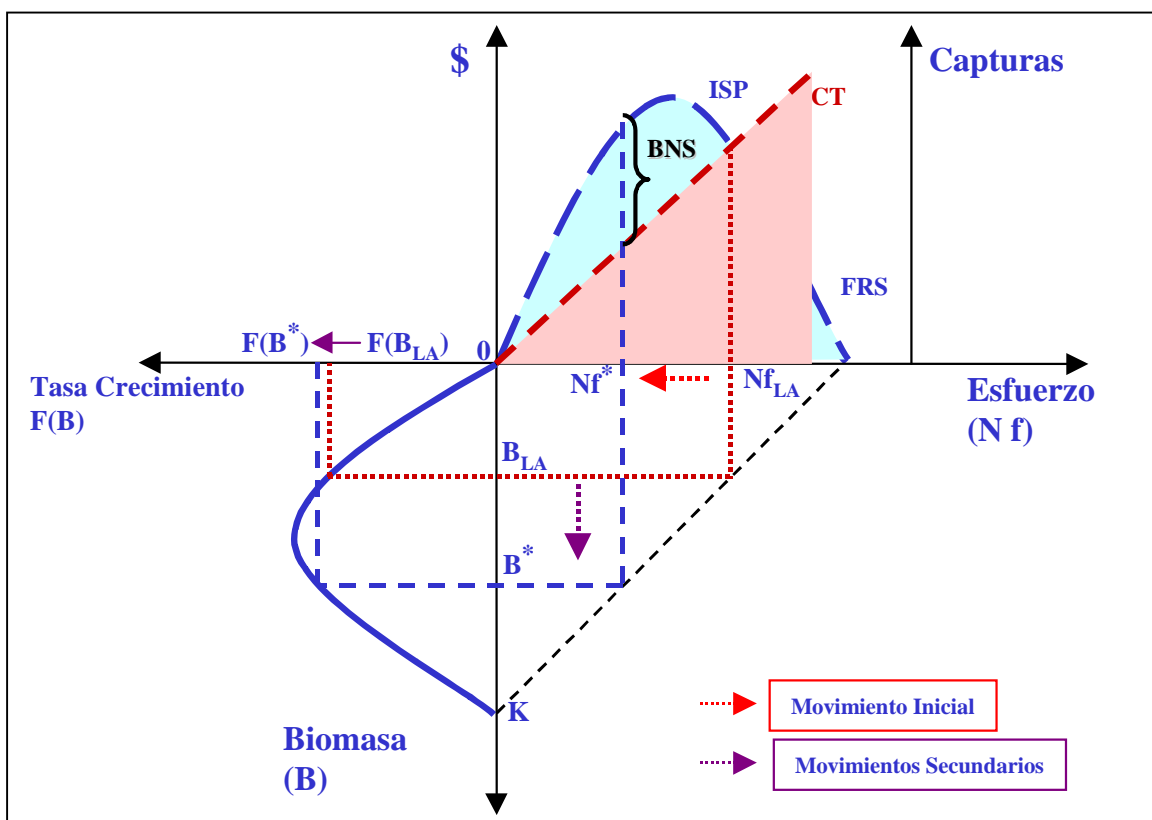
En este escenario, se busca no sólo conservar el recurso y su renovación, sino que también evitar la pérdida de beneficios debido a los incentivos generados por condiciones asociadas a la “tragedia de los comunes”. Por ello se trabaja bajo un criterio bioeconómico que busca determinar el nivel de explotación que genere los mayores beneficios posibles en la pesquería.

Para alcanzar este objetivo, se busca maximizar los beneficios netos generados por la pesquería en su conjunto mediante la estimación del nivel de esfuerzo pesquero total que permita lo anterior. Esto, se realiza teniendo en cuenta el cumplimiento de las condiciones de sustentación biológica del recurso.

Entre las medidas de regulación aplicadas están el cierre al acceso adicional de nuevas embarcaciones a la pesquería, la aplicación complementaria de la veda biológica existente (como límite al número máximo de días de pesca al año por embarcación). Adicionalmente, para evitar la pérdida de beneficios se otorgan derechos individuales de acceso y uso del recurso. Para ello se establece un sistema de Licencias Individuales Transferibles (LIT), las que se otorgan inicialmente de acuerdo a los derechos históricos de los distintos miembros de la pesquería.

El establecimiento de un sistema de LIT implica la creación de un mercado de licencias individuales que permita la transacción (compra y venta) de licencias entre los pescadores pertenecientes a la pesquería o el reemplazo de algunos que quieran salir de la misma por otros que quieran entrar a la actividad pesquera. La figura 19 presenta un esquema simplificado de la operatoria de los criterios aplicados en este escenario.

Figura 19. Representación simplificada Escenario Gestión bajo Criterios Bioeconómicos.



V. CIERRE

Inicialmente en este documento se presentó una caracterización de las pesquerías de camarón y langosta en el Golfo de Honduras. Esta caracterización ha permitido tener una visión aproximada de los elementos constituyentes de las mismas (biológicos, tecnológicos, económicos y legales institucionales), así como su estado. Esto, ha indicado la necesidad de explorar el efecto que distintas estrategias y medidas de gestión pesquera podrían tener sobre la sustentación de estas pesquerías. Para ello, se adoptó y desarrolló un modelo conceptual y matemático para medir los efectos físicos, económicos y sociales de la potencial aplicación de tres estrategias alternativas seleccionadas y sus medidas de regulación.

A continuación se hace necesario obtener un estimado, aunque sea preliminar, de la dimensión de los efectos de la potencial aplicación de las estrategias y medidas de regulación adoptadas para la gestión sostenible de las pesquerías de camarón y langosta en el Golfo de Honduras.

Para ello se ha construido una versión computacional simple (sobre plataforma Microsoft Excel), del modelo conceptual adoptado para la gestión pesquera y que se ha alimentado con la información presentada en la caracterización presentada en este documento.

Los resultados obtenidos y sus implicancias se presentan y analizan en un segundo documento denominado "Tomo II: Resultados de la Modelación para la Gestión de las Pesquerías de Camarón y Langosta".

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, M., A. Cruz-Trinidad, E. González and F. Bell. 1996. The integrated functional coefficients method for coastal resources valuation., p. 1-8. In A. Cruz-Trinidad (ed.) Valuation of tropical coastal resources; theory and application of linear programming. ICLARM Stud. Rev. 25, 108 P.
- Blueweiss, L.; Fox, H.; Kudzma, V.; Nakashima, D.; Peters, R.; Sams, S.. 1978. Relationship between body size and some life history parameters. *Oecologia*, Berlin 37:257-272 . Citado por: Matías Wolff. Manual de ecología pesquera, introducción de conceptos y modelos. Chile, Universidad del Norte. 116 p.
- Castaño, O. y Cadima, E.. 1993. Biología y evaluación de la langosta espinosa, *Panulirus argus*. In: Simposium sobre evaluación y manejo de las pesquerías de crustáceos en Nicaragua.. Proyecto NORAD.
- Clark C.W. 1976 Mathematical bioeconomics, the optimal management of renewable resources. New York: John Wiley & Sons.
- Copes P.. 1971 Factor rents, sole ownership and the optimum level of fisheries exploitation. The Manchester School Journal. 145-163.
- Cruz, R., J. González, M. León y R. Puga. 1995. La pesquería de la langosta Espinosa (*Panulirus argus*) en el gran caribe. Evaluación y pronóstico. Revista cubana de investigaciones pesqueras, Julio-Diciembre 63-76.
- Díaz, L. y Funez F. 1990. Informe de Proyecto de Desarrollo de los Pescadores Artesanales de Tela. Tegucigalpa: OLDEPESCA/RENARE. Fotocopias.
- DITEPESCA. nd. Ante Proyecto de la Ley General de Pesca y Acuicultura. Guatemala: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Dirección General de Servicios Pecuarios. Dirección Técnica de Pesca y Acuicultura. Fotocopias.
- Dixon, J., R. Carpenter, L. Fallon, P. Sherman, and S. Manopimoke. 1986. Economic analysis of the environmental impacts of development projects. Manila: Asian Development Bank, Staff Paper Series.
- Freeman, A.M. III. 1979. The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice. Baltimore. Johns Hopkins University Press.
- FUNDAECO. 1998 La Voz de los Pescadores de Guatemala. Puerto Barrios: FUNDAECO. PROARCA/COSTAS. Fotocopias.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. In: FAO Doc.Téc.Pesca. (203):180 p.
- Guatemala. Ministerio de Agricultura. ACUERDO b-8b. 1986.
- Gordon, H.S. 1954. The economic theory of a common property resource: the fishery. *Journal of Political Economy*, 62: 130.
- Hardin. 1968 The Tragedy of the Commons. *Science* 162: 1243-8.
- Heyman W. y T.Hyatt 1996. An Analysis of Commercial and Sport Fishing in the Proposed Port Honduras Marine Reserve Belize City. Belize Center for Environmental Studies. Fotocopias.
- Hufschmidt, M., D. James, A. Meister, B. Bower, and J. Dixon. 1983. Environment, Natural Systems, and Development. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Just, R., D. Hueth and A. Schmitz. 1982. Applied welfare economics and public policy. New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- Krutilla, J.V. y A.C. Fisher. 1985. The economics of Natural Environments (revised ed.) Baltimore. Johns Hopkins University Press for Resources for the Future.
- Martínez, O. y S. Molina. 1995. Encuentro sub regional sobre la langosta del caribe. Honduras, DIGEPESCA. 17 p.

- Pearce, D., A. Markandya y E.B. Barbier. 1989. Blueprint for the Green Economy: A text for the Next Election. The Guardian. London. Earthscan Publications.
- Prolansate. 1998. La Voz de los Pescadores de Honduras. Tela: PROLANSATE. PROARCA/COSTAS. Fotocopias Borrador.
- Reveret, J.P., J. Peltier, A. Chabot y J.F. Bibeau. 1990. La mesure economique de benefices est de dommages environnementaux. Quebec: Dircetion de la Planification et dela Coordination, Ministere de L'Environnement du Quebec. Groupe de la Recherche et D'Analyse Interdisciplinaire en Gestion de L'Environnement.
- Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations, important to the management of the commercial marine fisheries. Bull. I-ATTC/Bol.CIAT. 1(2).
- Tide. 1998 The Voice of The Fishermen in Southern Belize. Belize: TIDE. PROARCA/COSTAS. Fotocopias.

VII. ANEXO I: FORMULACIÓN MATEMÁTICA PARA LA MODELACIÓN DE LAS PESQUERÍAS DE LANGOSTA Y CAMARÓN DEL GOLFO DE HONDURAS.

Las Tablas de Anexo IV resumen el significado de los símbolos usados en la formulación matemática del modelo conceptual adoptado. También, resume las medidas o unidades utilizadas para los distintos parámetros y variables utilizados.

VII.1. Modelo biológico

De acuerdo a lo expresado por Schaefer (1954), la formulación matemática para representar el tamaño del stock en el tiempo es como en ecuación A1.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$B(t) = \frac{K}{1 - \left(1 - K/B_0\right)e^{-rt}}$$

Ahora, la forma como cambia el tamaño del stock de recurso en el tiempo corresponde a la tasa de cambio de esta ecuación con respecto al tiempo. Esto es, la pendiente de ecuación A1 o la derivada de la biomasa respecto al tiempo. Ecuación A2 muestra esto.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$\frac{dB}{dt} = F(B) = rB \left(\frac{K - B}{K} \right)$$

F(B) es la tasa de crecimiento del recurso o lo que el recurso es capaz de generar en el tiempo para renovarse.

VII.2. Modelo Biológico Pesquero

En forma simple, se puede decir que las capturas a obtener están en relación con el nivel de actividad pesquera ejercida, al potencial de captura que tiene cada unidad pesquera (o embarcación) involucrada en la actividad pesquera y la cantidad de recurso pesquero posible de extraer en un determinado momento (por ejemplo, un año). De esta manera, se puede decir que la función de producción de una unidad pesquera esta dada por ecuación A3.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$c = qfB$$

No obstante, como la actividad pesquera no la ejerce una sola embarcación sino que un conjunto de pescadores es necesario, por tanto, considerar la función de producción para el total de pescadores y embarcaciones, esto es, para la flota o la pesquería en su conjunto. Al pasar a este nivel es necesario tener en cuenta que no todos los pescadores y embarcaciones son iguales. Existen embarcaciones y artes de pesca distintas y pescadores con conocimientos y experiencias distintas. Esto llevará a que se deban considerar unidades pesqueras con diferentes potenciales de captura o coeficientes de capturabilidad y niveles de esfuerzo.

Por motivos de claridad expositiva, se presenta primero una flota en la que se considera que todas las embarcaciones son iguales y después se amplía al caso específico de las pesquerías de camarón y langosta del GoH. Así, la función de producción para la pesquería es la presentada en ecuación A4.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = qNfB$$

De esta forma, al igualar la tasa de crecimiento del recurso y la tasa de explotación o la captura de la flota en un período de tiempo (un año por ejemplo). Se puede llegar a tener la FRS para la pesquería. Las ecuaciones A5 y A6 muestran esto.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$F(b) = rB \left(\frac{K - B}{K} \right) = qNfB = C$$

Despejando esta igualdad para C y re - arreglando términos se tiene la expresión de la FRS expresada en ecuación A6.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right)$$

De esta forma, la FRS expresa la captura sostenible (C) en términos de la capacidad de crecimiento del recursos (K y r), el potencial pesquero de la flota (q) y el nivel de esfuerzo pesquero aplicado (Nf).

VII.2.1. Pesquería de Camarón en el GoH

Tomando en consideración la existencia de dos flotas operando sobre el mismo stock de recurso, la función de producción para la pesquería del camarón se puede expresar por ecuación A7.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = \sum_{i=1}^2 (q_i f_i N_i) B$$

De esta forma, al igualar la ecuación A7 con ecuación A2 y despejar para C se tiene que la FRS para la pesquería del camarón en el GoH se puede expresar como en ecuación A8.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = \sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i)}{r} \right)$$

VII.2.2. Pesquería de Langosta en el GoH

En forma similar al tratamiento dado a la pesquería del camarón, utilizando un subíndice para país ("i") y otro subíndice para arte de pesca ("j"), la función de producción de la pesquería de la langosta se puede expresar como ecuación A9.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j}) B$$

Entonces, igualando la ecuación A9 con ecuación A2 y despejar para C. Así, la FRS para la pesquería de la langosta en el GoH se puede expresar como en ecuación 10.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$C = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j}) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j})}{r} \right)$$

VII.3. Modelo Bioeconómico

Los Ingresos Sostenibles de la Pesquería (ISP), para el caso de una sola flota pesquera en la que todas las embarcaciones son idénticas son expresados en ecuación A11.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$ISP = pC = p \left[qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right]$$

Los costos totales de la actividad pesquera al nivel de flota se expresan por ecuación A12.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$CT = (d + vf)N$$

Los beneficios netos sostenibles de la pesquería (BNS), definidos como la diferencia entre los ingresos sostenibles de la pesquería (ISP) y los costos de la misma (CT) se expresan matemáticamente en ecuación A13.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$BNS = p \left[qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right] - (d + vf)N$$

VII.3.1. Pesquería de Camarón

Los ingresos sostenibles de la pesquería de Camarón corresponden a la suma de los ingresos sostenibles obtenidos por la flota “arrastrera” y la flota de “changos”. Esto se expresa matemáticamente como en ecuación 14.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$ISP = pC = p \sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i)}{r} \right)$$

Los costos totales de la pesquería de camarón en el GoH, incluyendo la flota de “arrastre” y “changos” se puede expresar como en ecuación A15.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$CT = \sum_{i=1}^2 (d_i + v_i f_i) N_i$$

De manera similar, el BNS para la pesquería del camarón se puede expresar por ecuación A16.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$BNS = ISP - CT = p \sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^2 (q_i N_i f_i)}{r} \right) - \sum_{i=1}^2 (d_i + v_i f_i) N_i$$

VII.3.2. Pesquería de Langosta

En la pesquería de langosta del GoH los ingresos sostenibles de la pesquería (ISP) están conformados por la suma de los ingresos sostenibles de las flotas de cada país y de cada tipo de arte utilizado de acuerdo a cada país. Así, en la formulación matemática es necesario incluir un subíndice para país "i" y otro para tipo de arte "j". En este caso el ISP se puede expresar como ecuación A17.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$ISP = \sum_{i=1}^3 p_i \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j}) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j})}{r} \right)$$

Los costos totales (CT) se pueden expresar en forma similar como ecuación A18.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$CT = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (d_{i,j} + v_{i,j} f_{i,j}) N_{i,j}$$

De igual manera entonces, el BNS se puede expresar como en ecuación A19.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$BNS = ISP - CT = \sum_{i=1}^3 p_i \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j}) K \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (q_{i,j} f_{i,j} N_{i,j})}{r} \right) - \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^2 (d_{i,j} + v_{i,j} f_{i,j}) N_{i,j}$$

VII.4. Escenarios de evaluación de gestión pesquera

A continuación se presenta la formulación matemática para los tres escenarios de evaluación de gestión pesquera de las pesquerías de camarón y langosta en el GoH.

VII.4.1. Escenario I: Gestión bajo Condiciones Presentes

El escenario de para la evaluación pesquera bajo condiciones presentes se puede expresar como en ecuación A20.

Ec. A Error! Unknown switch argument.

$$\underset{N, f}{\text{Maximizar is}} = p \left[qfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right] - (d + vf)$$

Sujeto a :

$$1) (d + vf)N \leq p \left[qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right]$$

$$2) f \leq f_{biol}$$

$$3) N, f \geq 0$$

Nótese que “is” son los ingresos sostenibles por embarcación (medido en US\$ por año). Por otro lado, “ f_{biol} ” es el máximo nivel de esfuerzo pesquero (días de pesca por año) que puede aplicar cada unidad productiva de acuerdo a sus características, las condiciones de reducción climática y dada la veda biológica existente.

Nótese también que la expresión matemática anterior significa que cada unidad pesquera busca maximizar sus ingresos sostenibles (is), en la medida que aumenta su esfuerzo pesquero (f) y dadas las condiciones de cuasi - libre acceso esto también es dependiente del número total de unidades pesqueras que existen en la pesquería.

La ecuación 1) es una ecuación de restricción que implica que se aumentará el esfuerzo (f) de cada unidad pesquera y el número de unidades pesqueras hasta que los costos totales de la flota sean iguales que los ingresos totales generados por la misma.

La ecuación 2) significa que cada unidad pesquera puede aumentar su esfuerzo pesquero (f) con relación al número de días totales disponibles para la pesca, después de descontar los días en que se ha establecido la veda biológica.

La ecuación 3) es una ecuación de restricción llamada de no negatividad que asegura que se esté trabajando bajo un contexto lógico y factible. Esta restricción quiere decir que el número de unidades productivas en la pesquería puede ser cero o mayor que cero, pero no negativo. Lo mismo, con relación al número de días que puede operar cada unidad pesquera.

VII.4.2. Escenario II: Gestión bajo Criterios Biológicos

Si bien es cierto que el criterio principal aplicado en este escenario es limitar el esfuerzo total aplicado a la pesquería, mediante una restricción en el tamaño mínimo que puede alcanzar el stock de recurso, cada una de las unidades pesqueras sigue operando bajo condiciones de acceso común al recurso. Esto quiere decir que cada una de las tripulaciones y embarcaciones en la pesquería tienen incentivos para extraer el máximo de recursos posibles lo antes posible. Esto es, antes que se llegue al límite de biomasa deseado. Por tanto, las unidades productivas que pertenecen a la pesquería (no aquellas que ya no pueden entrar) siguen estando sujetas a los efectos de la “tragedia de los comunes”.

De esta forma la formulación matemática para este escenario es similar a la de Escenario I, pero con restricciones adicionales. Esto es presentado en ecuación A21.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$\text{Maximizar}_{N,f} \text{ is} = p \left[qfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right] - (d + vf)$$

Sujeto.a :

$$1) K \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) = K * \alpha$$

$$2) (d + vf)N \leq p \left[qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right]$$

$$3) f \leq f_{biol}$$

$$4) N, f \geq 0$$

La ecuación 1) representa la restricción al tamaño mínimo que puede alcanzar el stock de recurso con relación a su tamaño máximo (K). El parámetro α representa la fracción del stock que se desea preservar con relación a su tamaño máximo. En el caso del Máximo rendimiento sostenido $\alpha = 0.5$

Es necesario indicar además, que para el modelo explícito de la pesquería de la langosta, la prohibición del uso del trasmallo langostero significa que el subíndice correspondiente se elimina. Los pescadores usando ese tipo de arte deberían adoptar los artes permitidos o salir de la pesquería.

VII.4.3. Escenario III: Gestión bajo Criterios Bioeconómicos.

La formulación matemática para este escenario se presenta en ecuación A22.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$\text{Maximizar}_{N,f} \text{ BNS} = p \left[qNfK \left(1 - \frac{qNf}{r} \right) \right] - (d + vf + LITC * pLI)N - CGP$$

Sujeto.a :

$$1) f = LII + LITC + LITV$$

$$2) LITV \leq LII$$

$$3) N \leq NI$$

$$4) f \leq f_{biol}$$

$$5) N, f, LITC \geq 0$$

$$6) LITV \leq 0$$

donde:

BNS: Es el beneficio neto sustentable de la pesquería, medido en US\$ por año

pLI: Es el valor de cada licencia en el mercado establecido.

LII: Es el número de licencias individuales inicialmente asignadas.

LITC: Es el número de licencias compradas.

LITV: Es el número de licencias vendidas.

CGP: Es el costo de la gestión pesquera incluyendo la fiscalización y el monitoreo.

La ecuación 1) representa la ecuación auxiliar que permite calcular el nivel de esfuerzo pesquero (días de pesca al año) ejercido por cada embarcación, dependiente del número de licencias inicialmente asignadas y del número de licencias vendidas y/o compradas.

La ecuación 2) es una ecuación de restricción que implica que cada embarcación no puede vender más licencias de las inicialmente asignadas.

La ecuación 3) significa que el número final de embarcaciones debe ser menor o igual al número inicial de embarcaciones en la pesquería.

La ecuación 4) y 5) son restricciones de no negatividad y ecuación 6) significa que la variable LITV es numéricamente negativa con el propósito de representar la venta de licencias.

VIII. ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES, PARÁMETROS, CONSTANTES Y VARIABLES PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE LA PESQUERÍA DE CAMARÓN EN EL GOLFO DE HONDURAS

En este Anexo, se presentan los supuestos, procedimientos y cálculos realizados para la estimación de coeficientes, parámetros, constantes y variables requeridos para el cálculo de los valores a tomar por los distintos indicadores de desempeño de la gestión pesquera de la pesquería del Camarón en el Golfo de Honduras (GoH). Esta información corresponde a biomasa del recurso, su tasa intrínseca de crecimiento, la eficiencia tecnológica de las embarcaciones pesqueras. La Tabla AIII1, resume la información aquí estimada. Los significados de los símbolos y unidades usadas se encuentran en Anexo IV.

VIII.1. Cálculo de biomasa de Camarón

Dada la falta de información sobre el nivel de abundancia presente del recurso camarón en el GOH, en este estudio se hace uso de información histórica de densidad de recurso para llegar a un estimado de la biomasa presente.

Para ello, a partir de datos de rendimientos de área barrida obtenidos por crucero realizado por FAO con el barco de investigación (B/I) Canopus en 1971, se llega a un estimado de abundancia media por milla náutica cuadrada. De esto y de una estimación de la superficie total arrastrable en el GoH, se calcula la biomasa total de camarón para el año 1971. Esta información de hace 30 años atrás se considera como un primer aproximado de los niveles de abundancia existente.

Para lo anterior, lo primero es conocer el área barrida por el arte de pesca usado por el B/I Canopus en 1971. Esta se calcula a partir de las dimensiones físicas de esta red y de coeficientes técnicos. La ecuación A23 muestra la forma de cálculo de esta área de barrido.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$a = D * rs * X_2$$

Segundo, se sabe que la captura media (o captura por unidad de esfuerzo) obtenida por el B/I Canopus es de 39 lb-cola por hora de arrastre (aproximadamente 58 lb de camarón entero por hora de arrastre) o de 0.027 ton por hora de arrastre. De esta forma, la densidad de camarón por milla náutica se calcula como en ecuación A24.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$dc = \frac{cpue}{a}$$

A partir del análisis de los mapas del área Guatemalteca del GoH (Bahía de Amatique), se estima que la superficie arrastrable es de 710 kilómetros cuadrados (km²) o 207 (mn²). Así, la biomasa total se estima multiplicando el valor de densidad por milla náutica cuadrada por la superficie total arrastrable. Se

considera además la proporción de individuos efectivamente afectados por el arte de pesca es de un 50% del total de los individuos existentes. Esto se expresa en ecuación A25.

Ec. A Error! Unknown switch argument.

$$B = dc * S / X_1$$

Tabla AI1. Cálculo de biomasa actual, tasa intrínseca de crecimiento y coeficientes de capturabilidad en la pesquería del Camarón, GoH.

			Guatemala	
Nombre	Simbolo/Ecuacion	unidades	Arrastre	Changos
Coeficientes y Parametros				
Velocidad Arrastre	V	mn/hr	3	
Tiempo arrastre	t	hr	1	
Longitud relinga	rs	mn	0.0097	
Proporcion ancho	X ₂		0.6	
Captura por Unidad Esfuerzo	cpue	tm/hr	0.027	
Densidad	dc=cpue/a	ton/mn	1.56	
Area barrida	a=D*rs*X2	mn ² /hr	0.0175	
Area arrastrable	A	mn ²	207	
Distancia arrastrada	D=V*t	mn/hr	3	
Proporcion retencion	X ₁		0.5	
Tasa intrinseca crecimiento	r =0.025 w ^{-0.26} *365		3.2	
Peso medio max y maduracion	w	gr	57	
Tasa mortalidad pesca arrastre	F=C/B _A		0.3448	0.6207
Coefficiente Capt. Arrastre	q = F/f		0.0000359	0.0000216
Participacion Pesqueria			25%	75%
Variables				
Biomasa Historica	B _H =dc*A/X ₁	ton	645	
		lb	1,419,886	
Biomasa Maxima	K	lb	2,839,773	
Biomasa Actual	B _A =K*0.5	lb	1,419,886	
Capturas	C	lb	489,600	881,280
Esfuerzo pesquero	f	dias pesca/año	9,600	28,800

Fuente: Estimados realizados en bases datos CANOPUS 1971. Informe viaje al GoH.

De esta forma la biomasa estimada es de 645 ton o 1 millón 420 mil libras. Comparando esta biomasa con los niveles actuales de captura de 623 ton o 1 millón 370 mil libras, se puede ver que son valores similares. Esto, lleva a plantear que la biomasa estimada corresponde solo a una fracción de la biomasa máxima alcanzable por el stock de camarón en el GoH. Se trabaja bajo el supuesto de que la biomasa estimada por área de barrido corresponde solo a un 50% de la biomasa máxima alcanzable por el stock de camarón (K). De esta manera, se calcula que K es de aproximadamente 2 millones 840 mil libras o 1,290 tons.

VIII.2. Cálculo de tasa intrínseca de crecimiento camarón

La tasa de crecimiento se calcula a partir de la ecuación presentada por **Blueweis et al. (1978)** y que se calcula a como el peso medio entre el peso máximo alcanzable por un individuo y el peso de maduración sexual, elevado a un coeficiente -0.26 y multiplicado por el parámetro 0.025. Esta tasa así obtenida es una tasa de crecimiento diaria y requiere ser expresada en escala temporal anual, multiplicando lo anterior por 365 días por año. Ecuación A26.

Ec. A Error! Unknown switch argument.

$$r = 0.025 * w^{-0.26} * 365$$

VIII.3. Cálculo de coeficiente de capturabilidad flota camaronera

Para el cálculo de la eficiencia tecnológica de las embarcaciones pesqueras o su “coeficiente de capturabilidad” (q), es necesario conocer la “tasa de mortalidad por pesca” (F). F corresponde a la fracción o porcentaje de la biomasa del stock de camarón que es capturada por la flota pesquera. Así, F para la flota “árrastrera” y “changos” se calcula al dividir las capturas de cada flota por la biomasa actual del recurso.

Para este cálculo, dado que no existen estimados de biomasa actuales para el área del GoH, se asumió que la biomasa presente corresponde al 50% de la biomasa máxima alcanzable por el stock. Cifra que alcanza a 1 millón 420 mil libras o 645 tons (Tabla AI1). Este supuesto implica que la biomasa no ha variado en el tiempo y sólo se ha producido una mayor distribución del potencial entre las nuevas adiciones de las embarcaciones.

Ecuación A27 muestra el cálculo para la tasa de mortalidad por pesca y la Tabla AI1 los valores obtenidos.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$F_i = C_i / B_A$$

El coeficiente de capturabilidad (q) corresponde a la proporción de la biomasa de stock que cada embarcación puede extraer en una unidad de esfuerzo pesquero. En este caso, la proporción del stock que puede extraer cada embarcación en un día de pesca. Esto quiere decir que “ q ” se obtiene al dividir la tasa de mortalidad por pesca de cada flota por el esfuerzo pesquero (días de pesca) ejercido en un determinado período de tiempo (un año).

Ecuación A28 muestra el cálculo para la tasa de mortalidad por pesca y la Tabla AI1 los valores obtenidos.

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$q_i = F_i / f_i$$

IX. ANEXO III: ESTIMACIÓN DE COEFICIENTES, PARÁMETROS, CONSTANTES Y VARIABLES PARA EL MODELO DE GESTIÓN DE LA PESQUERÍA DE LANGOSTA EN EL GOLFO DE HONDURAS

En este Anexo, se presentan los supuestos, procedimientos y cálculos realizados para la estimación de coeficientes, parámetros, constantes y variables requeridos para el cálculo de los valores a tomar por los distintos indicadores de desempeño de la gestión pesquera de la pesquería de Langosta en el Golfo de Honduras (GoH). Esta información corresponde a la biomasa del recurso, su tasa intrínseca de crecimiento y la eficiencia tecnológica de las embarcaciones pesqueras. La Tabla AI2, resume la información aquí estimada. Los significados de los símbolos y unidades usadas se encuentran en Anexo IV.

IX.1. Cálculo de biomasa de Langosta

Cruz (1995), en el cual expone que existe una relación entre la abundancia de juveniles, colectados en Cuba, con la variación de los desembarques anuales de langosta (*Panulirus argus*) en el Caribe Sur, Sur de Cuba, Caribe Mexicano, Belice y Honduras-Nicaragua. Cruz (1995) reporta estimados de densidad de langosta en kilogramos por kilómetro cuadrado (Kg/Km^2) para Belice y Nicaragua, de 205 y 107 Kg/Km^2 , respectivamente. Dado que se trata de la misma plataforma continental y que el autor plantea que posiblemente es un mismo stock, se asume como cifra aplicable al GoH el valor medio entre las

cifras antes reportadas. Así, se tiene un valor promedio de densidad de langosta de 156 Kg/Km² como indicador de productividad.

Tabla AI2. Cálculo de biomasa actual, tasa intrínseca de crecimiento y coeficientes de capturabilidad en la pesquería de Langosta en el GoH.

			Guatemala	Belice	Honduras	
Nombre	Simbolo/Ecuacion	unidades	Trasmallo	Buceo & Nasas	Trasmallo	Nasas
Coefficientes y Parametros						
Densidad	dl	kg/km ²	156			
Area	A	km ²	4,800			
Tasa intrinseca crecimiento	r =(0.025 w^{-0.26})*365		1.41			
Peso medio max y maduracion	w	gr	1,313			
Tasa mortalidad por pesca	F		0.16	0.38	0.40	0.08
Coefficiente Capturabilidad	q = F/f		2.03E-05	4.08E-05	3.18E-05	4.28E-05
Participacion Pesqueria			24%	30%	40%	6%
Variables						
Biomasa	B=dl*A	ton	749			
		lb	1,647,360			
Capturas actuales		lb/año	257,329	632,740	659,435	134,099
Biomasa Maxima	K	lb	4,067,556			
Esfuerzo Pesquero	f	dias pesca	7,700	9,408	12,580	1,904

Con éste valor de densidad se estima la biomasa actual al multiplicar la densidad por el área correspondiente a la zona de estudio (área comprendida entre la línea que une Punta Izopo en Honduras y Monkey River en Belice y la costa de los tres países involucrados). Esta área se calcula en aproximadamente 4,800 Km², cifra que no incluye la zona arrastrable de camarón en la zona de Guatemala y que no presenta características aptas para la langosta. La ecuación A29 muestra el cálculo de la biomasa actual y Tabla AI2 los resultados obtenidos. Se asume que la biomasa presente es un 40% de la biomasa máxima que puede alcanzar el recurso (K).

Ec. A **Error! Unknown switch argument.**

$$B = dl * A$$

IX.2. Tasa Intrínseca de crecimiento de Langosta

Para el cálculo de la tasa intrínseca de crecimiento se utiliza la misma formulación presentada por **Blueweis et al. (1978)**, ya aplicada en el caso del camarón. Como peso máximo de la langosta (*Panulirus argus*) se usa el 90% del peso infinito (3,525 gramos) y el peso de primera maduración (546 gramos), ambos reportados en la literatura (**agregar referencias aquí y en forma completa en listado de referencias**). La Tabla AI2 presenta el resultado obtenido.

IX.3. Cálculo del coeficiente de capturabilidad de la flota langostera en el GoH

En forma similar, el cálculo del coeficiente de capturabilidad se realiza aplicando la misma formulación usada en el caso del camarón. Así, la tasa de mortalidad por pesca se calcula como las capturas de cada flota divida por la biomasa del stock presente. Este cálculo considera la acción simultánea de las flotas de los tres países sobre un mismo stock.

De la misma forma, los coeficientes de capturabilidad se calculan como la división de la tasa de mortalidad por pesca para cada flota, dividida por el esfuerzo pesquero total realizado por la flota en una año (días de pesca). Los resultados obtenidos se presentan en Tabla AI2.

X. ANEXO IV: NOMENCLATURA, SÍMBOLOS Y UNIDADES.

Componentes Biológicos del Modelo	
t	Es el tiempo o intervalo de tiempo considerado (ejemplo años).
K	Es el tamaño máximo que puede alcanzar el recurso en el tiempo y sin la intervención humana o pesca. También es medida en peso vivo o biomasa (ton o lb).
B ₀	Es la cantidad de recurso inicial, medida en peso vivo (ton o lb).
R	Es la tasa intrínseca de crecimiento del recurso o la tasa que representa su capacidad máxima de crecimiento en una unidad de tiempo (por ejemplo un año). Es también una representación de la diferencia entre los efectos positivos y negativos del ambiente sobre los recursos.
B	Es la cantidad de recurso vivo o abundancia medida en peso vivo o biomasa, expresado en toneladas (ton) o libras (lb).
dB/dt	Es la derivada total que representa el cambio en la cantidad total de recurso cuando cambia el tiempo en una unidad (o sea cuando pasa un año mas). Esto también se llama por F(B), ya que es una función de la cantidad de recurso en ese momento o, lo que es lo mismo, tamaño de la biomasa.
Componentes Biológico Pesqueros	
c	Es la captura del recurso realizada por una embarcación en un período de tiempo (un año, por ejemplo).
f	Es el nivel de actividad pesquera realizado por la misma embarcación en ese mismo período. Este nivel de actividad es lo que se llama “esfuerzo pesquero” y se puede medir en días de pesca en un año, por ejemplo.
q	Es un coeficiente que refleja el potencial de captura de esa misma embarcación. Es una medida de la eficiencia tecnológica de los pescadores y su embarcación. También es llamado “coeficiente de capturabilidad” y representa la fracción que esos pescadores y embarcación le pueden extraer al recurso por cada día de pesca.
C	Es la captura del recurso realizada por la flota completa en un año, por ejemplo.
N	Es el número de embarcaciones pesqueras que operaron en la pesquería durante ese año.
Componentes Bioeconómicos	
p	Es el precio playa del recurso pesquero extraído. Expresado en US\$/lb
CT	Es el costo total generado por la flota pesquera, medido en US\$ por año, por ejemplo.
v	Es el costo variable o el costo asociado a cada viaje día de pesca. Es el costo que se asocia directamente al nivel de actividad pesquera de la embarcación (el esfuerzo pesquero).
d	Es el costo fijo o el costo requerido para pertenecer a la actividad pesquera. Es decir son los componentes de costo que se deben incurrir o sufragar por el mero hecho de contar con una unidad pesquera operable y no dependen del nivel de actividad pesquera que ejerce esta embarcación.
BNS	Es el beneficio neto sostenible de la flota o pesquería, medido en US\$ por año, por ejemplo.

Componentes Biológico y Económicos del Modelo de Pesquería del Camarón	
i	Es el subíndice que indica la categoría considerada. Si $i=1$, se refiere a las embarcaciones “arrasteras”. Si $i=2$, se refiere a las embarcaciones “changos”.
q_i	Es la potencialidad de captura o “coeficiente de capturabilidad” de cada categoría considerada. Si $i=1$, se refiere al coeficiente de capturabilidad del “arrastre”. Si $i=2$, es el coeficiente de los “changos”.
f_i	Es el esfuerzo pesquero ejercido por una embarcación de cada categoría considerada. Si $i=1$ es el esfuerzo del “arrastre”, si $i=2$ el de los “changos”
N_i	Es el número de embarcaciones en cada categoría considerada.
B	Es la cantidad de recurso o la biomasa de camarón, medido en ton o lb. Nótese, que esta sigue siendo una sola y sobre ella actúan las dos flotas.
p	Es el precio pagado en playa por el recurso pesquero desembarcado (camarón o langosta).
d_i	Es el costo fijo (la suma de los costos de mantención, depreciación y costo de capital) incurridos o sufragados por de cada categoría considerada. Si $i=1$, se refiere al costo fijo del “arrastre”. Si $i=2$, es el costo fijo de los “changos”.
v_i	Es el costo variable (la suma de los costos en Insumos y Tripulación) incurridos o sufragados por una embarcación de cada categoría considerada. Si $i=1$ es el costo variable del “arrastre”, si $i=2$ el de los “changos”.

Componentes Biológicos y Económicos del Modelo Pesquería de Langosta	
I	Es el subíndice que indica el país de origen de la flota considerada. Así, para Belice $i=1$, para Honduras $i=2$ y para Guatemala $i=3$.
J	Es el subíndice que indica la categoría considerada. Nótese que el número de categorías (y de valores para el subíndice) depende del país de origen. De esta forma, para Belice ($i=1$) existe sólo una categoría pesquera. Esta es, $j=1$ que se refiere a las embarcaciones que capturan langosta con buceo y nasas simultáneamente. Para Honduras ($i=2$), existen dos categorías; si $j=1$, se trata de trasmallo langostero y si $j=2$, es captura con nasas. Para Guatemala ($i=3$), solo existe una categoría ($j=1$) que corresponde a trasmallo langostero.
$q_{i,j}$	Es la potencialidad de captura o “coeficiente de capturabilidad” de cada categoría considerada de acuerdo al país de origen. De esta manera, Si $i=1$, $j=1$ y se refiere al coeficiente de capturabilidad de las embarcaciones que captura langosta desde Belice mediante buceo y nasas simultáneamente. Si $i=2$, $j=1$ o $j=2$. Si $j=1$, es el coeficiente de los trasmallos langosteros en Honduras y si $j=2$ es el de las embarcaciones que pescan con nasas para el mismo país. Para $i=3$, $j=1$ y es el coeficiente de los trasmallos langosteros de Guatemala.
$f_{i,j}$	En forma similar es el esfuerzo pesquero ejercido por cada categoría en cada uno de los tres países del GoH.
$N_{i,j}$	Es el número de embarcaciones en cada categoría considerada en cada país del GoH.
B	Es la biomasa de la langosta en el Golfo y se considera como una solo stock sobre los que actúan simultáneamente las flotas de los tres países.
p_i	Es el precio playa de la langosta de acuerdo al país de origen. De esta manera, Si $i=1$, se refiere al precio playa de la langosta en Belice. Si $i=2$, es el precio playa de la langosta en Honduras. Para $i=3$, es el precio playa de la langosta en Guatemala.
$d_{i,j}$	Es el costo fijo de cada categoría considerada de acuerdo al país de origen. De esta manera, Si $i=1$, $j=1$ y se refiere al costo fijo de las embarcaciones que captura langosta desde Belice mediante buceo y nasas simultáneamente. Si $i=2$, $j=1$ o $j=2$. Si $j=1$, es el costo fijo de los trasmallos langosteros en Honduras y si $j=2$ es el de las embarcaciones que pescan con nasas para el mismo país. Para $i=3$, $j=1$ y es el costo fijo de los trasmallos langosteros de Guatemala.
$v_{i,j}$	En forma similar es el costo variable incurrido por cada categoría en cada uno de los tres países del GoH.

Componentes para Cálculo de Biomasa Camarón a partir datos por Area de Barrido	
a	Área de barrido en millas náuticas cuadradas (mn^2). Esta superficie corresponde a 0.01769 mn^2/hr para el B/I Canopus.
D	Distancia recorrida por la embarcación en una hora. Esta distancia es de 3 mn, dado que la velocidad de arrastre es de 3 mn/hr para el B/I Canopus
rs	Longitud de relinga superior de la red de arrastre del B/I Canopus. Esta es de 18 m o 0.0097 mn^2 .
X_2	Es la proporción de la longitud de la relinga superior, que equivale al ancho del área de barrido. Para la red del B/I Canopus es de 60%.
dc	Densidad de camarón por milla náutica. En este caso de 1.56 (ton/ mn^2)
cpue	Captura media en ton por hora de arrastre. En este caso, 0.027 (ton/hr).
X_1	Proporción de retención de individuos del arte de pesca utilizado, que es de un 50%.
S	Superficie arrastrable en el GoH, que es de 207 (mn^2)
B_H	Abundancia o biomasa histórica del stock de camarón, que es de 645 ton o aproximadamente 1 millón 420 mil lb.