

Documento Técnico de Cuotas 2019

Propuesta presentada al Comité Ejecutivo para la Pesca

Elaborado por:

Carlos Guillermo Barreto R.

Colaboradores:

Mario Rueda Hernández

Luis Zapata Padilla

Autoridad nacional de acuicultura y pesca AUNAP

Dirección Técnica de Inspección y vigilancia

Agosto, 2019

INDICE

INDICE.....	2
LISTA DE SIMBOLOS EMPLEADOS.....	6
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO 1	9
ANTECEDENTES.....	9
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA.....	23
METODOLOGÍA	32
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	36
<i>Relación longitud y peso y talla media de captura</i>	36
<i>Análisis de crecimiento</i>	36
<i>Análisis de reclutamiento</i>	37
<i>Mortalidad</i>	38
<i>Análisis de poblaciones</i>	42
<i>Análisis de talla media de madurez sexual (TMM)</i>	45
<i>Modelos bayesianos aplicados a las pesquerías de Colombia</i>	46
<i>Modelos bayesianos para longitudes LBB (por sus siglas en ingles de Length Bayesins Biomass)</i>	50
<i>Modelos para estimar producción de los ríos</i>	51
CAPITULO 2	53
CUENCA DEL PACÍFICO.....	53
Peces	53
<i>Familia Lobotidae</i>	53
<i>Berrugate Lobotes pacificus (Gilbert, 1898)</i>	53
<i>Familia Carangidae</i>	57
<i>Bravo Seriola lalandi (Valenciennes, 1833)</i>	58
<i>Jurel Caranx caninus (Günther, 1867)</i>	60
<i>Familia Serranidae</i>	64

Mero guasa <i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	64
Familia Centropomidae	67
Gualajo <i>Centropomus armatus</i> (Gill, 1863).....	67
Merluza <i>Brotula Clarkae</i> (Hubbs, 1944)	71
Familia Lutjanidae.....	77
Pargo lunarejo <i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869).....	77
Pargo rojo <i>Lutjanus peru</i> (Jordan & Gilbert, 1882).....	81
Pargo vija <i>Lutjanus colorado</i> Jordan & Gilbert, 1882	86
Familia Sciaenidae	88
Pelada blanca <i>Cynoscion phoxocephalus</i> (Jordan y Gilbert, 1881)	89
Familia Sphyraenidae	94
Picuda <i>Sphyraena ensis</i> (Jordan & Gilbert, 1882).....	94
Familia Scombridae	99
Sierra <i>Scomberomorus sierra</i> (Jordan y Starks, 1895).....	99
Familia Coryphaenidae	105
Dorado <i>Coryphaena hippurus</i> (Linnaeus, 1758)	105
Familia Engraulidae.....	109
Carduma <i>Cetengraulis mysticetus</i> (Gunther, 1867).....	109
Moluscos.....	113
Familia Arcidae	113
Piangua <i>Anadara tuberculosa</i> (Sowerby, 1833)	113
Crustáceos	120
Familia Penaeidae.....	120
Camarón blanco <i>Litopenaeus occidentalis</i> (Street, 1871)	121
Camarón titi <i>Xiphopenaeus riveti</i> (Bouvier, 1907).....	129
Camarones de aguas profundas	132
Recursos pelágicos medianos	136
Otros recursos.....	137

Recurso tiburón	138
Conclusiones Cuenca del Pacífico	142
CAPITULO 3	142
MAR CARIBE	142
Peces	143
<i>Familia Carangidae</i>	143
Cojinúa negra <i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815).....	143
Jurel aleta amarilla <i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	147
Jurel ojón <i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831).....	152
Ojo gordo <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	153
<i>Familia Lutjanidae</i>	156
Pargo palmero <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828).....	157
Pargo rayado <i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	158
Pargo rojo <i>Lutjanus purpureus</i> (Poey, 1866)	162
<i>Familia Mugilidae</i>	165
Lisa <i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830).....	165
<i>Familia Centropomidae</i>	167
Róbalo <i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	167
<i>Familia Trichiuridae</i>	171
Sable <i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758).....	171
<i>Familia Scombridae</i>	174
Sierra común <i>Scomberomorus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	174
Sierra carite <i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793).....	179
<i>Familia Coryphaenidae</i>	182
Dorado <i>Coryphaena hyppurus</i> (Linnaeus, 1758)	182
Crustáceos	185
<i>Familia Palinuridae</i>	185
Langosta espinosa <i>Panulirus argus</i> (Latreille, 1817)	185
<i>Familia Penaeidae</i>	188

Camarón blanco <i>Litopenaeus schmitti</i> (Burkenroad, 1936)	189
Pesquerías de la Ciénaga Grande de Santa Marta	215
Otros recursos	219
.....	220
Recurso tiburón	220
Conclusión Cuenca del Caribe.....	223
CAPITULO 4	224
RECURSO ATUN EN COLOMBIA.....	224
<i>Principales especies de atún de las pesquerías en el Caribe colombiano</i>	224
Atún Aleta Amarilla - YFT <i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre, 1788).....	225
Atún Barrilete SKJ <i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus, 1758).....	226
Atún Patudo BET <i>Thunnus obesus</i> (Lowe, 1839).....	227
<i>Atún Caribe colombiano</i>	228
<i>Pesquerías de atún en el Pacífico colombiano</i>	233
<i>Propuesta cuota atún Pacífico</i>	239
BIBLIOGRAFIA	243



LISTA DE SIMBOLOS EMPLEADOS

a	Factor de condición, constante en la relación longitud peso
b	Constante en la relación longitud peso
B	Biomasa. Operador retardo en el proceso ARIMA
B/R	Biomasa por recluta
C	Captura en número de individuos
CMS	Captura Máxima Sostenible
c	Amplitud (0 - 1) (programa ELEFANT)
CPUE	Captura por unidad de esfuerzo
E	Tasa de explotación (F/Z)
f	Esfuerzo de pesca
F	Coeficiente de mortalidad por pesca o tasa instantánea (por unidad de tiempo)
Fac. f	Factor multiplicativo de F (Thompson y Bell), X
H	Factor de mortalidad natural, establecido de acuerdo con el análisis de cohorte basado en Jones
K	Parámetro de curvatura
L	Longitud, talla
LT	Longitud total
LS	Longitud estándar
LH	Longitud horquilla
Lc	Longitud caparazón
\bar{L}	Talla media
Lct	Longitud cefalotórax
L₁, L₂	Desde la talla 1 hasta la talla 2
L_∞	L infinito, longitud asintótica (talla media de los peces más viejos)



L'	Determinada talla en la que todos los peces de esa longitud y más grandes se están explotando plenamente (límite inferior del correspondiente intervalo de talla)
L_{c50}	Talla en la que el 50% de los peces quedan retenidos por el arte y 50% escapan
M	Coefficiente de mortalidad natural o tasa instantánea de mortalidad natural (por unidad de tiempo)
N	Número de sobrevivientes (APV)
n	Número de individuos de una muestra
N_(t)	Número de sobreviviente de una cohorte en la edad t
P_i	Proporción de hembras maduras sexualmente a la longitud total (LT)
q	Coefficiente de capturabilidad
R_n	Coefficiente de correlación superficial de la curva de crecimiento
RMS	Rendimiento máximo sostenible
r²	Coefficiente de determinación
Σfi	Sumatoria de las frecuencias por el intervalo de clase
S_b	Error estándar
s.d.(x)	Desviación estándar de la longitud
s.d.(y)	Desviación estándar del peso
t	Magnitud Tiempo, generalmente en años
T	Temperatura ambiente en °C
t̂	Evaluador de la prueba de t de Student
t₀	t-cero, parámetro de condición inicial (en años)
T_s	Punto de invierno
U	$1 - \frac{L_c}{L_\infty}$ fracción de crecimiento después de entrar a la fase de explotación
V	Precio de primera compra de los productos pesqueros
W	Peso, usualmente de un ejemplar
\bar{x}	Media aritmética
X factor	Factor multiplicativo (Thompson y Bell)
Y	Rendimiento
Y/R	Rendimiento por recluta
(Y/R)'	Rendimiento relativo por recluta

Z	Coeficiente de mortalidad total, tasa instantánea de mortalidad total, tasa de mortalidad total (por unidad de tiempo)
Φ'	(fi prima) $\ln K + 2 \cdot \ln L_{\infty}$

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se hace una revisión de los recursos pesqueros tanto marinos como continentales aprovechados en el territorio colombiano; los análisis realizados son producto de los registros de base de datos históricos que obtuvieron por parte del INPA - La Subgerencia de Pesca y Acuicultura del INCODER 1991, los recopilados por la Corporación Colombia Internacional (CCI) durante los años de 2007 -2010, así como la información obtenida por la AUNAP - SEPEC - Universidad del Magdalena 2012 - 2018.

Se evaluaron los datos referentes a captura, esfuerzo, talla, peso, madurez sexual y sexo como parte integral en la aplicación de modelos pesqueros que permitieron determinar la propuesta de cuotas globales de pesca para la vigencia del 2020.

Igualmente se quiere determinar el enfoque de puntos de referencia considerado por los organismos internacionales como la FAO, que aconsejan la utilización de Puntos de Referencia Objetivo (PRO) y Puntos de Referencia Límite (PRL). Bajo estas circunstancias se presenta al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) como un PRL el Rendimiento Máximo Económico (RME) como PRO (Caddy & Mahon, 1996).

Después de analizar toda la información se nota que los recursos pesqueros colombianos están siendo aprovechados por encima de los PRO y PRL, por lo cual se sugiere que la autoridad pesquera debe tomar medidas de ordenación drásticas que permitan que los mismos puedan recuperarse para asegurar su sostenimiento en el tiempo y en el espacio. Se prenden las alarmas especialmente con los recursos pesqueros del Río Magdalena que están en los límites de producción y que ya han pasado a niveles de agotamiento alarmantes.

Uno de los problemas enfrentados en el análisis de información se relaciona con la existencia de flota pesquera multipropósito, con artes y métodos de pesca variados; esto unido a la compleja variedad de especies hizo muy complejo el análisis de resultados. De otra parte, en el presente existen recursos que aún no han sido determinados como pesca incidental confundiéndolos con los recursos pesqueros objetivo, especialmente en lo relacionado con los recursos ícticos (mal nombrados como pesca blanca) que dificultaron la aplicación de modelos pesqueros.

Teniendo en cuenta que el Código de Conducta para la Pesca Responsable y la Ley 13 de 1990 junto con su Decreto Reglamentario 2256 de 1991, permite aplicar el principio de mejor evidencia científica, se hizo una evaluación de las pesquerías para cada una de las cuencas donde se detectó actividad y se presenta los posibles escenarios que pueden ser acogidos para determinar las cuotas de pesca que regirán para 2020.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

Nomura, subdirector de pesca de la FAO, anota que la pesca solamente fue una preocupación hasta que en la década de los 80 los recursos pesqueros empezaron a mostrar signos de agotamiento y las entidades encargadas de la administración de los recursos pesqueros empezaron a diseñar políticas de ordenación y a pensar en opciones como la de emplear otros sistemas de aprovechamiento que den alternativas de manejo a la intensidad de pesca, al respecto una de las alternativas viables es el uso de la acuicultura (FAO, 2007).

Bajo estos criterios la acuicultura ha tenido un interesante desarrollo en contraste con la pesca, ya que ésta se encuentra en niveles muy peligrosos de aprovechamiento lo cual ha obligado a trabajar sobre políticas pesqueras muchos más restrictivas y pasar de los recursos de libre acceso a los derechos de propiedad no atenuados (Seijo, Defeo, & Salas, 1997).

Muchos países que tienen un gran desarrollo pesquero están obligados a ejercer un manejo y ordenación de los recursos de una manera ecológica y consistente con políticas de manejo adecuado a sus propias circunstancias. Es por esto que estas acciones presentan un alto grado de complejidad puesto que en ellas confluyen características biológicas, ecológicas y socioeconómicas que junto con la institucionalidad ejercen un claro efecto sobre los usuarios del recurso (pescadores y comerciantes). Estos factores son los que en múltiples ocasiones han llevado a niveles de sobreexplotación generando colapsos poblacionales (Seijo, Defeo, & Salas, 1997).

Para el 2006 la pesca y la acuicultura en el mundo está cercana a los 119 millones de t para consumo humano directo, aunque se ha detectado una disminución de la pesca de consumo la misma se debe a los aportes que la acuicultura hace a la alimentación del hombre. El consumo per cápita solo registra un aumento de 0,5% (FAO, 2007-2008).

La pesca es un interesante negocio, ya que se estima que los valores de primera venta alcanzaron, para el 2004, un valor de US \$ 84.900 millones de dólares (FAO, 2007). Muchos de estos ingresos son fuente principal de modo de vida para los pobladores de las orillas de ríos y

mares. China, Perú y los Estados Unidos de América siguen siendo los países de mayor producción, aunque China es el país que domina este aspecto con cerca de 47,5 millones de t (Figura 1, Figura 2).

Las pesquerías se han mantenido en niveles estables y las variaciones drásticas se deben a la presencia del fenómeno de “El Niño” y en especial por la influencia que ejerce sobre las pescas de la anchoveta del Perú (FAO, 2007).

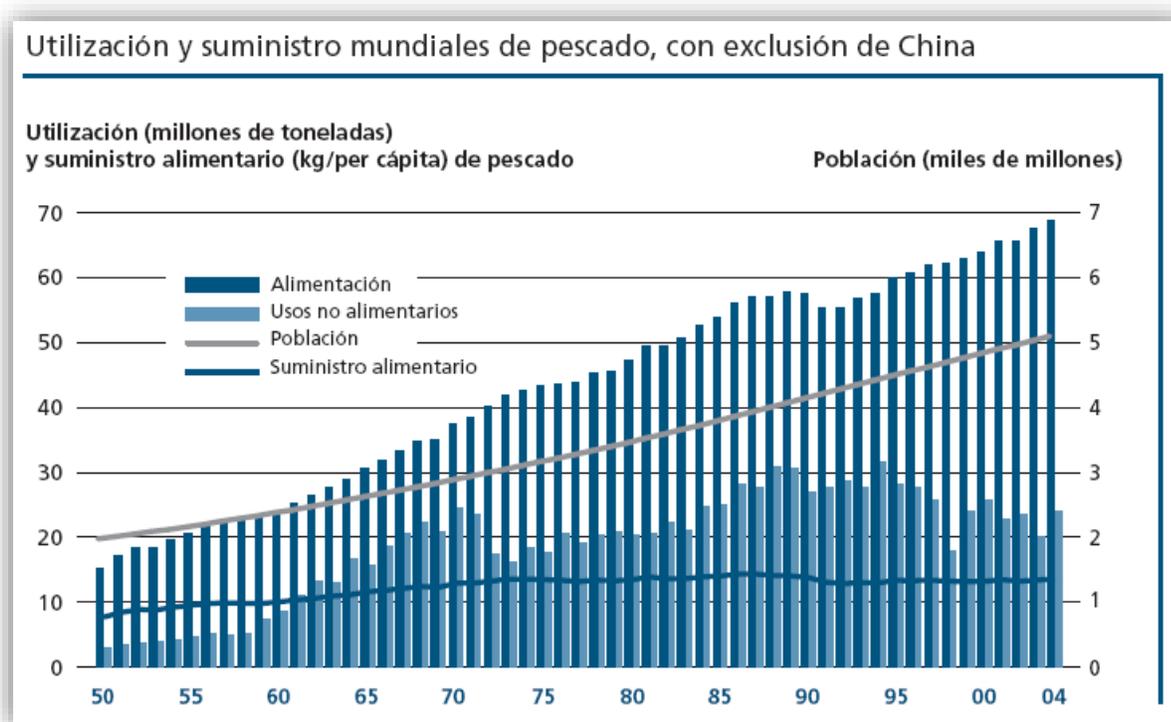


Figura 1 Producción mundial de recursos pesqueros. Fuente (FAO, 2007).

Entre los productos pesqueros, el camarón es el de mayor valor comercial y el que produce los más altos rendimientos ya que alcanza el 16, % del comercio total mundial de productos pesqueros, seguido de los peces de fondo con un 10%, tónidos con un 8,7% y la harina de pescado que estuvo cerca del 3,3% (FAO, 2007-2008).

La pesca marina y continental está dominada por China pues se detectan aumentos de su flota de aguas abiertas, seguida por Perú, Estados Unidos y Chile. Los países Latinoamericanos con grandes volúmenes de producción como Chile y Perú dependen en gran medida de las oscilaciones en sus capturas debido a la presencia de fenómenos ambientales como “El Niño - La Niña”, aunque estos fenómenos igualmente afectan a los demás países latinos.

Los diez primeros países productores, exceptuado China, Perú y Estados Unidos de América, no sobrepasan cada uno los 4,5 millones de t (FAO, 2007) (Fig. 2).

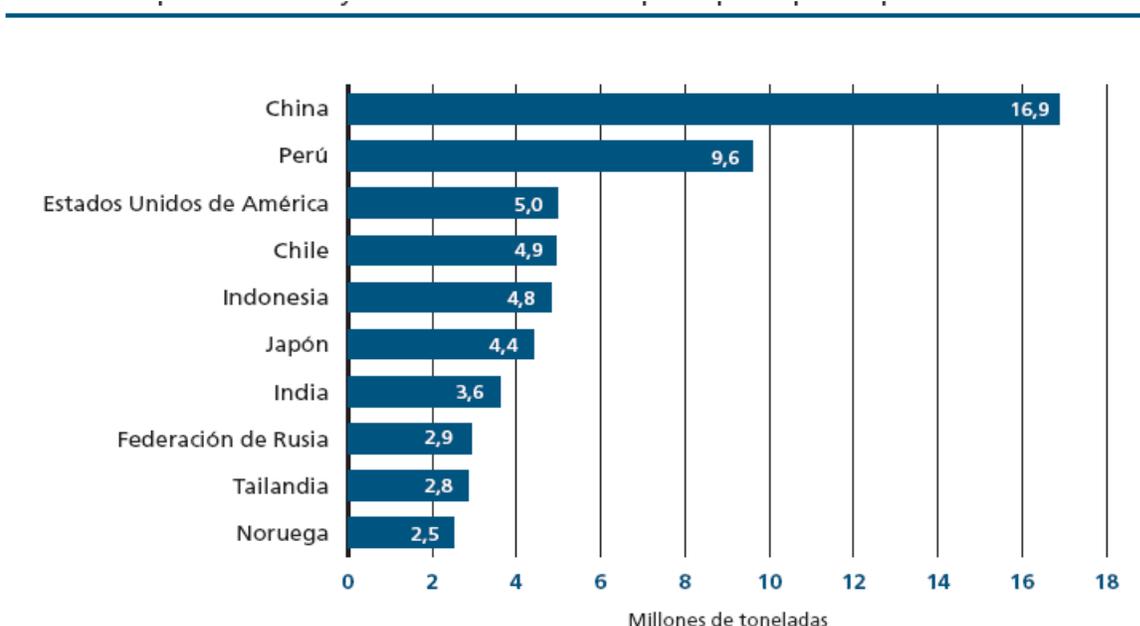
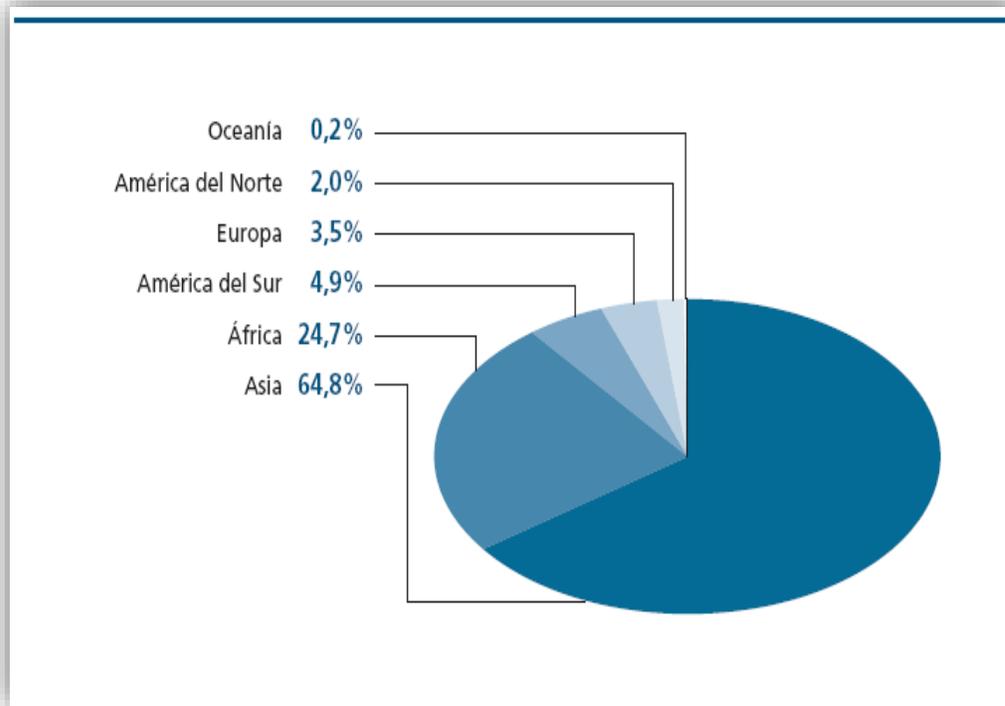


Figura 2. Capturas reportadas de pesca marina y continental. Se muestran los 10 primeros países. Fuente (FAO, 2007).

La producción por cuencas está dominada por el Pacífico, y dentro de ésta gran cuenca se tiene la siguiente división por zonas: Pacífico noreste, que reporta 21,6 millones de t; el Pacífico sudeste 15,5 millones de t; el Pacífico centro oeste 11 millones de t y Pacífico norte 3,1 millones de t. De otra parte, el Atlántico noreste reporta 10 millones de t, el Océano Indico 5,6 millones de t, el Atlántico centro oeste 3,4 millones de t y el Atlántico norte 2,4 millones de t (FAO, 2007).

En cuanto a la pesca continental, África y Asia son las regionales que mantienen una creciente tendencia en su producción, alcanzaron los 9,2 millones de t, las cuales representan el 90 por ciento de las capturas mundiales de aguas continentales. Sur América no sobrepasa sino el 4,9 por ciento de la producción pesquera mundial (FAO, 2007) (Fig. 3).

Dentro de las pesquerías de aguas continentales el único país de Sur América que se destaca es Brasil con 246 mil t (FAO, 2007) (Fig. 4).



En

Figura 3. Producción de la pesca de aguas continentales. Fuente (FAO, 2007).

general

el

diagnóstico de los recursos pesqueros muestra que el 3% de ellos se hallan subexplotados, el 20% están moderadamente explotados, el 52% están plenamente explotados, el 17% están sobreexplotados, el 7% están agotados y un 1% en recuperación (FAO, 2007) (Fig. 5).

El consumo de pescado está relacionado con los continentes, regiones o países. De esta manera se ha detectado que el consumo *per cápita* de pescado puede variar desde menos de 1 hasta 100 kg. Dentro de los países se ha detectado diferencias en los efectos de la pesca y la acuicultura las cuales se ven marcadas por regiones, ya que los habitantes de las orillas de los cuerpos de agua son mayores consumidores que el resto del territorio. En los países africanos el consumo es de 8,2 kg *per cápita*.

En Asia esta cifra es de 14,3 kg *per cápita* siendo China un consumidor importante con 25,8 kg *per cápita*. En Oceanía el consumo *per cápita* es de 23,5 kg; 23,8 kg en América del Norte; en Europa se registran 19,9 kg *per cápita*; 9,4 kg *per cápita* en América central y el Caribe y 8,7 kg *per cápita* en América del Sur (FAO, 2007) (Fig. 6).

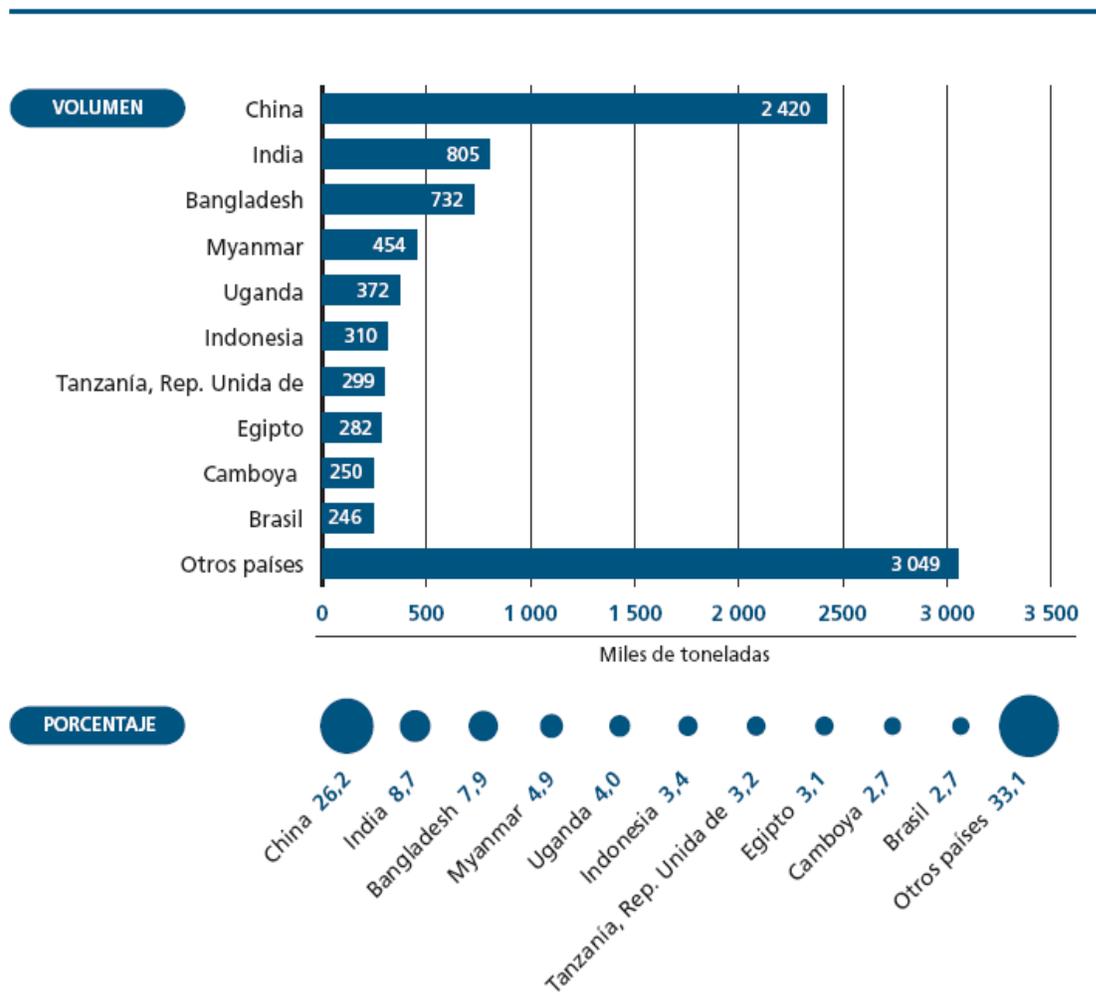


Figura 4. Principales países que ejercen pesca en aguas continentales. Fuente (FAO, 2007).



Figura 5. Distribución porcentual de la situación de los recursos pesqueros desde 1974. Fuente (FAO, 2007).



Figura 6. Distribución mundial de consumo per cápita de

Se ha observado un aumento interesante de los productos de la pesca para consumo humano en especial por el interesante aporte de la acuicultura, ya que ésta registra casi el 43% de los productos disponibles. Este mismo sistema ha hecho que se aumente el consumo de crustáceos como el camarón, salmones y de bivalvos. Bajo este esquema de creciente producción la acuicultura ha permitido que los precios bajen considerablemente permitiendo que una parte importante de habitantes de planta pueda tener acceso a su consumo.

observado

Se ha observado un aumento interesante de los productos de la pesca para consumo humano en especial por el interesante aporte de la acuicultura, ya que ésta registra casi el 43% de los productos disponibles. Este mismo sistema ha hecho que se aumente el consumo de crustáceos como el camarón, salmones y de bivalvos. Bajo este esquema de creciente producción la acuicultura ha permitido que los precios bajen considerablemente permitiendo que una parte importante de habitantes de planta pueda tener acceso a su consumo.

En cuanto a la pesca en Colombia es importante destacar que cada vez se acentúa la producción de la acuicultura sobre la pesca, la cual no muestra síntomas de recuperación, tallas por debajo de los registros de la madurez sexual, capturas bajas y cerca de un 90% de los recursos aprovechados se encuentra en pleno aprovechamiento o por encima del nivel de rendimiento máximo sostenible.

La producción pesquera en Colombia para el 2009 fue 62,3 mil t que es el registro más bajo reportado para el país desde 1990, y representa una disminución del 50% respecto al año anterior. Bajo estas condiciones se analizó la información de cada una de las cuencas (Pacífico, Caribe, Magdalena, Orinoquia y Amazonía).

Las pesquerías de la cuenca del Caribe, teniendo en cuenta los reportes de desembarques de la CCI, están centralizadas en los recursos de peces (Pelágicos, Demersales, Bentónicos, excepto tiburones y rayas) con un 79%, el segundo impacto es las pesquerías de crustáceos 14% (principalmente camarones de aguas someras y profundas) el menor valor se concentra en los recursos de tiburones-rayas y moluscos con un 3,8% y 1,7% respectivamente (Figura 7).

De otra parte, se analizó el impacto de la pesca artesanal frente a la pesca industrial en la cual se notó que para la captura de peces el mayor impacto es el ejercido por la pesca artesanal, mientras que para la ejercida sobre los crustáceos la situación se invierte (Figura 8).

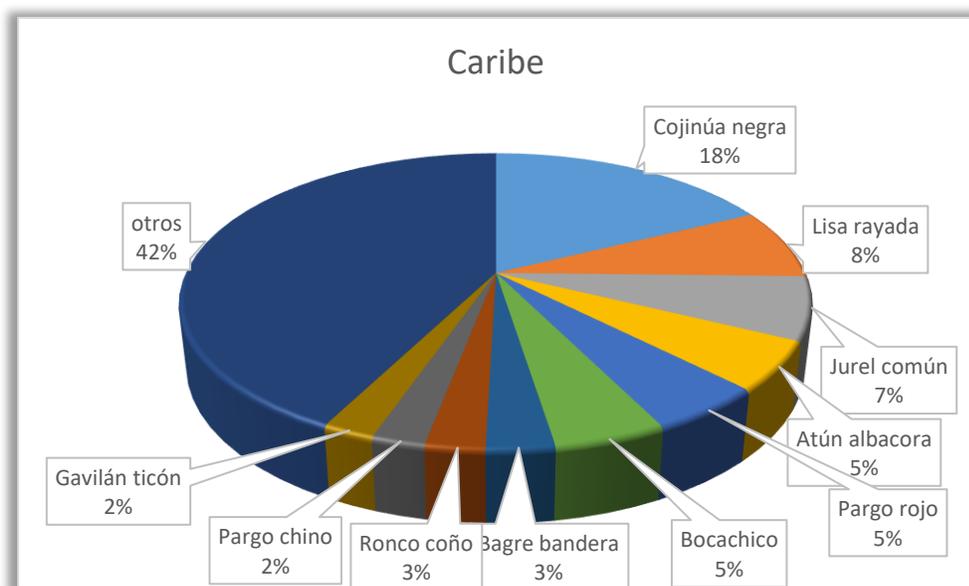


Figura 7. Distribución porcentual de la pesca en el Caribe Colombiano. Años 2018. Fuente bases de datos de AUNAP - SEPEC.

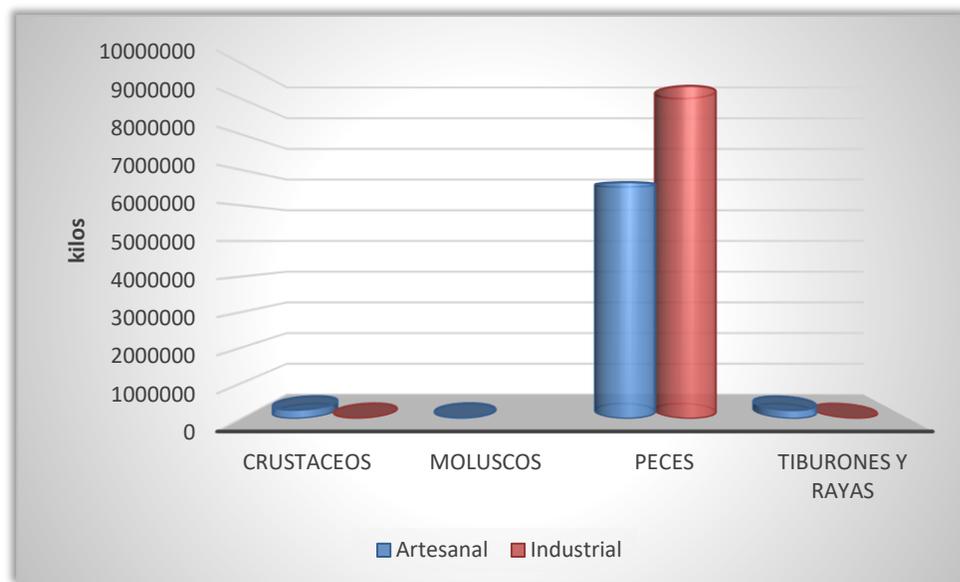


Figura 8. Comparación entre las capturas realizadas por la flota industrial y la flota artesanal en el Caribe colombiano. Año 2018. Fuente AUNAP-SEPEC

Si se analiza el impacto ejercido por las diferentes artes de pesca artesanal sobre la captura de los recursos pesqueros, se nota que la hegemonía que tiene las redes de enmalle (53 %), de las restantes las líneas de mano son especiales en la pesca artesanal ya que son muchos los recursos que son capturados con este sistema de pesca (Figura 9).

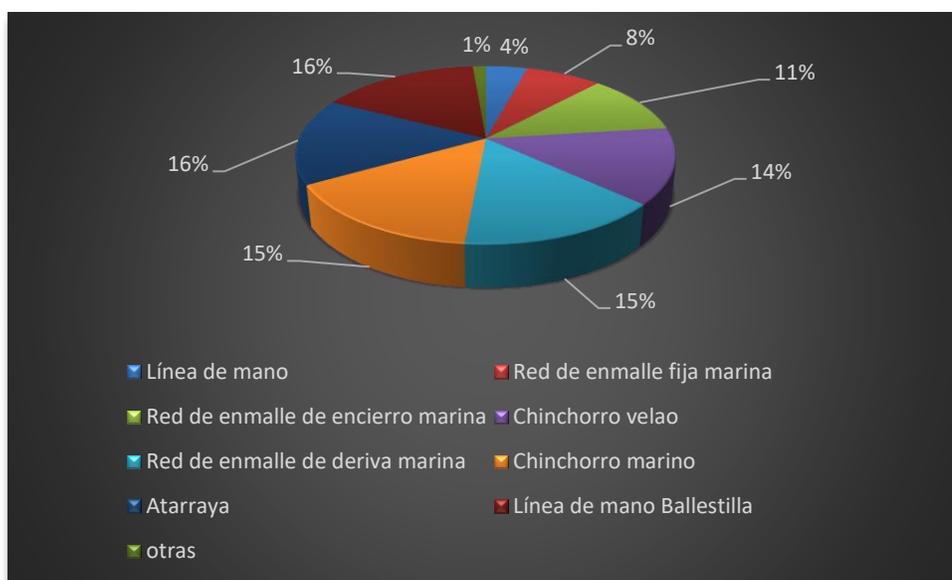


Figura 9. Distribución porcentual de las artes de pesca artesanal en el Caribe colombiano. Año 2018: fuente AUNAP - SEPEC

Para la flota industrial solamente se detectaron dos artes de pesca la realizada con redes de arrastre (55,7%) y los palangres (44,3%) que viene operando tradicionalmente (Figura 10).

Para el análisis de los efectos ejercidos por las artes de pesca sobre los recursos pesqueros se midió en impacto sobre las diferentes familias de peces, encontrándose que 61% de las capturas se ejercen sobre 5 familias Prochilodontidae que es la más representativa, especialmente por la influencia de los recursos de aguas dulces provenientes del rio magdalena (Figura 11).



Figura 10. Distribución porcentual de las artes de pesca industrial en el Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

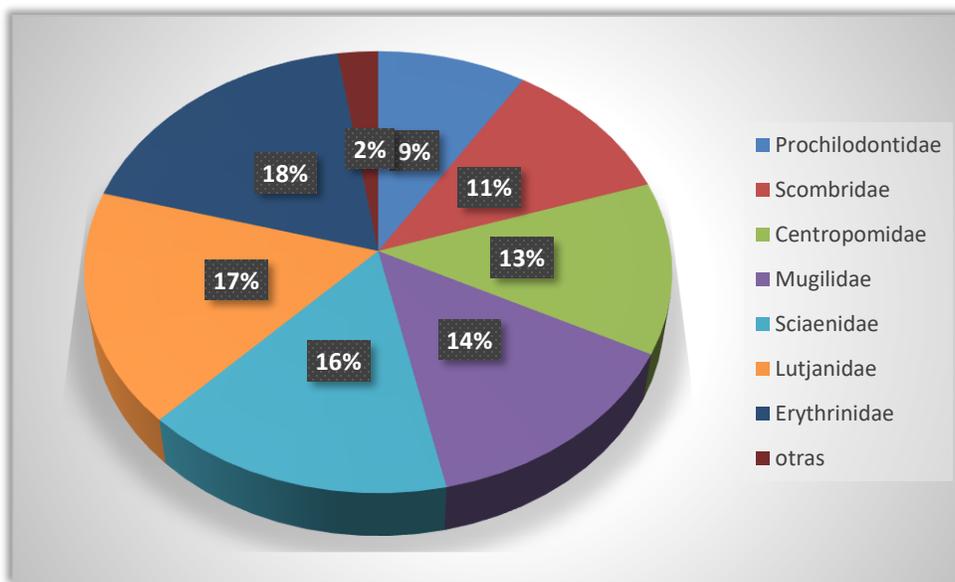


Figura 11. Distribución porcentual por familias de la pesca artesanal en el Caribe colombiano. Año 2018. Fuente AUNAP – SEPEC.

El hecho de tener una representación tan alta concentrada solo en cinco familias de peces indica que las pesquerías ejercen una gran presión sobre éstas y que la gran biodiversidad de los recursos marinos de Caribe colombiano es muy alta en cuanto a especies se refiere, pero a su vez muy pobre en cuanto a biomasa individual por especie se refiere.

La pesca industrial se efectúa sobre 3 familias de peces que son Scombridae (98%), el podemos decir que el resto de las familias prácticamente no tuvieron significancia (Figura 12).

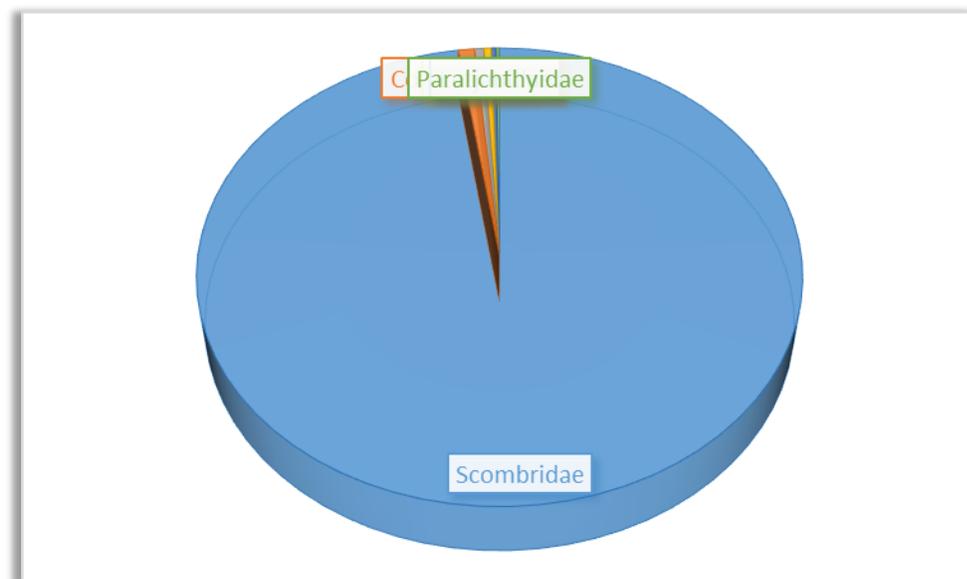


Figura 12. Distribución porcentual por familias de la pesca industrial en el Caribe colombiano. Año 2018. Fuente AUNAP - SEPEC

Para los crustáceos capturados por la flota artesanal solamente se reportaron especies pertenecientes a la familia Penaeidae.



Figura 13. Distribución de las capturas de crustáceos efectuada por la pesca industrial en el Caribe colombiano.

Las pesquerías industriales del Pacífico colombiano fueron analizadas teniendo como base los desembarcos reportados por el proyecto AUNAP - SEPEC administrado por la Universidad del Magdalena, en los principales puertos; bajo esta estructura el grupo más representativo es el de los peces con el 99 %, especialmente porque los túnidos son los de mayor representación en estas pesquerías (Figura 14).

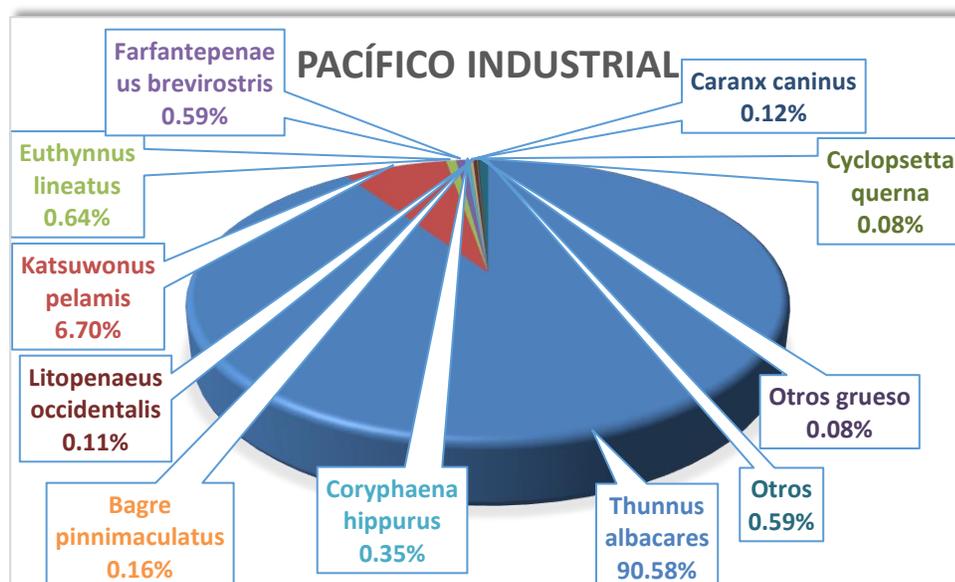


Figura 14. Desembarque de los principales grupos de recursos pesqueros capturados por la pesca industrial en el Pacífico colombiano.

La relación entre la pesca industrial y la pesca artesanal muestra que los peces son mayormente capturados por la flota industrial, en especial por la gran cobertura de la flota y mayor capacidad de almacenamiento y de comercialización; la situación se revierte con el grupo de los moluscos, en donde la pesca artesanal es la más importante en especial porque el acceso a estos es mucho más limitado para la pesca industrial; para los tiburones y rayas la mayor influencia está centrada en la pesca industrial debido a que por ser estas especies altamente migratorias y transzonales son más fácilmente capturados por los industriales; finalmente las capturas de crustáceos están muy equilibradas con una ligera ventaja para la pesca artesanal en especial porque recientemente los artes y métodos de pesca para capturar camarones desarrollados por la pesca artesanal han alcanzado niveles no registrados anteriormente (Figura 15)

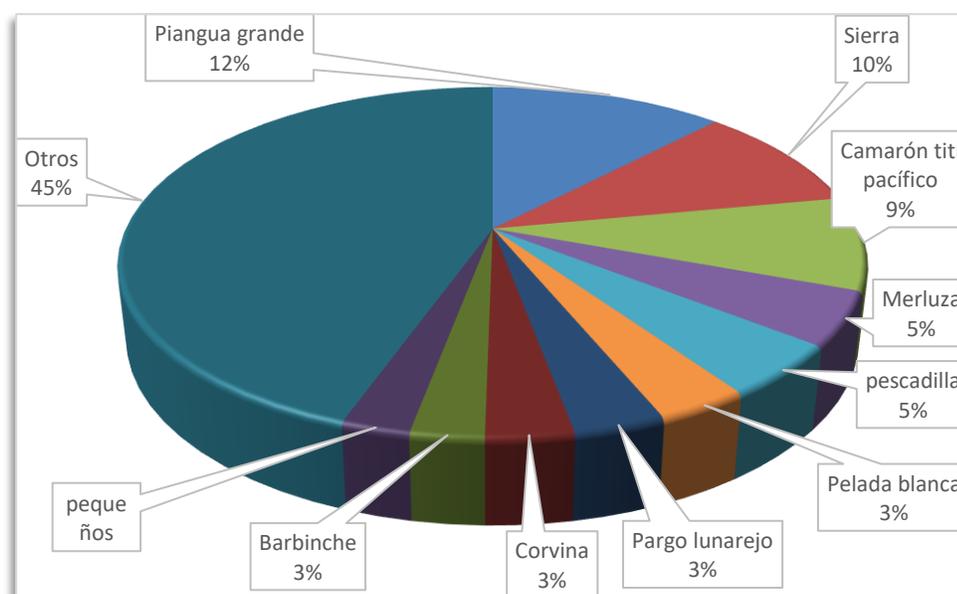


Figura 15. Composición de los desembarques realizados por la pesca artesanal en el Pacífico colombiano. Años 2014. Fuente AUNAP - SEPEC

Específicamente para la pesca artesanal, las artes más utilizadas son las redes de enmalle por su alta demanda y por sus ventajas en los volúmenes reportados las hacen una inversión segura para los pescadores artesanales (59.4 %), luego las líneas de mano que son relativamente un poco menos costosas que las anteriores y además ofrecen una alternativa interesante (15.6) seguido por los palangres (12.2 %) y aparece un sistema importante de pesca como lo es la recolección manual (12 %) (Figura 16).

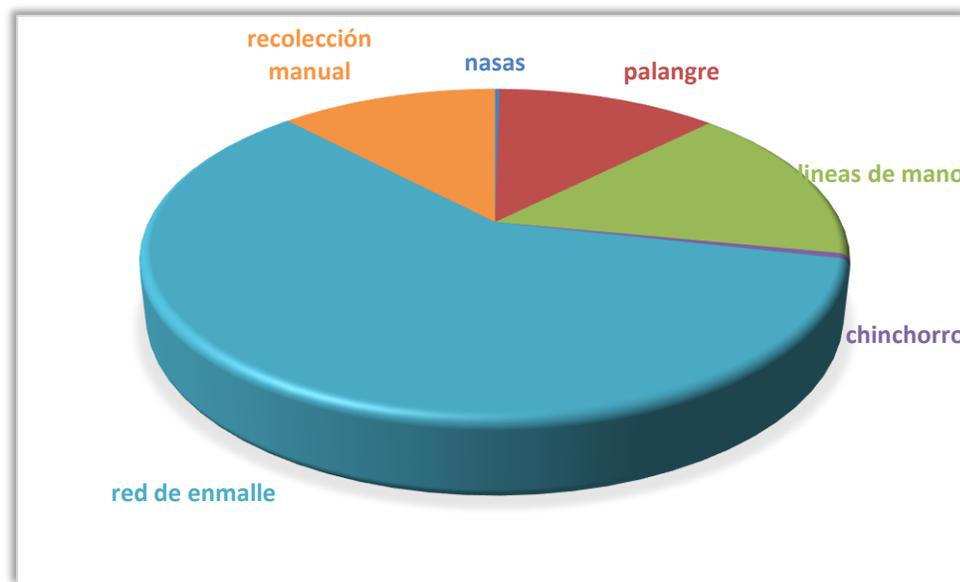


Figura 16. Distribución porcentual de la utilización de las artes de pesca artesanal en el Pacífico colombiano.

Figura 25. Distribución porcentual de las artes de pesca utilizadas por la flota industrial para el Pacífico colombiano.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

Colombia, ubicada en la esquina de Sur América, cuenta con una variedad de climas en especial por estar ubicado en la Zona de Convergencia Intertropical que lo hace pertenecer a una eco-región de corte tropical. Gran parte del país tiene temperaturas superiores a los 24°C principalmente en las regiones Caribe, Pacífica, Amazónica y Orinoquia.

En el Caribe las temperaturas oscilan entre 24°C a 28°C, aunque en la zona de La Guajira estos registros llegan hasta los 30°C, igualmente al sur oriente de los departamentos del Atlántico y Sucre. Tanto en la Amazonía como en la Orinoquía la temperatura se encuentra en un rango entre 24°C y los 28°C (MINANBIENTE, 2007). Colombia tiene un lugar estratégico dentro de la geografía de la región ya que esta en la esquina de América Latina (Figura 17).



**Figura 17. Ubicación de Colombia en el contexto de Sur América.
Tomado de Google Earth.**

El clima se ve profundamente afectado por las precipitaciones, las cantidades de lluvia varían de acuerdo con las diferentes regiones del país, sus configuraciones geomorfológicas y las corrientes húmedas que se originan en los océanos y en la Amazonía (Fig. 27).

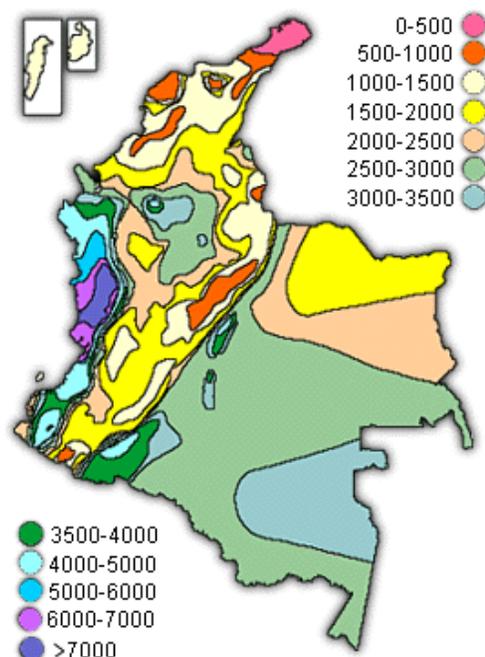


Figura 18. Niveles de precipitación de Colombia. Mapa tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. 1998. (IGAC, 1998).

En Colombia se pueden presentar dos patrones de lluvias, uno mono modal caracterizado por concentrar un amplio periodo de lluvias con una estación seca, el cual se encuentra especialmente concentrado en la zona norte y sur; y otro bimodal con dos períodos de lluvia seguidos por una estación de clima seco que es ampliamente detectado en la zona central (MINANBIENTE, 2007).

Los cuerpos de aguas de Colombia están formados por la conjunción entre las características geomorfológicas y ambientales que lo hacen disponer de una gran variedad de estructuras hídricas amplias que van desde humedales hasta zonas marinas profundas. La hidrología del país depende en gran medida del aporte en lluvias, variando de forma amplia, puesto que se puede encontrar precipitaciones desde 267 mm anuales promedio en La Guajira hasta los 9.000 mm anuales en algunas regiones del Chocó. La costa Caribe colombiana es una de las más secas del país, no supera los 2.200 mm promedio anual. La región de los llanos orientales es una de las zonas que presentan una riqueza de condiciones meteorológicas puesto que tiene ambientes pluviométricos que van desde los 1.500 mm hasta los 3.500 mm promedio anual. De otra parte, la región de la Amazonía colombiana presenta precipitaciones que oscilan entre los 3.000 a los 4.000 mm promedio anual (MINANBIENTE, 2007) (Figura 18).

Colombia cuenta con una alta diversidad de sistemas acuáticos, pues dispone de varios tipos de aguas como lluvias, aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas termo minerales, aguas marinas y oceánicas y aguas de alimentación glacial. Por lo anterior el país cuenta con 5 vertientes principales: Catatumbo, Pacífico, Orinoco, Caribe y Amazonas. La vertiente del Caribe es de las más importantes del país puesto que agrupa en gran porcentaje la actividad económica, social e industrial.

Otra cuenca de gran importancia es la del río Magdalena, con una cobertura total de 256.622 km² y prácticamente atraviesa el país de sur a norte; es indudable que la formación de sistemas acuíferos es de vital importancia para el país y le da al territorio nacional una amplia riqueza de ambientes acuáticos que le dan una buena posibilidad de aprovechamiento de sus recursos naturales de tipo pesquero (Figura 19) (MINANBIENTE, 2007).

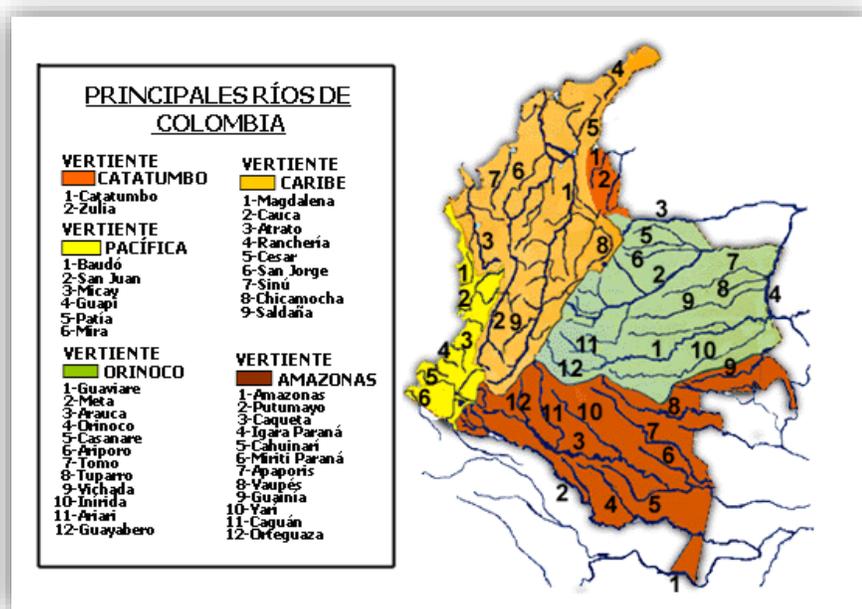


Figura 19. Principales sistemas fluviales del país. Mapa tomado del documento Biodiversidad (MINANBIENTE, 2007).

El sistema hidrográfico del Orinoco comprende grandes ríos como el Orinoco, Guaviare, Meta e Inírida, los cuales tienen su origen en el sistema montañoso de la cordillera Oriental y alcanza incluso a formar parte del sistema hídrico de Venezuela. Suele ser una de las principales

despensas pesqueras, en especial en lo referente a las especies de peces ornamentales (Figura 19).

La formación de suelos de la Orinoquia es tan especial que no tiene comparación con otros ecosistemas ni con sus similares de Venezuela; son estructuras en formación como casi todos los suelos de Colombia, sus procesos geoquímicos no están terminados (Mantilla, y otros, 1997).

La vertiente Amazónica está compuesta por ríos que tienen su origen en el sistema montañoso y por el río Amazonas que baña el extremo sur del país, el cual constituye un conglomerado fluvial de alto contenido de sedimentos. Esta estructura forma un factor pesquero de especial interés (Figura 19). Las características de los suelos de esta región los constituyen un ecosistema difícil de entender en especial por los aportes de materia proveniente del levantamiento Andino que en general hacen que los suelos sean de bajo contenido férrico y sin horizontes oxácidos destacables (Mantilla, y otros, 1997).

Los ambientes marinos y costeros están compuestos por los litorales del mar Caribe y del Pacífico colombiano. La riqueza pesquera del país se encuentra en las aguas de la plataforma continental, dentro de las cuales está la Zona Económica Exclusiva a excepción de la pesca de atún y similares que se realiza en aguas internacionales (Figura 20).

La costa Caribe colombiana está formada por llanuras; su litoral es relativamente plano con algunas ondulaciones, apartándose de esta estructura de la Sierra Nevada de Santa Marta la cual registra alturas cercanas a los 5.770 m. Los accidentes geográficos principales son la Península de La Guajira, el delta del Río Magdalena, el Golfo de Morrosquillo y el Golfo de Urabá (INVEMAR, 2005).

El sistema del Caribe está dominado por la influencia del río Magdalena, en especial por su gran aporte de sedimentos. Se destacan las características desérticas y semidesérticas de la península de La Guajira que hacen que los drenajes estén influenciados por las épocas de lluvias, las cuales producen fuertes corrientes y suelen ser muy erosivas (INVEMAR, 2005).

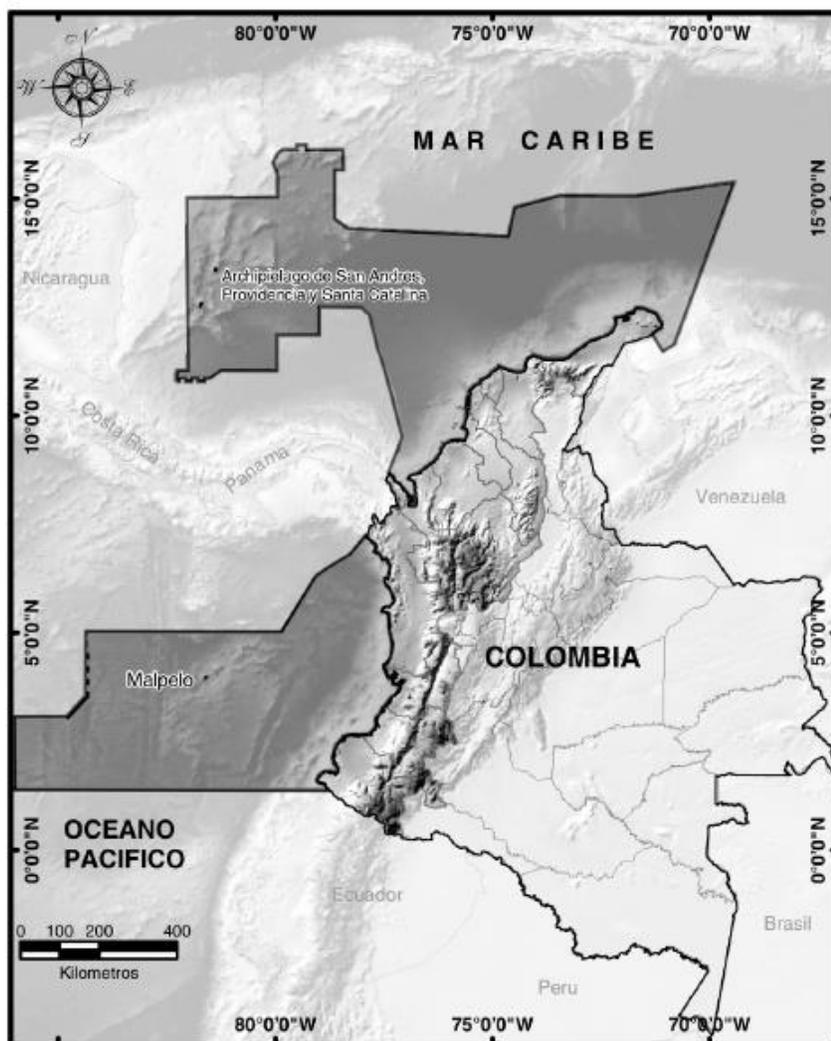


Figura 20. Localización de las aguas marinas y costeras de Colombia. Tomado de informe sobre ambientes marinos y costeros de Colombia (Tomado de INVEMAR, 2005).

La riqueza hídrica del litoral Caribe colombiano es sorprendente, en especial en los departamentos de Bolívar y Magdalena, pues allí se cuenta con la Ciénaga grande de Santa Marta que es la mayor sistema cenagoso del país con un volumen de agua de 2.232 millones m³, y otras que le dan a la región un importante aporte de aguas dulces (INVEMAR, 2005).

Se destaca también la gran reserva de aguas subterráneas de La Guajira, Magdalena, Bolívar y Antioquia (INVEMAR, 2005).

El Caribe colombiano está directamente influenciado por los vientos Alisios, los cuales generan la llamada corriente del Caribe cuyo sentido de circulación es de oriente a occidente, este sistema de corrientes llega a Panamá y cambia su dirección hacia el sur y luego al este, lo que da origen a la corriente Panamá Colombia que se desplaza a lo largo de la costa colombiana (Correa & Egurrola, 2006), que muestran un sistema de corrientes definido (Figura 21).

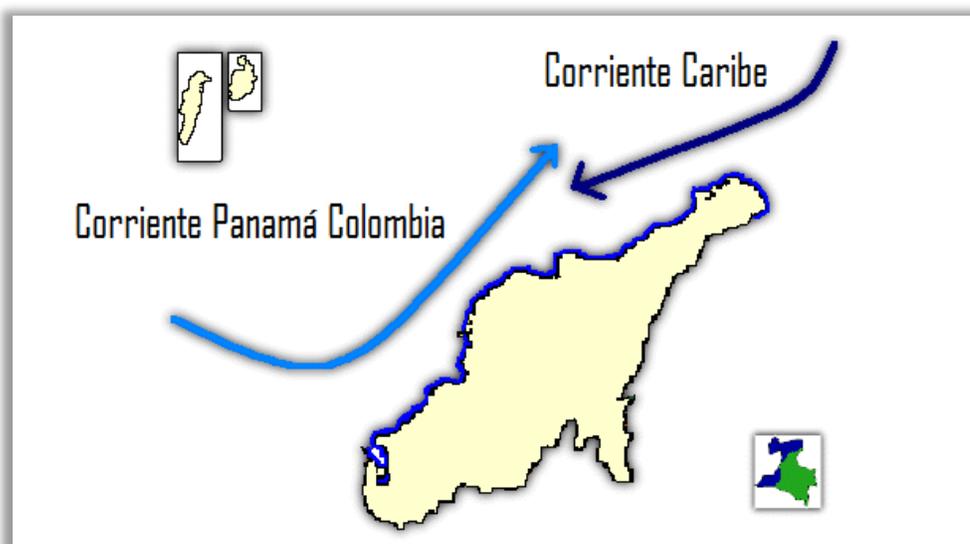


Figura 21. Identificación de sistema de corrientes para el Caribe Colombiano. Modificado de documento Internet Biodiversidad.

El Pacífico colombiano está enmarcado dentro de dos cordilleras submarinas que se unen a la plataforma de Galápagos, la cual se eleva desde los 3.700 m hasta 1.000 m de profundidad que impiden el intercambio de aguas profundas. Bajo este aspecto geomorfológico se dice que la Costa Pacífica de Colombia (CPC) es una piscina cerrada por frontera de aguas líquidas (Morales, García-Hensen, & Malikov, 2000).

Los vientos están determinados por los gradientes generados por las altas presiones subtropicales y los gradientes térmicos producidos por la corriente de Humboldt y el calentamiento solar. Los vientos Alisios del Oeste se convierten en vientos ecuatoriales del Oeste (Morales, García-Hensen, & Malikov, 2000).

La CPC se localiza al margen occidental de la placa continental suramericana que choca con la plaza de Nazca ésta al hundirse produce la fosa Peruano - Chilena formando una zona de subducción de 200 a 300 kilómetros que se desplaza con una velocidad media de 6 cm/año, a esta zona pertenece la fractura de Panamá que determina las características costeras de Colombia (Morales, García-Hensen, & Malikov, 2000).

El régimen climático se encuentra enmarcado dentro de la influencia de desplazamiento Sur-Norte-Sur sobre la franja Ecuatorial de la llamada Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT); igualmente el régimen climático de la región está influenciado por fenómenos naturales como el de “El Niño - La Niña”.

Las principales corrientes marinas superficiales que afectan la cuenca del Pacífico colombiano están directamente influenciadas por los vientos y el desplazamiento del cinturón de convergencia intertropical. Se puede decir que las corrientes de Humboldt y de Perú no afectan a la ensenada de Panamá (Cantera & Leyva, 1993).

Se ha determinado que las principales corrientes superficiales que tiene influencia sobre la costa Pacífica son (Figura 22):

- Corriente Ecuatorial del Norte
- Contra corriente Ecuatorial del Norte
- Corriente del Golfo de Panamá
- La corriente de Colombia

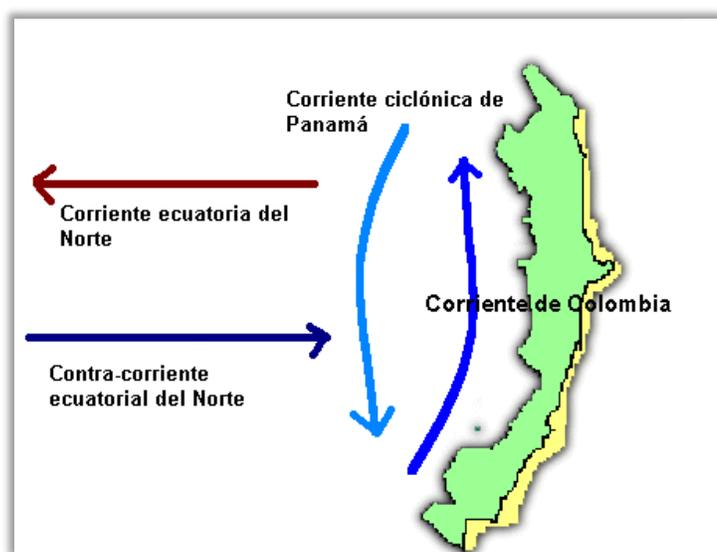


Figura 22.. Identificación de sistema de corrientes para el Pacífico colombiano. Modificado de documento Internet Biodiversidad.

El comportamiento ambiental de la región se ve afectado por fenómenos naturales como “El Niño - La Niña”, que hacen cambios estructurales en el normal desarrollo del ecosistema.

El primero en ser estudiado fue el “El Niño, Oscilación del Sur” (ENOS), que es un cambio climático del sistema océano-atmósfera cuya duración puede ser entre 10 a 18 meses; su impacto se registra en muchos lugares de la tierra por lo que su influencia está considerada como impacto global (Morales, García-Hensen, & Malikov, 2000).

Para cuantificar este fenómeno sir Gilbert Walker en 1924 dijo que cuando los sistemas de presiones altas aumentan disminuyen los sistemas de presiones bajas. Para evaluar estos impactos este sistema fue entonces definido como Índice de Oscilación del Sur -IOS-. Cuando este índice es positivo se dice que el sistema es estable y cuando el índice es negativo ocasiona disminución en las lluvias monzónicas de verano y de los vientos. Las presiones más altas y positivas provocan sequías en la costa afectando la velocidad de los vientos del sur y el flujo de aguas hacia el norte, que caracterizan el fenómeno natural de “La Niña” (Morales, García-Hensen, & Malikov, 2000).

METODOLOGÍA

La información analizada en el presente documento tiene como base la información almacenada en bases de datos recopiladas por el INDERENA, INPA, INCODER, ICA, CCI (información recolectada hasta el 2012) ; mediante sistemas de recolección que van desde información de registros administrativos hasta bases de datos recopiladas por entes de orden público e institutos de investigación.

En los recientes años (2012 -2018) la AUNAP por intermedio de la Universidad del Magdalena desarrollaron el Servicios Estadístico Pesquero SEPEC que tiene como fin la toma de información sobre la actividad pesquera que se efectúa en todo el territorio nacional; esto equivale a que tanto en aguas marinas como interiores, continentales o aguas dulces son constantemente monitoreadas por el SEPEC el cual utilizando dos tipos de metodología de acuerdo con la capacidad de toma de información, una mediante un muestreo probabilístico y la segunda un sistema censal, los datos obtenidos tiene como base datos de tipo biológico y pesquero.

De otra parte, se ha recibido información de otras entidades como el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis -INVEMAR-, WWF, Secretaría de Agricultura y Pesca de San Andrés y SINCHI que han permitido mostrar una imagen más profunda sobre la pesca.

El trabajo de la SEPEC se dividió en tres fases que son:

- 1) Fase de campo donde se eligieron los principales puntos de toma de información, dividida en 5 regiones que cubrían tanto la pesca marina como la continental (Figura 23),
- 2) Un diseño de bases de datos y,
- 3) Una fase de gabinete que consistió principalmente en el análisis de la información recolectada en campo.

La información de campo recolectada consistió principalmente en la toma de datos de captura, esfuerzo e información biológica (talla, peso, sexo y madurez sexual). A las bases de datos se les hace un control de calidad y un análisis del comportamiento de los datos; una vez realizado este procesos la AUNAP toma la información de estas bases de datos y los datos históricos de las otras bases de datos y modela las pesquerías para obtener los parámetros indispensables en el estudio de la dinámica poblacional de los recurso pesqueros sometidos al aprovechamiento pesquero; igualmente la información analizada por entidades de investigación como el INVEMAR son directamente incorporados a este documento, el cual

proporciona las pautas para estimar las cuotas globales de aprovechamiento de los recursos pesqueros de Colombia para la vigencia de 2020, de acuerdo con la mejor evidencia científica disponible. Por las características del muestreo en términos de tiempo, los análisis consignados aquí se consideran **preliminares** presentando **tendencias** que deben ser reforzados para el año 2020.



Figura 23. Punto de toma de información pesquera, realizada por el SEPEC, durante el año 2018.

Los aspectos de campo fueron cubiertos por personal de encuestadores, los cuales fueron divididos en tomadores de volúmenes de desembarco y profesionales (biólogos e ingenieros pesqueros) que se encargaron de los aspectos biológicos y pesqueros.

Los aspectos biológicos se relacionan con la toma de tallas, peso, sexo y madurez sexual, evaluada por inspección ocular bajo la siguiente directriz: inmaduro, madurando, maduro y desovado. Éstas fueron clasificadas por grupos de tallas y por sexo.

En cuanto a la información relacionada sobre peces ornamentales, ésta fue tomada por los encuestadores del SEPEC en los puntos de acopio de las principales ciudades como Puerto Carreño, Inírida y Leticia; así mismo se usó la información biológico pesquera tomada por FUNINDES que se relacionó con datos de CPUE, madurez sexual y tallas y peso individual de los recursos que fueron obtenidos como muestras de los individuos que se murieron entre el transporte y los centros de acopio.

Hace falta realizar una evaluación en el lugar de la pesca de ornamentales para determinar aspectos claves del comportamiento de las poblaciones que conforman esta actividad económica.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Relación longitud y peso y talla media de captura

Con las bases de datos recolectadas sobre tallas se realizó una agrupación utilizando los procedimientos estadísticos tradicionales descritos en varios documentos (Zar, 1999; Tsokos, 1991; Daniel, 1980; Sokel & Rohlf, 1969), para los cuales se hicieron histogramas de frecuencias donde se determinó la talla promedio de captura:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum f_i l}{n} \quad (1)$$

Se procedió a determinar el comportamiento de la relación peso contra longitud (estándar o total si los peces presentaban aletas duras o blandas), de acuerdo con la metodología tradicional (Ricker, 1975; Pauly, 1983; Csirke, 1980; Sparre & Vennema, 1997).

$$w = a * L^b \quad (2)$$

Igualmente se trabajó la relación que existe ente la longitud total y la longitud estándar para estimar los valores predictivos de la longitud total bajo la siguiente expresión.

$$L_t = a + bL_s \quad (3)$$

Para evaluar si el crecimiento tiene alguna tendencia (isométrico o alométrico) se comprobó mediante la prueba de hipótesis de valoración con t estimada (Pauly, 1984).

$$\hat{t} = \frac{s.d.(x)}{s.d.(y)} * \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} * \sqrt{n-2} \quad (4)$$

La ecuación 2 indica que el peso (w) es proporcional a la potencia (b) de la longitud. Se valoró el factor de condición como la proporción entre el peso (w) y la longitud (Pauly, 1983) (Pauly, 1984). Con este valor se utilizó la escala de Wilson para medir el estado de nutrición de los organismos.

Análisis de crecimiento

Una vez dispuestos los datos de frecuencias y sus histogramas se introdujo esta información en los programas FISAT II y LFDA, mediante los cuales se analizó el crecimiento utilizando la ecuación de crecimiento (Bertalanffy, 1934).

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)}) \quad (5)$$

Si los análisis demuestran un crecimiento oscilatorio se emplea la ecuación propuesta por (Pauly, 1984).

$$L_t = L_{\infty} \left(1 - e^{-k(t-t_0) + C \frac{K}{2\pi} \text{SEN} 2\pi(t-ts)} \right) \quad (6)$$

Los análisis se utilizaron realizando la descomposición de progresión modal, lo cual implica la separación de distribución de frecuencias mediante el método de (Battacharya, 1967) (se consigna, como ejemplo, en los resultados el máximo nivel de grupos modales), la estimación de K y L_{∞} utilizando el método de (Gulland & HoLT, 1959):

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = K * L_{\infty} - K * \overline{L(t)} \quad (7)$$

Para la cuenca de la Orinoquia, que presenta un efecto muy particular ya que por el comportamiento de las especies la migración de los recursos pesqueros se da desde la parte baja de la cuenca (Venezuela) hacia la parte alta (Colombia) y por lo tanto hace que su distribución de crecimiento considere que los individuos juveniles estén en la parte baja y los adultos en la parte alta, por lo anterior los registros estadísticos de la toma de información registran las tallas de los grandes bagres en niveles de adultos por lo que no permitieron realizar estimaciones sobre los parámetros de crecimiento se utilizó la metodología establecida por FAO, con la cual se pudieron realizar los corrimientos de los modelos utilizados.

Análisis de reclutamiento

Se determinó el patrón de reclutamiento teniendo en cuenta una proyección hacia atrás de los datos de frecuencia de longitudes (Pauly & Navaluna, 1983)

El cálculo del patrón de reclutamiento se realizó después de calcular los resultados de crecimiento bajos las siguientes características:

- a. La posición exacta en el eje del tiempo se conoce sólo cuando se identifica t_0 , y además se conoce el tercer parámetro de la curva de crecimiento del modelo de von Bertalanffy, la abscisa del patrón de reclutamiento no se fija en tiempo real, y por lo tanto se clasifica dentro de “un año” (Figura 24).

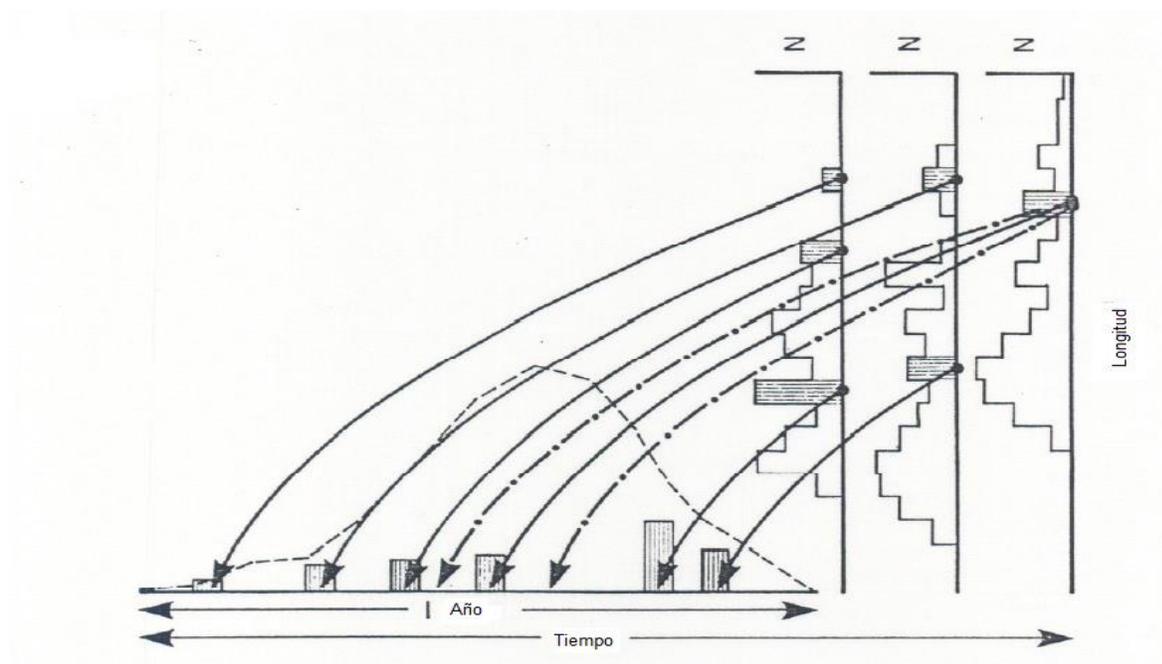


Figura 24. Esquema teórico sobre los patrones de reclutamiento.

- b. Siempre se incluye un mes con reclutamiento en cero. Esto se debe al hecho de que cuando las frecuencias de longitudes se proyectan en el eje del tiempo al terminar este aspecto el valor más bajo de cada uno de los 12 meses de aparente reclutamiento queda eliminado, esto se hace para reducir el “ruido” que se produce debido a los parámetros utilizados en la evaluación del crecimiento.

Mortalidad

Mortalidad total

El seguimiento de los recursos se hizo mediante la evaluación de la tasa de mortalidad total:

$$Z = M + F \quad (8)$$

Donde Z coeficiente de mortalidad total (Ricker, 1975; Pauly & Navaluna, 1983; Pauly, 1984; Csirke, 1980; Sparre & Vennema, 1997; Cadima, 2003).

La mortalidad total fue estimada por varios métodos, con base en las frecuencias de tallas:

1. Estimación de Z a partir de la curva de captura linealizada (Sparre & Vennema, 1997)

$$\ln \frac{C(L1,L2)}{\Delta t(L1,L2)} = t_0 - \frac{1}{K} * \ln \left(1 - \frac{L1+L2}{2L\infty} \right) \quad (9)$$

Se evaluaron los límites de confianza de Z como $Z \pm K t_{n-2} * sb$.

2. La curva de captura acumulativa basada en datos de la composición por tallas. Método de Jones y van Zaling (Sparre & Vennema, 1997).

$$\ln C(L, L\infty) = A + \frac{Z}{K} * \ln(L\infty - L) \quad (10)$$

3. A partir de la captura media mediante el método de Beverly y Holt (Pauly, 1983)

$$Z = \frac{K(L\infty - \bar{L})}{\bar{L} - L'} \quad (11)$$

4. En algunas ocasiones se utilizó el método de Powell Wetherall, cuando los métodos descritos anteriormente no pudieron ser utilizados.

$$\bar{L} - L' = a + b * L' \quad (12)$$

Estimación de M y F donde se calcula además el coeficiente de capturabilidad q, esta fue determinada como una prueba de ensayo y error entre diferentes valores de la mortalidad por pesca que fueron incluidos en el ensayo de máxima verosimilitud para determinar valores de la capacidad de carga del recurso evaluado y la biomasa media, cuando se disponía de información publicada se utilizó ese valor (Palohemio, 1980; Palohemio, 1958; Palohemio, 1961; Sparre y Vennema, 1997)

$$Z = M + qf \quad (13)$$

La mortalidad natural se estimó utilizando varias estrategias que incluyen:

1. La ecuación empírica de Pauly que para peces (Pauly, 1984) fue:

$$M = 0,8 * e^{[-0.0152 - 0.279 \ln L\infty + 0.6543 \ln K + 0.463 \ln T^{\circ}C]} \quad (14)$$

2. Y para crustáceos (cruz, 1983):

$$M = -0.0277 - 0.0004 L\infty + 0.5397 K + 0.0119 T \quad (15)$$

3. Relación de M con la longevidad ecuación de Tanaka (Cadima, 2003):

$$M = \left(\frac{1}{\lambda}\right) * Ln(p) \quad (16)$$

Donde p vario entre 1% y 5%.

4. Método de Richter y Efanov (Cadima, 2003):

$$M = \frac{1.52}{(t_{m\ 50\%})^{0.72}} - 0.16 \quad (17)$$

5. Determinación de mortalidades utilizando M para cada talla de la distribución (pseudoedades) variación de la propuesta de Cadima (Cadima, 2003):

$$E_i = \frac{C_i}{N_i - N_{i+1}} \quad (18)$$

$$Z_i = Ln(N_i) - Ln(N_{i+1}) \quad (19)$$

$$M_i = Z_i * (1 - E_i) \quad (20)$$

De acuerdo con los aspectos teóricos, la mortalidad natural sería superior en las tallas pequeñas (larvas, juveniles), y la misma va disminuyendo a medida que el recurso incrementa su tamaño (edad) hasta llegar a un punto en que las especies son lo suficientemente fuerte como para perdurar en el tiempo sin que la mortalidad natural sea un parámetro determinante del stock.

Posteriormente al ingresar los recursos a las pesquerías la mortalidad por pesca es el factor crítico en el equilibrio del stock, a partir de esta etapa de aprovechamiento y dependiendo de la especie, la mortalidad natural empieza desde un valor bajo hasta un valor alto, además cuando la cohorte es vieja la mortalidad natural adquiriría un valor alto y permanente.

Para el presente estudio se realizó un análisis de mortalidad natural a partir de la fase de plena explotación, para lo cual se estudiaron las diferentes fases por las que atraviesa un recurso desde sus inicios hasta cubrir las etapas de plena explotación.

6. Estimación de M mediante la ecuación de Taylor (en Borda & Cruz, 2004):

$$M = \frac{2.996}{A_{95\%}} \quad (21)$$

$$A_{95\%} = \left(\frac{2.996}{K} \right) + t_0 \quad (22)$$

Mortalidad por pesca

Básicamente se utilizó la estimación de mortalidad por pesca como la acción ejercida por el hombre en la extracción de un recurso pesquero y está determinada por:

$$F = qf \quad (23)$$

En muchos casos se calculó F teniendo como estimativo inicial la ecuación (13) conociendo Z y M. sin embargo para el desarrollo del modelo de Thompson y Bell se utilizó una interacción para la estimación de la mortalidad por pesca de la siguiente manera:

$$F/Z = \frac{C_{(L1, L2)}}{(N_{(L1)} - N_{(L2)})} \quad (24)$$

$$F = M \frac{F/Z}{1 - F/Z} \quad (25)$$

Criterios utilizados para utilizar los índices de mortalidad

Teniendo en cuenta que se contó con varios modelos para estimar la mortalidad total Z y la mortalidad natural se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos teóricos:

Para la estimación de la mortalidad total se generaron una serie de valores utilizando un sistema estadístico de re-muestreo con el fin de construir una tabla de resultados la cual se construyó con diferentes simulaciones. Se utilizó la teoría estadística de análisis de varianza y análisis no paramétricos. Para evaluar la validez de los datos utilizados se empleó un nivel de seguridad del 1 y 5% para las diferentes circunstancias que se presentaron en el estudio de acuerdo con la metodología propuesta por diferentes investigadores (Zar, 1999; Tsokos, 1991; Sokel & Rohlf, 1969; Martínez & Martínez, 1997).

Para la determinación de la mortalidad natural se utilizaron criterios tomados de Cadima (2003):

$1 \leq M/K \leq 2$ Para peces pequeños
 $2 \leq M/K \leq 3$ Para peces demersales

Sin embargo, el ajuste final se utilizó realizando iteraciones del f terminal con las estimaciones de todos los modelos descritos. De tal manera que ajustes realizados que mostraran una estimación desproporcionada en el modelo de crecimiento fueron eliminadas; cuando las estimaciones fueron similares, se usó un promedio de los datos estimados y éste fue el que se ingresó en los diferentes modelos utilizados.

Debe anotarse que para el caso de los recursos pesqueros marinos se utilizaron los datos de mortalidades reportados por Barreto y otros. (2009).

Análisis de poblaciones

Una vez que se tuvieron evaluados los aspectos de crecimiento y mortalidad se procedió a estructurar medidas de población virtual. El primer método utilizado fue el análisis de cohortes con base en los registros de tallas. Se partió de la estimación de edades relativas con base en las tallas (Sparre & Vennema, 1997).

$$t(L1) = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left[1 - \frac{L1}{L^\infty} \right] \text{ y } \Delta t = t(L2) - t(L1) = \frac{1}{K} \ln \left[\frac{L^\infty - L1}{L^\infty - L2} \right] \quad (26)$$

La fracción de los que sobreviven sobre los que mueren se calculó como:

$$H(L1, L2) = \left[\frac{L^\infty - L1}{L^\infty - L2} \right]^{M/2K} \quad (27)$$

La estimación de las capturas se da mediante la propuesta:

$$C(L1, L2) = N(L1) * \frac{F}{Z} * [1 - e^{(-Z*\Delta t)}] \quad (28)$$

Bajo este esquema se procedió a modelar las pesquerías con base en dos estructuras principales:

- El modelo bioeconómico de Thompson y Bell basado en tallas con la siguiente forma:

Teniendo como base el intervalo de talla $i = (L_i, L_{i+1})$ las variables de entrada son:

Mortalidad de pesca calculada utilizando las ecuaciones (24) y (25):

La captura en un intervalo de clase determinado se calculó de acuerdo con:

$$C_i = [N(L_i) - N(L_{i+1})] * \frac{F_i}{Z_i} \quad (29)$$

El peso promedio de los especímenes por intervalo de tallas fue calculado de la siguiente manera:

$$\bar{W}_i = a * \left[\frac{(L_i + L_{i+1})}{2} \right]^b \quad (30)$$

En esta ecuación a y b son las constantes de la regresión longitud y peso.

El rendimiento por intervalo está dado por:

$$R_i = C_i * \bar{W}_i \quad (31)$$

La biomasa media de intervalo se calculó bajo la fórmula:

$$\bar{B}_i \Delta t_i = \bar{N}_i \Delta t_i \bar{W}_i \quad (32)$$

Se valoró el factor alométrico con base en la relación talla longitud, si el parámetro era estadísticamente similar a 3, que equivale a un crecimiento isométrico, se procedió a la aplicación del modelo de rendimiento por recluta (Ricker, 1975; Csirke, 1980; Sparre y Vennema, 1997 y Cubillos, 2001):

$$sb^2 = \frac{1}{n-2} \left[\left(\frac{sy}{sx} \right)^2 - b^2 \right] \quad (33)$$

$$sa^2 = sb^2 \left[\frac{n-1}{n} sx^2 + \bar{x}^2 \right] \quad (34)$$

Finalmente, con las ecuaciones integradas en el modelo se puede estudiar la situación particular de recursos que se está estudiando (Figura 25).

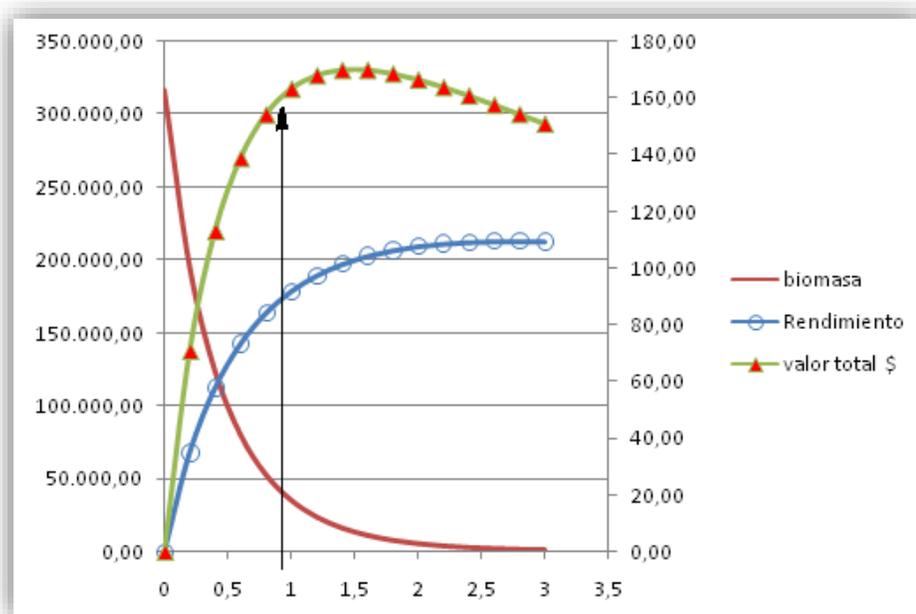


Figura 25. Esquema teórico del comportamiento del modelo bioeconómico de Thompson y Bell.

La línea continua indica la posición 1 de eje de las ordenadas que es el indicador de la situación actual del recurso en este caso particular se puede observar que la línea indica que no se ha alcanzado el Rendimiento Máximo Económico (línea verde con marcador triangular rojo), ni el rendimiento máximo sostenible (Línea azul con marcador transparente).

- El modelo bioeconómico de Gordon Schaefer basado en el modelo logístico de crecimiento (Seijo, Defeo, & Salas, 1997).

El modelo requiere de información de captura y esfuerzo (secuencia histórica de la flota industrial registrada), costos fijos y costos variables (para la flota artesanal se usó información por averiguación directa con pescadores artesanales de Tumaco y Buenaventura) con base en la ecuación:

$$\frac{dB}{dt} = rB(t) \left(1 - \frac{B(t)}{K}\right) \quad (35)$$

Donde r es la tasa intrínseca de crecimiento poblacional, $B(t)$ biomasa de la población en el tiempo t y K es la capacidad de carga del ecosistema.

La captura está dada por:

$$C = qfK \left(1 - \frac{qf}{r}\right) \quad (36)$$

Para determinar los costos totales de la pesquería se utilizó:

$$CT = \left(\frac{cr \left[\frac{1-B}{K} \right]}{q} \right) \quad (37)$$

El esfuerzo óptimo se calculó mediante:

$$f = \frac{qKr}{2q^2K} \quad (38)$$

Y la captura en rendimiento máximo sostenible se estimó mediante:

$$C_{MRS} = \frac{Kr}{4} \quad (39)$$

Modelos analíticos de rendimiento por recluta de Bevert y Holt basado en tallas, el esquema utilizado fue el de Ricker (1975) y Sparre & Vennema (1997).

$$Y/R = F * A * w_{\infty} * \left[\frac{1}{Z} - \frac{3U}{Z+K} + \frac{3*U^2}{Z+2K} - \frac{U^3}{Z+3K} \right] \quad (40)$$

El cálculo de la anterior ecuación tiene como valor de A:

$$A = \left[\frac{L_{\infty} - Lc}{L_{\infty} - Lr} \right] \quad (41)$$

Como un complemento para el análisis pesquero de los recursos evaluados se analizó la tasa de explotación como un primer indicador del estado de las poblaciones.

$$E = \frac{F}{Z} \quad (42)$$

Análisis de talla media de madurez sexual (TMM)

De todos los datos recopilados se separaron los individuos maduros de los inmaduros y se evaluaron los individuos que presentaron las categorías visuales establecidas esto es: en maduración, maduros, desovados e inmaduros. Para el análisis de madurez sexual se utilizó la siguiente propuesta, en donde el porcentaje de hembras maduras (%M) en cada intervalo de

tallas es igual a la proporción de hembras maduras (N_{HM}) sobre hembras totales (N_{TH}) (En Borda & Cruz, 2004).

$$\%M = \frac{N_{HM}}{N_{TH}} \quad (52)$$

Para el ajuste de regresión entre la marca de clase y la madurez se determinaron las constantes a y b y la talla media de primera madurez (Cruz y otros, 2007; Roa y otros, 1999)

$$TMM = \frac{1}{[1+e^{-(a-(b*l))}]} \quad (53)$$

Finalmente, para determinar el valor probabilístico de la talla media de madurez sexual y la edad relativa correspondiente. Igualmente se utilizó la técnica de re-muestreo de Montecarlo para definir diferentes escenarios y poder establecer los valores óptimos, para este resultado se utilizando el programa MATSIM VER 1.3 (Roa, Ernst, & Tapia, 1999).

De otra parte, se comparó con una prueba estadística de t de Student si existen diferencias significativas entre machos y hembras, para lo cual los resultados fueron evaluados con un nivel de significancia del 5%.

Modelos bayesianos aplicados a las pesquerías de Colombia

Según consideraciones teóricas las bases fundamentales en la evaluación de los recursos pesqueros de una forma cuantificable es la de poder establecer el estado actual de los stocks que están siendo sometidos a pesquerías (McAllister, Pikitch, & Hilborn, 1994).

Es importante considerar que las productividades están siendo directamente determinadas por la acción metabólica de incremento del tejido vivo lo que conlleva a un aumento en la biomasa de una población específica (Allen, 1971), este sistema puede ser considerado como productividad latente, que puede ser considerado como la tasa instantánea de producción de biomasa P la cual es determinada en un escenario sin pesca y que tiene relación directa con el tamaño del stock (Sierra Rodríguez, 2004):

$$P(b) = \frac{dB}{dt} \quad (54)$$

Por lo tanto, la producción excedente en función de la ecuación diferencia derivada de (54) en un año determinado está dada por (Sierra Rodríguez, 2004):

$$PE_t = \int_t^{t+1} P(B)dt = B_{t+1} - B_t \quad (55)$$

Pero esta producción excedente debe estar acorde con la situación pesquera del momento por lo tanto una ecuación más realista sobre la producción excedente sería:

$$PE_t = B_{t+1} - B_t + C_t \quad (56)$$

Se plantea esta ecuación como un modelo dinámico ordenado la ecuación (56) para que finalmente se tenga la expresión:

$$B_{t+1} = B_t - C_t + PE_t \quad (57)$$

Con el fin de aplicar tablas de decisiones se partió de la propuesta de ecuación dinámica y se ajustó al siguiente modelo (Punt & Hilborn, 2001):

$$\beta_{t+1} = \frac{\lambda\beta_0(\beta_t - C_t)}{\beta_0 + (\lambda - 1)(\beta_t - C_t)} \quad (58)$$

Como estrategia de cálculo se utilizó una función de captura que tiene como constante la tasa de aprovechamiento k (Punt & Hilborn, 2001):

$$C_t = kB_t \quad (59)$$

Con el fin de estimar la influencia de las variaciones ambientales el modelo de dinámica poblacional se estimó la biomasa como (Punt & Hilborn, 2001):

$$B_{t+1} = \frac{\lambda B_0 (B_t - C_t) e^{\sigma_v \varepsilon_t}}{B_0 + (\lambda - 1)(B_t - C_t)} \quad (60)$$

En donde σ_v es la variación de la biomasa debido a las fluctuaciones ambientales y ε_t es un número aleatorio con distribución normal de media 0 y desviación estándar 1: $\varepsilon \sim N(0, 1^2)$.

La función de verosimilitud se construyó con base en el supuesto que los datos son independientes y normalmente distribuidos:

$$L(D|\underline{\theta}) = \prod_i \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(d_i - \hat{d}_i(\underline{\theta}))^2}{2\sigma^2}} \quad (61)$$

En donde d_i es el i^{th} dato puntual, $\hat{d}_i(\underline{\theta})$ es el valor estimado del modelo d_i y σ es la desviación estándar del error observado.

También se utilizó una función de verosimilitud basada en las hipótesis formuladas durante el desarrollo del trabajo bajo el supuesto:

$$L(D|\theta) = \prod_i \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\ln d_i - \ln \hat{d}_i(\theta))^2}{2\sigma^2}} \quad (62)$$

El fundamento de la regla de Bayes considerada como probabilidad relativa o probabilidad posterior se utilizó con información previa y se fundamenta el planteamiento teórico general (Punt & Hilborn, 2001):

$$\pi(H_i) = \frac{L(D|H_i)p(H_i)}{\sum_j L(D|H_j)p(H_j)} \quad (63)$$

Donde $\pi(H_i)$ Es la probabilidad posterior de la hipótesis i , $L(D|H_i)$ es la verosimilitud del grupo de datos D dada la hipótesis H_i , y $p(H_i)$ Es la probabilidad prior de la hipótesis H_i .

Se consideró la determinación de incluir en la modelación la estimación de dos parámetros r y K por lo que el modelo de Bayes fue reajustado como (Punt & Hilborn, 2001):

$$\pi(\theta_{1,i}, \theta_{2,j}) = \frac{p(\theta_{1,i}, \theta_{2,j})L(D|\theta_{1,i}, \theta_{2,j})}{\sum_k \sum_i L(D|\theta_{1,k}, \theta_{2,j})p(\theta_{1,k}, \theta_{2,j})} \quad (64)$$

La distribución posterior es casi imposible determinarla mediante procesos analíticas por lo tanto una serie de métodos numéricos se emplearon para determinar estos aspectos bajo los siguientes términos:

$$\pi(\theta) \propto L(D|\theta)p(\theta) \quad (65)$$

Se consideró un modelo único estructural que resumen de forma sencilla los planteamientos Bayesianos para el análisis del recurso (Punt & Hilborn, 2001):

$$B_{t+1} = sB_t + \bar{R} - C_t \quad (66)$$

Donde s es la tasa de supervivencia del recurso calculada como $S = e^{-Z}$ y \bar{R} es el promedio del reclutamiento.

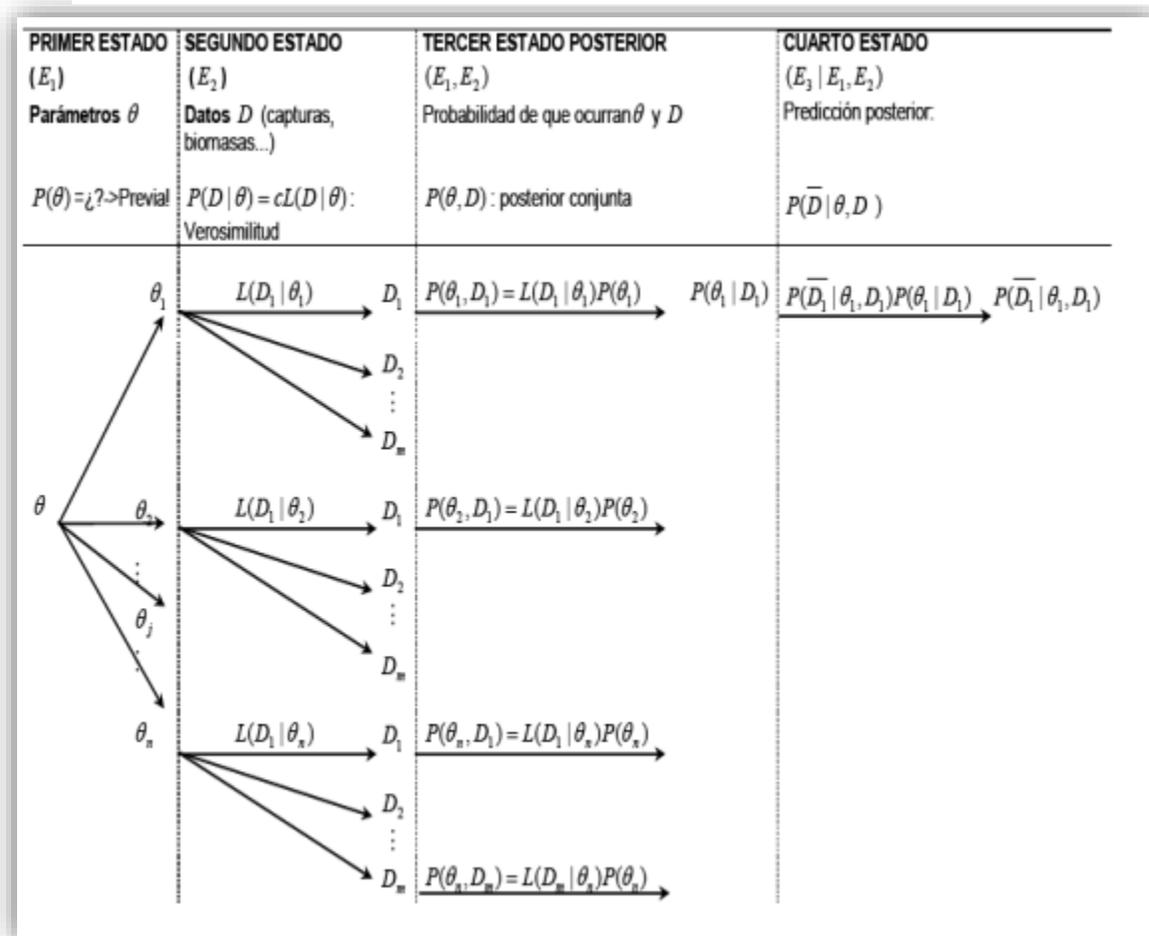
Teniendo en cuenta que los errores de este modelo tienen distribución normal las tasas de biomasa estaría en la siguiente función de verosimilitud:

$$L(D|\underline{\theta}) = \prod_t \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2 t}} e^{\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(\ln I_t - \ln(qB_t))^2\right)} \quad (67)$$

Donde I_t es la captura por unidad de esfuerzo para el año t , q es el factor de capturabilidad y σ es la desviación estándar de la capturabilidad.

El investigador Sierra (2001) en su tesis de maestría hace un resumen muy interesante sobre el proceso del algoritmo Bayesiano y su funcionamiento expuesto de la siguiente manera:

Tabla 1. Esquema general de la regla de Bayes aplicado a las pesquerías.



Sierra Rodríguez (2004) planteó que en un estudio de evaluación de recursos lo primero que se detecta es el segundo estado E_2 producto de que el primer evento ya ocurrió E_1 , esto significa que por lo general en la mayoría de las pesquerías los aspectos normales de información disponible se refieren al segundo evento (E_2) o sea los datos $D = (D_1, D_2, D_3, \dots, D_n)$ que por lógica fueron generados por un modelo determinado $\theta = (\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_n)$ que son los parámetros del primer estado. Finalmente, el estado cuatro (E_4) representa la solución matemática al modelo general de Bayes (Sierra Rodríguez, 2004).

En el planteamiento descrito en la tabla 1 muestra que el tercer estado (E_3) es un evento posterior dado después de que los dos eventos anteriores ocurrieron. Una vez que se tiene la estructura de funcionamiento se pueden realizar inferencias sobre capturas y biomazas (\bar{D}) que es los que esta propuesto en el estado cuatro de la tabla 1 ($E_3|E_1, E_2$).

Modelos bayesianos para longitudes LBB (por sus siglas en ingles de Length Bayesins Biomass)

El concepto de modelo LBB, el crecimiento sigue los planteamientos de la ecuación de crecimiento VBGF ya descritos; para la abundancia relativa en numero de individuos se calcula como:

$$\frac{N_L}{\sum N_L} = \frac{\left(\frac{L_\infty - L}{L_\infty - L_{star}}\right)^{Z/k}}{\sum \left(\frac{L_\infty - L}{L_\infty - L_{star}}\right)^{Z/k}}$$

El cuál se puede ajustar a la fórmula:

$$P_{L/L_\infty} = \left(1 - \frac{L}{L_\infty}\right)^{M/k}$$

La longitud correspondiente a una cierta probabilidad P de ser retenido por el arte de pesca se puede obtener de Ecuación:

$$L_p = \frac{\alpha L_c - \log\left(\frac{1}{P} - 1\right)}{\alpha}$$

La estabilización de la curva sostenida en numero que proviene de un planteamiento de ecuación diferencial que finalmente propende por una estabilización en la ecuación:

$$\frac{N_{Li}}{\sum N_{Li}} = \frac{L_{Li-1} S_{Li} \left(\frac{L_\infty - L_i}{L_\infty - L_{i-1}}\right)^{\frac{M+F}{k} S_{Li}}}{\sum N_{Li-1} S_{Li} \left(\frac{L_\infty - L_i}{L_\infty - L_{i-1}}\right)^{\frac{M+F}{k} S_{Li}}}$$

Modelos para estimar producción de los ríos

Modelos de Leger Huet (Welcomme, 1980).

Evaluación de Ictiomasa

$$K = BLk \quad (68)$$

En la que K representa la productividad, L es la anchura media de los ríos, B capacidad biogénica y k es el coeficiente de productividad el cual depende de la sumatoria de $k_1 + k_2 + k_3$ para esta sumatoria el parámetro k_1 es la expresión de la temperatura media anual, k_2 depende de la acidez o alcalinidad del río y k_3 dependen del tipo de poblaciones (reófilas o limnifilas)

El valor de k_3 está condicionado por el parámetro productivo:

$$K_{3AB} = (\%zona_1 * k_{3r}) + (\%zona_r * k_{3l}) = \frac{1}{A+P_r} \quad (69)$$

El porcentaje de superficie para cada una de las zonas se evaluó como (Welcomme, 1980):

$$\%superficie\ l = \frac{\frac{P_l}{k_{3l}}}{\frac{P_l}{k_{3l}} + \frac{P_r}{k_{3r}}} \quad (70)$$

$$\%superficie\ r = \frac{\frac{P_r}{k_{3r}}}{\frac{P_r}{k_{3r}} + \frac{P_l}{k_{3l}}} \quad (71)$$

Predicción de capturas por el método Leopold (Welcomme, 1980):

$$P = a + bC_s + cC_m \quad (72)$$

Donde P es la captura prevista C_s es la captura en temporada de desove en el año n-1 C_m suma de las capturas durante la temporada de máxima productividad en el año n-1.

La calidad de la predicción se mide como:

$$Q = \sqrt{1 - r^2} \quad (73)$$

Y la exactitud de la predicción se evaluó mediante:



$$A_p = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^{i=n} \left[\frac{P_i}{C_i} - 1 \right] \quad (74)$$

CAPITULO 2

CUENCA DEL PACÍFICO

La información correspondiente a esta zona del pacifico fue obtenida de Bahía Solano, Buenaventura, Guapi y Tumaco, tanto de los datos de desembarque de la flota industrial, como de la pesca artesanal. Las muestras biológicas fueron tomadas de los productos desembarcados.

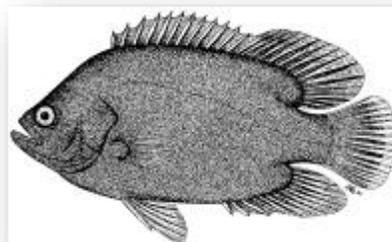
Peces

Familia Lobotidae

La familia Lobotidae con se encuentra representada con el Berrugate como única especie desembarcada en el litoral pacífico.

Berrugate *Lobotes pacificus* (Gilbert, 1898)

Es una especie de hábitos carnívoros especialmente sobre otros peces óseos, aunque en las etapas de juveniles se alimenta básicamente de especímenes del necton. Su distribución geográfica va desde Nicaragua hasta el Perú (Heennstra *et al.*, 1995). Vive en aguas tropicales y subtropicales del Pacífico Oriental, puede penetrar en aguas costeras como estuarios fangosos o bahías, aguas dulces o algunas veces en mar abierto alrededor de objetos flotantes; los juveniles suelen asociarse a malezas flotantes de *Sargassum*; pueden permanecer de costado en la superficie y parecer como una hoja oscura a la deriva; llegan a crecer hasta 100 cm y alcanzar al menos 15 kg de peso (Fischer *et al.*, 1995; Allen & Robertson, 1998).



Recurso de interés para los pescadores artesanales por lo que se considera estratégico en la economía de la región. En el año 2018 se registraron capturas por 108 t, de los valores más altos reportados desde el año 1995; ya que las capturas reportadas entre los años 1996 a 2006 presentaron valores entre 1 y 94 t. Se captura principalmente en aguas costeras con artes de enmalle tipo trasmallo y anzuelos. (Información del grupo de Investigaciones INCODER - ICA).

Las capturas reportadas para 2018 de 108 t, provienen en su mayor proporción de redes de enmalle (trasmallos, mayadores y mallas), redes de arrastre y líneas de mano. Los desembarcos reportados en orden descendente (en volumen), provienen de Guapi, Buenaventura, Tumaco y Bahía solano.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 12.5 y 97.5 cm de longitud total, la talla media de captura calculada fue de $57,7 \pm 0.4$ cm de LT (Figura 26).

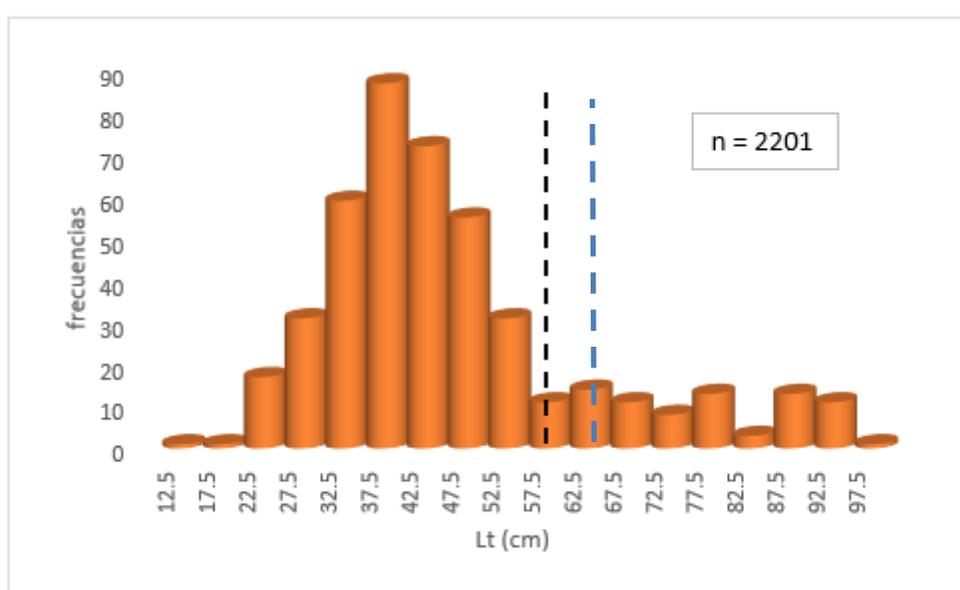


Figura 26. Estructura de tallas de *Lobotes pacificus* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC, línea negra discontinua) y la Talla Media de Madurez (TMM, línea azul discontinua), calculadas con un intervalo de confianza del 95%. AÑO 20

Se evaluó la madurez sexual de los individuos muestreados, comparando machos y hembras, la prueba mostró que existe diferencia entre sexos ($P > 0,05$), siendo mayor la talla estimada para las hembras, la cual fue utilizada para los análisis. Con el fin de comprobar la información se utilizó el programa MATSIM, determinándose una TMM de 67,7 cm de LT, con una edad estimada de 2,1 años. Se estableció de manera preliminar que noviembre y enero son los meses en los que se presenta mayor porcentaje de madurez sexual.

Al comparar la talla media de captura y la talla media de madurez sexual estimada al 50% (TMM = 67,7 cm de LT), se evidencian niveles altos de aprovechamiento, ya que se están capturando individuos juveniles, configurándose una sobrepesca del crecimiento (Figura 26).

Crecimiento

Esta especie presentó un crecimiento oscilatorio ($K = 0,48/\text{año}$), los datos analizados permitieron estimar la siguiente ecuación de crecimiento:

$$L_t = 119(1 - e^{-0,48(t-2.3)-0,115/2\pi\text{sen}0,32})$$

Modelos de producción

Según consideraciones teóricas las bases fundamentales en la evaluación de los recursos pesqueros de una forma cuantificable, es la de poder establecer el estado actual de los stocks que se encuentran sometidos a pesquerías (McAllister *et al.*, 1994).

Con la información procesada se pudo constatar que el Berrugate es una especie que no ha alcanzado los niveles de rendimiento máximo sostenible, teniendo en cuenta que al aplicar el modelo de producción excedente del tipo Schaefer-Fox, optimizado mediante la teoría bayesiana se observa un rendimiento máximo sostenible de 217 t (Tabla 2, Figura 27).

De la misma manera, mediante la utilización de las tallas registradas para el 2018 se aplicó el modelo de Thompson y Bell (Figura 28), para evaluar la situación de este recurso, encontrándose un rendimiento máximo sostenible de 153 t, que igualmente se puede registrar un rendimiento máximo económico estimado de \$ 27.374 mil millones de pesos. Se observa que con el nivel de esfuerzo actual ($F=0,1$), la pesquería no ha alcanzado el rendimiento máximo sostenible (RMS) así como el económico.

Tabla 2. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Año 2018. Fuente AUNAP - SEPEC

366.8444	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	69	177	144	131	120	112	116	124
0.05	1	249	259	236	225	211	202	197
0.075	0	16	306	315	304	295	282	217
0.1	0	0	118	335	359	357	351	217
0.125	0	0	1	254	359	395	399	201
0.15	0	0	0	1	333	372	421	161
0.175	0	0	0	0	3	348	381	105
0.2	0	0	0	0	0	0	1054	151
0.225	0	0	0	0	0	0	-3	0
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

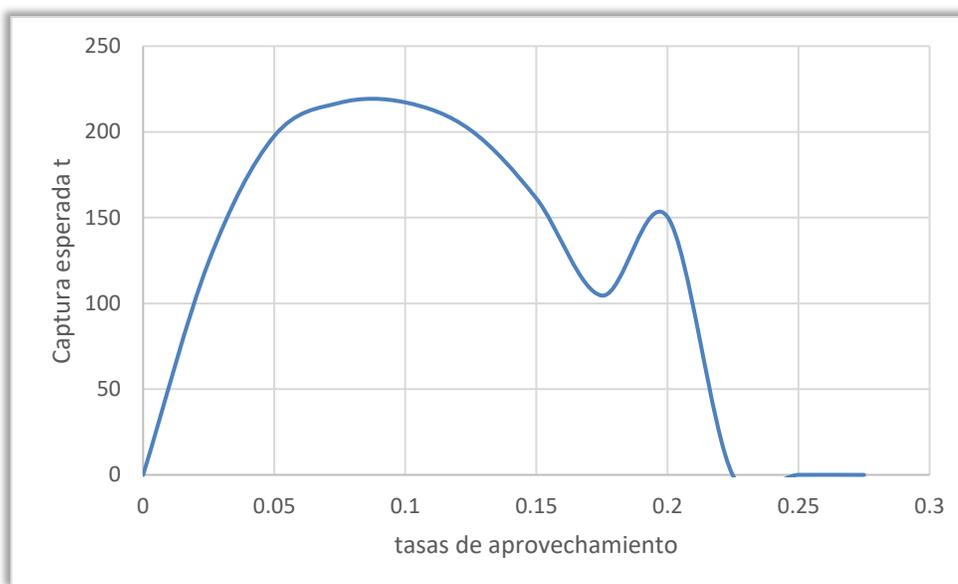


Figura 27. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP – SEPEC.

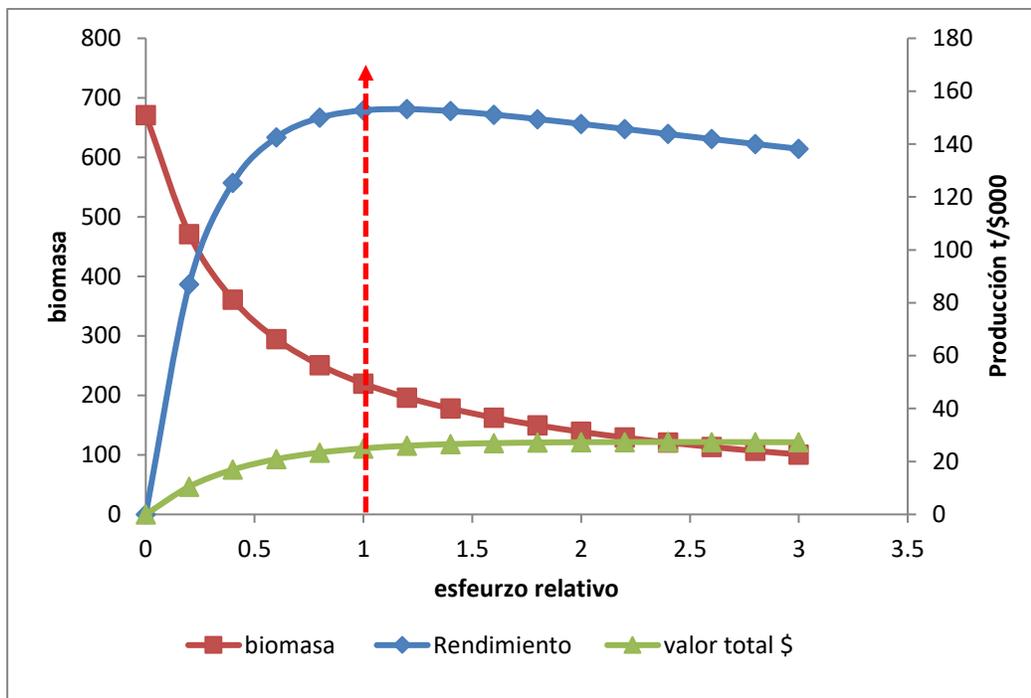


Figura 28. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Lobotes pacificus* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell.

Recomendación

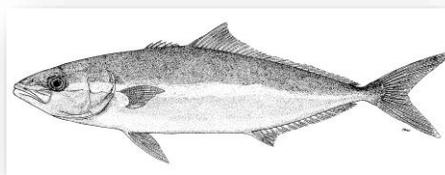
Teniendo en cuenta la tasa de explotación y los niveles reportados por los modelos empleados se estima que a este recurso se le puede asignar una cuota de captura entre 153 y 217 t. Como este es un recurso que principalmente es capturado con redes de enmalle, se prevé que el uso de artes de pesca de anzuelo, son una medida de ordenación apropiada.

Se debe continuar con la toma de información para este recurso con el fin de definir si se requiere implementar medidas de manejo especial, es importante realizar un estudio puntual de los parámetros económicos para establecer su estado desde el punto de vista biológico y económico, y emitir medidas de manejo con aplicación a las condiciones sociales de la región.

Familia Carangidae

Bravo *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833)

Especie de importancia para la pesca artesanal, los reportes en pesca industrial son puntuales. Para el 2018 se reportaron capturas por 13 t. Desde 1991 las capturas han sido variables, a partir del 2004 se han alcanzado los mayores reportes (superiores a 100 t). pero ha vuelto a disminuir de manera considerable



La mayor captura se encuentra registrada para Bahía Solano, las artes más representativas fueron las líneas de mano, los espineles, los boliches, el trancador y los arpones.

Tallas y madurez sexual

Para el 2018 no se registraron tallas suficientes para estimar los parámetros biológicos y pesqueros; Barreto *et al.* (2009), estimaron la talla media de captura en 87,9 cm de LT, y la talla media de madurez en 95 cm LT, estos aspectos deben ser investigados con mayor detalle a fin de proponer estrategias de manejo que permitan la sostenibilidad de este recurso

Crecimiento

Es una especie de crecimiento lento ya que la relación $L_{\infty} = 228,9$ cm LT, con un k de 0,22 así lo indican. Barreto *et al.* (2009), propusieron la ecuación que describe el crecimiento:

$$LT = 228.9(1 - e^{-0.22(t-0.06)})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente Gordon Schaefer muestra un rendimiento máximo sostenible de 180 t, el cual supera en un 60% al valor encontrado con el modelo de Thompson y Bell; esto puede estar relacionado con el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica que puede tener algunos sesgos en la estimación de los datos de esfuerzo históricos y que este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes. Sin embargo, es claro que ambos sistemas de análisis

muestran un evidente estado de pleno aprovechamiento del recurso (Tabla 3, Figura 29 y Figura 30)

Tabla 3. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

118	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,025	57,3	91,9	103,4	109,3	113,0	115,4	117,2	101,089
0,05	14,6	114,2	160,2	183,4	197,6	207,2	214,2	155,916
0,075	0,1	62,6	166,8	219,6	251,7	273,4	289,1	180,483
0,1	0,0	4,5	118,0	214,9	272,9	311,9	340,1	180,333
0,125	0,0	0,0	28,0	165,6	258,3	320,5	365,3	162,532
0,15	0,0	0,0	0,3	68,8	205,1	296,6	362,5	133,319
0,175	0,0	0,0	0,0	2,7	107,9	237,4	329,2	96,736
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	138,1	262,6	58,677
0,225	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	158,4	25,556
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	29,0	4,152
0,275	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,013

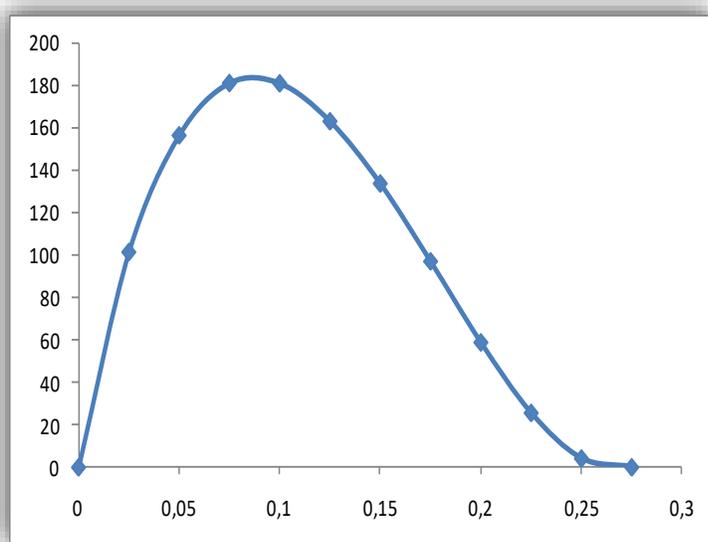


Figura 29. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

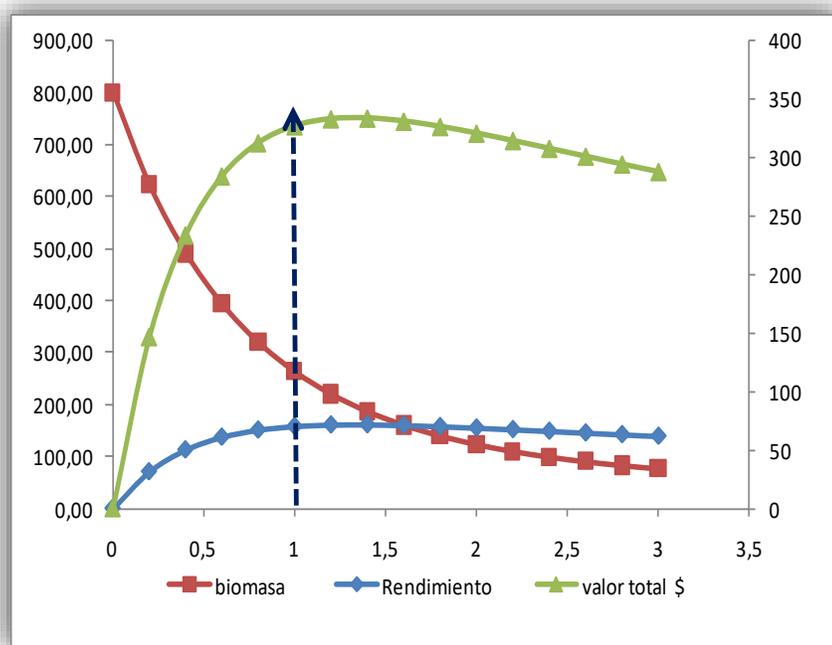


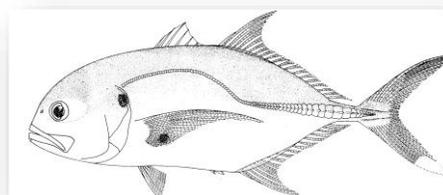
Figura 30. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Seriola lalandi* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP -SEPEC

Recomendación

Atendiendo los análisis realizados se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 100 t. Esta medida se debe complementar con un monitoreo biológico pesquero de la especie, con el fin de proponer medidas complementarias orientadas a proteger la talla media de madurez.

Jurel *Caranx caninus* (Günther, 1867)

Es una especie pelágica en aguas costeras y oceánicas. Forma cardúmenes medianos a grandes que se desplazan generalmente con gran rapidez, aunque los ejemplares más grandes suelen ser solitarios.



Es común sobre fondos someros, pero los ejemplares grandes pueden encontrarse en aguas oceánicas profundas hasta unos 350 m de profundidad. También frecuenta aguas salobres y ocasionalmente asciende los ríos. Emite gruñidos o carraspeos cuando es capturado. Se

alimenta principalmente de peces, también de camarones y otros invertebrados. Los juveniles son comunes en estuarios de río (Fischer *et al.*, 1995).

Para el 2018 se reportaron capturas por 445,3 t, desde 1991 las capturas han sido variables, a partir del 2004 las capturas reportadas son inferiores a 100 t. Las artes más representativas son línea de mano, trasmallo, chinchorro y red de arrastre.

Tallas y madurez sexual

Para el 2018 no se registraron tallas que permitiera determinar el comportamiento se la madurez sexual. Se estimó la talla media de captura en 47,8 cm de LT, y la talla media de madurez en 70,5 cm LT, estos aspectos deben ser investigados con mayor detalle a fin de proponer estrategias de manejo que permitan la sostenibilidad de este recurso

Crecimiento

Es una especie de crecimiento moderado, que pude determinases como un posible recurso con términos de vida lento, propusieron la ecuación que describe el crecimiento:

$$LT = 100(1 - e^{-0.23(t-0.51)+0.18\text{seno}6.18(t-0.3)})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente Gordon Schaefer muestra un rendimiento máximo sostenible de 180 t, el cual supera en un 44 % al valor encontrado con el modelo de Thompson y Bell (Tabla 4, Figs. 40 y 41); esto puede estar relacionado con el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica que puede tener algunos sesgos en la estimación de los datos históricos del esfuerzo y a que este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes. (Figura 31)

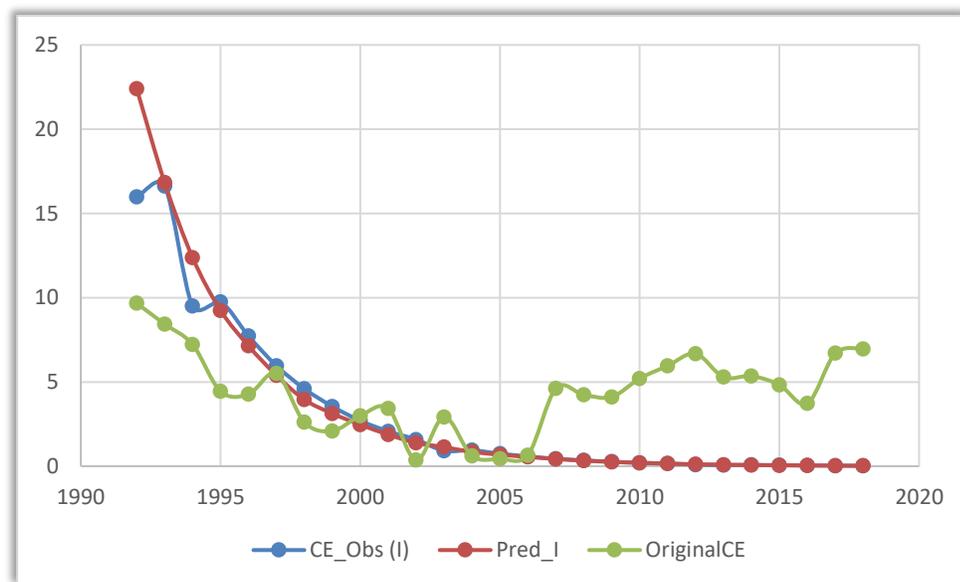


Figura 31. aplicación de los modelos de producción excedente con remuestreo de BOOTSTRAP

El análisis del modelo de Thompson y Bell (Figura 32), muestra un recurso en fase de plenamente explotado, ya que al incrementar levemente el esfuerzo se alcanzaría el RMS.

Tabla 4. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

71	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	0
0,025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,657
0,05	34,4	55,2	62,0	65,6	67,8	69,3	70,3	93,570
0,075	8,9	68,5	96,1	110,1	118,6	124,3	128,5	108,298
0,1	0,1	37,6	100,1	131,8	151,0	164,1	173,4	108,208
0,125	0,0	2,7	70,8	129,0	163,7	187,2	204,1	97,530
0,15	0,0	0,0	16,8	99,4	155,0	192,3	219,2	79,997
0,175	0,0	0,0	0,2	41,3	123,0	178,0	217,5	58,046
0,2	0,0	0,0	0,0	1,6	64,7	142,4	197,5	35,212
0,225	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	82,9	157,6	15,340
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	95,1	2,498
0,275	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	0,008

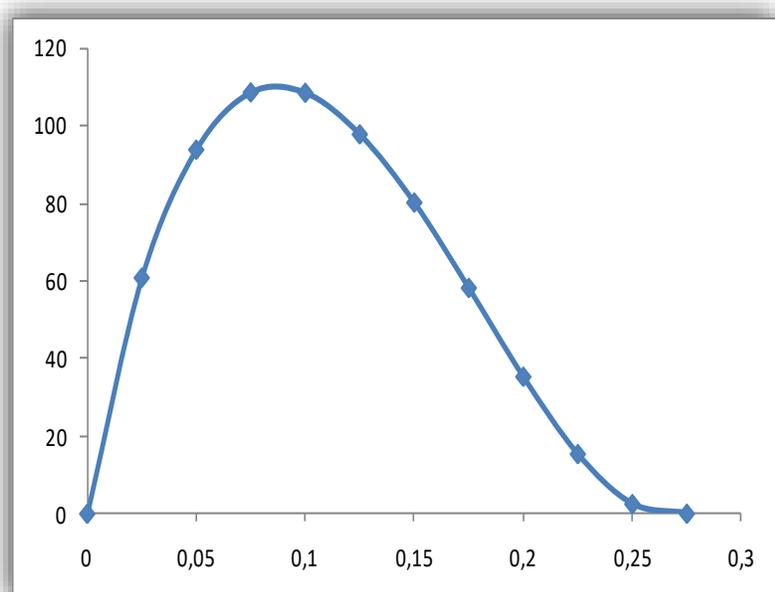


Figura 32. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

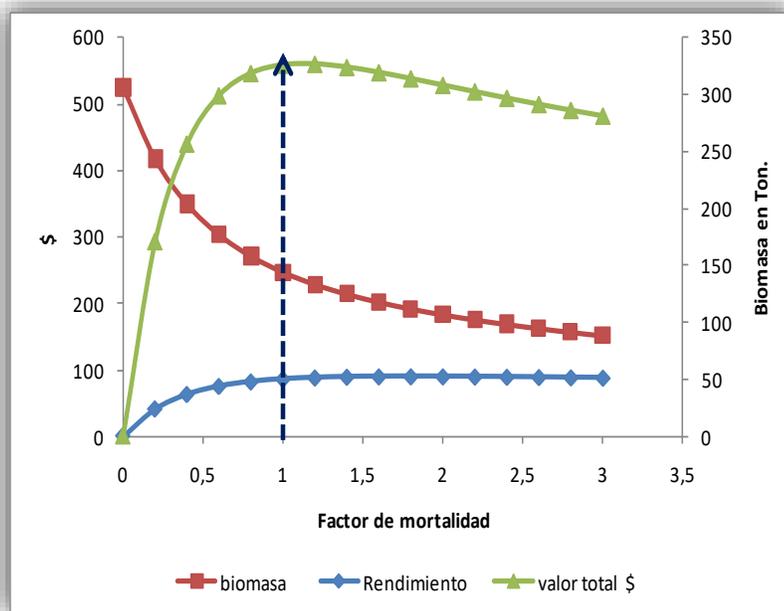


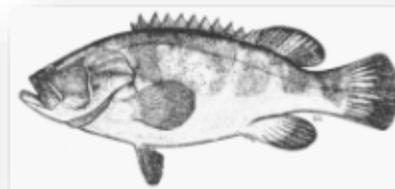
Figura 33. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Caranx caninus* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC
[Recomendación](#)

Se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 108 t, se requiere consolidar una estrategia para proteger las áreas en la cuales se encuentran los juveniles. De otra parte, es importante garantizar una cadena de valor que contribuya a la economía del pescador, ya que en épocas de abundancia los precios de compra son ínfimos.

Familia Serranidae

Mero guasa *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822)

Especie de importancia para la pesca artesanal e industrial. Se encuentra frecuentemente en aguas someras; los juveniles son comunes en zonas de manglares, y tanto los juveniles como los adultos entran en bahías y puertos. Los adultos de grandes tallas pueden encontrarse también mar afuera, asociados a naufragios y a bancos poco profundos.



Para el 2018 se reportaron capturas por 1,3 t, y aunque no se tuvo información completa de todo el año si se detecta que es una producción muy baja, desde 1991 las capturas han sido variables, pero todos los datos reportados son inferiores a 100 t.

Modelos de producción

No se pudo evaluar mediante el modelo de Thompson y Bell por no contar con información de tallas; sin embargo, los análisis realizados mediante la utilización del modelo de producción excedente y Bootstrap (Tabla 5, Figura 34), evidencian que es un recurso sobreexplotado, el cual presenta una disminución de biomasa efectiva disponible con respecto a 1991.

En este sentido se requiere la implementación de medidas que incluyan las diferentes pesquerías que acceden a la especie (arrastre, anzuelo, malla) tanto a nivel industrial como artesanal.

Recomendación

Se recomienda que la cuota de aprovechamiento sean de conservación ya que este recurso se encuentra en serio problemas de sostenibilidad los cuales no debe superar 10 t, se requiere establecer estrategias de manejo basadas en las características biológicas (crecimiento lento y estrategia reproductiva) y las diferentes artes de pesca con la cual es capturada.

De acuerdo con la información analizada, se requiere con urgencia hacer un estudio detallado sobre el estado del recurso con fines de manejo que incluyan zonas estratégicas de reproducción y crecimiento de la especie con el fin de proteger la especie.

Tabla 5. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

48	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)								Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35		
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,05	6,3	45,5	62,2	70,2	74,9	78,0	80,2	80,2	59,635
0,1	0,0	2,0	47,6	84,0	105,0	118,8	128,5	128,5	69,409
0,15	0,0	0,0	0,1	28,2	80,7	115,0	138,9	138,9	51,838
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	54,8	102,8	102,8	23,226
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6	12,6	1,810
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000

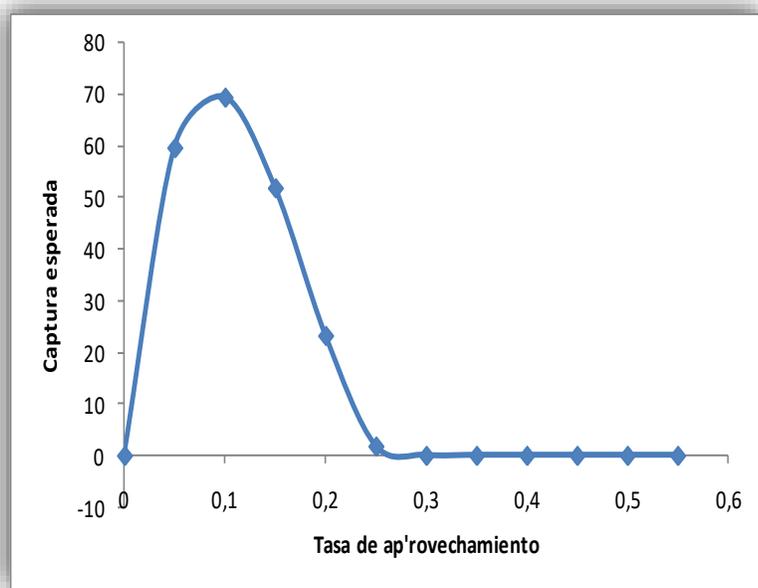
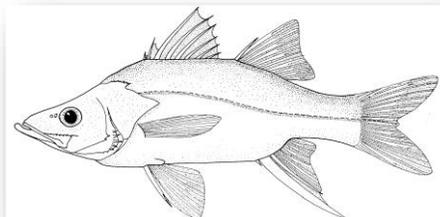


Figura 34. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual.

Familia Centropomidae

Gualajo *Centropomus armatus* (Gill, 1863)

Especie de gran importancia para la pesca artesanal e industrial. Habita en bahías, esteros y partes inferiores de ríos y quebradas de aguas dulces. Crece hasta por lo menos 37 cm (Allen & Robertson, 1998).



Para el 2018 se reportaron capturas por 99,96 t, desde 1991 las capturas han sido variables y los datos reportados son inferiores a 100 t, con excepción de los años 1996 y 2002 en los cuales los registros estuvieron por encima de las 330 t. Las artes más representativas son mallador, chinchorro y trasmallo.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencias estuvo comprendida entre 13.5 y 76.5 cm LT, con un reporte de la talla media de captura fue de 37.0 cm LT, ligeramente superior a la talla media de madurez encontrada de 35 cm LT (Figura 35).

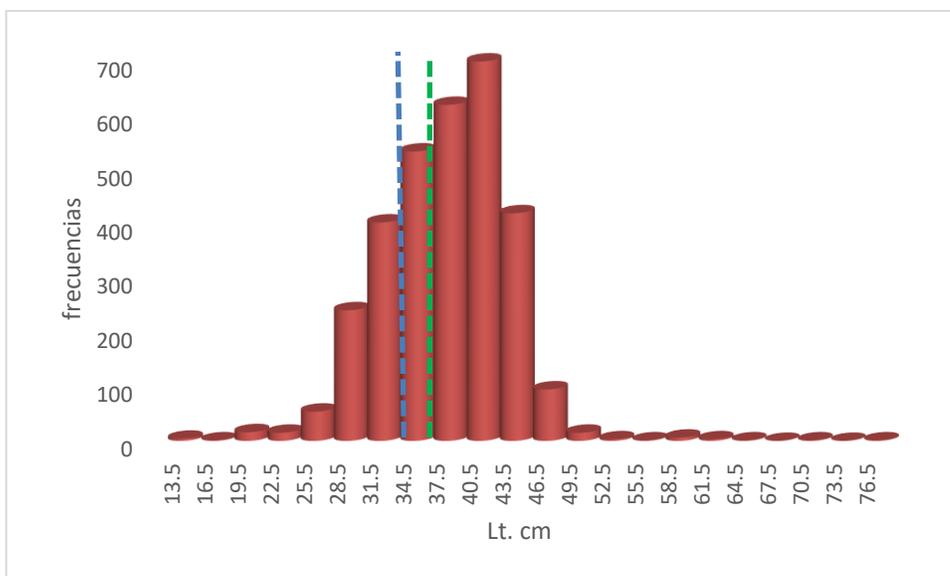


Figura 35. distribución de frecuencias de *centropomus armatus*. la línea azul representa la T:M:C y la línea verde la T.M. Fuente AUNAP - SEPEC

Crecimiento

Estos individuos no son muy longevos, presentan un crecimiento relativamente rápido, la ecuación que describe el crecimiento es:

$$LT = 78.5(1 - e^{-0.42(t-0.2)-0.25 \text{ seno } 6.25(t-0.5)})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente por remuestreo mediante remuestreo BOOSTRAP muestra un rendimiento máximo sostenible de 187 t, el cual supera en un 53 % al valor encontrado con el modelo de Thompson y Bell, pro más ajustado al modelo bayesiana de 117 t (Tabla 6, Figura 36, Figura 37, Figura 38); esto puede estar relacionado con el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica que puede tener algunos sesgos en la estimación de los datos históricos del esfuerzo y a que este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes.

Tabla 6. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

144.871	Estado de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	42	61	66	69	70	71	72	64
0.05	10	80	105	117	124	128	132	100
0.075	0	46	114	143	160	171	179	116
0.1	0	4	86	145	177	198	213	117
0.125	0	0	20	118	173	207	232	107
0.15	0	0	0	51	144	197	234	90
0.175	0	0	0	3	81	165	219	67
0.2	0	0	0	0	8	104	182	42
0.225	0	0	0	0	0	16	119	19
0.25	0	0	0	0	0	0	22	3
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

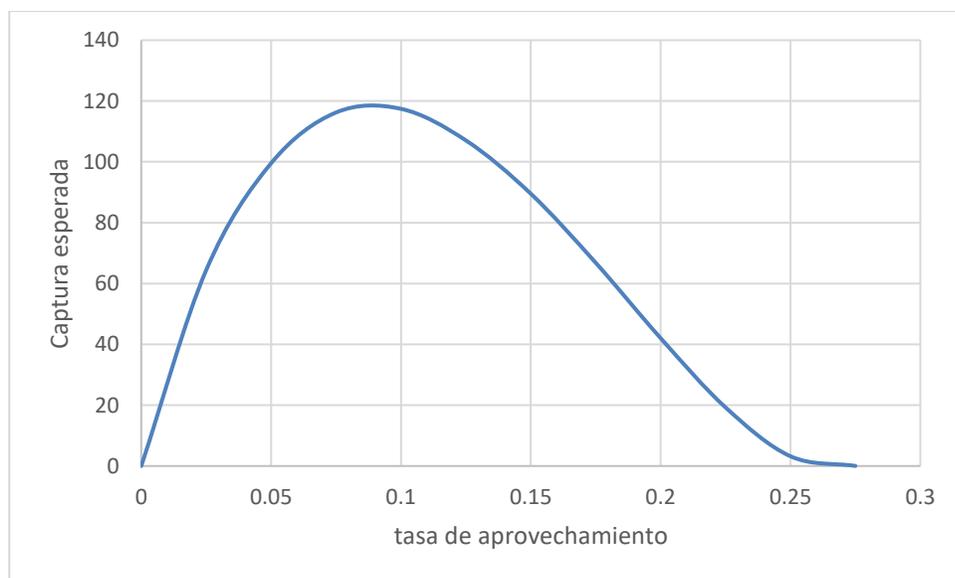


Figura 36. Rendimiento pesquero aplicando el modelo bayesiano de pesquerías para el *Centropomus armatus*. Fuente AUNAP - SEPEC

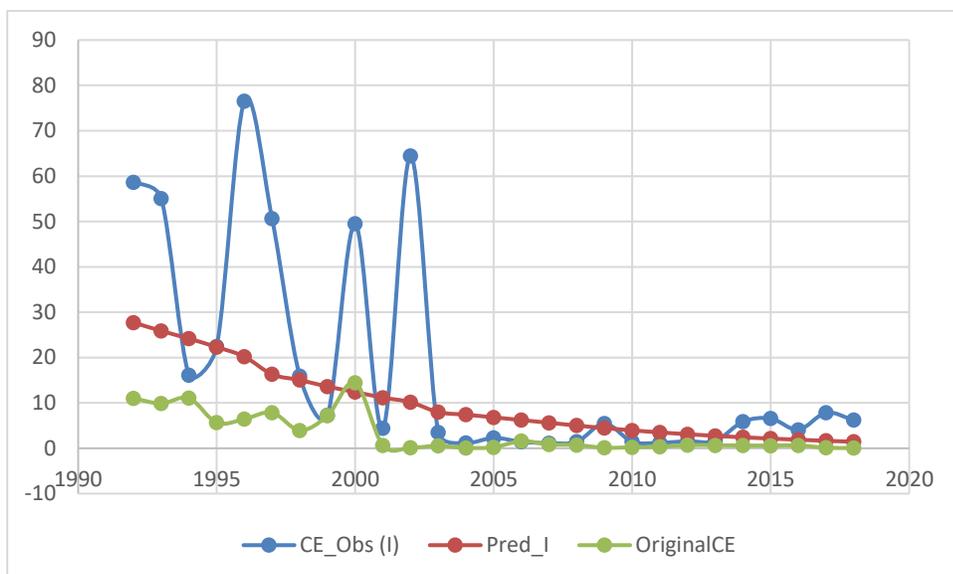


Figura 37. resultado del modelo de producción excedente utilizando remuestreo BOOSTRAP

El análisis del modelo de Thompson y Bell (Figura 38), muestra un recurso que ya superó el rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado que está en el nivel máximo 100 t, y se encuentra en el punto de equilibrio, lo cual hace que el recurso deba manejarse con reserva para que no sobrepase este punto de referencia limite.

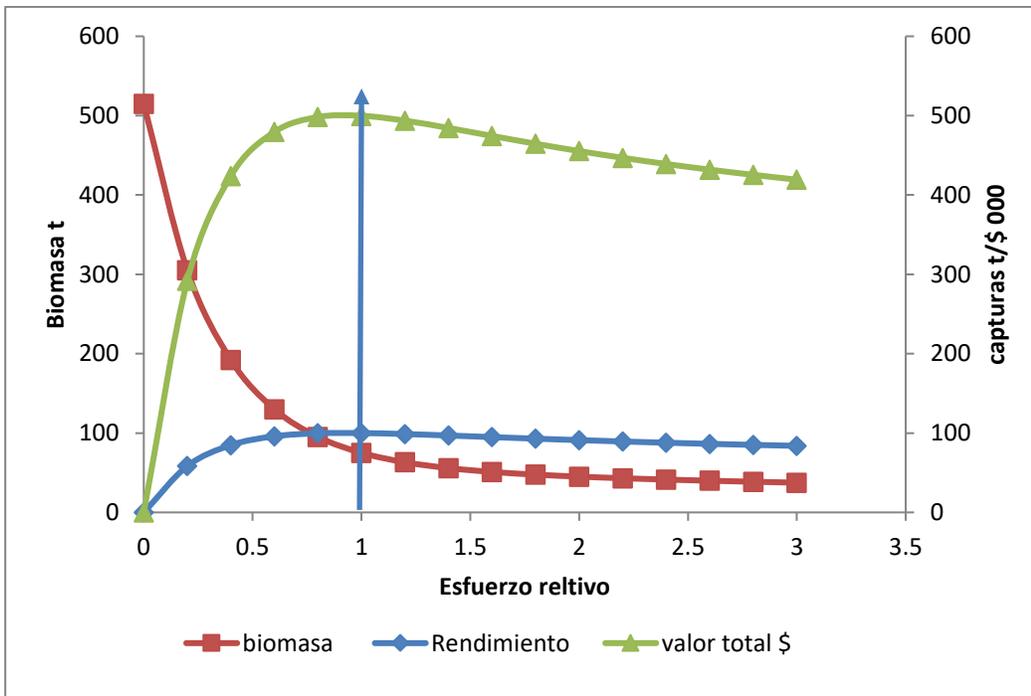


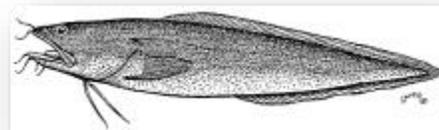
Figura 38. Modelo de Thompson y Bell para *Centropomus armatus*. fuente AUNAP - SEPEC

Recomendación

Se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 110 t, se requiere consolidar una estrategia para disminuir la presión pesquera con el uso de trasmallos y zonificar la utilización de los chinchorros, a fin de proteger las áreas en la cuales se encuentran los juveniles.

Merluza *Brotula Clarkae* (Hubbs, 1944)

Adultos bentopelágicos a 650 m de profundidad, los juveniles son comunes en los arrecifes. En profundidades cercanas de 40 a 75 m, los adultos se encuentran asociados a fondos fangosos (Fischer *et al.*, 1995). Especie de gran importancia para la pesca artesanal, con reportes para la pesca industrial.



Para el 2018 se reportaron capturas por 275,5 t, desde 1992 las capturas han sido variables, a partir del 2001 se han reportado las menores capturas (entre 2 y 52 t), sin embargo, para los años 2003 - 2017 los reportes estuvieron por encima de las 100 t.

Las mayores capturas se encontraron en Bahía Solano y Buenaventura, los artes más representativos fueron la línea de mano, el espinel y las redes de arrastre.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencias estuvo comprendida entre 22.5 y 117.5 cm LT, la talla media de captura estuvo en 78,5 cm LT, y la talla media de madurez estimada fue de 74 cm LT estos aspectos deben ser investigados con mayor detalle con el fin de proponer estrategias de manejo que permitan la sostenibilidad del recurso (Figura 39).

Crecimiento

Es una especie de crecimiento lento, puesto que su relación $L^\infty = 110$ cm LT., con un k de 0,57 así lo indican, la ecuación que describe el crecimiento es:

$$LT = 110(1 - e^{-0.57(t-0.24)})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente con remuestreo BOOTSTRAP muestra un rendimiento máximo sostenible de 183 t, el cual es inferior a lo estimado por el modelo de Thompson y Bell, en un 8 % (Tabla 7, Figura 40 y Figura 42); esto puede estar relacionado con el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica que puede tener algunos sesgos en la estimación de los datos históricos del esfuerzo y a que este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes.

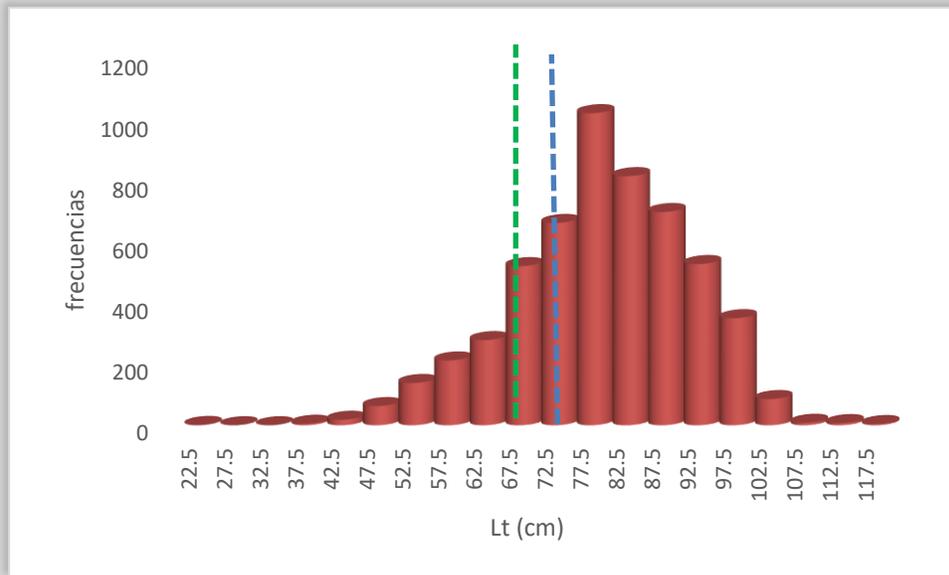


Figura 39. Estructura de tallas de *Brotula Clarkae* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC, línea azul discontinua) y la Talla Media de Madurez (TMM, línea verde discontinua), calculadas con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 7. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
409.5789	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	82	105	115	120	123	124	125	113
0.05	12	134	178	201	215	223	228	170
0.075	3	54	181	236	272	293	307	192
0.1	0	4	109	218	286	331	360	187
0.125	0	0	7	136	254	329	381	158
0.15	0	0	1	13	155	281	362	116
0.175	0	0	0	2	19	164	293	68
0.2	0	0	0	0	2	12	168	26
0.225	0	0	0	0	0	2	-1	0
0.25	0	0	0	0	0	0	1	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

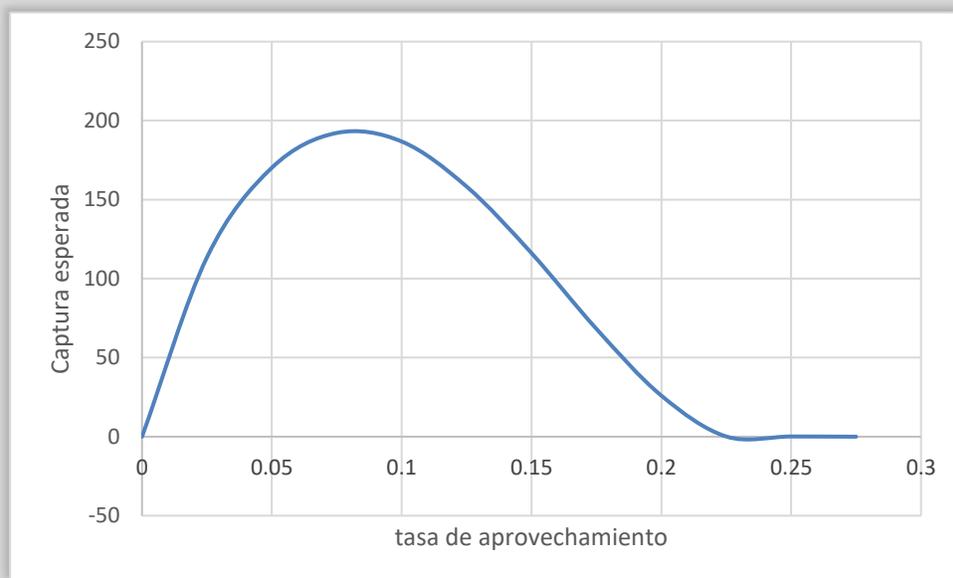


Figura 40. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual de merluza. Fuente AUNAP - SEPEC

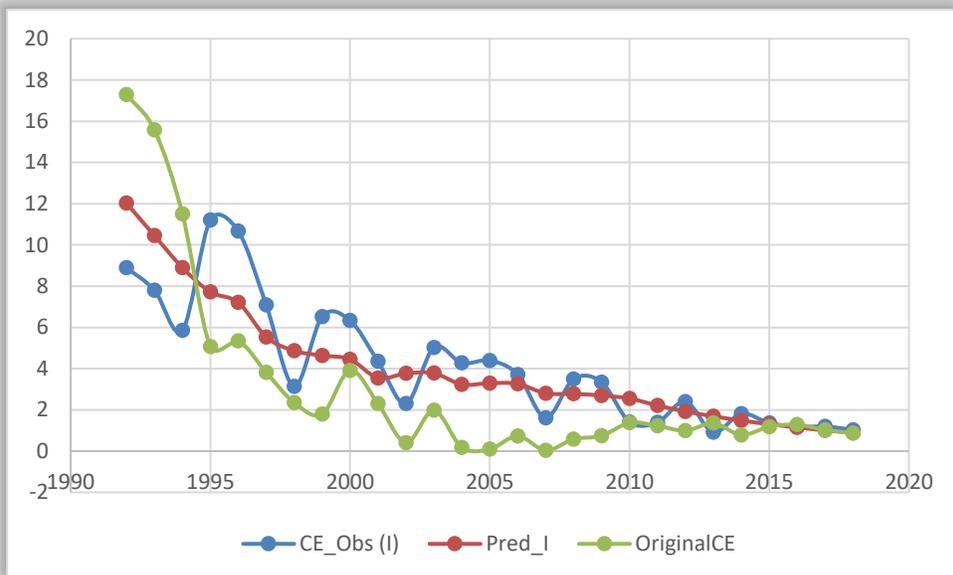


Figura 41. Modelo de producción excedente usado remuesreo BOOTSTRAP, para merluza. Fuente AUNAP - SEPEC

El análisis del modelo de Thompson y Bell (Figura 42), muestra un recurso en fase de equilibrio, con una estimación de rendimiento máximo sostenible de 278 t mostrando algunas señales de recuperación de estimaciones realizadas anteriormente.

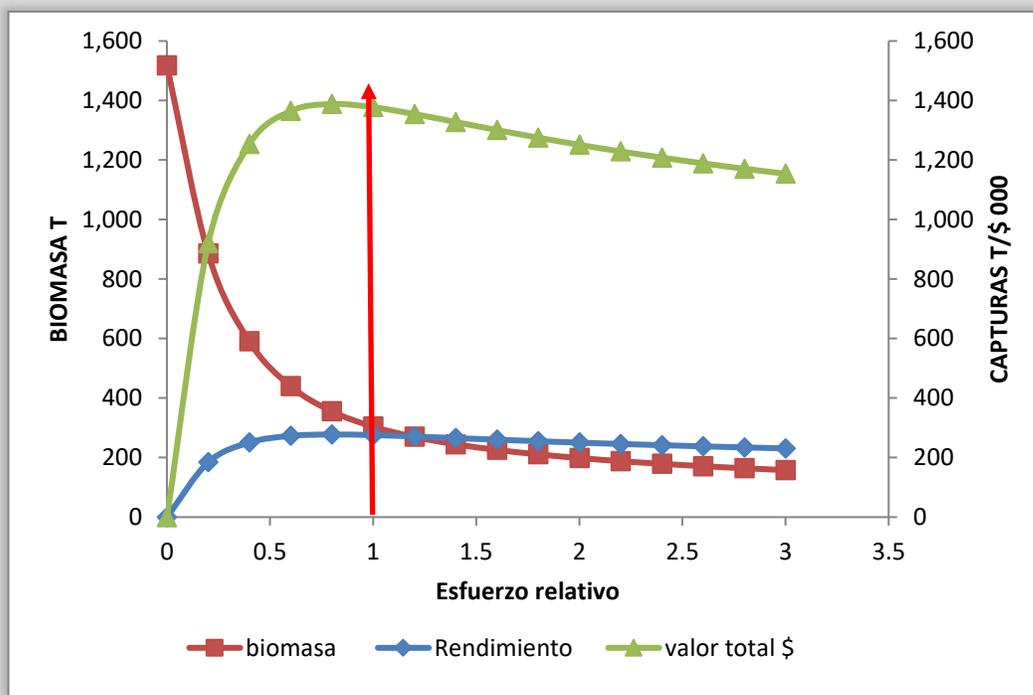


Figura 42. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Brotula clarkae* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell.

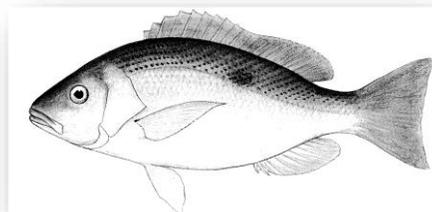
Recomendación

Atendiendo los análisis realizados y teniendo en cuenta que en los desembarques hay mezcla de las especies de cherna reportadas, se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 250 t. Esta medida se debe complementar con un monitoreo biológico pesquero de la especie, a fin de proponer medidas complementarias orientadas a proteger la talla media de madurez.

Es importante anotar que este recurso no había tenido cuota de aprovechamiento en años anteriores debido a que no se había optimizado la información estructural que permitiera disponer de todas las herramientas, también se consideró que por la importancia del recurso y su impacto en las pesquerías de tipo industrial y artesanal ameritan que el mismo disponga de una cuota para su análisis futuro.

Familia Lutjanidae

Pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)



Vive en arrecifes costeros, hasta unos 30 m de profundidad. Generalmente solitario o en pequeños grupos, pero ocasionalmente forma grandes cardúmenes. Los juveniles viven en estuarios y bocas de ríos. Son carnívoros, se alimentan de invertebrados y peces. Es capturado con redes de arrastre, y redes en general, así como con líneas de mano, en áreas costeras hasta 30 m de profundidad. Se comercializa fresco o congelado (Fischer *et al.*, 1995).

Durante el 2018 se capturaron 251,94 t, la producción en los últimos 15 años, ha oscilado alrededor de las 300 t. Los desembarcos reportados en orden descendente (en volumen), provienen de Buenaventura, Tumaco, Bahía Solano y Guapi; las artes más representativas son las redes de enmalle, redes de arrastre, trasmallo, artes de anzuelo, chinchorro y boliche.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 10 y 132 cm LT, con la talla media de captura estimada en 37 cm Lt., ligeramente inferior a la talla media de madurez sexual estimada al 50% en 36,2 cm Lt. y por encima de la reportada como captura con redes de enmalle de 34,3 cm de Lt. (Rojas, 2007) (Fig. 51).

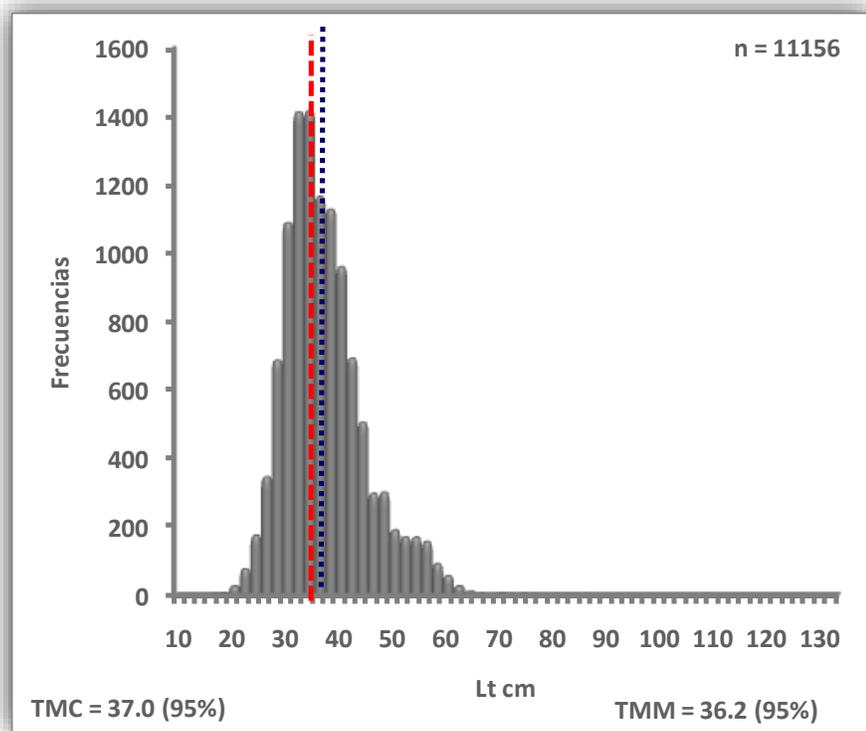


Figura 51. Estructura de tallas de *Lutjanus guttatus* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC) y la Talla Media de Madurez (TMM), calculadas con un intervalo de confianza del 95%.

Se evaluó la TMM de los individuos muestreados, comparando inicialmente si existía diferencias entre machos y hembras, la prueba estadística evidenció que no existen diferencias significativas entre machos y hembras ($P > 0,05$), por lo tanto, se hizo un solo cálculo, estimándose una TMM de 36,2 cm LT. ($n= 1.198$) (Fig. 51). Para confirmar los resultados se utilizó el programa MATSIM, determinando una TMM de 36,38 LT, brindando consistencia a lo reportado con el modelo logístico, igualmente, se determinó que la edad relativa para la talla estimada es de 1,9 años.

En otros estudios se estableció que la TMM oscila entre 31,0 - 31,9 cm LT (Santamaría-Miranda y otros, 2003; Rojas, 2007). De otra parte Rojas (2007) observó una talla media de madurez sexual para la especie de $55 \pm 1,8$ cm LT. ($n= 535$) en el Parque Natural Nacional de Gorgona que es muy superior a lo estimado en el presente estudio. Estas diferencias de tallas, y la variación evidenciada pueden ser consecuencia, en parte, del sistema de muestreo, áreas muestreadas y al procesamiento de los datos obtenidos. Las estimaciones realizadas sobre la

TMM varían entre 31 y 55 cm de LT, respectivamente, lo cual demuestra que existen diferencias apreciables en los estimados realizados, por consiguiente, deben ser utilizados con precaución. Como la TMM es un atributo de la población y no de los individuos aisladamente, este es un aspecto que debe ser investigado.

Se ha determinado que la especie tiene un desarrollo asincrónico de las gónadas por lo que se categoriza como un desovador parcial, con dos periodos reproductivos entre marzo - abril y agosto - noviembre en México (Arellano-Martínez y otros, 2001), este último periodo coincide con lo establecido en el patrón de reclutamiento descrito por Barreto y Borda (2008, 2009). Debe mencionarse que Rojas (2007) reporta una época de reproducción entre los últimos tres meses del año (octubre - diciembre) y los tres primeros meses del siguiente año (enero - marzo), lo que puede sugerir que la especie presenta variaciones reproductivas de acuerdo con el área de distribución.

Los datos consignados para esta especie permitieron determina una proporción de 1:1 hembras machos, que coincide con lo reportado por Arellano-Martínez y otros (2001)

Crecimiento

Esta es una especie de crecimiento lento puesto que su relación $L_{\infty} = 139$ cm LT., con un k de 0,28 así lo indican. El estudio de los datos recopilados determina que esta especie presenta un crecimiento oscilatorio con un punto de invierno en marzo, la ecuación que describe el crecimiento es:

$$LT = 139(1 - e^{-0.28(t-0.2)-0.035/2\pi\text{sen}0,5})$$

Modelos de producción

El análisis del modelo de Thompson y Bell (Fig. 52), muestra un recurso que ya superó el rendimiento máximo sostenible (RMS) estimado de 269 t, y se encuentra en fase de sobreexplotación, ya que, al reducir el esfuerzo, se recuperarían los niveles de máximo aprovechamiento. El rendimiento máximo económico estimado es de un valor aproximado de \$2.283 millones.

Se debe tener cuidado, ya que los rendimientos económicos ya fueron superados dando la idea que el mercado puede presionar demasiado el nivel de aprovechamiento, este recurso puede ser evaluado con un modelo más complejo como el bioeconómico del tipo Schaefer Gordon

que contemple información sobre costos fijos, variables, inversión costos de oportunidad, entre otros, que permitan ajustar mejor los aspectos económicos de esta pesquería.

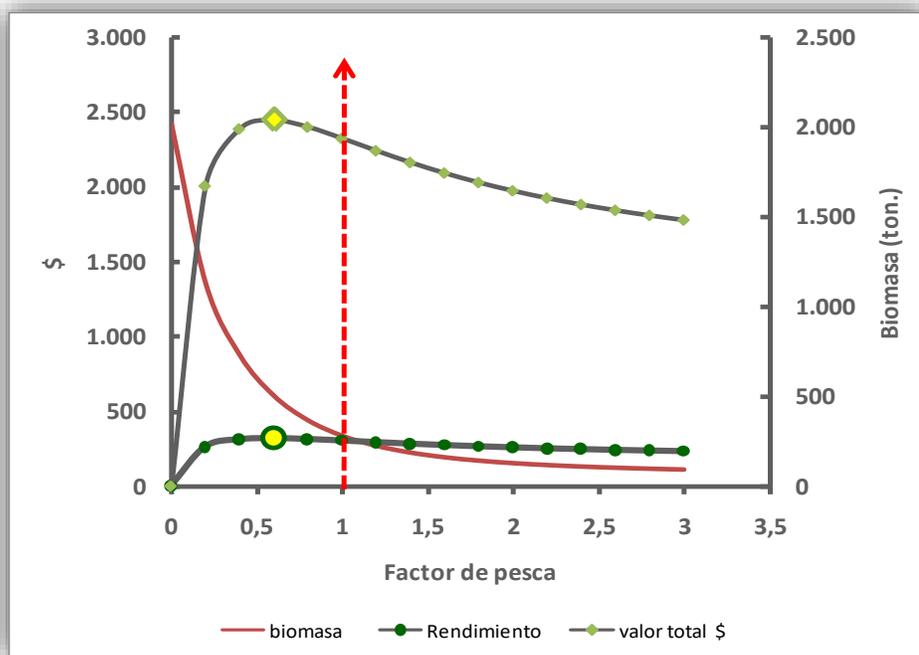


Figura 52. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Lutjanus guttatus* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell.

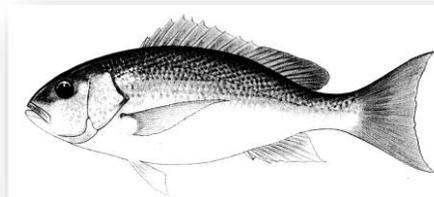
Con relación a los modelos de producción excedente, no se tiene un registro histórico sobre las pesquerías de la especie que permita analizar su dinámica poblacional, la evolución durante un periodo de aprovechamiento y determinar una comparación entre los dos sistemas de evaluación propuestos.

Recomendación

Teniendo en cuenta que la tasa de explotación se encuentra en un alto nivel, y que se inició la fase de sobreexplotación, se debe controlar su captura hasta niveles de 255 t; se busca una activación de los artes de pesca de anzuelo, igualmente se debe disminuir el esfuerzo de pesca actual.

Pargo rojo *Lutjanus peru* (Jordan & Gilbert, 1882)

Este es un recurso que habita las regiones costeras con preferencia por los arrecifes coralinos, no forma grupos o cardúmenes por lo que muestra un comportamiento territorial y se encuentra hasta profundidades de 80 m, es una especie netamente carnívora que se alimenta de peces y grandes invertebrados (Fischer *et al.*, 1995).



Durante el 2018 se registraron 54.9 t de desembarco, las producciones fueron concentradas en Buenaventura, Tumaco, Bahía Solano y Guapi. Los artes de pesca que aportaron mayores volúmenes fueron el boliche, mallador, artes de anzuelo (línea de mano, espinel), trasmallos y con redes de arrastre.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 12.5 y 112.5 cm LT, con una talla media calculada de 48,5 cm de LT, que comparada con la talla media de madurez sexual (calculada para el presente trabajo) de 59,4 cm LT, es igual, pero con la reportada para la región de 80 cm de LT, es muy inferior (Allen, 1985) (Fig. 53).

El reporte de las tallas no es el mejor dentro de los parámetros establecidos de 1000 a 1500 espécimen por año, esto podría ocasionar un análisis y resultados con márgenes de error (Gulland & Rosemberg, 1992)

La talla media de captura registrada fue de 59,3 cm de LT con una máxima de 99 cm de LT, superior al registro de 91 cm LT, (Fischer *et al.*, 1995). En 1998 la talla media de captura fue de 58,4 cm de LT (Angulo. W Com. Pers.). Para 1999 la talla media estuvo registrada en 72,79 cm (Angulo. W Com. Pers.). Posteriormente Caicedo (2006), reporta tallas medias de capturas entre 1999 y 2003 que disminuyen de 58,9 cm a 32,6 cm LT, capturados con espinel y volantín y una talla máxima de 77 cm LT, en el Parque Natural Nacional Gorgona (Caicedo *et al.*, 2006). Estos registros muestran que el recurso está siendo presionado intensamente ya que la talla media de captura actual ha disminuido significativamente, aunque para el presente estudio estuvo por encima del registro obtenido.

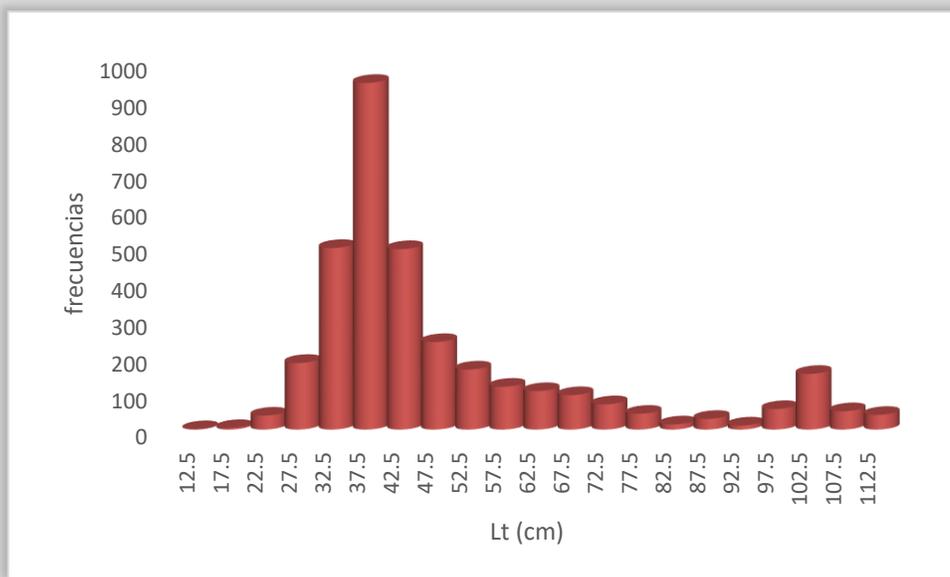


Figura 43. Estructura de tallas de *Lutjanus peru* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC) y la Talla Media de Madurez (TMM), calculadas con un intervalo de confianza del 95%.

Se observa la existencia de tallas reunidas entre dos grupos, el primero está entre las tallas de 27.5 hasta 57.5 cm de LT, el segundo entre 97.5 hasta 112.5 cm LT; este comportamiento puede estar afectado por la gran diversidad de artes con que está siendo capturada la especie en donde las artes de menor selectividad y de capturas cercanas la orilla estén capturando las tallas menores (chinchorro por ejemplo) y las artes de mayor selectividad o que actúen en aguas más profundas pueden obtener especímenes mayores.

Para el presente estudio la relación hembra macho fue de 1.5:1 ($n = 883$), de manera preliminar con información tomada entre febrero de 2017 a diciembre 2018, se determinó la talla media de madurez (TMM) sexual en 61,3 cm LT. Se estimó una edad máxima de 16.7 años.

En cuanto a los periodos de madurez sexual se encontró que la especie registra los meses de julio y octubre (Rojas, 1997). Sin embargo y de manera preliminarmente se estableció que febrero presenta los porcentajes de organismos maduros más altos.

Crecimiento

Esta es una especie de tallas grandes que permitió determinar un crecimiento asintótico de $L_{\infty} = 101,7$ cm LT, con un k de 0,8 y con un mínimo de crecimiento oscilatorio. La ecuación de crecimiento encontrada es:

$$LT = 119.99(1 - e^{-0.2(t-0.68)})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente con remuestreo de BOOTSTRAP muestra un rendimiento máximo sostenible de 132.4 t, (Figura 44) que no marca una diferencia sensible con lo propuesto por el modelo de Thompson y Bell, esto puede estar centrado en el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica mientras que el de Thompson y Bell utiliza información de tallas de unos dos años. Sin embargo, es claro que ambos sistemas de análisis muestran una ligera recuperación del recurso frente a lo realizado por años anteriores (Tabla 7, Figura 45 y Figura 46).

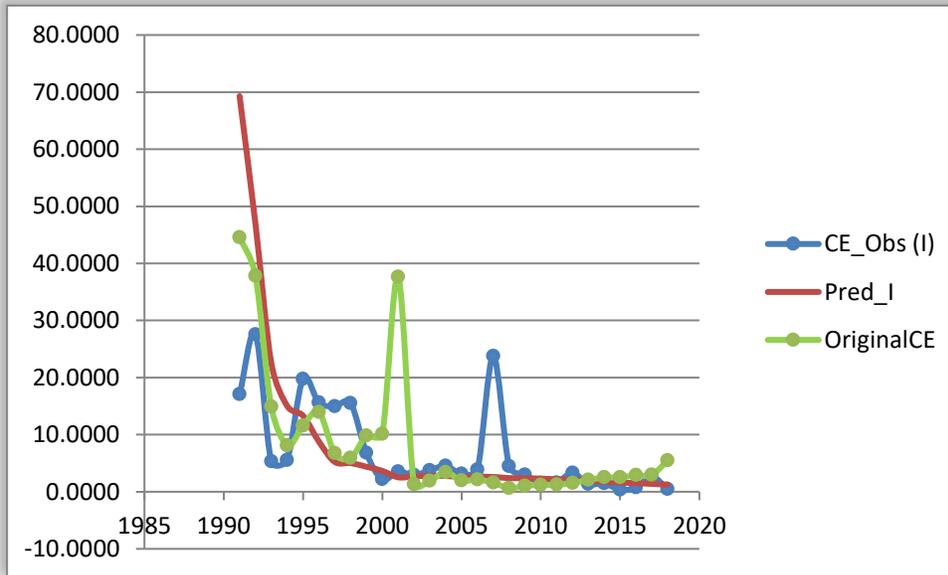


Figura 44. Desarrollo del modelo de producción excedente usando remuestreo. Fuente AUNAP - SEPEC

Tabla 8. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

	Estado de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
254.8491	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	51	65	71	75	76	77	78	71
0.05	7	83	111	125	134	139	142	106
0.075	2	33	112	147	169	182	191	120
0.1	0	3	67	136	178	206	224	116
0.125	0	0	5	85	158	204	237	98
0.15	0	0	1	8	96	175	225	72
0.175	0	0	0	1	12	102	183	42
0.2	0	0	0	0	1	8	105	16
0.225	0	0	0	0	0	1	0	0
0.25	0	0	0	0	0	0	1	0

0.275	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---

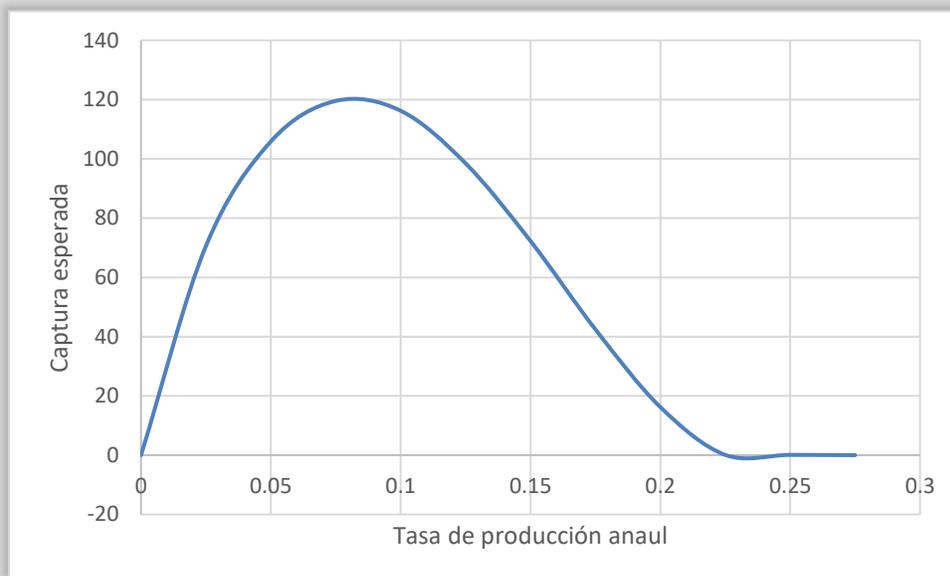


Figura 45. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

El modelo de producción de Thompson y Bell muestra que este recurso sobrepasó el rendimiento máximo sostenible y el económico de 119 t (Figura 46), por lo que no se recomienda que se incremente la pesquería. De acuerdo con lo anterior se debería disponer de estrategias de protección como las de regular el esfuerzo de pesca. El modelo permitió determinar un ajuste de rendimiento máximo sostenible con un valor económico cercano a los \$ 593.185.234 millones.

Recomendación

De acuerdo con los análisis aquí realizados tanto de la tasa de explotación como la respuesta de los modelos de producción se propone una cuota de manejo entre 199 hasta 250 t. Se debe

continuar con el programa de seguimiento a estas pesquerías para prevenir cualquier nivel de alarma (tallas, captura y esfuerzos) y emitir las medidas de ordenamiento adecuadas para no permitir que el recurso llegue a niveles de sobreexplotación.

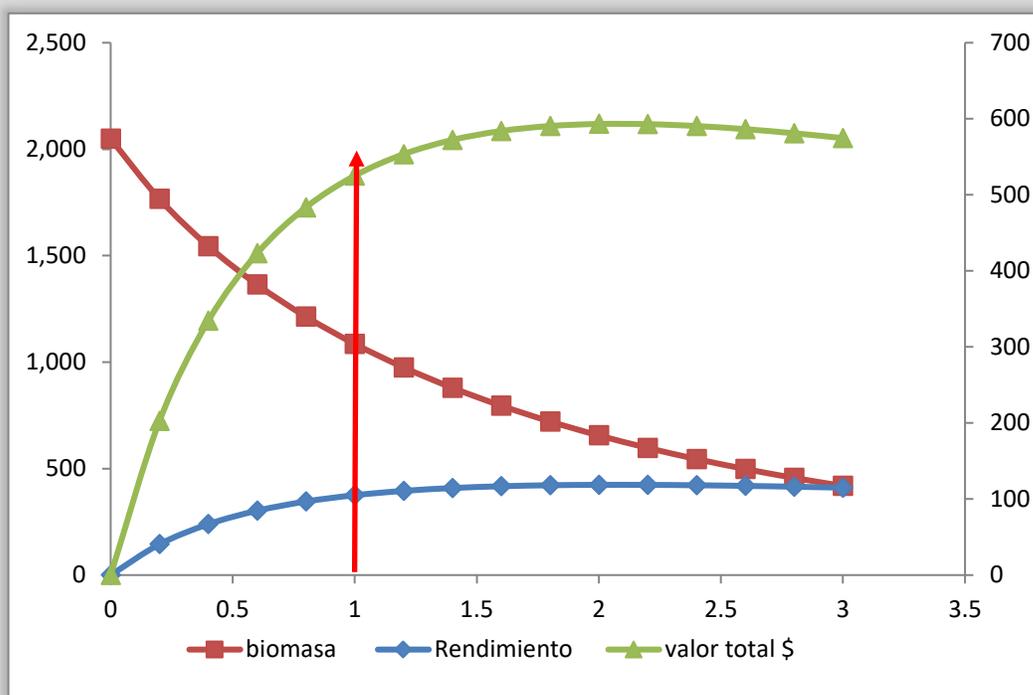


Figura 46. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Lutjanus peru* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC

Pargo vija *Lutjanus colorado* Jordan & Gilbert, 1882

Es una especie de distribución entre el sur de California Hasta Panamá; se encuentra en un rango de profundidad entre 1 a 70 m.; es un recurso de carnívoro puesto que se alimenta de invertebrados y otros peces; los juveniles suelen encontrarse en aguas estuarinas y costeras (Fischer et al., 1995).



Los desembarcos reportados desde 2018 son de 27.4 t. sin embargo los promedios de las capturas entre 2012 y 2017 fueron de 12.67 t, aunque se debe aclarar que la información disponible en el SEPEC tiene algunos problemas de cubrimiento en tiempo, que hace que las estimaciones sobre la producción no sean precisas.

Modelos de producción

Los análisis realizados mediante la utilización del modelo de bioeconómicos de tipo Thompson y Bell, evidencian que el pargo vija están siendo plenamente explotados, aunque si se mantiene esta acción de pesca el recurso puede mantener en sus niveles altos de producción. Igualmente, los modelos bayesianos; después de haber realizado simulaciones con 100 años de pesquerías; permitieron realizar una estimación de las capturas que tiene su valor máximo en las 74 t. (Tabla 9, Figura 47)

Tabla 9. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

	Estados de la Naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
89.36607	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	24	37	42	44	45	46	46	41
0.05	4	48	65	74	79	83	85	63
0.075	0	29	69	90	102	110	116	74
0.1	0	1	52	89	112	127	137	74
0.125	0	0	14	72	108	132	149	68
0.15	0	0	0	36	89	124	150	57
0.175	0	0	0	1	53	103	139	42
0.2	0	0	0	0	7	67	115	27
0.225	0	0	0	0	0	16	77	13
0.25	0	0	0	0	0	0	24	3
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

Recomendación

De acuerdo con los análisis realizados con los modelos utilizados, se propone una cuota de manejo que no supere las 60 t. Se debe adelantar un programa de seguimiento a estas pesquerías a fin de poder discriminar las especies y obtener información puntual (tallas, captura y esfuerzos), que permita emitir las medidas de ordenamiento adecuadas para no permitir que este grupo llegue a niveles de sobreexplotación.

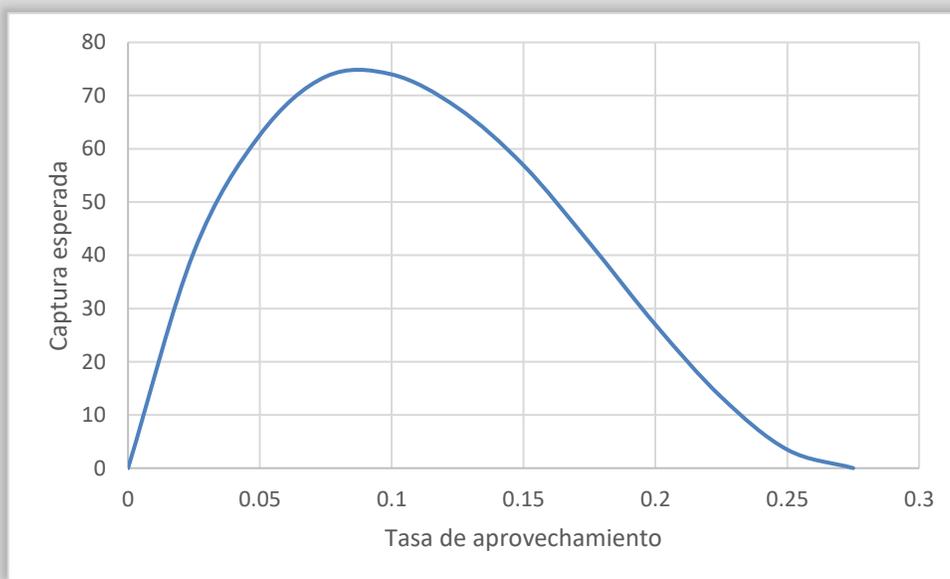


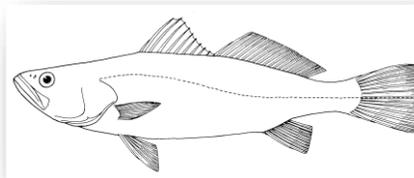
Figura 47. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual.
Fuente AUNAP - SEPEC

Familia Sciaenidae

Según la información recopilada esta categoría puede incluir al menos 4 especies en donde la mayor cantidad corresponde a la especie *Cynoscion phoxocephalus*.

Pelada blanca *Cynoscion phoxocephalus* (Jordan y Gilbert, 1881)

Es una especie costera. Los juveniles entran a las bocas de los ríos y a esteros de poca profundidad, aunque algunos pueden encontrarse viviendo hasta los 800 m de profundidad. La longitud máxima registrada es de 60 cm (Fischer *et al.*, 1995; Allen & Robertson, 1998).



Para el año 2018 se reportaron 161,36 t, históricamente las capturas han variado entre 13 y 124 t, de los reportes desembarco obtenidos, las artes más representativas son malladores, chinchorro, redes de arrastre y boliche. Los lugares de mayor desembarque en orden descendente son Tumaco, Buenaventura y Guapi.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 13.5 y 64.5 cm de LT (n = 4 166), se hizo una estimación de la talla media de captura de 38,6 cm de LT. Comparada con la talla media de madurez sexual preliminar estimada para una de las especies más representativa de este grupo (38,5 cm LT, Barreto y Borda, 2008), indicando que se capturan tallas cercanas a las de madurez sexual, incluso a la reportada para la especie más común para la cuenca en esta región (36 cm LT, Fischer *et al.*, 1995) (Figura 48).

Crecimiento

Para la especie se estimó un $K = 0,37$ y un $L^\infty = 68,03$ cm LT, describiendo un crecimiento estructural con variaciones oscilatorias. La ecuación de crecimiento para esta especie es:

$$LT = 68.03(1 - e^{-0.37(t-1.5)-0.029*\text{sen}6.26(t-0.5)})$$

La talla asintótica encontrada en el presente estudio está cerca al valor de talla máxima reportada (60 cm LT.), para el Pacífico (Fischer *et al.*, 1995).

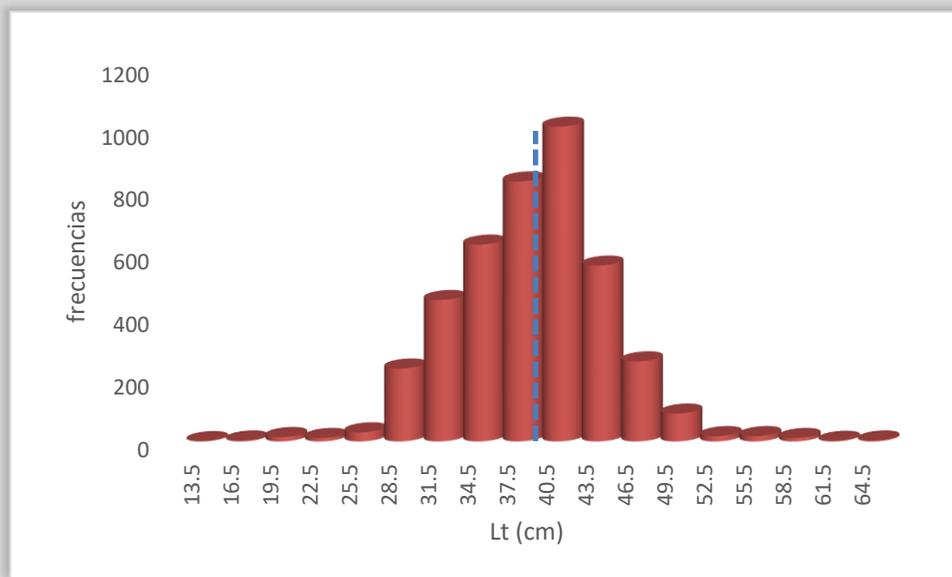


Figura 48. Estructura de tallas de *Cynoscion phoxocephalus* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC, LINEA AZUL DISCONTINUA) calculada con un intervalo de confianza del 95%. Fuente AUNAP -SEPEC

Modelos de producción

Teniendo en cuenta el comportamiento de los datos de captura y esfuerzo registrados y mediante la utilización de los modelos de producción excedente con remuestreo se pudo determinar un rendimiento máximo sostenible de 293t.

Como complemento, se realizó una estimación de modelos bayesianos, realizando una simulación de pesquerías de 100 años y 7 escenarios de comportamiento de la naturaleza, con este se pudo estimar un punto de referencia límite de 299 t.(Tabla 10, Figura 49), Por lo anterior el modelo de producción excedente muestra un recurso en niveles de sustentabilidad con valores de rendimiento máximo sostenible de 293 t (Figura 50), comparado con el rendimiento anotado por el modelo de Thompson y Bell están prácticamente igualados.

Tabla 10. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

	Estados de la Naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
637.1227	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	127	163	179	187	191	193	195	177
0.05	19	209	277	312	334	346	355	265
0.075	4	83	281	367	423	456	478	299
0.1	0	7	169	339	445	515	559	291
0.125	0	0	11	212	396	511	593	246
0.15	0	0	2	21	241	438	564	181
0.175	0	0	0	3	29	255	456	106
0.2	0	0	0	0	3	19	261	40
0.225	0	0	0	0	0	2	-1	0
0.25	0	0	0	0	0	0	2	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

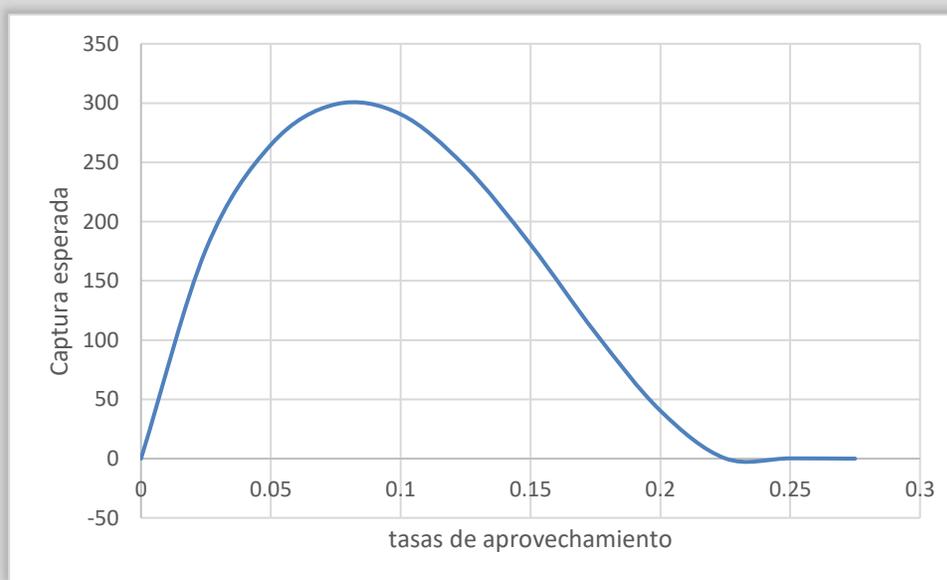


Figura 49. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

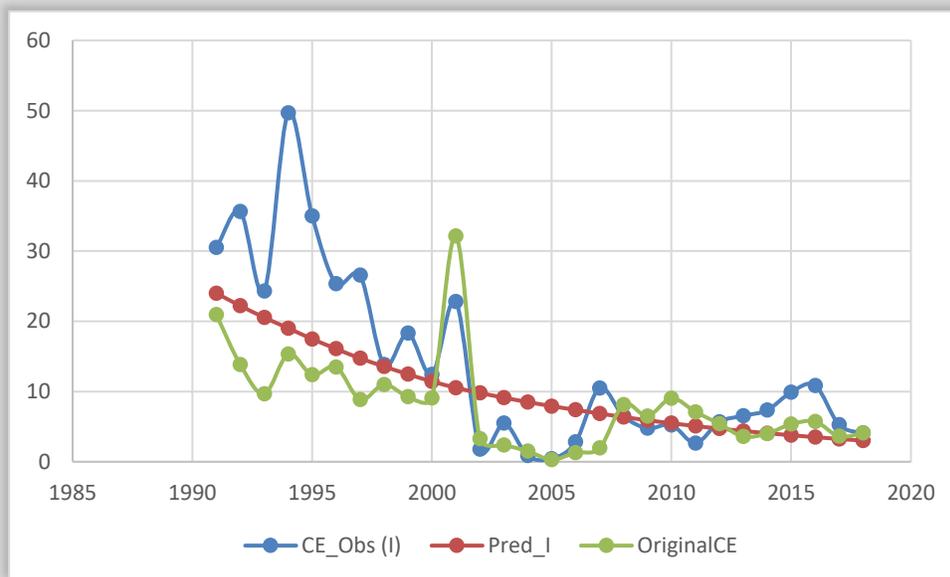


Figura 50. Modelo de producción excedente con remuestreo Bootstrap, para estimación del RMS. Fuente AUNAP - SEPEC

Para el desarrollo del modelo de Thompson y Bell de este grupo se utilizaron parámetros de crecimiento estimados por Barreto *et al.*, 2009, para intentar evaluar su estado de aprovechamiento.

Realizamos los cálculos adecuados para lo cual estimamos se están alcanzando los niveles de máximo rendimiento sostenible de 315 t y máximo rendimiento económico valorado en \$1.576.554 millones, lo que implica que este grupo se encuentra en niveles de pleno aprovechamiento. Mediante la opción de utilizar las medidas de manejo que logren conjugar la pesca industrial de arrastre camarónero con la artesanal y pesca blanca se debe determinar la ordenación pesquera orientada hacia el establecimiento de pesquerías objeto y fauna de acompañamiento, de esta manera se pudo regular con mayor precisión a las pesquerías que

tengan por objeto la captura de este recurso y limitar el esfuerzo que ejerza la flota que tenga como fauna de acompañamiento la pelada.

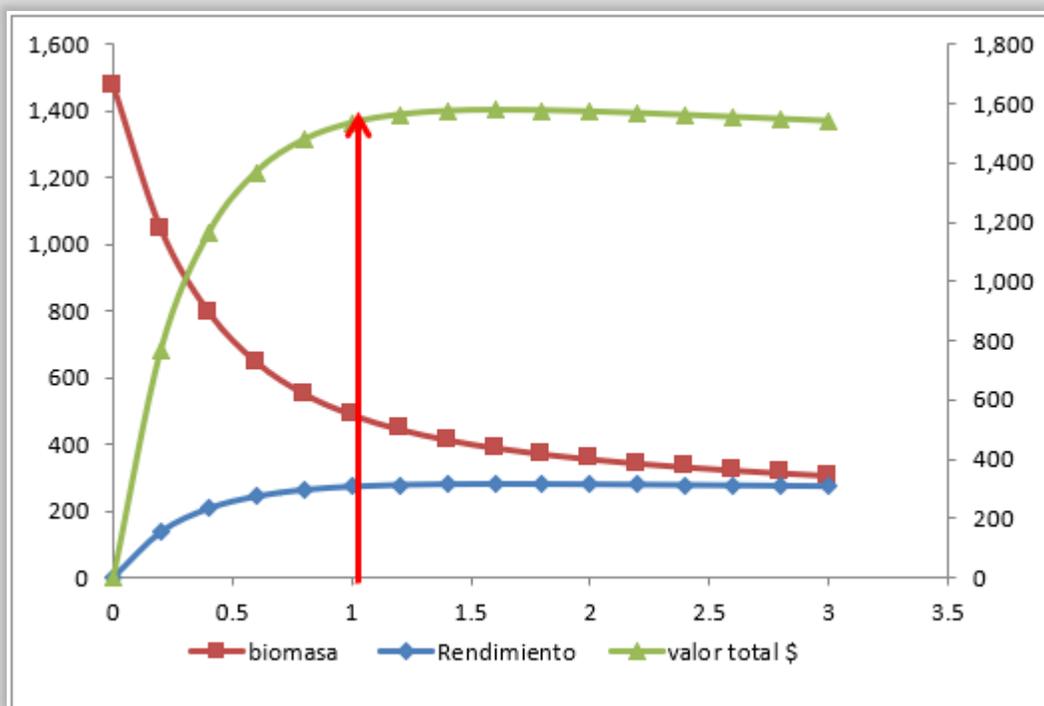


Figura 51. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Cynoscion phoxocephalus* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC

Se resalta que ambos modelos están evidenciando niveles de producción de un recurso que se encuentra en un nivel aceptable de recuperación, pero que por ello no se debe descuidar la evaluación permanente del mismo.

La implementación de equipos excluidores de fauna acompañante, y la ZEPA se constituye como una alternativa ideal para mitigar la presión de pesca sobre el recurso.

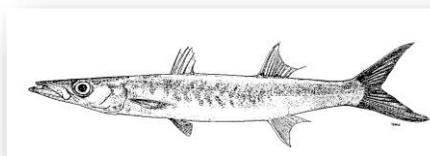
Recomendación

Teniendo en cuenta el comportamiento del recurso analizado mediante los modelos bioeconómico de rendimiento sostenible se nota que están por encima de los niveles establecidos como punto de referencia límite (PRL) como el RMS por lo tanto se recomienda un punto de referencia objetivo (PRO) (rendimiento máximo económico) que no supere las cuotas recomendadas por los años anteriores.

Familia Sphyraenidae

Picuda *Sphyraena ensis* (Jordan & Gilbert, 1882)

Es una especie pelágico-costera, crece hasta cerca de 70 cm, y goza de gran importancia para la pesca artesanal (Allen & Robertson, 1998)



Para el 2018 se reportaron capturas por 111,5 t, desde 1993 los registros de las capturas han sido variables con valores inferiores a las 100t, para el año 2007 se registró la máxima producción con 169 t. Los artes más representativos son línea de mano, chinchorro, encierro o atajada, trasmallo y red de arrastre.

Tallas y madurez sexual

La distribución de frecuencias estuvo comprendida entre 17.5 y 127.5 cm LT, la talla media de captura estuvo en $41,6 \pm 0.23$ cm LT, y la talla media de madurez estimada fue de 46,2 cm LT, estos aspectos deben ser investigados con mayor detalle a fin de proponer estrategias de manejo que permitan la sostenibilidad de este recurso (Fig. 61)

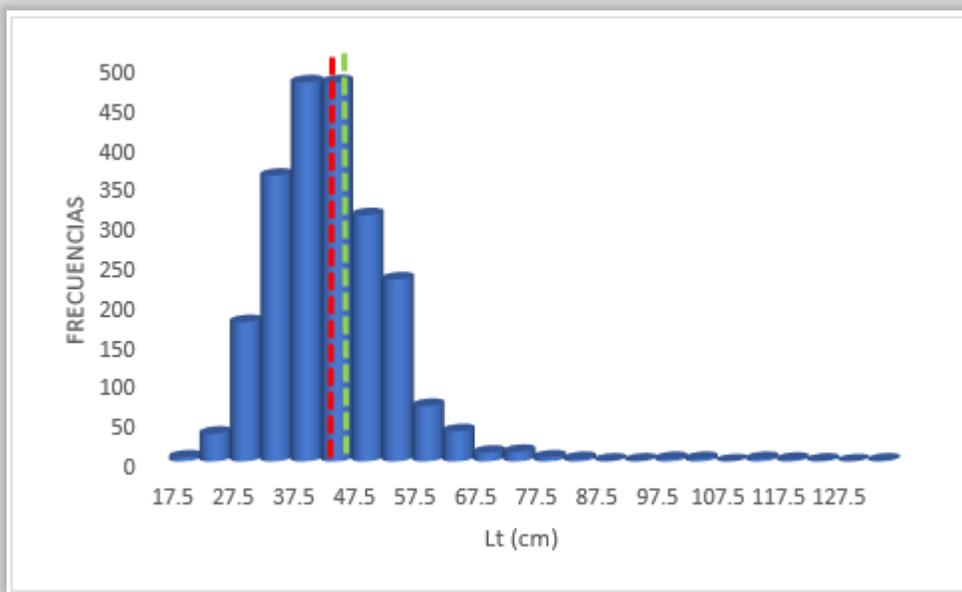


Figura 52. Estructura de tallas de *Sphyræna ensis* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC, línea roja discontinua) y la Talla Media de Madurez (TMM, línea verde discontinua), calculadas con un intervalo de confianza del 95%. Fuente AUNAP - SEPEC

Crecimiento

Individuos no muy longevos (edad relativa) y con crecimiento moderado, $L_{\infty} = 134,3$ cm LT, con un k de 0,3, la ecuación de crecimiento encontrada es:

$$LT = 133.5(1 - e^{-0.18(t-0.4)-0.014\text{seno}(6.28(t-0.5))})$$

Modelos de producción

El modelo de producción excedente utilizando remuestreo de BOOTASTRAP muestra un rendimiento máximo sostenible de 225 t, muy similar valor encontrado con el modelo de Thompson y Bell de 215 t.; igualmente y utilizado el modelo bayesiano se calculó un RMS de 214 t, esto puede estar relacionado con el hecho que el modelo de producción excedente dispone de información histórica que puede tener algunos sesgos en la estimación de los datos históricos del esfuerzo y a que este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con

máximas abundancias uniformes. Ambos sistemas de análisis muestran un evidente estado de pleno aprovechamiento del recurso con tendencia a la sobrepesca. (Tabla 11, Figura 53, Figura 54, Figura 55)

Tabla 11. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

	Estados De la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
39.34885	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	91	117	128	134	136	138	139	126
0.05	14	149	198	223	239	247	254	189
0.075	3	60	201	262	302	326	342	214
0.1	0	5	121	242	318	368	400	208
0.125	0	0	8	151	283	365	423	176
0.15	0	0	1	15	172	313	403	129
0.175	0	0	0	2	21	182	326	76
0.2	0	0	0	0	2	14	186	29
0.225	0	0	0	0	0	2	-1	0
0.25	0	0	0	0	0	0	1	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

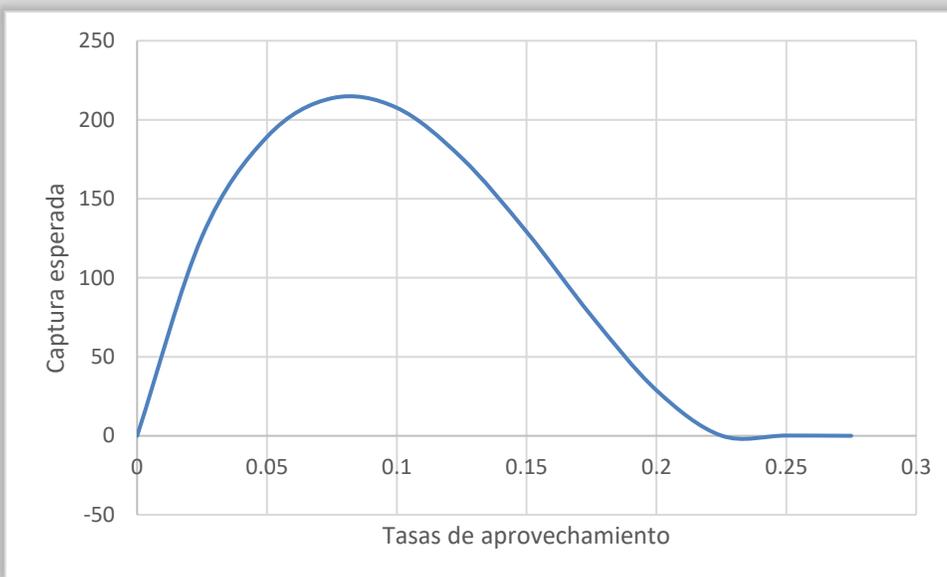


Figura 53. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

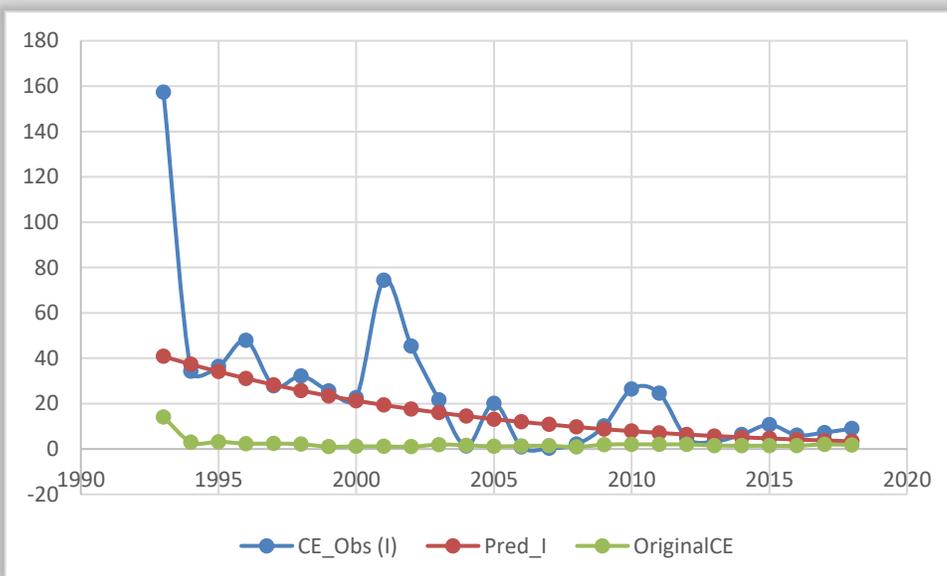


Figura 54. Estimación del comportamiento de las pesquerías utilizado en modelo de producción excedente con remuestreo. Fuente AUNAP - SEPEC

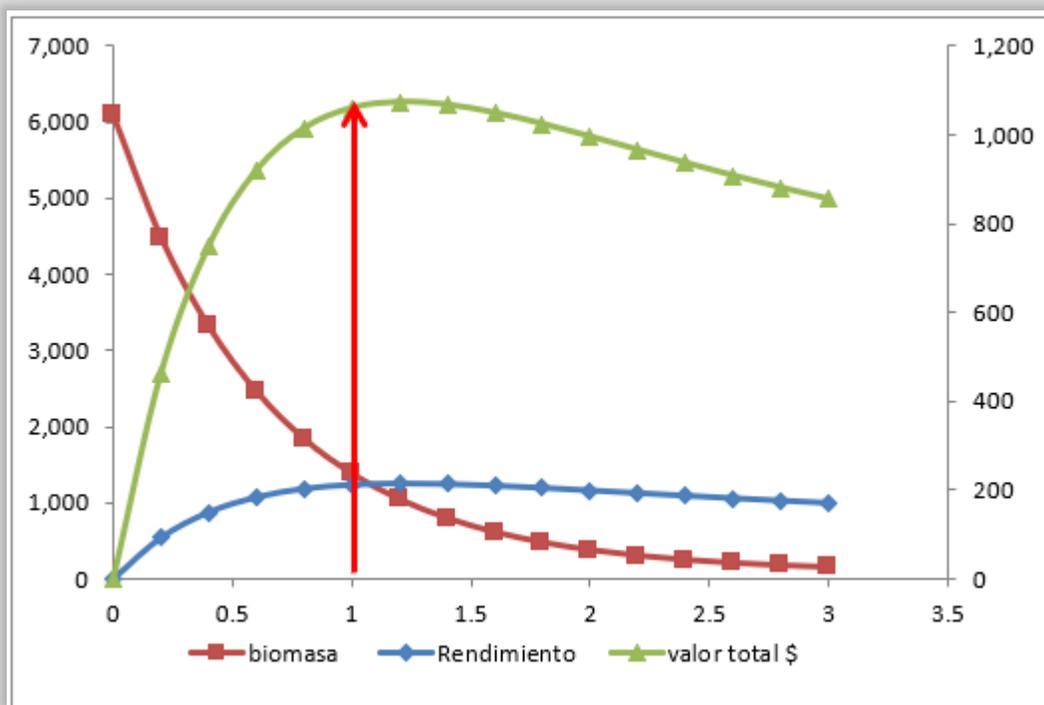


Figura 55. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Sphyræna ensis* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC

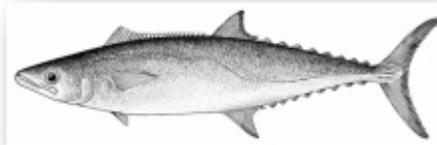
Recomendación

De acuerdo con los análisis realizados con los modelos de producción se propone una cuota de manejo que no supere las 180 t. Se iniciar un programa de seguimiento a esta pesquería para obtener información puntual (tallas, captura y esfuerzos), que brinde elementos para emitir las medidas de ordenamiento adecuadas a fin de evitar que el recurso llegue a niveles de sobreexplotación.

Familia Scombridae

Sierra *Scomberomorus sierra* (Jordan y Starks, 1895)

Es una especie epipelágica nerítica que por lo general forma cardúmenes, habita desde California hasta Ecuador, es posible que sus desoves los realice cerca de la costa entre los meses de noviembre hasta abril. Los adultos se alimentan principalmente de anchovetas (FISHBASE, 2008).



Para el 2018 se registraron desembarcos por 420,12 t, desde 1991 las capturas han sido variables, el menor registro fue de 216 t y el mayor de 898 t, a partir del 2003 las capturas registradas se encontraron por debajo de las 600 t. Estas capturas son realizadas con diversas artes de pesca cuya importancia en orden descendente es: mallas, boliche, anzuelo, chinchorro, red de arrastre. Los mayores volúmenes desembarcados fueron realizados en Buenaventura, Guapi y Tumaco.

Tallas y madurez sexual

Los registros de las tallas estuvieron dentro de los 17.5 y los 102.5 cm LT, con una talla media de captura calculada de 49 ± 0.12 cm LT ($n= 10\ 828$), inferior a la TMM estimada para el presente trabajo que fue de 60,9 cm LT. Se notan un grupo extenso que cubrió casi todas las tallas reportadas para esta especie (Figura 56), los cuales pueden estar influenciados por la variedad de artes de pesca en especial la diversidad de tallas debido a las artes de anzuelo.

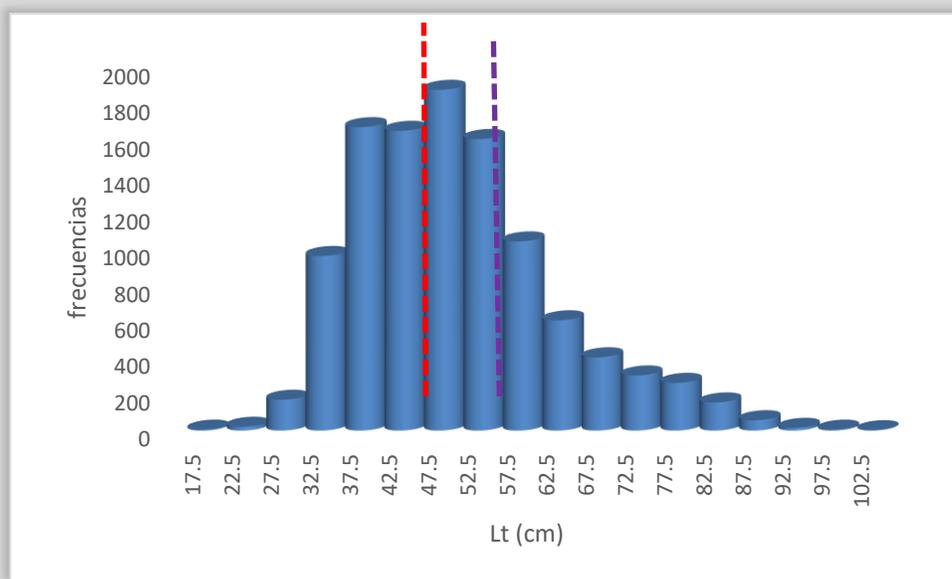


Figura 56. Estructura de tallas de *Scomberomorus sierra* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC) y la Talla Media de Madurez (TMM), calculadas con un intervalo de confianza del 95%. Fuente AUNAP - SEPEC

No se encontraron diferencias significativas entre las tallas de machos y hembras ($P > 0,05$), se estimó una talla máxima de 102.5 cm LT, con una edad máxima de 9.5 años relativamente alta si se tiene en cuenta que en los demás recursos estudiados en el presente documento este parámetro no fue superior a los 2,5 años estimados

Crecimiento

El análisis hecho con información de 2006 a 2009 mostro un $L_{\infty} = 120$ cm LT con una tasa de crecimiento $K = 0,34 \text{ año}^{-1}$. Los datos reportados para Colombia, por otros estudios para esta especie fueron de 99 cm LT para L_{∞} y $0,29 \text{ ano}^{-1}$ para K (FISHBASE, 2008). La ecuación de crecimiento para esta especie es:

$$LT = 120(1 - e^{-0.34(t-0.49)})$$

Existen valores reportados para México y en otros trabajos, los cuales indican valores para de $k = 0,36/\text{año}$ y $L^\infty = 71,6 \text{ cm}$ (INP & Pesca, 2007)

Modelos de producción

El modelo de producción excedente por remuestreo nos permitieron estimar un rendimiento máximo sostenible de 720 t al 25% de aprovechamiento de la biomasa, el cual es inferior a lo establecido por el modelo de Thompson y Bell (Figura 58).

Esto puede estar relacionado con el hecho de que los modelos de producción excedente disponen de una amplia información histórica, en este caso, 18 años, la cual involucra algunos sesgos en la estimación de los datos de esfuerzo históricos; de otra parte, este tipo de modelos estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes; mientras que el modelo de Thompson y Bell hacen estimaciones sobre las frecuencias de tallas de un solo años. Sin embargo, es claro que ambos sistemas de análisis muestran un recurso plenamente explotado con tendencia a la sobrepesca.

El modelo bioeconómico de Thompson y Bell es más ligeramente más amplio que el de producción excedente y presenta un rendimiento máximo sostenible de 833 t y un rendimiento económico cercano a las \$4.165.550 millones, no obstante, se observa que es un recurso que se encuentra plenamente explotado con indicios de sobreexplotación.

Tabla 12 . Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP - SEPEC

	Estado de la naturaleza (diferentes valores para lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
11305.12	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	-1	1172	789	442	681	629	595	615
0.05	0	1	1059	1043	790	665	-251	472
0.075	0	0	0	-28	125	-93	-412	-58
0.1	0	0	0	0	1	3440	3113	936
0.125	0	0	0	0	0	0	5647	807
0.15	0	0	0	0	0	0	0	0
0.175	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0.225	0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

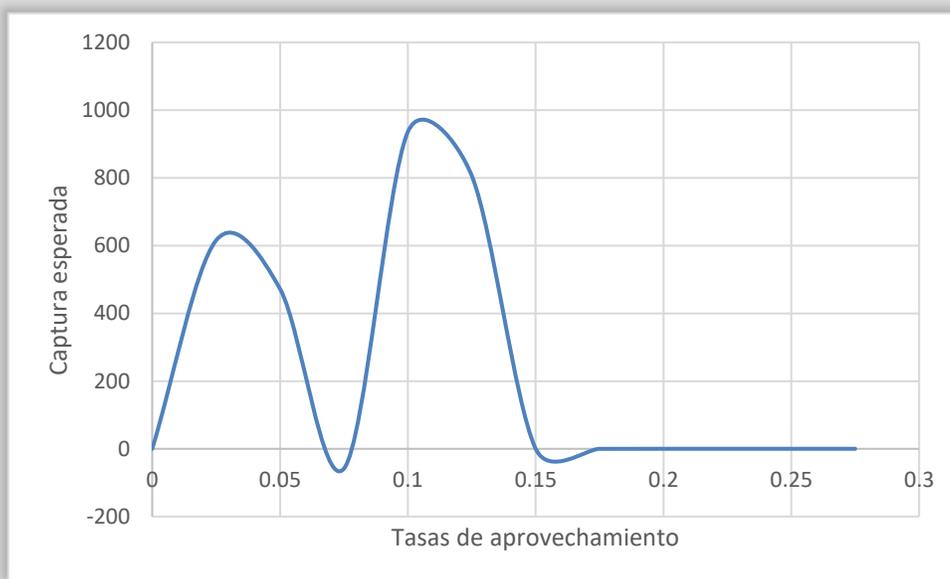


Figura 57. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

con la información recopilada se realizó una simulación sobre 100 años y con 7 probabilidades de comportamiento de la naturaleza. El resultado fue bien interesante ya que se muestran dos niveles de aprovechamiento diferentes uno con una tasa de aprovechamiento muy baja de 0.05; y luego otra al 0.1 la cual es la más alta; estos resultados alertan de una posible dualidad en la dinámica de poblaciones de las poblaciones, en especial las relacionadas con un grupo primigenia que puede eliminarse rápidamente y otro más estable. (Tabla 12, Figura 57)

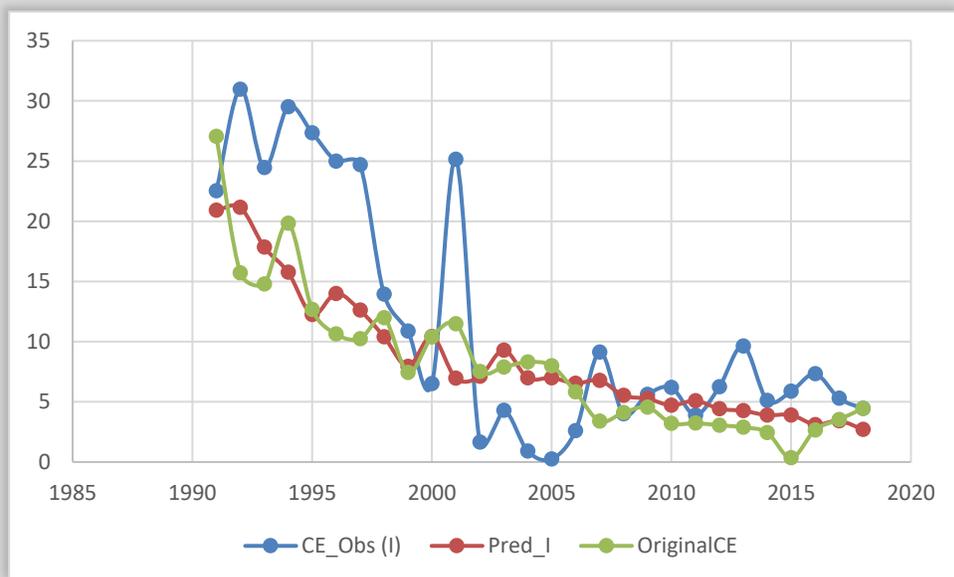


Figura 58. Desarrollo del modelo de producción excedente con remuestreo. Fuente AUNAP - SEPEC

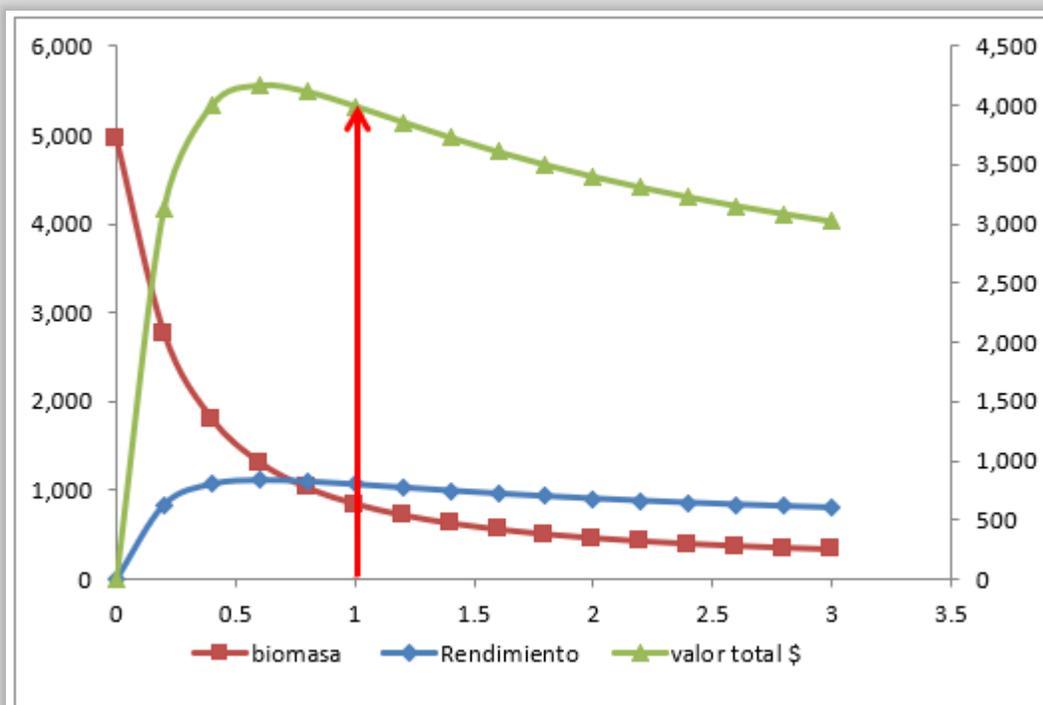


Figura 59. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Scomberomorus sierra* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC

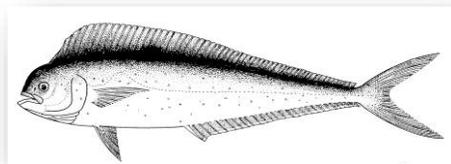
Recomendación

Con los resultados obtenidos de la modelación empleada así como los otros aspectos mencionados se recomienda una cuota de captura que no supere las 618 t, igualmente, es imperativo establecer una continuidad con los estudios de madurez sexual y de tallas medias de captura para realizar un sistema de ordenación adecuado, como el aumento de los ojos de malla de las artes de pesca que capturan éste recurso con el fin de precisar la selectividad de las artes de pesca y la conservación de las biomásas de esta población.

Familia Coryphaenidae

Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758)

Es una especie pelágica que puede acercarse a la costa y agruparse alrededor de los objetos flotantes. Se alimenta principalmente de peces, aunque incluye algunos crustáceos y calamares (Fischer *et al.*, 1995).



Es uno de los recursos con mayor importancia considerando su perspectiva de pesca para el país. Sus poblaciones son migratorias con una amplia zona de distribución y un aparente stock con capturas medias reportadas de 771 t que ha ido en constante aumento 350 hasta 2.300 t (INCODER, 2008).

Por su marcada estacionalidad (noviembre - abril/mayo) es muy difícil elaborar un adecuado estudio sobre crecimiento, mortalidad, reclutamiento con modelos analíticos de tallas, ya que sus poblaciones migran por todo el Pacífico oriental, lo que es más complicado disponer de una buena estructura de tallas de todo el stock.

Las migraciones de dorado parecen entrar a Colombia por el Ecuador donde también está reportada como un recurso altamente migratorio. El stock identificado en la Bahía de Panamá se extiende desde el Ecuador hasta Costa Rica (Puentes, 1995)

Puentes (1995) estimó una tasa de explotación entre 0,51 y 0,62, lo cual le llevó a la conclusión que las pesquerías artesanales del Ecuador están realizando un aceptable aprovechamiento del recurso.

El dorado es un recurso altamente migratorio de amplia distribución a nivel global, y entra en aguas de Colombia, por lo que se entiende que el stock se comparte con los países vecinos. En el 2005 Perú fue el principal exportador de dorado congelado hacia EE. UU. con un volumen total de 4.027 t, seguido del Ecuador con 3.043 t. Con producciones de 30.000 t en el Pacífico septentrional (FISHBASE, 2008).

En Colombia no son muchos los estudios que se han realizado sobre el comportamiento de las tallas de dorado, para 1999 la composición por tallas variaba entre 29 a 197 cm de LH, con una moda cercana a los 105 cm, la cual se mostró estable para todos los meses, los individuos de tamaño de 185 cm de LH fueron observados en abril. Los individuos pequeños se

concentraron en el rango entre los 30 a 35 cm de LH, especialmente registrados para los meses de septiembre a diciembre y marzo hasta abril (Lasso & Zapata, 1999)

Ensayos de modelación poblacional

Teniendo en cuenta que este es un recurso altamente migrador y que su dinámica poblacional es debida a factores externos ajenos al manejo de las pesquerías y con las bases de datos disponibles que existen entre los registros del INPA, CCI, INCODER, y los del SEPECA, utilizando los algoritmos SIR se estimó el posible comportamiento del posible reclutamiento con aspectos de capturabilidad. Los resultados muestran que la relación entre estas dos variables es inversa mostrando un punto de inflexión frente a l coeficiente de capturabilidad de 0.003. (Figura 60)

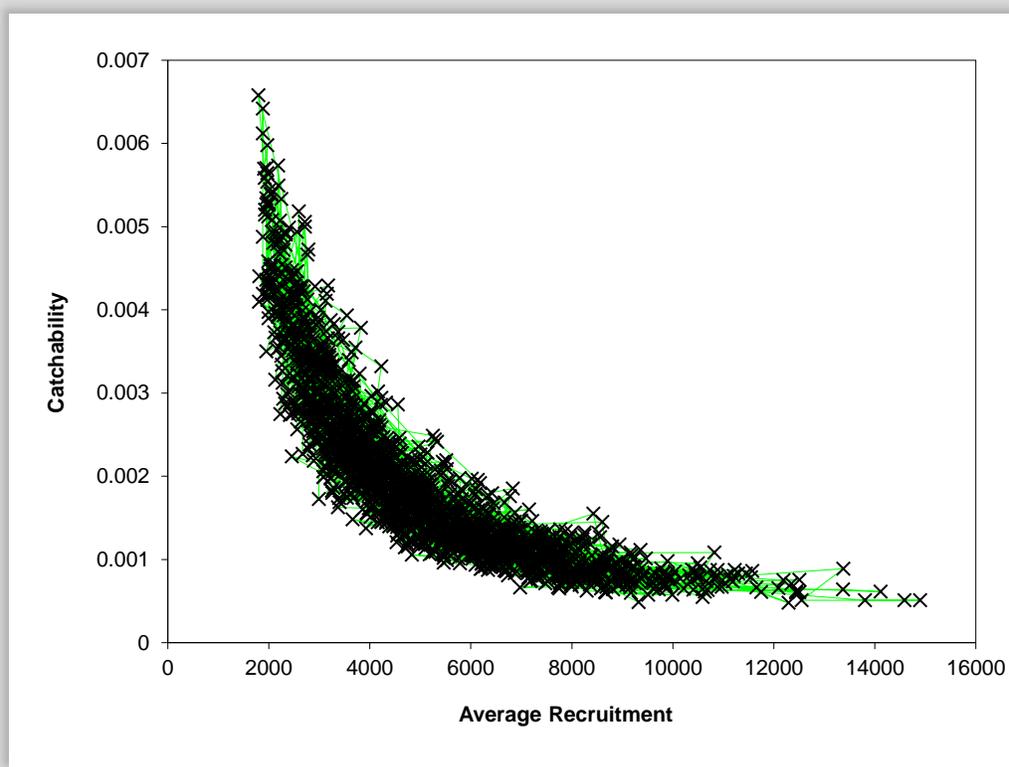


Figura 60. relación del coeficiente de capturabilidad y el reclutamiento promedio $\times 10^3$. de *Coryphaena hipuros*. fuente INPA, INCODER, SEPEC

Con el fin de calcular la biomasa del recurso en los puntos de capacidad de carga de la especie (k) de la especie y su tasa intrínseca de crecimiento (r) se utilizó el algoritmo de muestreo de Montecarlo y cadenas de Márkov, para lo cual se utilizó el algoritmo con una rutina de repetición de 50 mil iteraciones; que dio inicialmente como valores respetivos 12000 t y 0.03. (Figura 61)

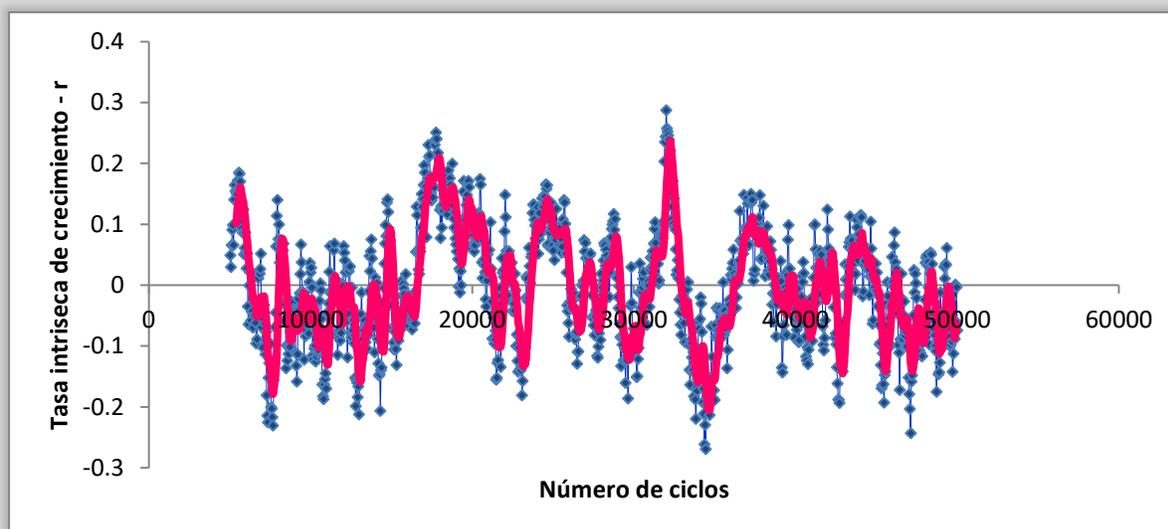


Figura 61. Desarrollo del algoritmo MCMC, para determinar la biomasa y la tasa intrínseca de crecimiento del dorado en el pacífico.

Modelos de producción

Los análisis realizados mediante la utilización del modelo de producción excedente con remuestreo permitió estimar un RMS de 5472 t.; de otra parte, optimizado con Teoría Bayesiana evidencian que este grupo se encuentra fase inicial de su aprovechamiento en aguas colombianas. Se obtuvo un rendimiento máximo sostenible de 3.775 t (Tabla 13, Figura 62).

Tabla 13 . Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana

781.202082	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.500	1.560	1.620	1.680	1.740	1.800	1.860	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.05	1381.4	1397.4	1410.3	1420.9	1429.9	1437.5	1444.0	1417.33672
0.1	2396.1	2467.3	2524.6	2571.9	2611.5	2645.2	2674.3	2555.83604
0.15	2976.3	3149.0	3288.2	3402.8	3498.9	3580.6	3650.9	3363.80789
0.2	3035.3	3365.8	3631.6	3850.4	4033.6	4189.4	4323.6	3775.68473
0.25	2454.6	3016.3	3465.1	3833.1	4140.9	4402.4	4627.5	3705.68834
0.3	1011.5	1946.1	2661.9	3240.7	3721.4	4128.4	4478.0	3026.84875
0.35	0.2	120.2	960.4	1893.1	2627.8	3238.8	3758.9	1799.91324
0.4	0.0	0.0	0.0	39.5	537.9	1485.6	2278.7	620.243338
0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	77.2	11.1912988
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4479E-09
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7536E-24

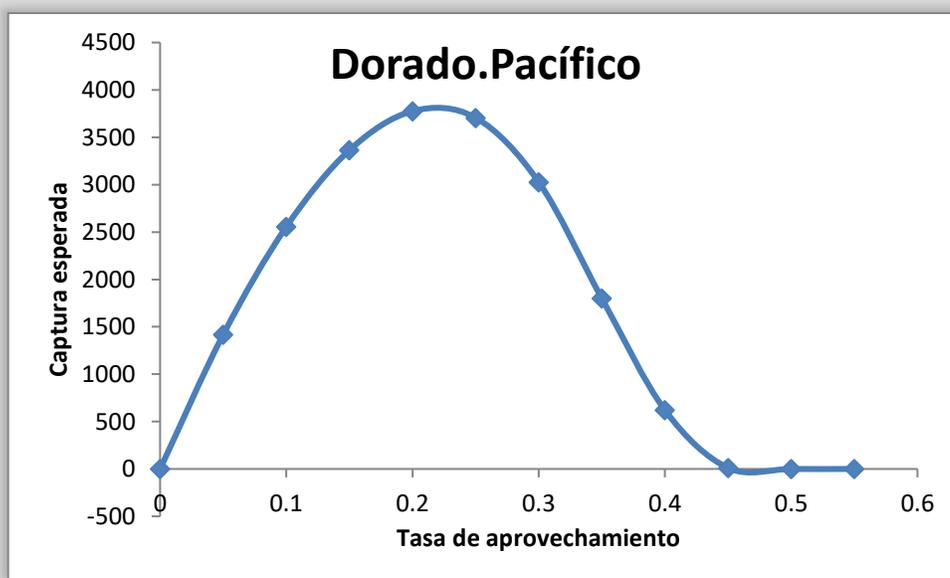


Figura 62. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC

Recomendación

Con los resultados obtenidos de la modelación empleada, así como los otros aspectos mencionados se recomienda una cuota de captura que no supere las 2.555 t.

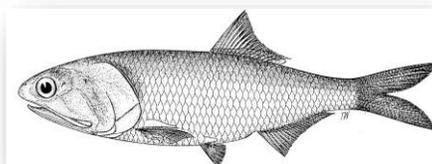
Las especulaciones generales hechas sin datos puntuales indican un interesante potencial pesquero que podría ser una alternativa de pesca, sin embargo, esto no es suficiente y es necesario hacer incrementar la evaluación biológico-pesquera con información actualizada que permita estimar el verdadero potencial de la especie para las aguas jurisdiccionales en Colombia, estableciendo las rutas de migración en interacción al flujo de corrientes del pacífico colombiano.

De igual manera es necesario contactar a las instituciones de administración y manejo pesquero de los países vecinos (Perú, Ecuador, Panamá y Costa Rica) con los que se comparte este recurso, en busca de estudios de evaluación, de manera que se pueda comparar con la información existente con la que se genere en el país.

Familia Engraulidae

***Carduma Cetengraulis mysticetus* (Gunther, 1867)**

Especie pelágico-costera que normalmente se encuentra hasta 8 km mar afuera, alcanzado profundidades de unos 25 m. Forma cardúmenes bastante grandes que al parecer se desbandan y reagrupan con gran rapidez, generalmente sobre fondos fangosos o fangoso-arenosos, ceca de las bocas de ríos (Fischer *et al.*, 1995).



Este recurso es importante como base fundamental para el suministro de materia prima en la producción de alimentos concentrados. Igualmente, sus capturas son utilizadas como carnada en pesquerías.

Varios investigadores han caracterizado el comportamiento de las poblaciones de este recurso y han estimado un rendimiento máximo sostenible que oscila entre 35 mil y 28 mil t (Mojica, 1997; Lasso & Zapata, 1999).

Para el presente análisis se contó con información de captura y esfuerzo de las empresas que vienen desarrollando este tipo de pesquería, constituyendo un registro histórico de más de 15 años de datos; esta pesquería ha tenido un amplio desarrollo. La relación entre la CPUE y el esfuerzo a través de los años, evidencia comportamiento inverso, excepto para los últimos años, en los cuales el esfuerzo cae abruptamente y la CPUE tiene una respuesta positiva. Esto puede ser consecuencia de anomalías ambientales (Barreto y Borda, 2007; Barreto y Borda, 2008, Barreto *et al.*, 2009).

Este comportamiento se ha visto reflejado en las pesquerías que la flota colombiana ejerce sobre este recurso carduma, inclusive se presentan años de capturas altas y bajas como las reportadas durante 2009, que alcanzaron las 6.969 mil t.

En la actualidad estas pesquerías han dejado de funcionar y el recurso no presenta intenciones de aprovechamiento, sin embargo, es importante anotar que una potencialidad es latente y de convertirse en un aliciente determinístico para que las pesquerías más agotadas tengan un modelo de diversificación.

Modelos de producción

Al contar con información de análisis realizados durante los últimos años por Barreto y Borda (2007), Barreto y Borda (2008), Barreto *et al.*, (2009), en el presente trabajo se realiza una actualización mediante la utilización del modelo de producción excedente y Bootstrap (Tabla 15, Figs. 67 y 68)

Tabla 14. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Schaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.



9357	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
0	1,25	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,55	0
0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15936,466
0,1	14738,2	15346,0	15776,2	16097,1	16345,9	16544,7	16707,3	25989,978
0,15	20651,8	23361,5	25277,8	26706,3	27813,6	28697,9	29420,9	29021,008
0,2	15866,6	22614,4	27315,7	30803,0	33498,3	35647,0	37402,1	23901,664
0,25	1001,6	10769,7	20219,7	27025,8	32228,1	36353,7	39713,0	14626,326
0,3	0,0	8,1	2502,7	13061,6	22301,9	29398,7	35111,2	5155,933
0,35	0,0	0,0	0,0	17,2	2293,7	12114,6	21666,1	113,928
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	794,5	0,000
0,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000
0,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000

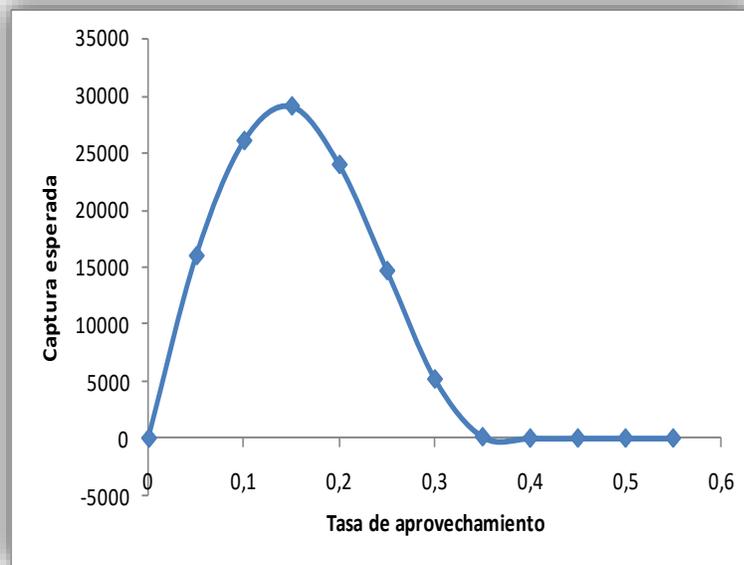


Figura 63. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente INPA, ICA, SEPEC

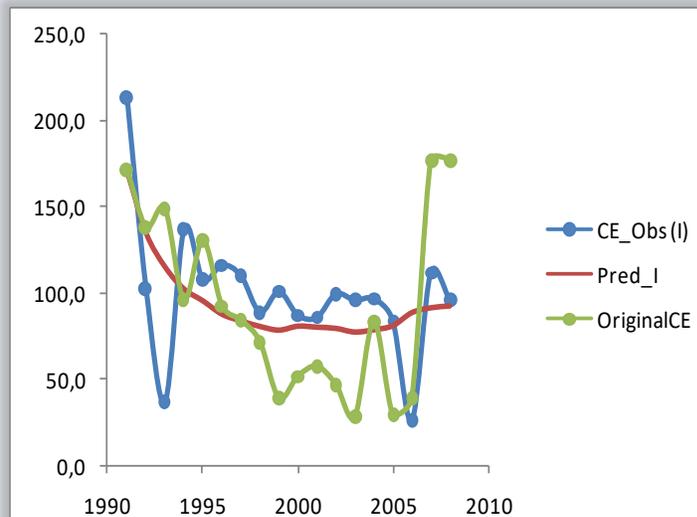


Figura 64. Simulación de la pesquería de *Cetengraulis mysticetus* mediante la técnica de re-muestreo, RMS = 24.303 t

El modelo de producción excedente Gordon Schaefer muestra un rendimiento máximo sostenible de 25.989 t al 10% de aprovechamiento de la biomasa, el cual es superior en un 6% a lo obtenido con Bootstrap, lo que indica valores consistentes en estos resultados.

Es importante anotar que la WWF, presentó un documento sobre la situación de las pesquerías del Pacífico colombiano en el cual incluyó un extenso análisis sobre las pesquerías de la carduma. En este análisis el biólogo Luis Zapata recomendó no sobrepasar la cuota estimada para el 2009 (Anexo 1).

Recomendación

Con los resultados obtenidos de la modelación empleada, así como los otros aspectos mencionados, se recomienda una cuota de captura que no supere las 25.989 t. Los resultados evidencian que ya se están alcanzando los niveles de máximo aprovechamiento con el esfuerzo actual, por lo cual no se debe permitir un incremento de este.

Moluscos

Familia Arcidae

Piangua *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833)

Su hábitat es de zonas de manglar y sustrato fangoso, prácticamente pasa su vida enterrada en el fango desde la zona intermareal hasta unos 5 m de profundidad (Fischer *et al.*, 1995). Es un recurso de extracción artesanal efectuada por mujeres y niños de las comunidades costeras del litoral Pacífico de Colombia (Cruz & Borda, 2003)



La actividad se genera principalmente en la Ensenada de Tumaco que es la que aporta cerca del 60% de toda la actividad, en donde se estima que entre el 15 y el 20% es comercializada en el país el resto es enviado hacia el Ecuador (Borda & Cruz, 2004)

Para la zona de Guapi se ha estimado que se comercializan anualmente cerca de 120 millones de conchas (Borda & Cruz, 2004).

De la zona norte de Nariño, Parque Nacional Natural de Sanquianga se calcula que se comercializa con el Ecuador entre 55 a 86,3 millones de conchas (Borda & Cruz, 2004), para el 2018 se registraron capturas estimadas de 67.8 t.

Tallas y madurez sexual

Los registros de las tallas fueron aportados por el Proyecto: “Potencial productivo de las poblaciones naturales de la piangua *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* dentro de una perspectiva espaciotemporal en la costa Pacífica colombiana”, liderado por el INVEMAR. Estos registros corresponden a las zonas de muestreo a lo largo de la Costa del Pacífico y estuvieron distribuidas entre los 24 y los 92 mm LT, con un reporte extremo de 108 mm de LT. La talla media de captura calculada fue de $45,9 \pm 0,08$ mm LT (n= 59.315), inferior a la TMM calculada por Borda *et al.*, de 50,6 mm LT (Fig. 69).

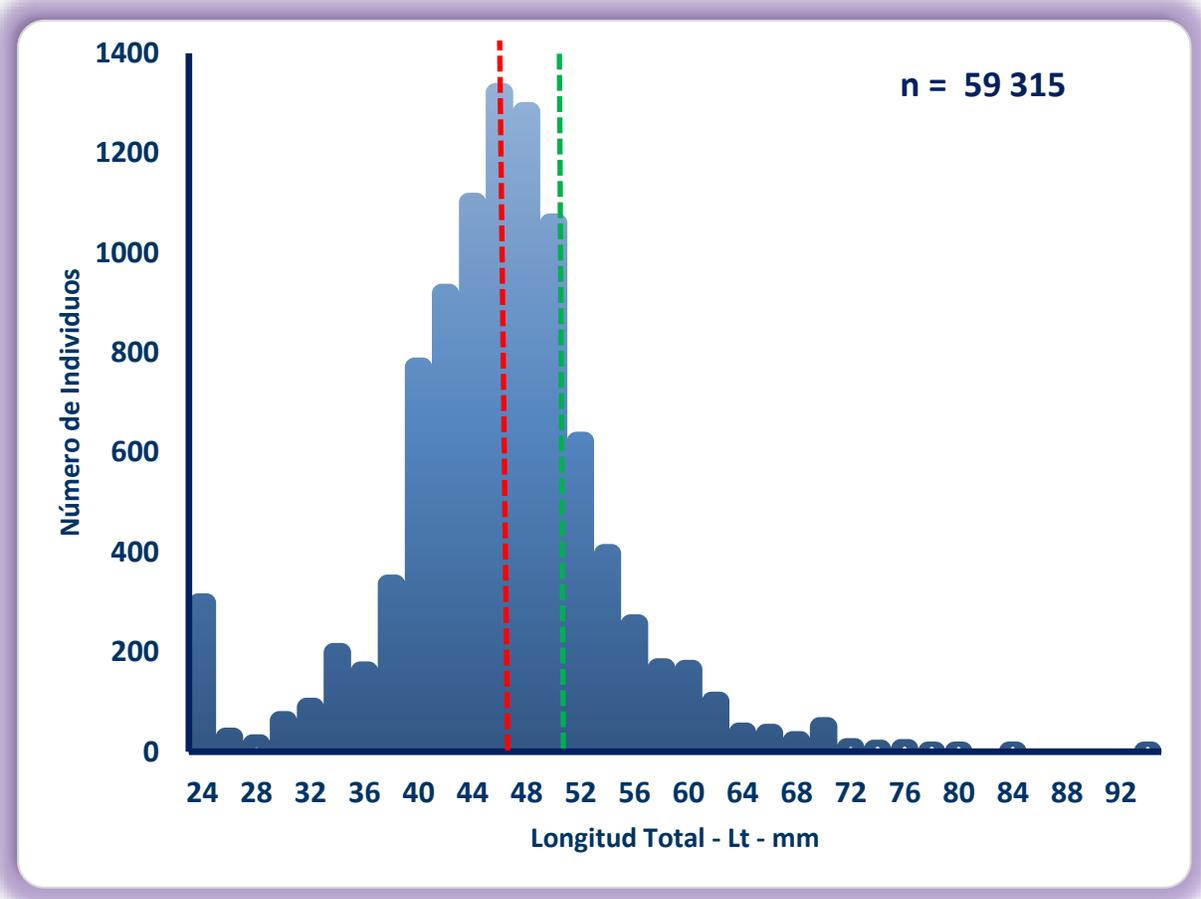


Figura 65. Estructura de tallas de *Anadara tuberculosa* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC, línea azul discontinua) y la Talla Media de Madurez (TMM, línea ver discontinua), calculadas con un intervalo de confianza del 95%.

Crecimiento

Con los análisis realizados se estimó un $K = 0,96$ y un $L^\infty = 79,6$ mm LT, describiendo un crecimiento relativamente rápido, no muy longeva (edad relativa 5 años), la ecuación que describe el crecimiento para esta especie es:

$$Lt = 78.4(1 - e^{-0.96(t-0.08) 0,3sen2\pi(T-0,5)})$$

El trabajo de (Borda & Cruz, 2004) es una generalización de la información existente para el área de distribución, ya que los estudios anteriores mostraron una variabilidad originada por la falta de información acerca de las tallas menores y mayores. Por lo tanto, los resultados del presente estudio muestran consistencia para brindar seguridad en los análisis propuestos para la determinación de análisis pesqueros.

Modelos de producción

El modelo de producción excedente por muestreo BOOTSTRAP muestra un rendimiento máximo sostenible de 1163 t al 10% de aprovechamiento de la biomasa, mientras que el modelo bayesiano estimó un RMS de 1819 t, el cual es inferior en un 39 % a lo establecido con el modelo de Thompson y Bell (Tabla 16, Figs. 70 y 71).

Tabla 15. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de tipo bayesiano, en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNAP

	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
3.9864E-23	1.070	1.130	1.190	1.250	1.310	1.370	1.430	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.05	446.9	1177.3	1453.3	1598.4	1687.4	1747.2	1790.1	1414
0.1	0.2	499.1	1615.4	2211.3	2579.1	2827.8	3006.8	1820
0.15	0.0	0.1	338.2	1665.9	2530.9	3119.0	3543.8	1600
0.2	0.0	0.0	0.0	105.1	1372.1	2470.4	3268.2	1031
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	712.6	2018.3	391
0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.4	11
0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0

Esto puede estar relacionado con el hecho de que los modelos de producción excedente disponen de una amplia información histórica, en este caso 13 años, la cual involucra algunos sesgos en la estimación de los datos de esfuerzo históricos; de otra parte, este tipo de modelos

estiman el comportamiento histórico con máximas abundancias uniformes. Ambos sistemas de análisis muestran un recurso en fase de sobrepesca, ya que, al reducir el esfuerzo de pesca en un 60% se obtendrían los valores máximos de aprovechamiento. Se debe anotar que esta tendencia a la sobrepesca podría tener consecuencias graves para el equilibrio ecológico de la región.

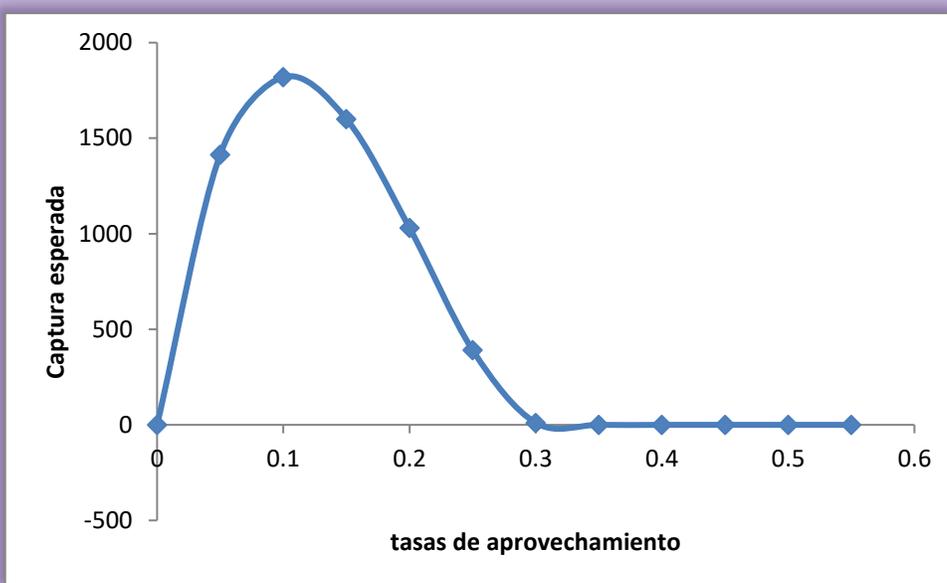


Figura 66. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual.

Se debe resaltar que el rendimiento obtenido en este trabajo con la utilización del modelo de producción excedente es un 58% inferior al estimado por Cruz y Borda (2003), lo que evidencia la disminución de la biomasa disponible como resultado de la sobrepesca - entre otros factores -, la cual fue documentada hace varios años por Cruz y Borda (2003), Borda y Cruz (2004a, b y c).

Aplicación del modelo LBB.

De los datos disponibles se encontró que los años mejor ajustados a la distribución exigida por el modelo son las series de 2004 a 2008. (Figura 67).

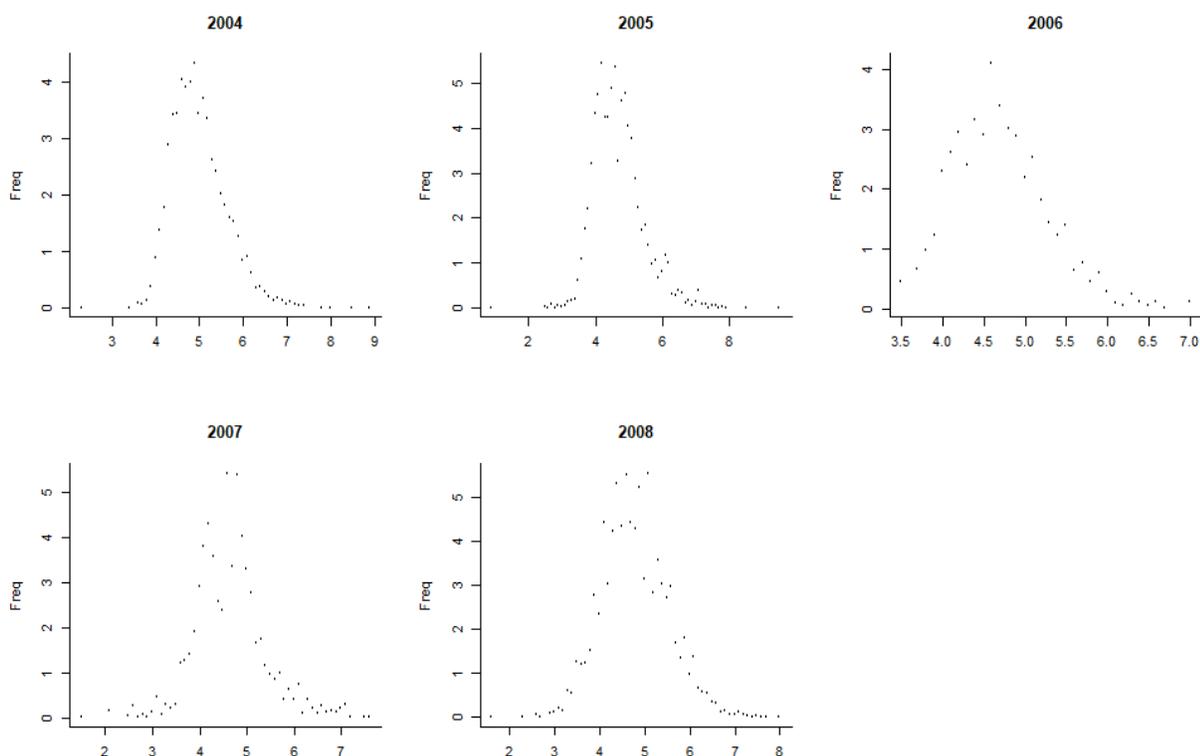


Figura 67. distribución de los datos de frecuencias atreves de los años 2004 a 2006, ajustadas a los requerimientos del modelo LBB. fuente AUNAP.

Las salidas del modelo muestran que se estimó un valor de $L^\infty = 9.49$ cm de L_t ., Con un índice de presión pesquera $z/K = 6$ y una longitud al 50% de $L_c = 4.05$; se puede notar que la comparación entre el primer años de estudio (2004) y el último años (2008) las diferencias no son notorias por lo que se estima que el recurso no ha recibido demasiada presión de pesca. (Figura 68).

De otra parte, el modelo muestra que la relación de L_c y $L_{promedio}$ respecto a los valores de óptimos muestran que los mismo se han mantenido estables; mientras que, mientras que el índice de presión de pesca relativa F/M ha variado entre años siendo los últimos (2007 - 2008) tiene alguna tendencia a la disminución siendo muy similares a lo que ocurrió en el 2005. (Figura 68)

Finalmente la biomasa relativa B/Bo aunque muestra cierta estabilidad ya empieza a cruzar los niveles mostrados como límites de biomasa proxi (B_{msy}). (Figura 68)

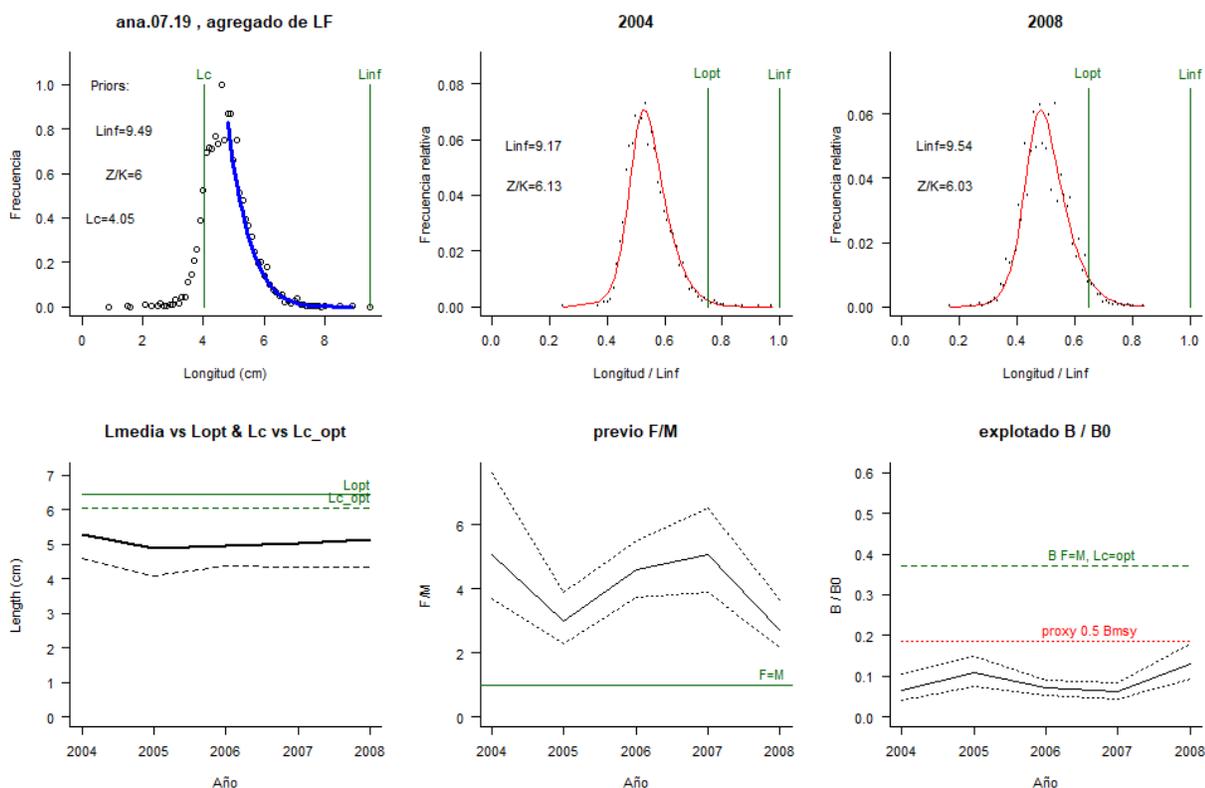


Figura 68. el panel superior izquierdo muestra los datos acumulados de LF acumuladas con la que ese estimo los valores priores; los siguientes paneles muestra el comparativo entre el primer y último años; el panel inferior izquierdo muestra el comparativo de L_{medio} (Curva inferior negrita) con relación a L_c y el L_c (curva discontinua inferior) con relación al L_c óptimo. El panel inferior central muestra la presión de pesca relativa F/M, con sus límite de confianza al 95 % y el panel inferior derecho muestra la biomasa relativa B/Bo (curva negrita con límites de confianza 95 %) frente a los índices de proxy de Brms (línea discontinua) y proxy 0.5Bmsy.

Recomendación

Con los resultados obtenidos de la modelación empleada, así como los otros aspectos mencionados, se recomienda una cuota de captura que no supere las 1.000 t que equivale a 75 573000 millones de conchas (75 573 cientos), igualmente, es imperativo:

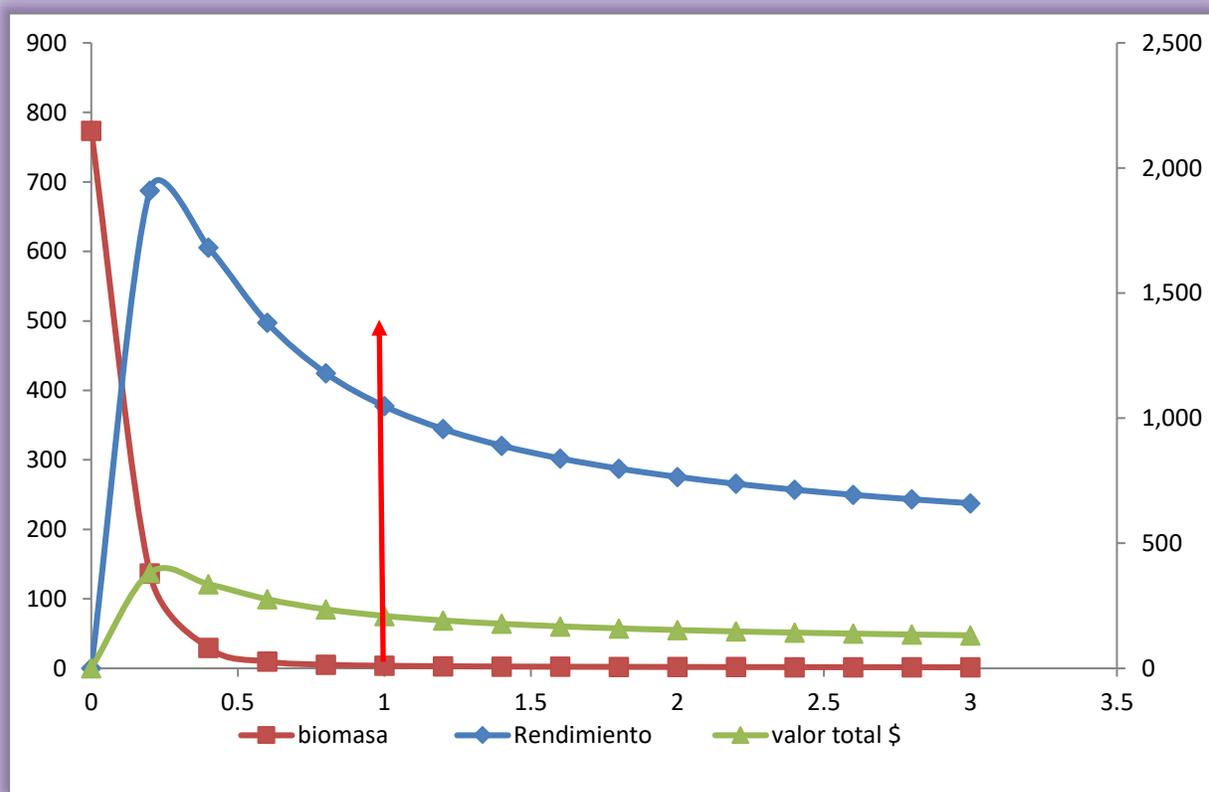


Figura 69. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Anadara tuberculosa* para el Pacífico colombiano con el modelo de Thompson y Bell.

- No utilizar una estrategia de pesca que intensifique el estado de explotación pensando en incrementar los ingresos.
- Establecer un sistema de monitoreo biológico y pesquero de la piangua (*Anadara tuberculosa*) en el Pacífico colombiano, y ampliar los estudios en cuanto a los mecanismos que relacionan las variables ambientales con el ciclo de vida de esta especie.
- Decretar medidas que garanticen protección al reclutamiento, a fin de incrementar la biomasa pescable.
- Consolidar trabajos interinstitucionales para incrementar el control de ingreso de embarcaciones del vecino país, a fin de reducir el esfuerzo pesquero y evitar la práctica de la tala de los bosques de manglar.
- Garantizar el control efectivo en la comercialización de la talla mínima establecida (50 mm de LT).
- Considerando los efectos negativos del fenómeno del “El Niño”, deben fortalecerse las medidas de manejo especiales que se han implementado con la participación comunitaria para afrontar las variaciones climáticas y que sigan contribuyendo a mitigar sus efectos, en especial teniendo en cuenta que en febrero de 2010 se presentó el máximo valor de este fenómeno.
- Consolidar acciones de manejo binacional a fin de armonizar las medidas de manejo que garanticen la recuperación del recurso.
- Garantizar el control de la comercialización a través del censo de comercializadores.
- Conocer la cadena productiva de la piangua para consolidar el fortalecimiento de los concheros maximizando el precio de primera compra.

Crustáceos

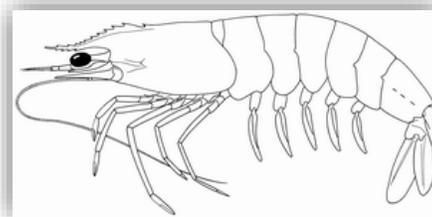
Familia Penaeidae

La pesca industrial en Colombia ha tenido sus bases fundamentales en las pesquerías de arrastre y en especial en la captura del camarón de aguas someras, lo cual ha propiciado el soporte principal para la generación de empleo y divisas para el país. No sólo la pesca industrial ha tenido impacto en las poblaciones de camarones de aguas someras, sino que la pesca artesanal ha encontrado en este sistema un importante factor de desarrollo social y económico para la costa del Pacífico colombiano.

La pesca del camarón se inició hace 50 años. Hacia el año de 1957 se empezó con dos embarcaciones realizando faenas de pesca, las cuales produjeron 84.950 libras-colas (Mora, 1988). A partir de esa fecha el negocio fue prosperando y generó no sólo una flota importante, sino que se desarrolló una infraestructura con plantas de proceso que se constituyeron en el principal renglón dentro de la pesca en Colombia.

Camarón blanco *Litopenaeus occidentalis* (Street, 1871)

Especie de gran importancia comercial. Los juveniles son estuarinos y los adultos marinos, se les encuentra entre los 2 y los 20 m de profundidad. Prefieren los fondos blandos lodosos (Holthuis, 1980).



Hasta 1967 las producciones siempre habían estado en aumento, pero por esa época ya estaban alcanzando los niveles de rendimiento máximo sostenible con una flota activa de 55 barcos y una producción de 41.749 libras-cola (Mora, 1988).

Los niveles se sostuvieron por un tiempo en 2 millones de libras, exceptuando los años de fenómeno de “El Niño” que ocasionó el descenso en los rendimientos. A partir de 1985, el sobre esfuerzo de pesca ejercido (principalmente por la pesca industria) ocasionó una caída significativa de los rendimientos pesqueros en casi un millón de libras (Mora, 1988).

El descenso en los rendimientos fue influenciado además por la introducción de un nuevo arte de pesca (red agallera monofilamento denominada comúnmente “trasmallo electrónico”) hacia principios de la década de los años 80. Este arte de pesca tuvo un profundo impacto en la pesquería de la región, debido a su relativo bajo costo y alto rendimiento en la captura, siendo principalmente utilizado por los pescadores artesanales.

Hacia 1993 se reportaron niveles de mortalidad con un valor de $Z = 23,43 \text{ año}^{-1}$ por grupos de tallas en longitud total, cifra supremamente elevada para un recurso y que evidenció la alta presión de pesca que se estaba ejerciendo por la flota artesanal e industrial (Barreto, 1983).

Hasta el presente las pesquerías de camarón de aguas someras han estado en los niveles más bajos reportados puesto que no superan las 600 t (CCI, 2008), y para el año 2018 se reportaron 144.7 t.

Tallas y madurez sexual

Los registros de las tallas estuvieron dentro de los 7.5 y los 147.5 mm de longitud cola (Lc), con una talla media de captura calculada para dos grupos de tallas de 10,9 cm Lc (n= 3.457), inferior a la TMM estimada para el presente de 18,7 cm Lc, las cuales evidencian el uso de artes de pesca cuya selectividad es muy reducida (Figura 70).

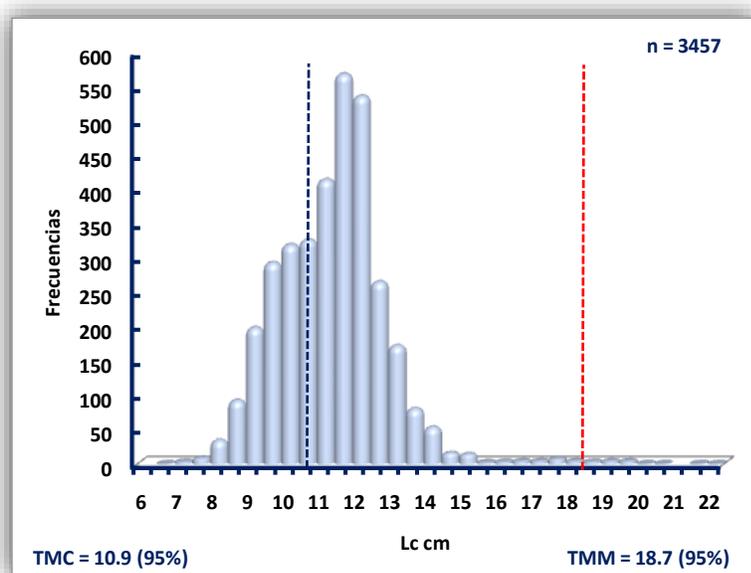


Figura 70. Estructura de tallas de *Litopenaeus occidentalis* en el Pacífico colombiano, se muestra la Talla Media de Captura (TMC) y la Talla Media de Madurez (TMM), calculadas con un intervalo de confianza del 95%.

Modelos de producción

Al contar con información de evaluaciones recientes realizadas durante los últimos años, Barreto y Borda (2007), Barreto y Borda (2008), Barreto *et al.*, (2009), Barreto *et al.*, (2010, en prensa), en este trabajo se realiza una actualización mediante la utilización del modelo de producción excedente y Bootstrap (Tabla 17, Figs. 73 y 74), los cuales evidencian que el

camarón blanco es un recurso sobreexplotado, el cual presenta una disminución de biomasa efectiva disponible con respecto a 1957. En este sentido se requiere la implementación de medidas que incluyan las diferentes pesquerías que acceden a la especie tanto a nivel industrial como artesanal.

El modelo de producción excedente con remuestreo Bootstrap nos permitió calcular un rendimiento máximo sostenible de 970 t al 10% de aprovechamiento de la biomasa, con un esfuerzo óptimo de 37 embarcaciones, el cual es inferior en un 44% a lo obtenido con Bootstrap. Esto es debido a que éste último busca una relación entre la CPUE y el coeficiente de capturabilidad q , mientras que el optimizado mediante teoría bayesiana incorpora, entre otros, la biomasa, el reclutamiento, variación del CPUE. Se debe anotar que esta tendencia a la sobrepesca podría tener consecuencias graves para el equilibrio ecológico de la región.

Tabla 16. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción con TEORÍA BAYESIANA en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

139.031316	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.500	1.650	1.800	1.950	2.100	2.250	2.400	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.05	261.9	269.0	273.4	276.4	278.6	280.2	281.6	274
0.1	454.0	484.4	503.3	516.1	525.5	532.6	538.2	508
0.15	562.9	636.1	681.5	712.4	734.9	752.0	765.4	692
0.2	570.6	711.1	797.6	856.5	899.2	931.6	957.1	818
0.25	451.9	691.6	837.9	936.9	1008.6	1063.0	1105.7	871
0.3	180.6	552.1	783.2	938.2	1050.0	1134.6	1201.0	834
0.35	0.0	257.4	605.2	838.5	1005.1	1130.6	1228.8	724
0.4	0.0	0.3	261.5	602.8	846.3	1027.8	1169.0	558
0.45	0.0	0.0	0.1	185.6	526.5	788.2	989.2	356
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	54.7	329.1	630.2	145
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	75.7	11

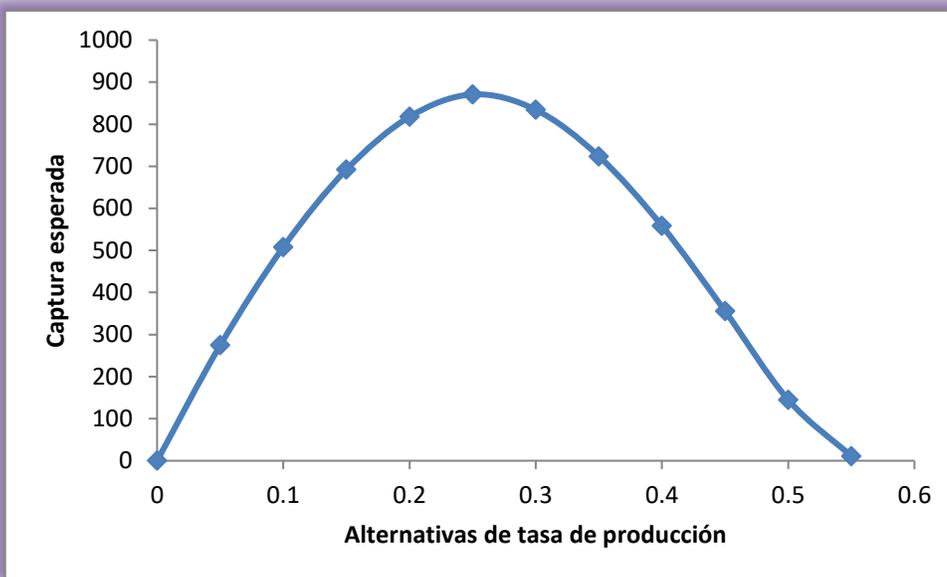


Figura 71. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP – SEPEC

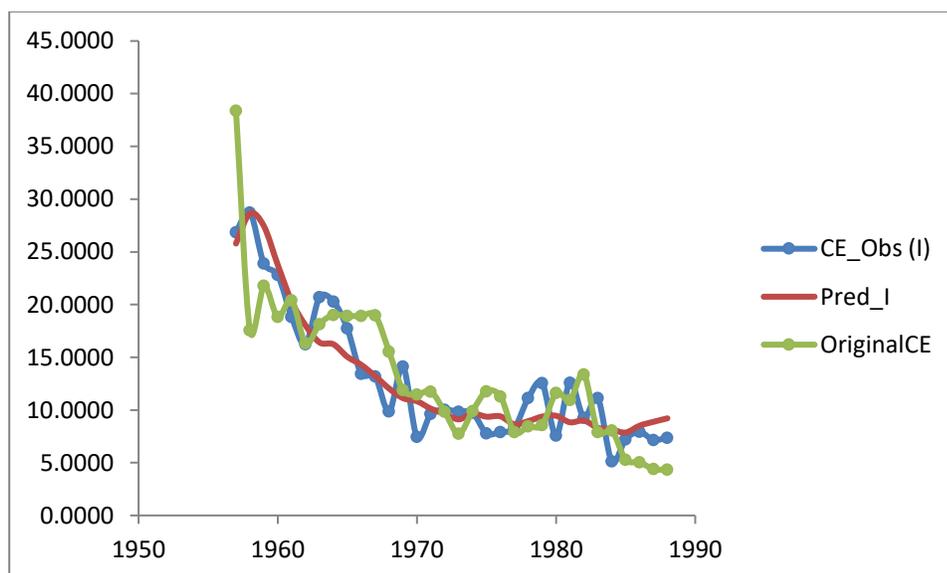


Figura 72. Simulación de la pesquería de Litopenaeus occidentalis mediante la técnica de remuestreo. Fuente AUNAP - SEPEC

Cuando realizamos una evaluación del modelo estático y el modelo dinámico se estimó que el valor para el RMS del primero fue de 913 t, y para el segundo fue de 612 t. se observa que las

pesquerías de los últimos diez años no han reportado capturas superiores a los 160 t, lo cual es un indicador de alta presión sobre la dinámica poblacional de la especie.

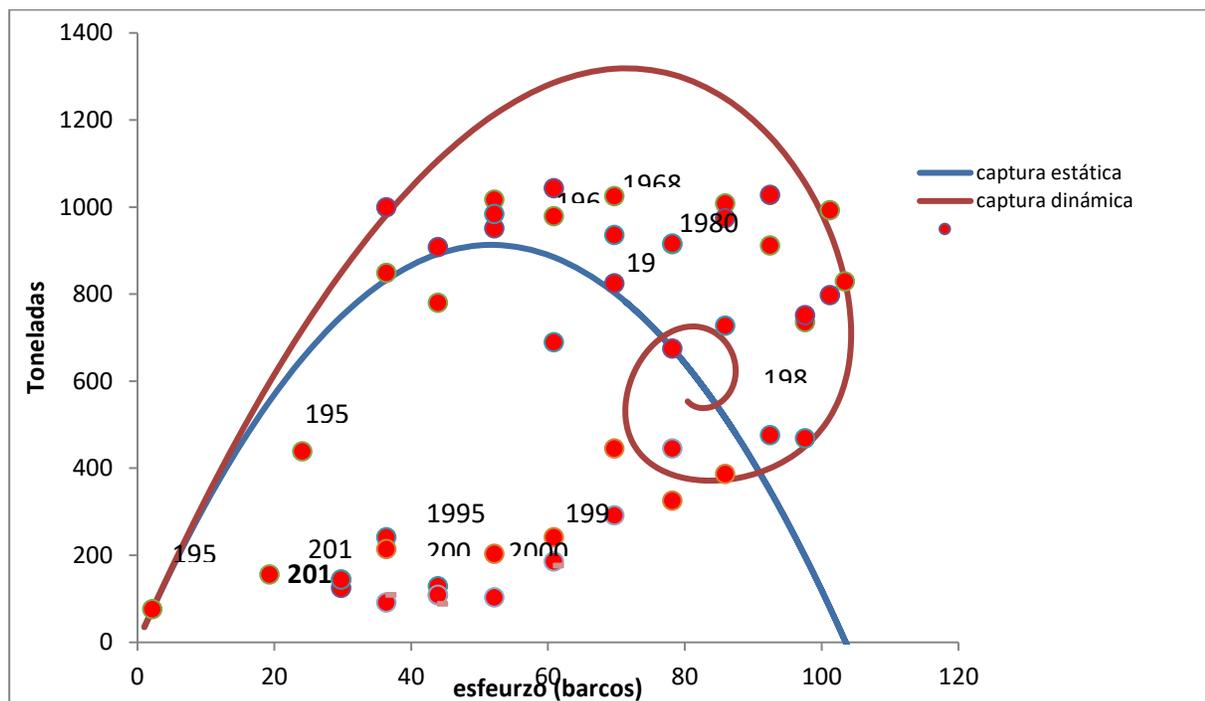


Figura 73. Evaluación de las pesquerías de camarón blanco del pacífico utilizando un modelo estático tipo Schaefer y un modelo dinámico. fuente INDERENA, INPA, INCODER, ICA, AUNAP – SEPEC-

De otra parte, el INVEMAR realizó un análisis del desarrollo de la actividad pesquera donde estructura su comportamiento desde plena explotación, sobreexplotación y agotamiento; en este estudio se muestra que las pesquerías ya están en una fase muy peligrosa y que las medidas de ordenación deben ser muy estrictas. (Figura 74)

De otra parte, en este estudio se hace una comparación entre la pesca industrial y artesanal, donde se nota claramente que la segunda actividad ha desplazado y ocupado el espacio que dejó la pesca industrial; sin embargo, a pesar de que la pesca artesanal ha tenido unos niveles altos de producción, hecho corrido en 1999, las pesquerías en general han declinado. (Figura 75)

La parte relevante del estudio es la modelación de las pesquerías las cuales muestran los niveles de RMS y los aportes en capturas realizadas durante todos los años de historia de la pesquería. (Figura 76)

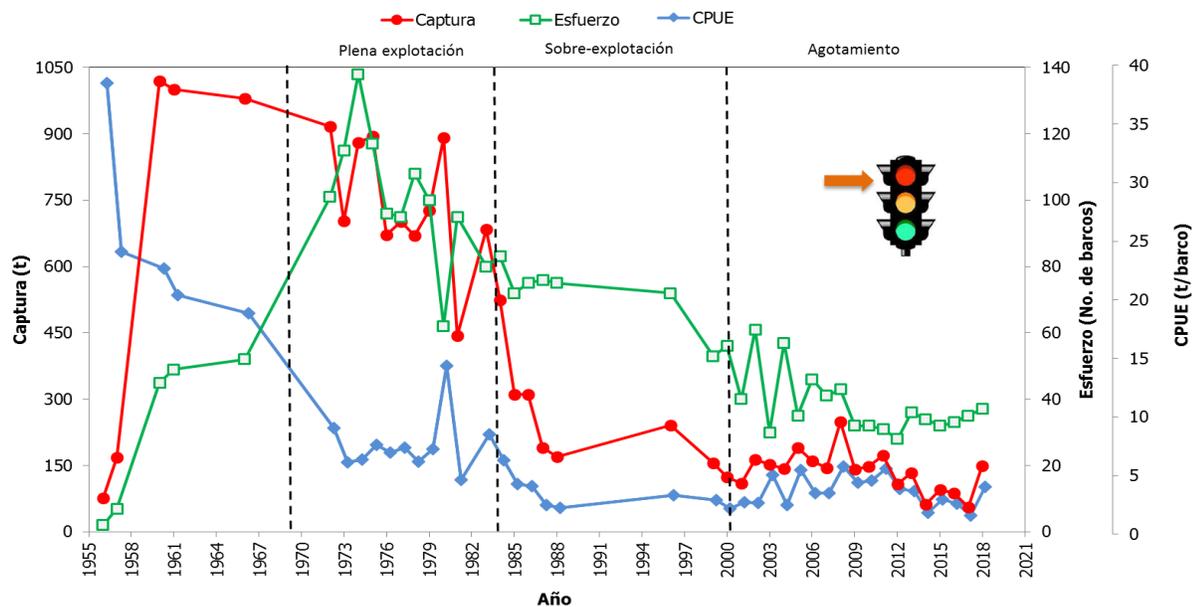


Figura 74. comportamiento de las pesquerías del camarón blanco de aguas someras en el pacífico colombiano. fuente INVEMAR

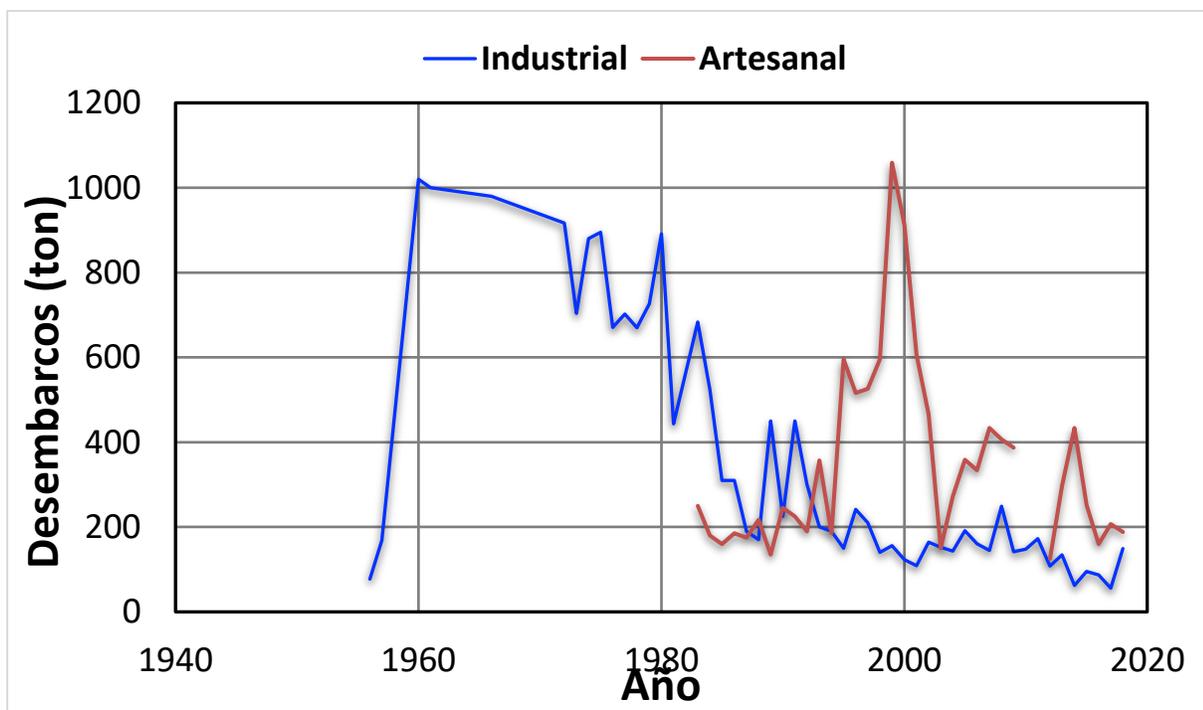


Figura 75. distribución histórica de los desembarcos de pesca artesanal e industrial. fuente INVEMAR

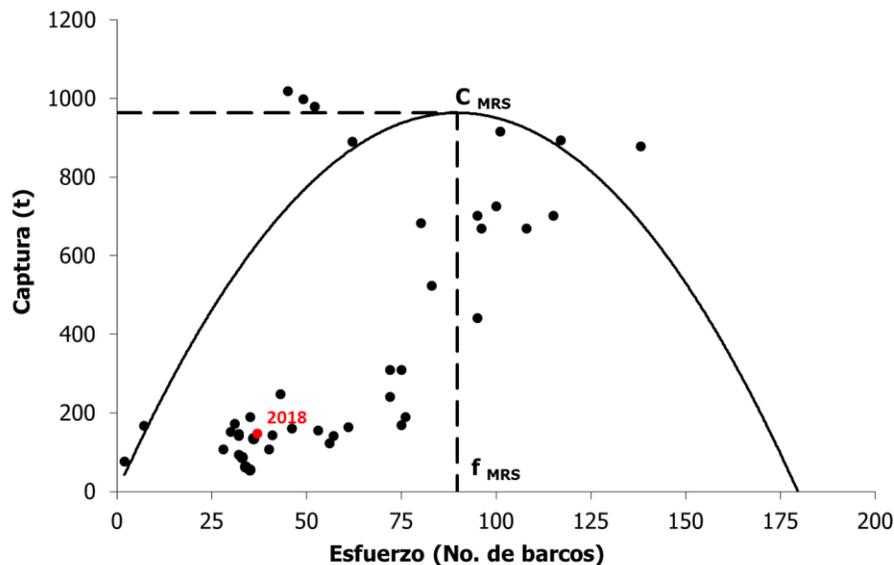


Figura 76. Desarrollo del modelo pesquero efectuado con la información de captura y esfuerzo para el camarón blanco. Fuente INVEMAR

Recomendaciones

Con base en estos análisis, la propuesta de cuotas de pesca para camarón de aguas someras para el 2018 se torna compleja pues el escenario razonable tiene una alta probabilidad de que no se cumpla en la práctica por la situación actual de la pesquería en términos sociales y económicos. De acuerdo con el estado actual de la pesquería y del recurso, aunque puede ser viable establecer una cuota de pesca para esta especie hay que tener una combinación entre la cuota que se maneje para todos los camarones de aguas someras esto permitiría que los diferentes permisionarios de la flota industrial puedan manejar la captura de camarones de una forma más efectiva. En el caso de la flota artesanal el establecimiento de la cuota implicaría implantar un sistema de control y vigilancia al trasmallo que de cumplirse haría una reducción drástica en el número de equipos de pesca no autorizados para la captura de CAS.

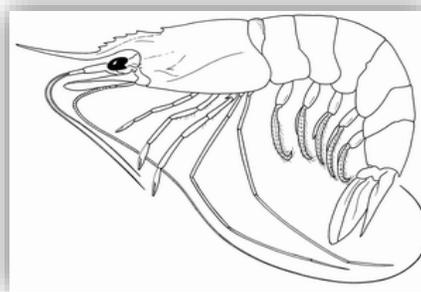
Con base en las anteriores consideraciones, se propone:

- Se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 853 t.
- Mantener un número fijo de unidades de esfuerzo mensual en 37 barcos para la pesca industrial, controlada por el número de zarpes.
- Generar directrices de ordenamiento pesquero por medio de las cuales se logre la reducción del esfuerzo sobre este recurso de manera gradual en el mediano plazo.

- Controlar el número y lugar de captura de los trasmallos y proponer estudios de evaluación de este arte de pesca por uno o dos años.
- De acuerdo con el ciclo de vida del camarón es necesario crear campañas de educación al pescador artesanal, con el fin de crear mayor conciencia en el aprovechamiento sostenible del recurso.

Camarón titi *Xiphopenaeus riveti* (Bouvier, 1907)

Este camarón de aguas someras prefiere la desembocadura de los ríos y se reporta hasta unos 70 m, de profundidad, las capturas realizadas de esta especie se dan en fondos lodosos con inclusión de arcilla y arena (Fischer *et al.*, 1995).



Este recurso representa un importante sistema productivo en varios países de Centro y Sur América (El Salvador - Ecuador) es comercializado fresco, pelado, cocido y salado. Por lo general es capturado con redes de arrastre, su potencial ha sido estimado en 5000 t anuales teniendo unas capturas entre 600 y 1000 t; en algunas regiones del continente como en el Ecuador durante los eventos de El Niño 1982 y 1983 se observó una inusitada abundancia convirtiéndose en el recurso más importante de las capturas del Ecuador (Fischer *et al.*, 1995).

En Colombia durante el 2018 se reportaron un total de 341 t, principalmente reportados en Tumaco, Guapi y Buenaventura. Durante la realización de presente trabajo no se encontraron estudios que reporten evaluaciones sobre la dinámica de esta especie.

Por lo tanto, se reconstruyó una base de datos de captura y esfuerzo entre los años de 1975 hasta 2009 a través de registros efectuados por el INDERENA, INPA, INCODER y CCI, con el fin de construir un modelo de producción excedente que permitiera realizar un diagnóstico sobre su pesquería, de acuerdo con la metodología existente (Seijo y otros, 1997), el cual fue optimizado mediante la utilización de la Teoría Bayesiana.

Modelos de producción

El modelo de producción excedente Gordon Schaefer muestra un rendimiento máximo sostenible de 1306 t al 10 % de aprovechamiento de la biomasa, el cual es inferior en un 26 % a lo obtenido con Bootstrap (Tabla 18, Figs. 75 y 76).

Esto es debido a que éste último busca una relación entre la CPUE y el coeficiente de capturabilidad q , mientras que el optimizado mediante teoría bayesiana incorpora entre otros, la biomasa, el reclutamiento, variación del CPUE. Se debe anotar que esta especie se ha convertido en alternativa de producción en la pesca artesanal en consecuencia de la sobrepesca del camarón blanco.

Tabla 17. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción del modelo de producción excedente por remuestreo en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
431.262177	1.500	1.650	1.800	1.950	2.100	2.250	2.400	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.05	259.0	269.9	277.3	282.7	286.7	290.0	292.6	279.742338
0.1	431.3	471.7	498.4	517.5	531.9	543.1	552.2	506.595542
0.15	496.7	587.7	648.2	691.4	723.7	748.9	769.0	666.5012
0.2	436.3	592.5	696.6	781.8	885.2	899.5	931.2	746.147818
0.25	166.0	351.2	653.6	773.7	851.8	784.3	1041.1	660.234546
0.3	0.0	597.6	699.8	682.1	600.3	947.3	1032.5	651.369593
0.35	0.0	0.0	101.4	332.4	504.4	671.9	493.2	300.472659
0.4	0.0	0.0	0.0	31.8	-245.8	806.3	282.4	124.966182
0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	38.9	-38.9	297.7	42.531007
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	-2.6	-0.304643
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00047087

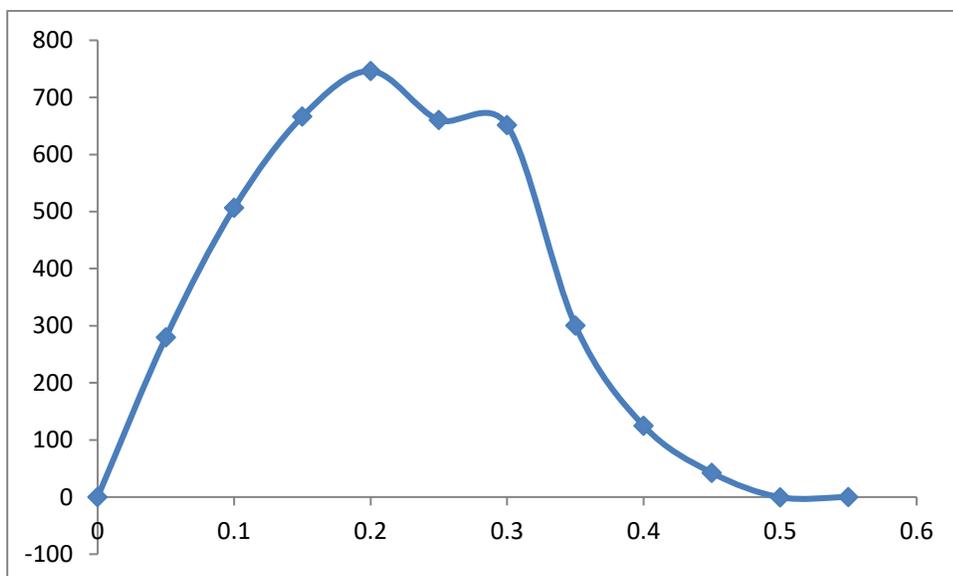


Figura 77. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual.

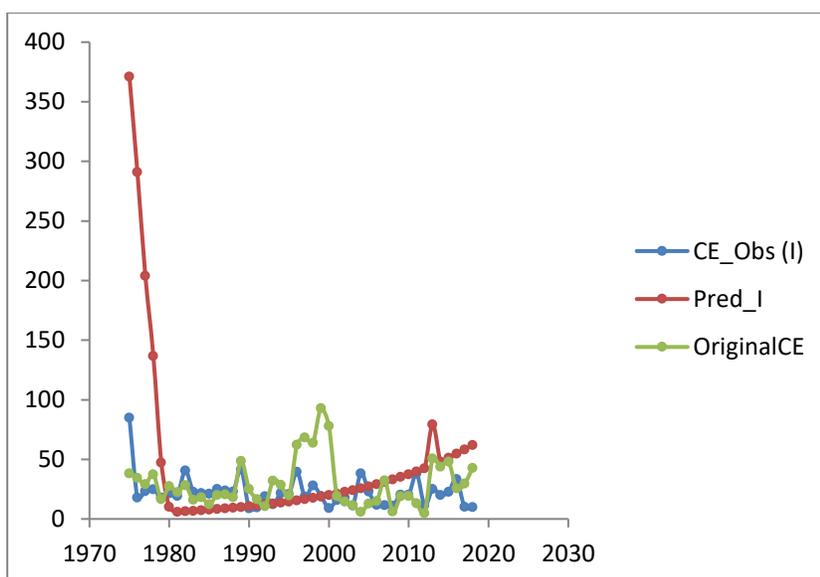


Figura 78. Simulación de la pesquería de Xiphopenaeus riveti mediante la técnica de remuestreo. Fuente AUNAP - SEPEC

Recomendación

Teniendo en cuenta que este recurso está sometido a una intensa presión de pesca, se recomienda una cuota de aprovechamiento que no supere las 1.000 t, como una medida precautoria de manejo del este recurso y en especial teniendo en cuenta que forma parte integral de las pesquerías industrial de camarón blanco.

Camarones de aguas profundas

De acuerdo con la Resolución No. 000627 de diciembre de 1999 del INPA, este grupo está compuesto por 3 especies de camarones: el camarón café, el camarón rojo y el camarón coliflor.

- **Camarón café** *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes, 1900): habita en fondos fangosos y de arenas, aunque este recurso es de profundidad algunas veces se ha detectado en aguas más someras, pero en general sus abundancias esta relacionadas hasta los 180 m, los juveniles se encuentran en estuarios o lagunas.
- **Camarón rojo** *Farfantepenaeus brevirostris* (Kingsley, 1878): vive en fondos arenosos y lodosos entre unos 20 y 180 m.
- **Camarón coliflor** *Solenocera agassizi* (Faxon, 1893): habita en fondos lodosos y arenosos a profundidades entre 16 a 354 m (Fischer *et al.*, 1995).

Puentes *et al.*, (1995) describe la dinámica de la actividad pesquera del camarón de aguas profundas, estiman parámetros biológico pesqueros de *S. agassizi* con un desove entre enero - febrero, una talla promedio de madurez sexual entre 90 - 100 mm LT, y un crecimiento alométrico con diferencias entre hembras y machos, entre otras características biológicas.

Se sugiere un recurso óptimamente explotado para esa época con una tasa de explotación de 0,571 t, con 32 embarcaciones registradas en el INPA y 23 activas en 1993 (Puentes *et al.*, 2007).

Igualmente, se reporta la distribución de *F. brevirostris* y *F. californiensis* en la costa pacífica colombiana, analizaron los parámetros biológico-pesqueros de las especies, con una época de reproducción entre noviembre y enero y una talla promedio de maduración sexual entre 140 y

150 mm LT, entre otras características biológicas (Puentes *et al.*, 2007). Se sugirió un aprovechamiento óptimo del stock para la época, con una tasa de explotación de 0,545 t en donde estas especies reportaron el 60% del desembarco de camarón de aguas profundas (Puentes *et al.*, 2007).

Se ha estudiado el impacto de dispositivos excluidores de fauna incidental en la pesquería del camarón de aguas profundas y evaluaron el estado de aprovechamiento de *F. brevirostris* y *S. agassizi* para estimar una cuota de pesca y el esfuerzo óptimo.

El estudio encontró una reducción del 28% con el dispositivo “ojo de pescado”, del 23% con el dispositivo excluidor de tortugas (DET) y del 57% con ambos, con una reducción de consumo de combustible del 25%. Este estudio muestra además un aumento significativo del esfuerzo expresado en días de pesca, con un valor máximo en el 2006 de 6061 días de pesca, lo que implica un efecto significativo del esfuerzo sobre la abundancia del recurso, que unido a la estructura de la población capturada (69% son individuos inmaduros), indica que el recurso se encuentra plenamente explotado.

De otra parte, se encontró un rendimiento máximo sostenible entre 925 y 933 t con un valor medio de 930 t que serían capturadas en aproximadamente 144 faenas al año con 29 embarcaciones en faenas de 45 días, pero con días efectivos de pesca menores a 35 días (Rueda *et al.*, 2008).

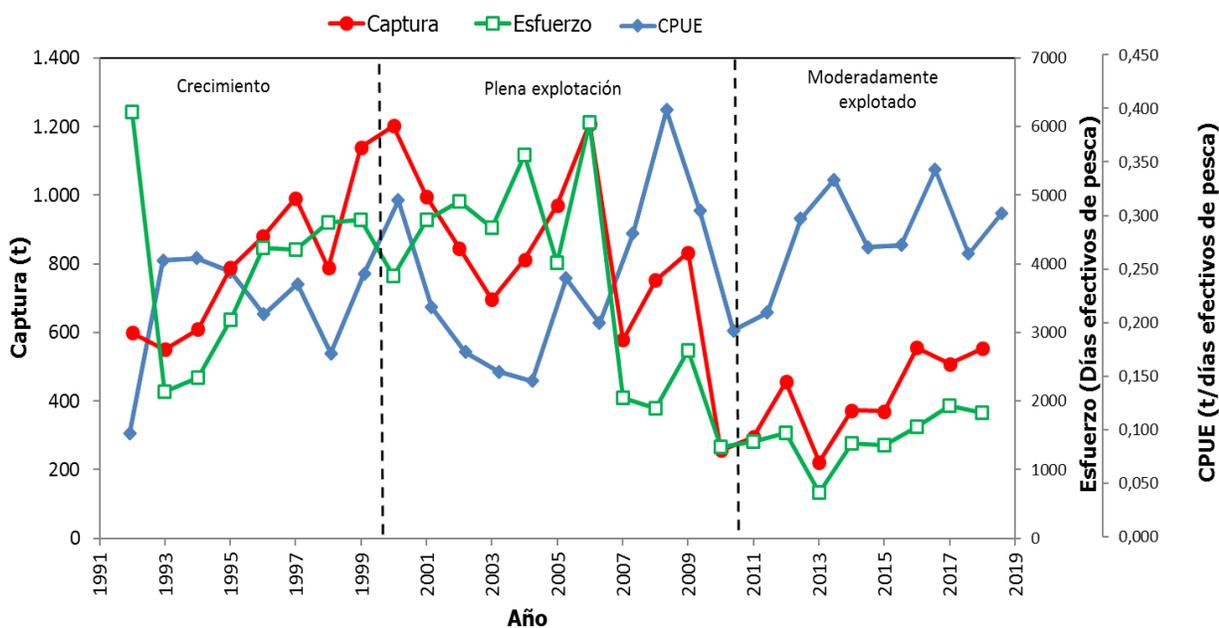


Figura 79. Evaluación de la pesquería industrial de aguas profundas del Pacífico colombiano. Fuente INVEMAR.

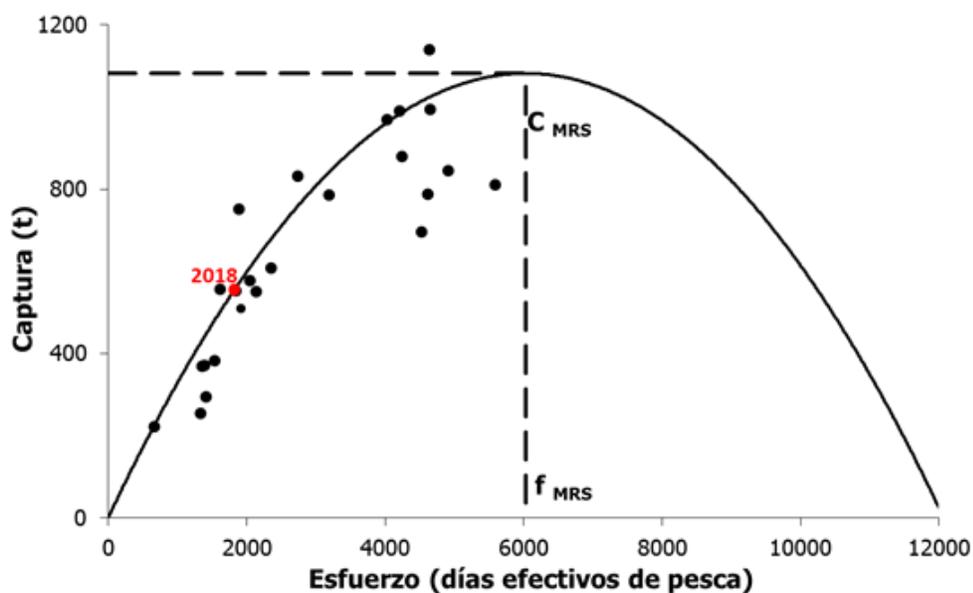


Figura 80. Resultado de la evaluación de las pesquerías utilizando el modelo de producción excedente del tipo Schaefer. Fuente INVEMAR.

Recomendación

Con base en lo expuesto, se recomienda acoger lo propuesto por el INVEMAR en su informe final del proyecto desarrollado.

De otra parte, el INVEMAR resume sus propuestas de administración de los recursos pesqueros tanto de aguas someras como profundas. (Tabla 18)

Tabla 18. Resumen de indicadores de estado del recurso pesquero y manejo sugeridas para la toma de decisiones. fuente INVEMAR

Recurso	Área	Pesquería	Estado e impacto sobre la biodiversidad	Cuota Permissible	Esfuerzo Permissible	Veda	Talla mínima de captura	Selectividad del arte de pesca	Área cerrada a la pesca
Camarón blanco - CAS (<i>Litopenaeus occidentalis</i>)	Pacífico	Industrial (arrastre) Artesanal – Información parcial (redes de enmalle y changas)	Agotado con leve signo de recuperación. CPUE ₂₀₁₈ /CPUE _{MAX} : 10% Captura < TMM = 43,1%. FA/CO = 20,5. Taxones FA = 121	CP = 670 t/año. Cmax. = 966 t/año. Nota: requiere regulación imperativa de la flota artesanal	FP = 41 barcos/año Fmáx = 90 barcos/año. Nota: No conceder doble permiso Hacer estricto control del esfuerzo artesanal	Entre Septiembre y Febrero	17 cm longitud total (LT)	Introducción de dispositivos excluidores de FA, Regulación del tamaño de malla en el cuerpo de la red, Introducción de redes de arrastre demersales selectivas (reconversión de la flota).	Control a zonas establecidas: ZEPA y DRMI Golfo Tribugá – Cabo corrientes
Camarón titi - CAS (<i>Xiphopenaeus riveti</i>)	Pacífico	Industrial (arrastre)	Biológicamente hay certeza de plena explotación. Captura < TMM = 0,3%. Taxones FA = 121.	CP = 200 t/año para flota industrial. Nota: requiere regulación imperativa de la flota artesanal	FP = 28 barcos/año. Nota: No conceder doble permiso	Información no disponible	8,1 cm LT	Promover el uso de artes de pesca más selectivos como la red suripera ya evaluada con el INCODER e INVEMAR.	IDEM CAS
Camarón pink (<i>Farfantepenaeus</i> spp) y coliflor (<i>S. agassizi</i>) –CAP	Pacífico	Industrial aguas profundas (arrastre)	Moderadamente explotado. CPUE ₂₀₁₈ /CPUE _{MAX} : 75% <i>F. brevirostris</i> : Captura < TMM = 84,77% <i>S. agassizi</i> : Captura < TMM = 92,8% FA/CO = 0,4. Taxones FA = 62	CP = 750 t/año. Cmax. = 1078 t/año.	FP = 20 barcos/año faenando 5 veces, 30 días. Nota: No conceder doble permiso CAS CAP	Diciembre a Marzo	<i>F. brevirostris</i> = 13,1 cm LT <i>S. agassizi</i> = 11,5 cm LT	Regulación del tamaño de malla en el cuerpo de la red	Norte y centro del Pacífico durante la veda DRMI Golfo Tribugá – Cabo corrientes

Recursos pelágicos medianos

Las especies que componen este tipo de recursos (aproximadamente 16 especies) son organismos migradores regionales que a diferencia de los pelágicos oceánicos, tiene una distribución geográfica más restringida. Este tipo de especies han sido evaluados esporádicamente puesto que se hacen cruceros de prospección pesquera muy espaciados, la política orientada a su aprovechamiento no ha tenido un esquema organizativo claro, lo cual incluye que no se ha manejado la estacionalidad de los recursos que no permite definir acciones de ordenamiento adecuados. En este trabajo se utilizó información de desembarcos como registros históricos que permitieron disponer de información suficiente para dar una primera aproximación de rendimiento máximo sostenible.

Aunque existen empresas dedicadas a esta pesquería, no se ha tenido una evaluación reciente que valore el verdadero estado de las poblaciones de medianos pelágicos. Estos recursos se podrían convertir en una alternativa de diversificación de la pesca, ante la decreciente actividad de las pesquerías tradicionales.

El INCODER, con la intervención de la CCI y con el direccionamiento técnico de la Universidad del Valle, adelantó un proyecto de prospección de pesca comercial exploratoria los resultados más sobresalientes se ajustaron a las condiciones ambientales, pero no se logró una buena determinación del potencial pescable de estos recursos.

Los estudios realizados sobre biomasa de pelágicos medianos hablan de un valor cercanos a las 20.000 t (FAO N. U., 1987) (VECEP, 1999).

Con la información histórica disponible y con las bases de datos que se refieren a información obtenida desde 1991 hasta el presente se pudo calcular el RMS, es especial mirando información relacionada con las especies que tradicionalmente bien siendo reportada por los usuarios del recurso y por datos obtenidos de estudios realizado sobre la pesquería de la región. (Tabla 19)

Tabla 19. Resumen de información sobre recursos pesqueros Medianos pelágicos: fuente AUNAP - SEPEC.

NOMBRE VERNACULAR	NOMBRE CIENTÍFICO	Rms (t)	L inferior	L superior
Aguja	<i>Blennes, ablennes, Platybelone, Stongilura</i>	11	7.75	14.55
Barracuda	<i>Sphyraena ensis</i>	69	50.3	90.57
Burique	<i>Caranx caballus</i>	300	217.55	402.87
Espejuelo	<i>Selene peruviana</i>	45	32.61	60.44
Jurel varios	<i>Caranx spp. , C. sexfasciatus</i>	350	248.73	465.14
Sardinata	<i>Elegatis bipinnulata</i>	45	31.35	59.79
Pámpano	<i>Trachinotus paítenses, T. robustus, T. kennedyi</i>	10	10	10

Otros recursos

Debido a la complejidad de toma de información y a que muchos recursos pesqueros son preprocesadores en el mar, no se pudo tener acceso a la totalidad de los recursos pesqueros de peces, crustáceos y moluscos que forman parte de la pesca industrial y artesanal. De otro lado, si en el momento del muestreo, el número de individuos era bajo no se registraron tallas. Sin embargo, se tuvo acceso a los volúmenes de desembarque y a las unidades de esfuerzo, con los cuales se pudo hacer estimaciones con base en el modelo de producción excedente de Schaefer Gordon, los cuales se deben tomar como estimaciones preliminares.

La tabla 20 muestra el resumen de los resultados obtenidos. Cabe anotar que en algunos recursos se encuentra más de una especie, de manera que los resultados aquí expuestos son preliminares de referencia dentro de la evaluación de la dinámica poblacional y que por lo tanto son bases para futuras evaluaciones.

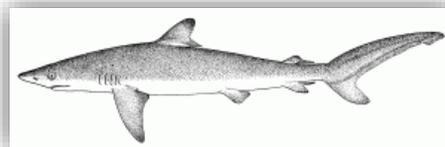
Tabla 20. Resumen de información sobre recursos pesqueros demersales



NOMBRE VERNACULAR	NOMBRE CIENTÍFICO	Rms (t)	L inferior	L superior
Cabezudo	<i>Caulolactilus affinis</i> , <i>C. nubbsi</i> , <i>C. princeps</i>	50	35.1	67.58
Alguacil	<i>Bagre pinnimaculatus</i>	180	124	247.09
Bagre	<i>Galeichthys peruvianus</i>	221	159.98	297.64
Barbeta	<i>Polydactylus opercularis</i> , <i>P. approximans</i>	135	98.57	177.56
Barbinche	<i>Bagre panamensis</i>	130	88.43	175.8
Botellona	<i>Menticirrhus rostratus</i> , <i>M. undulatus</i> , <i>M. nasus</i>	8	5.14	11.09
Guayaipe	<i>Seriola peruana</i>	212	156.01	276.9
Lenguado	<i>Cyclopsetta quema</i> , <i>C. panamensis</i>	189	137.56	256.06
Machetajo	<i>Centropomus pectinatus</i>	110	79.59	145.92
Ñato	<i>Sciades troschelli</i>	130	94.3	173.15
Robalo	<i>Centropomus medius</i> , <i>C. viridis</i> , <i>C. unionensis</i>	25	17.79	33.43
Zafiro	<i>Zinoporticus coniceps</i>	115	84.79	150.26

Recurso tiburón

Este grupo comprende varias especies dentro de las cuales se encuentran *Carcharhinus falciformis*, *C. limbatus*, *C. porosus*, *Rhizoprionodon longurio*, *Galeocerdo cuvieri*, *Sphyrna lewini* y *Alopias vulpinus*, entre las principales.



La pesquería del tiburón se ha convertido en una actividad importante debido a que es un interesante recurso para pescadores artesanales e industriales y para los comerciantes pesqueros ya que uno de sus subproductos (aletas de tiburón) tienen un valor importante para las exportaciones.

Barreto y Borda (2007, 2008) y Barreto *et al.*, (2009), realizaron una detallada descripción de los aspectos relevantes de esta pesquería, con sus implicaciones de manejo como el caso de disponer de normativa específica como la resolución. Este documento pretende brindar elementos básicos adicionales para que se determine la cuota de pesca para este grupo.

Un aspecto fundamental es ajustar los factores de conversión directamente con las especies capturadas en Colombia, para evitar la influencia de la variabilidad poblacional. Por lo tanto, es imperativo que los tiburones lleguen a los sitios de desembarco con las aletas adheridas, para evitar la pérdida de información y poder controlar los volúmenes por especie.

Adicionalmente, es necesario implementar la conversión de peso de aleta a peso del cuerpo, como una forma de verificar y controlar el aleteo.

Al no contar con información detallada para las especies de tiburones presentes en las diferentes pesquerías del Pacífico colombiano, se realizaron estimaciones sobre el comportamiento del grupo con el fin de entender su dinámica en la pesquería.

Los desembarcos reportados desde 1991 han sido muy variables, reportándose valores entre 14 y 459 t, los promedios de las capturas durante los últimos cinco (5) años fue de 247 t.

Modelos de producción

Los análisis realizados mediante la utilización del modelo de producción excedente optimizado con Teoría Bayesiana (Tabla 21, Fig. 77), evidencian que este grupo se encuentra plenamente explotado con indicios de sobreexplotación. Presentan una disminución de biomasa efectiva disponible con respecto a 1991.

Tabla 21. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de con modelos bayesianos en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

354	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,025	171,6	275,8	310,2	328,0	338,9	346,3	351,7	303,210
0,05	42,0	342,6	480,6	550,3	592,9	621,7	642,5	467,501
0,075	0,3	187,1	500,5	658,9	755,2	820,3	867,2	541,340
0,1	0,0	12,8	354,0	644,8	818,6	935,8	1020,4	540,907
0,125	0,0	0,0	82,8	496,8	775,0	961,5	1096,0	487,448
0,15	0,0	0,0	0,7	206,0	615,2	889,8	1087,4	399,879
0,175	0,0	0,0	0,0	7,8	323,6	712,2	987,5	290,152
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	29,5	414,2	787,9	175,953
0,225	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	60,7	475,3	76,575
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	86,4	12,362
0,275	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,038

Recomendaciones

Considerando los avances que presenta el Plan de Acción nacional de Tiburones (PAN; Anexo III), y en especial las recomendaciones para su administración; se solicita al Comité Ejecutivo para la Pesca -CEP- se le asigne una cuota de aprovechamiento al tiburón, la cual no supere las 541 t, de otra parte, se requiere establecer estrategias de manejo basadas en las características biológicas (crecimiento lento y estrategia reproductiva).

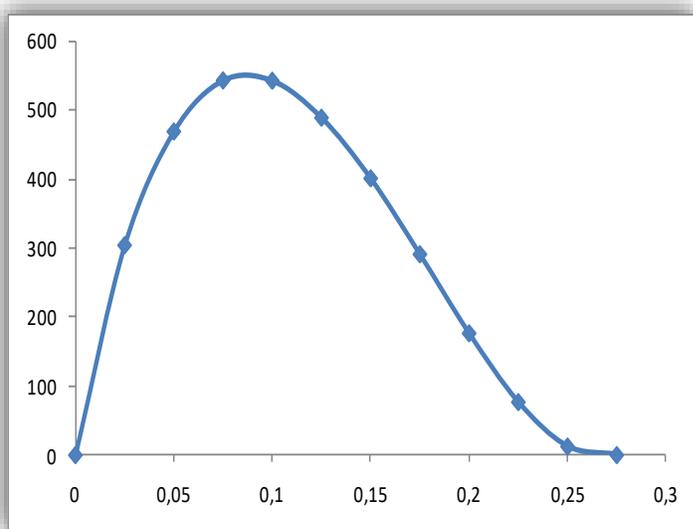


Figura 81. Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual.

De acuerdo con la información analizada, se requiere con urgencia hacer un estudio detallado sobre el estado del recurso dirigido a especies clave de este grupo, con fines de manejo que incluyan zonas estratégicas de reproducción y crecimiento. Se requiere la implementación de medidas que incluyan las diferentes pesquerías que acceden a la especie (arrastre, anzuelo, malla) tanto a nivel industrial como artesanal.

Se debe mencionar que esta propuesta debe ser articulada con las actividades y recomendaciones presentadas en el PAN tiburones, por lo que se hace necesario la realización de un taller con los grupos vinculados en la elaboración del PAN a fin de consolidar una estrategia que permita avanzar en la administración de estas especies

Conclusiones Cuenca del Pacífico

Dentro de los análisis de las pesquerías de esta región se tuvo en cuenta no solamente el resultado del modelo, sino que además si el recurso está en niveles de superiores a RMS lo cual significa que las poblaciones de peces ya están en la zona de sobreexplotación que implica disponer de supuestos de que las poblaciones se encuentran en un relativo peligro de su estabilidad en la naturaleza lo cual obligó a aplicar medidas precautorias como montar escenarios de la disminución de los niveles de rendimiento máximo sostenible entre un 5 y un 10% de valor estimado por los modelos propuestos.

Los datos anteriores fueron consultados con el Comité Técnico Interinstitucional, el cual recomendó aplicar medidas precautorias teniendo en cuenta que recursos como el mero se encuentran en el libro rojo de especies amenazadas.

Se agruparon las especies demersales como: gualajo, merluza, pelada, cabezudo, alguacil, bagre, barbata, barbinche, botellona, guayaípe, languados, machetajo, ñato, róbalo y Zafiro.

Igualmente se agruparon como pelágicos medianos a las siguientes especies o grupos de especies: jurel varias especies, aguja, barracuda, espejuelo, sardinata y pámpano. En la tabla 22 se presenta la propuesta final de las posibles cuotas que debe ser aplicada para el año de 2011.

CAPITULO 3

MAR CARIBE

Los datos analizados del Caribe colombiano proceden de muestras biológicas tomadas en diferentes puertos de desembarque de la flota industrial y artesanal localizados en los municipios de Cartagena, Barranquilla, Santa Marta, Acandí, Juan de Acosta, Riohacha, Turbo, Uribia, San Antero, Puerto Colombia, Manaure, Tolú, Necoclí y Tubará.

Esta información corresponde a muestras de 23 especies entre peces y crustáceos (20 peces y 3 crustáceos), de la cual sólo se pudo utilizar la de 12 especies de peces y de 2 especies de crustáceos por sus características de adaptación a las necesidades de procesamiento de la información.

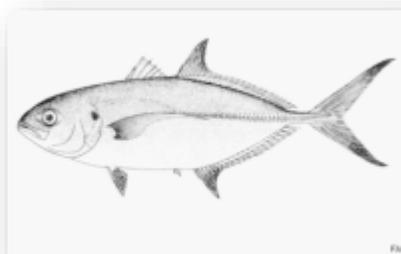
Peces

Familia Carangidae

Para esta familia se reportaron 405,8 t desembarcadas en el litoral. Del género *Caranx* (jureles y cojinúas) se registraron 258,4 t, donde el Jurel aleta amarilla (*C. crysos*) y la Cojinúa negra (*C. hippos*) fueron las especies más representativas (30,71% y 30,51% respectivamente).

Cojinúa negra *Caranx crysos* (Mitchill, 1815)

Esta especie es encontrada por lo general cerca a la costa, hasta los 100 m de profundidad, poco común alrededor de los arrecifes. Formadora de cardúmenes. Los juveniles son frecuentemente encontrados asociados a *Sargassum* flotantes. Se alimenta de peces, cangrejos, camarones y de otros invertebrados. Es comercializada fresca, congelada, y salada. A menudo utilizado como carnada (Carpenter, 2002).



De acuerdo con la información reportada para el análisis de esta especie se encontró que las 445,33 t desembarcadas se realizaron en los municipios de Santa Marta (39,9%), Riohacha (27,7%), Cartagena (9%), Manaure (6,9%), y en los municipios de Acandí, Barranquilla, Puerto Colombia, San Antero, Tolú y Tubará (alcanzaron en conjunto un 23,5%); en cuanto a los artes de pesca empleados en su captura, se determinó que el chinchorro (57,7%) fue el arte que más aportó al volumen de las capturas, seguido por las redes de enmalle (34,6%) y las líneas de mano (7%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre los rangos de 7,5 y 58,5 cm de longitud total (LT) (n = 3897); el 95,6 % estuvo por debajo de la talla media de madurez (TMM) (35,4 cm LT) y el 4,4 % por encima, mientras que el 80 % estuvo por debajo de la talla media de captura (TMC) (26,4 ± 0.12 cm LT) y el 20 % por encima (Figura 82).

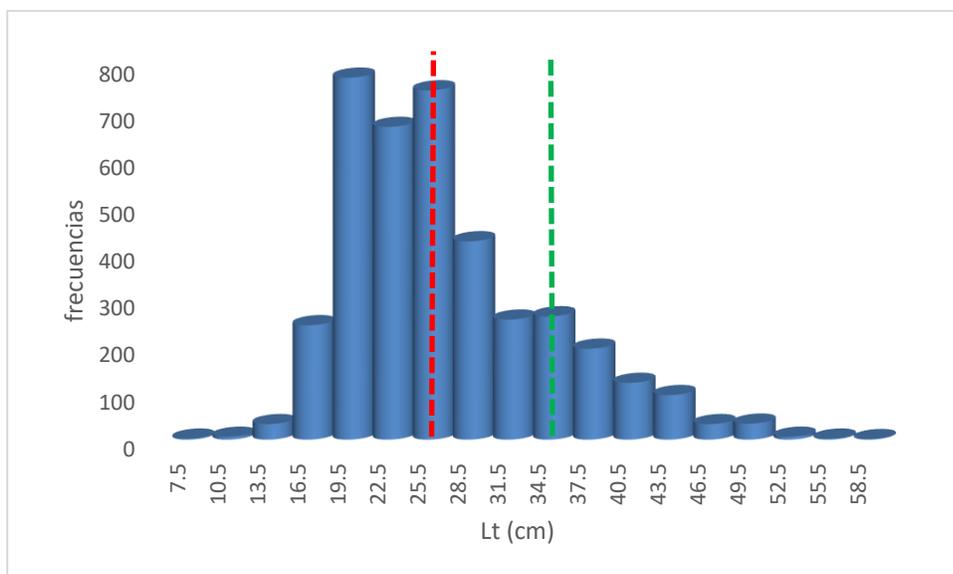


Figura 82. Estructura de tallas de *Caranx crysos*. Caribe colombiano; talla media de captura (TMC, línea roja discontinua), y talla de madurez (TM, línea verde discontinua). Fuente AUNAP - SEPEC

Durante los dos años de muestreo se identifica un solo grupo de tallas lo cual significa que la especie tuvo un comportamiento homogéneo durante estos dos años; que, además, hace que la talla media de captura sea representativa de los meses muestreados.

Madurez

Se determinó la relación Macho-Hembra en 1:0,04. La mayoría de los individuos se encontraron en estado Inmaduro, tanto hembras (41,0%) como machos (91,4%). El 25,6% de las hembras estaban En Maduración, mientras que solo el 0,3% de los machos se encontraron en este estado. El 20,5% de las hembras y el 7,1% de los machos reportados estaban maduros.

Modelos de producción

El ejecutar le modelo de producción excedente con remuestreo BOOTSTRAP, se encontró que el RMS fue de 420 t, que puede ser capturada con una intensidad de pesca de 293 faenas de pesca por año; es notable anotar que las unidades de densidad relativa (cpue), están marcadamente disminuyendo (Figura 83)

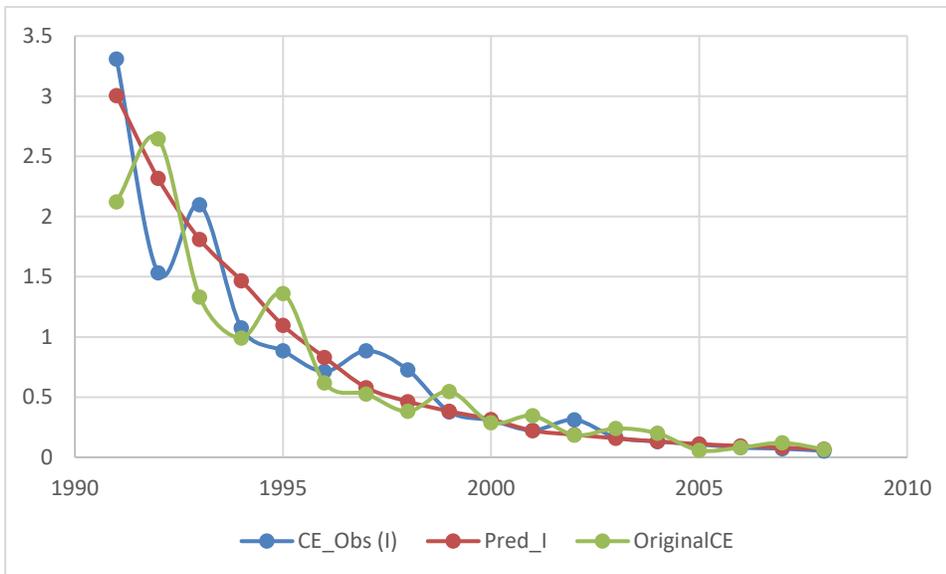


Figura 83. Desarrollo del modelo de producción excedente analizando la estructura de la CPUE. Fuente AUNAP - SEPEC.

Se empleó como segundo modelo, la simulación bayesiana de 100 años de pesquerías con 7 diferentes escenarios de comportamiento de la naturaleza, éstos de manera estandarizada, los resultados muestran un RMS de 313 t.; con una tasa de aprovechamiento del 10 %. (Figura 84)

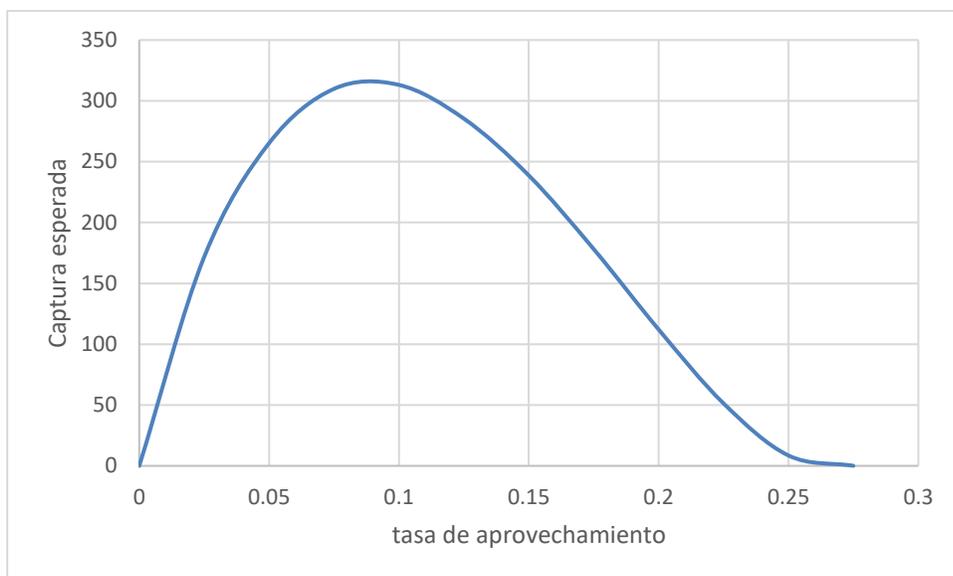


Figura 84. modelo bayesiana de la simulación pesquera mostrando un RMS al 10 % de la tasa de aprovechamiento. Fuente AUNAP - SEPEC.

De otra parte, el modelo bioeconómico de Thompson y Bell muestra un RMS de 433 t, y con un nivel económico cercano a los \$6.000 millones de pesos; pero con un recurso se alcanzó su nivel óptimo que puede asimilarse como un punto de referencia límite, que sugiere que el manejo de la pesquería debe ser muy prudente. (Figura 85)

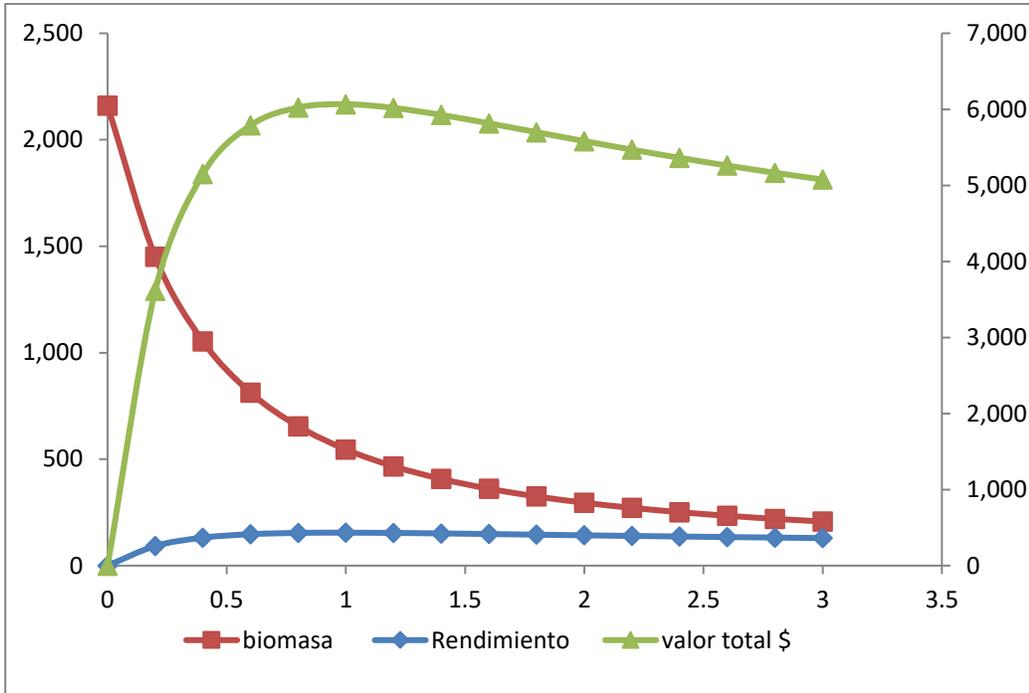


Figura 85. desarrollo del modelo bioeconómico de Thompson y Bell. Fuente AUNP - SEPEC.

Recomendación.

Es una especie de la que muy poco se sabe sobre la biología e historia de vida por lo que se recomienda un estudio en este sentido. Dado que es un recurso de la pesca artesanal, se requiere información sobre el esfuerzo y métodos de pesca, etc.”

Jurel aleta amarilla *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766)

Es una especie pelágica de hábitos neríticos, los juveniles suelen encontrarse en aguas salobres estuarinas y en playas arenosas o en praderas de pastos marinos, o con abundantes vegetales, pueden entrar a los ríos (Cervigón *et al.*, 1992). Forman cardúmenes de movimientos rápidos, aunque los peces mas grandes pueden ser solitarios. Se alimentan de pequeños peces,



camarones, y otros invertebrados. Suelen hacer ruidos semejantes a gruñidos cuando son capturados (Carpenter, 2002).

Según la información reportada para el análisis de esta especie se encontró que de las 112,82 t, en Barranquilla y Santa Marta fueron los municipios donde se realizaron la mayoría de los desembarcos (32,94% y 21,61%), seguidos por San Antero (17,23%), Cartagena (14,03%), Tolú (10,29%), Necoclí (9,32%), Turbo (5,09%), y Acandí, Riohacha, Juan de Acosta, Manaure, Tubará, Puerto Colombia y Uribia (14,63%); se determinó que las redes de enmalle fueron las más utilizadas con un 65,3%, seguidas por los chinchorros con un 15,9% y las líneas de mano con un 10,7%, otras artes como las nasas, las atarrayas y los boliches aportaron en conjunto el 8,1%.

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre los rangos de 7.5 y 87.5 cm de longitud total (LT) (n = 4180); el 94,7 % estuvo por debajo de la talla media de madurez (TMM) (60,1 cm LT) y el 5,3 % por encima, mientras que el 75,5 % estuvo por debajo de la talla media de captura (TMC) (27,5 ± 0.22 cm LT) y el 24,5 por encima (Figura 86).

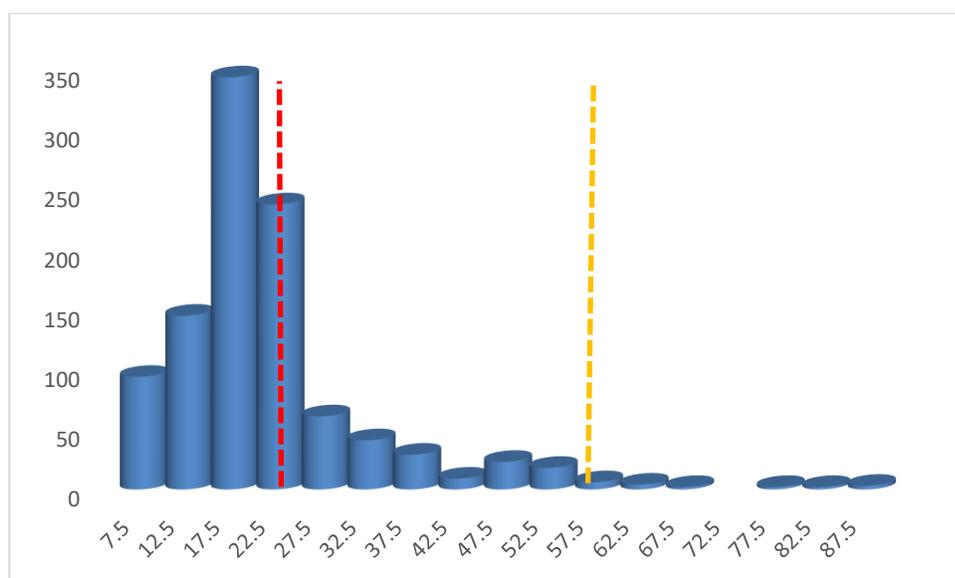


Figura 86. Estructura de tallas de Caranx hippos. Caribe colombiano. Se muestra la talla media de captura (T. M.C., línea roja discontinua) y talla de madurez (T.M. línea amarilla discontinua). Fuente AUNAP – SEPEC.

Se distinguen dos grupos de tallas, uno comprendido entre los 7,5 cm y los 32.5 cm Lt., y otro pequeño entre los 47.5 cm y los 65.5 cm Lt., correspondiente a los organismos más grades, por lo tanto, la pesquería se está ejerciendo sobre los tamaños más pequeños

Madurez

La relación Macho-Hembra para esta especie fue de 1:0,06. La mayoría de las hembras estaban maduras (61,5%), mientras que el porcentaje de machos maduros fue del 25,5%. La mayoría de los machos se encontraron en estado Inmaduro (73,1%), en cambio no hubo hembras reportadas en este estado. Para el estado En Maduración, no hubo machos reportados, mientras que solo un 7,7% de las hembras se encontró en este estado.

Se recomiendan estudios biológicos pesqueros y estimación del esfuerzo pesquero, ya que es una especie de la que se sabe muy poco.

Modelos de producción

El modelo de Thompson y Bell muestran un rendimiento máximo sostenible en 450 t que fue el mismo al rendimiento máximo económico equivalente a \$ 1.248.130 millones, lo más destacado de este modelo es que muestra que ya se ha pasado el RMS y se está en el nivel de sobrepesca (Figura 87).

El modelo de producción excedente evaluado con la teoría bayesiana de 7 escenarios de la naturaleza probados con 100 años de simulación y con 100 salidas de biomasa y 100 de capturas mostraron un nivel de aprovechamiento al 10% de la biomasa de 196 t (Tabla 20, Figura 88) este valor es casi la mitad del estimado con el modelo de Thompson y Bell, que determina una decisión difícil de evaluar.

Bajo el tipo de comportamiento estudiado y teniendo en cuenta que el recurso este en el límite de los niveles máximos de aprovechamiento, es posible hablar de un nivel de 150 t como aprovechamiento deseable.

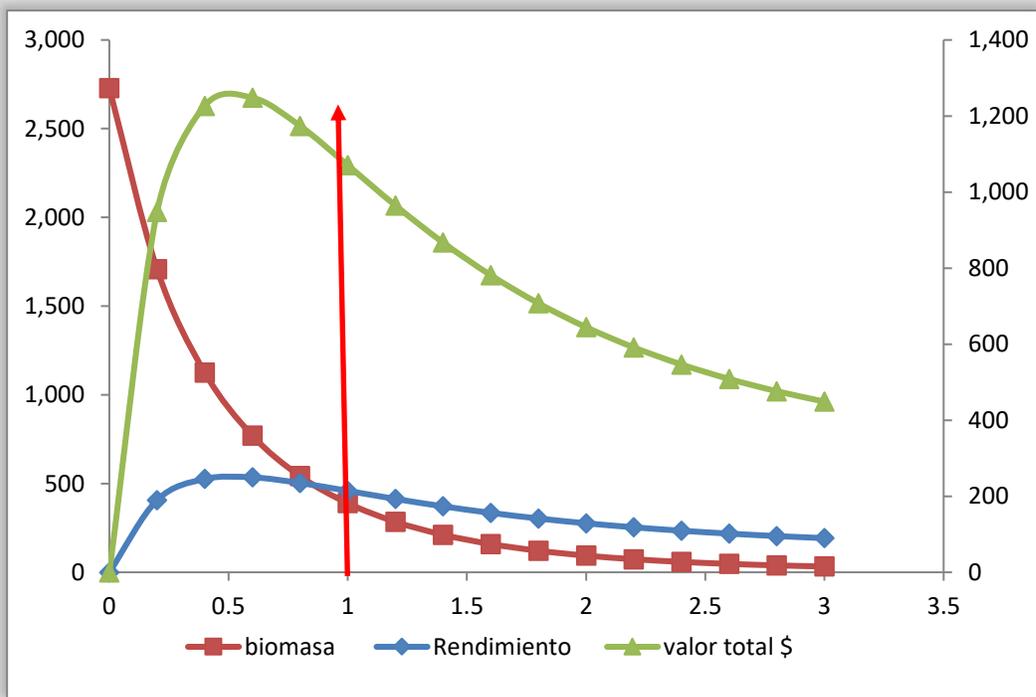


Figura 87. Modelo bioeconómico de Thompson y Bell para *Caranx hippos*, Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Tabla 20. Simulación de las poblaciones de jurel aleta amarilla del Caribe colombiano 7 escenarios de la naturaleza. Fuente AUNAP - SEPEC.

399.9094	Estado de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	69	102	111	114	117	118	119	107
0.05	17	133	176	195	206	214	219	166
0.075	0	76	190	239	267	285	298	194
0.1	0	6	143	241	295	330	355	196
0.125	0	0	33	196	288	345	386	178
0.15	0	0	0	85	240	329	390	149
0.175	0	0	0	4	136	275	364	111
0.2	0	0	0	0	13	173	304	70

0.225	0	0	0	0	0	26	198	32
0.25	0	0	0	0	0	0	37	5
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

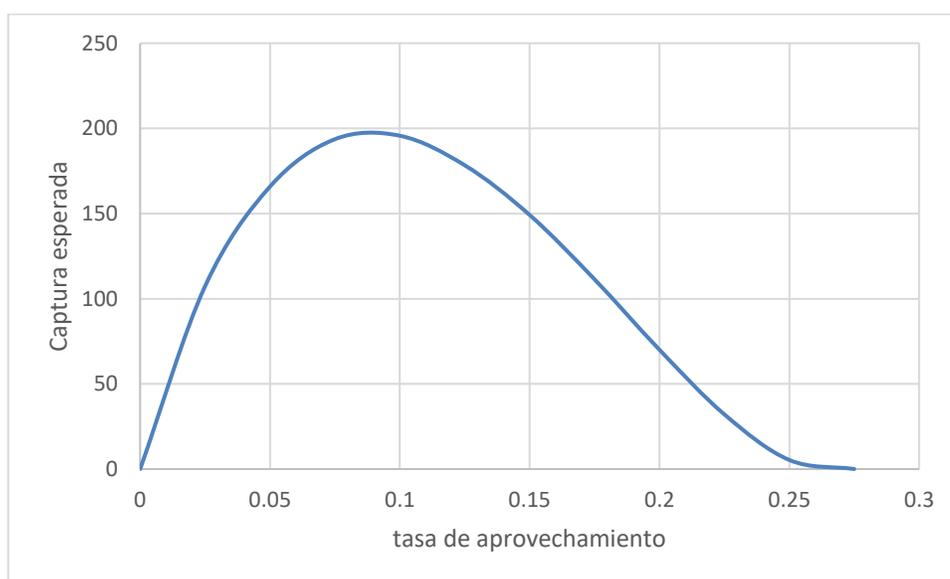


Figura 88 . Modelo de producción excedente para Caranx hippos en el Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Recomendaciones

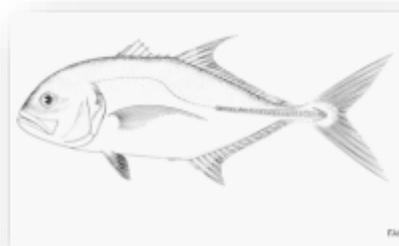
De acuerdo con los modelos utilizados y teniendo en cuenta que los niveles de aprovechamiento están en niveles peligrosos se recomienda una cuota no superior a las 150 t.

Teniendo en cuenta que esta especie es de especial interés para la pesca artesanal y que de forma preliminar el modelo de producción excedente no muestra mayores posibilidades de capturas, se recomienda manejar y regular el esfuerzo de pesca y estimulando de manera moderada el uso de esta.

Es importante estimular estudios de dinámica poblacional que permitan conocer la estructura de la población, sus posibles migraciones, las épocas de reproducción y su potencial; así mismo es interesante elaborar un estudio que permita entender las características de su pesquería y el comportamiento social y económico de la misma.

Jurel ojón *Caranx latus* (Agassiz, 1831)

Es una especie pelágica, formadora de cardúmenes, usualmente encontrada en arrecifes costeros, alrededor de islas y mar adentro. Los juveniles se encuentran asociados a la costa y a playas arenosas, así como también a fondos fangosos. Pueden penetrar en aguas salobres y ascender por los ríos. Se alimenta de peces, camarones y de otros invertebrados (incluyendo pteropodos) (Carpenter, 2002).



La información reportada para el análisis de esta especie indica en cuanto a los artes de pesca empleados en la captura de esta especie, se encontró que líneas de mano fueron las más utilizadas con un 46,3%, las redes de enmalle 41,7% y los chinchorros 12,0%.

La información reportada para el análisis de esta especie indica que para el 2018 se capturaron 11,2 t., Santa Marta (83,2%) fue el municipio que más contribuyó al desembarco seguido por Cartagena (15,1%), y por Riohacha, Manaure y San Antero que en conjunto aportaron el 1,7%; en cuanto a los artes de pesca empleados en la captura de esta especie, se encontró que, las redes de enmalle (57,3%) y las líneas de mano (39,1%) fueron las más utilizadas, seguidas del chinchorro (6%) y palangre (1%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre los rangos de 14,5 y 88,8 cm de longitud total (LT) (n = 501); la talla del 72,9% de los individuos capturados estuvo por debajo de la talla media de captura (TMC) (36,8 cm LT), mientras que el 27,1% por encima (Figura 89).

Madurez

La relación Macho-Hembra fue de 1:0,02. La mayoría de las hembras estaban maduras (71,4%), y solo el 1,3% de los machos estaba en este estado. El 31,5% de los machos y el 28,6% de las hembras estaban inmaduros. El 0,3% de los machos y ninguna hembra se encontraron En Maduración.

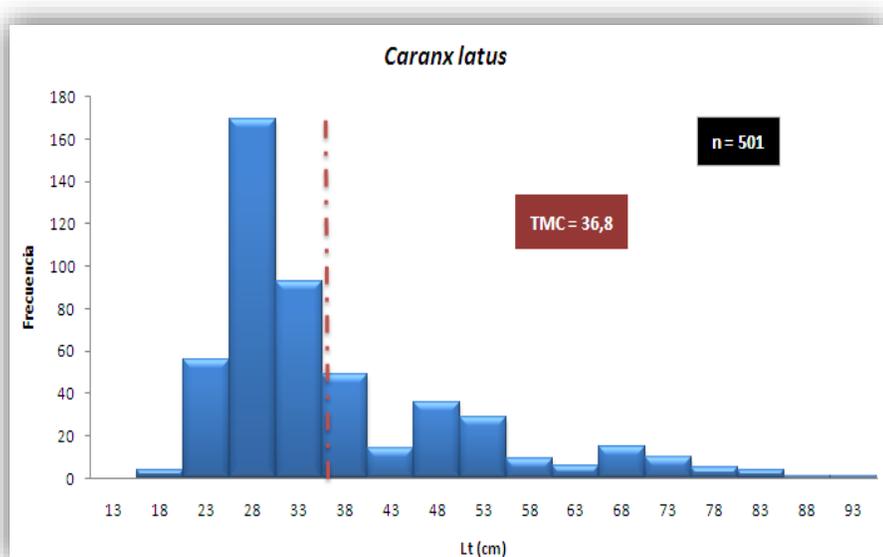


Figura 89. Estructura de tallas de *Caranx latus*. Caribe colombiano. fuente AUNAP - SEPEC.

Ojo gordo *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793)

El ojo gordo es una especie pelágico-costera que tiende a formar cardúmenes compuestos por individuos pequeños y grandes; prefiere aguas costeras someras y puede pasar de zonas arrecifales hasta aguas turbias, en algunas ocasiones pueden descender hasta los 170 m



de profundidad; se alimenta de invertebrados planctónicos o bentónicos que van desde foraminíferos hasta camarones (Fischer *et al.*, 1995).

Este pequeño pelágico es capturado principalmente por la flota artesanal, siendo muy importante su pesca en el golfo de Salamanca, donde se captura principalmente con línea de mano. Para el litoral se reportaron en el año 2018, 17,8 t desembarcadas la Bahía de Santa Marta y Bolívar.

De acuerdo con la información reportada para el análisis de esta especie se encontró que los municipios donde se desembarcó fueron Santa Marta con el 81,9% del total de los desembarcos, Riohacha con 8,2%, Manaure con 6,1% y Barranquilla, Cartagena, Juan de Acosta y Tolú cuyo aporte consolidado fue del 3,8%; en cuanto a los artes de pesca empleados en la captura de esta especie, se encontró que las líneas de mano fueron las más utilizadas (83,9%), seguidas por los chinchorros (13,5%) y las redes de enmalle (2,6%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 13,0 y 40,0 cm LT, las tallas del 64,2% de los individuos capturados estuvieron por debajo de la TMC (25,6 cm LT), mientras que las de un 35,8% estuvieron por encima; con respecto a la TMM, las tallas del 83,2% de los individuos capturados estuvieron por debajo de los 26,7 cm LT (TMM) y las del 16,8% restante estuvieron por encima (Figura 90).

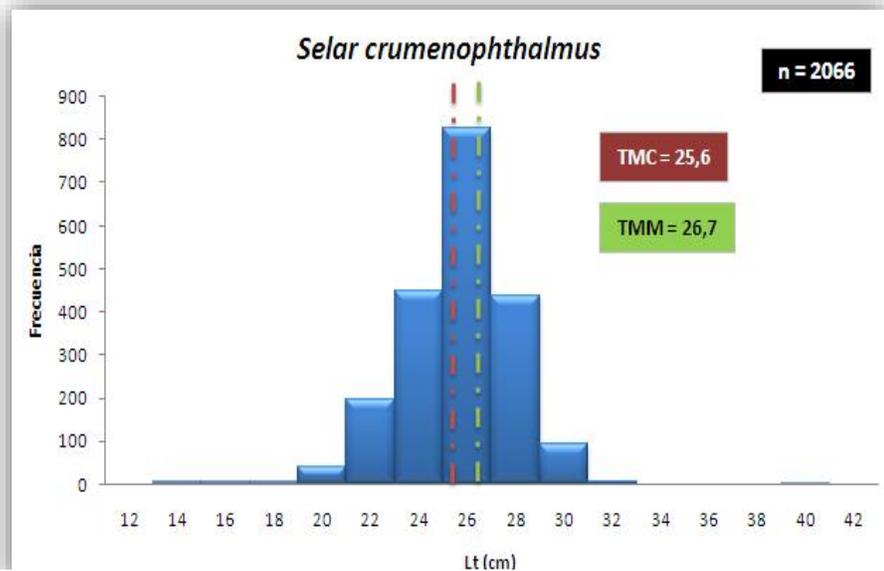


Figura 90. Estructura de tallas de *Selar crumenophthalmus*. Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Madurez

La relación Macho-Hembra se determinó en 1:0,18. El 85,4% de los machos se encontró en estado Inmaduro, mientras que el porcentaje de hembras fue de 9,2%. La mayoría de las hembras se encontraron maduras (66,8%), mientras que el porcentaje de machos fue de 10,5%. En maduración, el porcentaje de hembras fue de 24,0% y el de machos fue de 4,1%.

Modelos de producción

Con la información disponible y con base en el modelo de Thompson y Bell se estimó un rendimiento máximo sostenible de 34 t que coincide con el rendimiento máximo económico (Figura 91) el valor estimado para este recurso fue de \$148 millones.

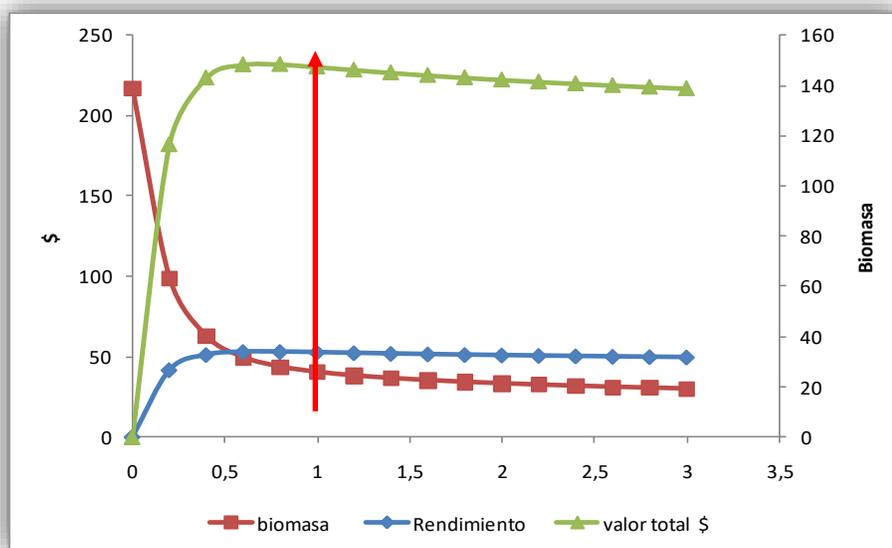


Figura 91. Curva de rendimiento máximo sostenible de *Selar crumenophthalmus* en el litoral Caribe. Fuente AUNAP - SEPEC

Recomendación

Este recurso parece estar en los niveles de máximo aprovechamiento y no se recomienda que se aumente el esfuerzo de pesca.

Familia Lutjanidae

Para esta familia se reportaron 142,9 t desembarcadas en el litoral. Del género *lutjanus* (pargos) se registraron 80,9 t, donde el pargo rayado (*Lutjanus synagris*) tuvo un 31,0% de representatividad, el pargo ojo amarillo (*L. vivanus*) con 20,9%, el pargo rojo (*L. purpureus*) con 20,1% y el pargo palmero (*L. analis*) con 16,6%; mientras que *Rhomboplites aurorubens* y *Ocyurus chrysurus* tuvieron 3,5% y 39,8% de representatividad en los desembarcos respectivamente).

Pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828)

Muy comúnmente encontrados sobre fondos arenosos con vegetación, en bahías y estuarios de manglar a lo largo de la costa, también se le puede encontrar alrededor de los arrecifes de coral. Se alimenta principalmente de peces, crustáceos y moluscos. Es una especie solitaria, rara vez vistos en grupos fuera de la temporada de desove, tiempo en el cual forman impresionantes agregaciones que puede durar varias semanas. Edad máxima de vida: 14 años. Comercializado fresco y congelado (Carpenter, 2002). Para el año 2018 se reportaron 7,6 t capturadas por la flota artesanal y 1,9 t por la industrial.



Según lo reportado para el análisis de esta especie, los municipios de Manaure (35,8%), Riohacha (22,6%), Santa Marta (16,3%) y Cartagena (14,6%) fueron los que mayores desembarcos registraron en el litoral, mientras que Juan de Acosta, Turbo Necoclí y Uribia aportaron en conjunto el 10,7%. El chinchorro fue el arte de pesca más utilizado en su captura (82,6%), seguido no tan cerca por las líneas de mano (16,0%) y las redes de enmalle (1,4%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 15,0 y 69,5 cm Lt. (Fig. 85). El 76,4% de los individuos muestreados registraron una TMC inferior a la estimada (28,0 cm LT) y el 23,6% por encima (Figura 92); la TMM registrada fue de 44,6 cm LT, por lo que el 91,0% de los individuos capturados presentó una talla inferior a esta, mientras que solo el 9,0% tuvo tallas superiores.

Madurez

Se encontró una relación de Macho-Hembra de 1:0,03. El 100% de las hembras y el 95,8% de los machos se encontraron en estado Inmaduro.

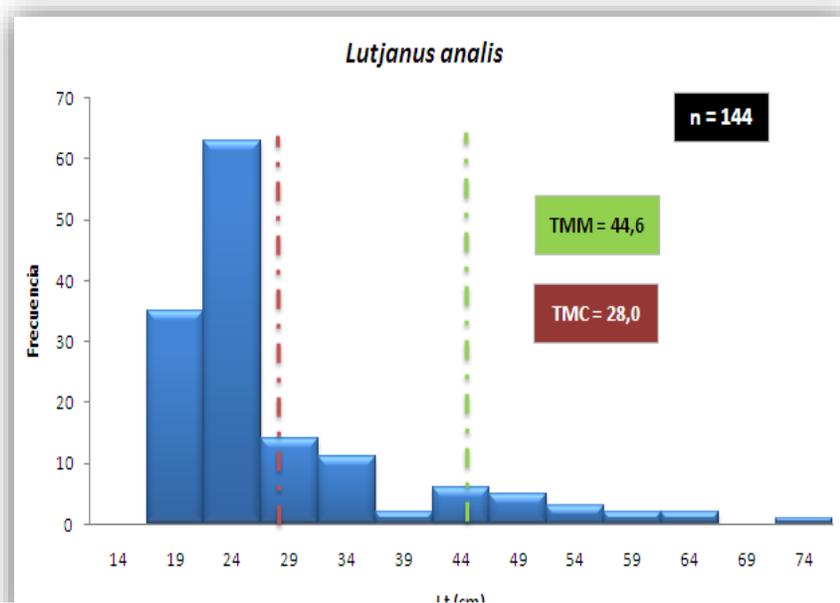
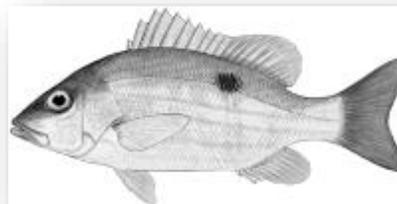


Figura 92. Estructura de tallas de *Lutjanus analis*. Caribe colombiano. fuente AUNAP - SEPEC.

Pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758)

Esta especie prefiere una gran variedad de tipos de fondo, pero sobre todo las zonas próximas a los arrecifes de coral y a fondos arenosos con vegetación, en general prefiere aguas transparentes y limpias. Se le encuentra en aguas costeras poco profundas hasta 400 m. Se alimenta de peces, crustáceos, gusanos, gasterópodos y cefalópodos. A menudo forma grandes grupos, en especial durante la temporada de desove (Carpenter, 2002)



Para el año 2018 se reportaron 52,5 t capturadas únicamente por la flota artesanal. Los datos analizados provienen de las capturas registradas principalmente de los desembarcos en Riohacha con 36,4%, Manaure con 27,6% y Cartagena con 11,7% y en menor medida Santa Marta con 8,1%, Barranquilla y Uribia cada con 3,2%, Juan de Acosta con 2,7%, San Antero con 2,3%, Tolú con 2,1% y Tubará 1,3%, y Necoclí y Puerto Colombia con menos del 1% cada uno.

Las redes de enmalle (56,3%) y los palangres (29,0%) fueron los artes de pesca más usados en la captura de esta especie, mientras que las líneas de mano y los chinchorros registraron porcentajes de empleo de 12,2% y 2,2 % respectivamente.

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 7,5 a 49,5 cm Lt., la TMC se estimó en $22,3 \pm 0.08$ cm LT, resultando un 66,3 % por debajo de la TMC, y el 66,7% por debajo (Figura 93). La TMM se estimó en 29,3 cm LT, por lo que un 77,5% de los individuos registrados presentaron tallas por debajo de la TMM, mientras que sólo el 22,5% presentaron tallas por encima.

Rodríguez y otros (1999) reportan un rango de tallas entre 6 y 47 cm LT, con una talla media de captura de 26,4 cm LT.

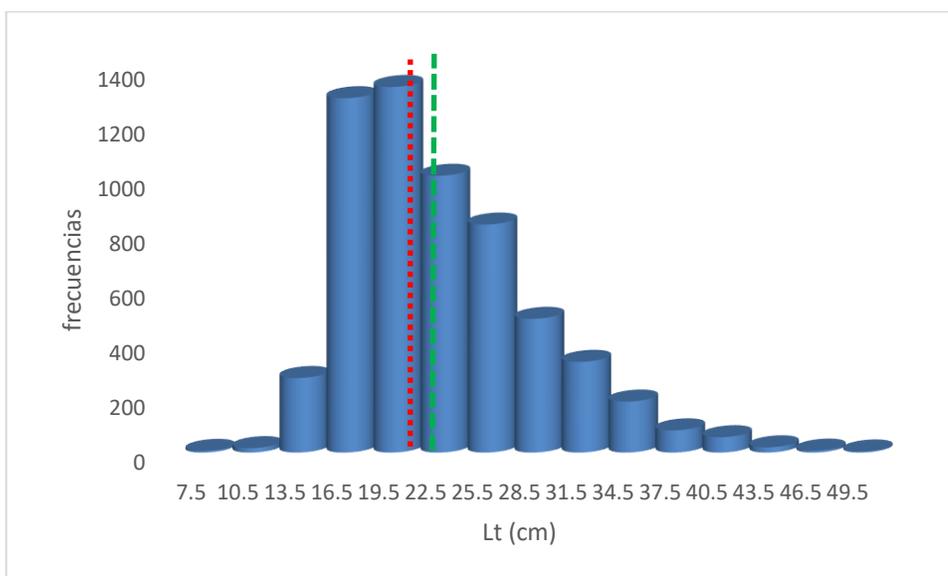


Figura 93. Estructura de tallas de *Lutjanus synagris*. Caribe colombiano. Se estima la talla medida de captura (T.M.C., línea roja discontinua) y talla de madurez (T.M, línea verde discontinua)

Madurez

La relación Macho-Hembra determinada fue de 1:0,007. En estado Inmaduro se registró al 95,5% de los machos y al 11,1% de las hembras. El porcentaje de hembras y machos maduros fue de 51,9% y 0,8% respectivamente. En Maduración se encontró al 29,6% de las hembras y al 2,5% de los machos.

Modelos de producción

La curva de captura de equilibrio de Thompson y Bell muestra que con el nivel de esfuerzo actual de la pesquería se obtiene un rendimiento máximo sostenible actual (RMS) de 123 t, cuyo valor estimado con este mismo modelo es de \$ 617.065 millones de pesos (Figura 94), encontrándose la pesquería plenamente explotada y tendiente a la sobrepesca.

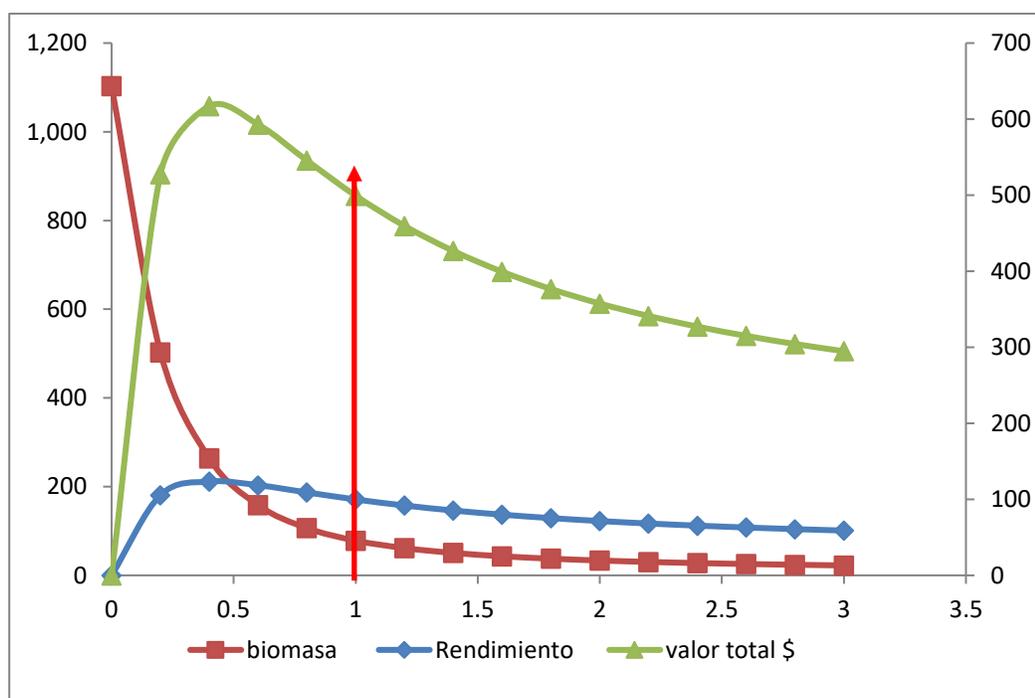


Figura 94. Curva de rendimiento máximo sostenible para pargo rayado *Lutjanus synagris*, Caribe colombiano. fuente AUNAP - SEPEC

Se utilizaron modelos de producción excedente aplicando la modelación de Bayes y la estrategia de simulación de 7 escenarios de la naturaleza los cuales fueron inicialmente evaluados mediante una simulación de 300 años con 100 diferentes posibilidades de biomasa

y 100 posibilidades de capturas, los resultados muestran que los máximos valores obtenidos con una tasa de aprovechamiento al 10% de la biomasa es de 36,6 t que es la recomendación que se puede presentar para mantener esta población en estados saludables (Tabla 21, Figura 95).

Tabla 21. Simulación de la población de pargo rayado del Caribe colombiano con 7 diferentes estados de la naturaleza. fuente aunap - sepec.

25,105626	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
0	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250	1,300	1,350	0
0,025	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4247285
0,05	12,6	19,0	21,0	21,9	22,5	22,9	23,1	31,4686034
0,075	3,3	24,0	32,8	37,1	39,6	41,2	42,3	36,5553184
0,1	0,0	13,8	34,6	44,8	50,7	54,6	57,4	36,6299902
0,125	0,0	1,0	25,1	44,3	55,4	62,7	67,8	33,1714603
0,15	0,0	0,0	6,4	34,6	53,0	64,9	73,3	27,3567866
0,175	0,0	0,0	0,1	14,9	42,6	60,7	73,3	19,9899497
0,2	0,0	0,0	0,0	0,7	22,8	49,1	67,2	12,2567107
0,225	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	28,9	54,3	5,41960629
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	33,0	0,95360923
0,275	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	0,00565191

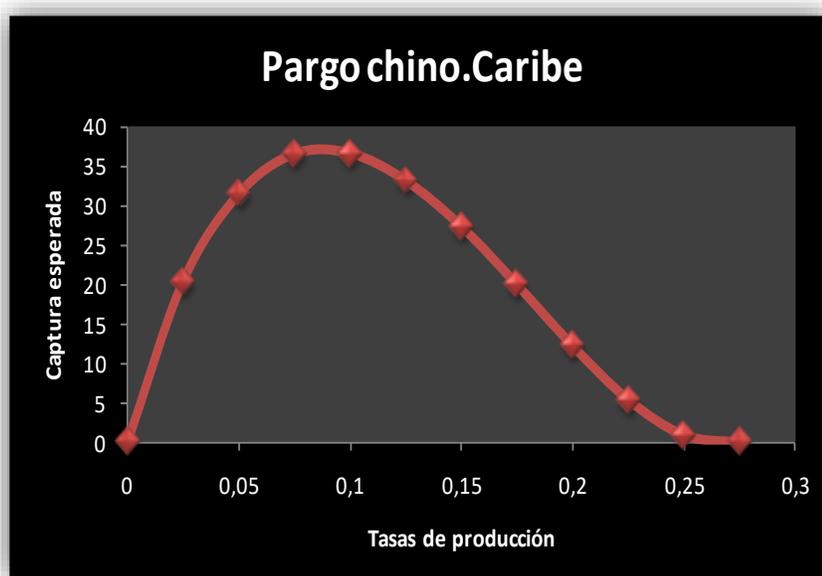


Figura 95. Resultados de la simulación de las pesquerías de pargo rayado para el Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

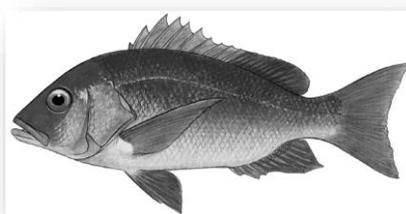
Recomendación

Teniendo en cuenta que los modelos aplicados demuestran que el recurso está en niveles que han sobrepasado los puntos de referencia se sugiere que la cuota tenga como un techo máximo 32 y 36,6 t que es el valor obtenido con el modelo de simulación bayesiana, aunque los desembarcos registrados están en las 52 t.

Es importante tener en cuenta que la talla media de captura estimada es menor a la talla media de madurez gonadal lo que indica que se está aprovechando parte del recurso que aún no ha madurado sexualmente, por lo cual es imperativo proponer las normas necesarias, como regulación del esfuerzo de pesca o vedas temporales, para que las capturas futuras no excedan los valores de RMS y REMS, poniendo en peligro la sostenibilidad biológica y pesquera del recurso.

Pargo rojo *Lutjanus purpureus* (Poey, 1866)

Esta especie tiene una amplia distribución, pero prefiere zonas rocosas de talud, de los 30 hasta los 160 m de profundidad, comunes entre 70 y 120 m; los juveniles viven en aguas someras de fondos blandos y se ha detectado que pueden soportar aguas salobres; se alimenta de peces, crustáceos, cefalópodos, diversos invertebrados bentónicos y de organismos planctónicos (Cervigón, *et al.*, 1992; Carpenter, 2002).



Se reporta para el periodo de 2018, un total desembarcado de 23,7 t por la flota artesanal e industrial.

Los desembarcos, de pesca artesanal de esta especie se realizaron principalmente en Acandí (61,5%), así como en Juan de Acosta (20,5%), mientras que y Barranquilla (3,3%). De acuerdo con la información obtenida, el arte de pesca más utilizado para la extracción de este recurso fueron las líneas de mano (91,4%), y en menor medida las redes de enmalle (7,5%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 12,5 y 77,5 cm Lt., (Figura 96). La TMC para esta especie se estimó en $33,9 \pm 0.31$ cm LT y la TMM en 46,6 cm LT (n = 30), lo que resulta en que el 50% de las tallas de los individuos muestreados están por encima tanto de la TMC como de la TMM. La talla media reportada para la región que es de 60 cm LT (Fischer *et al.*, 1995), que es un valor muy superior al reportado aquí.

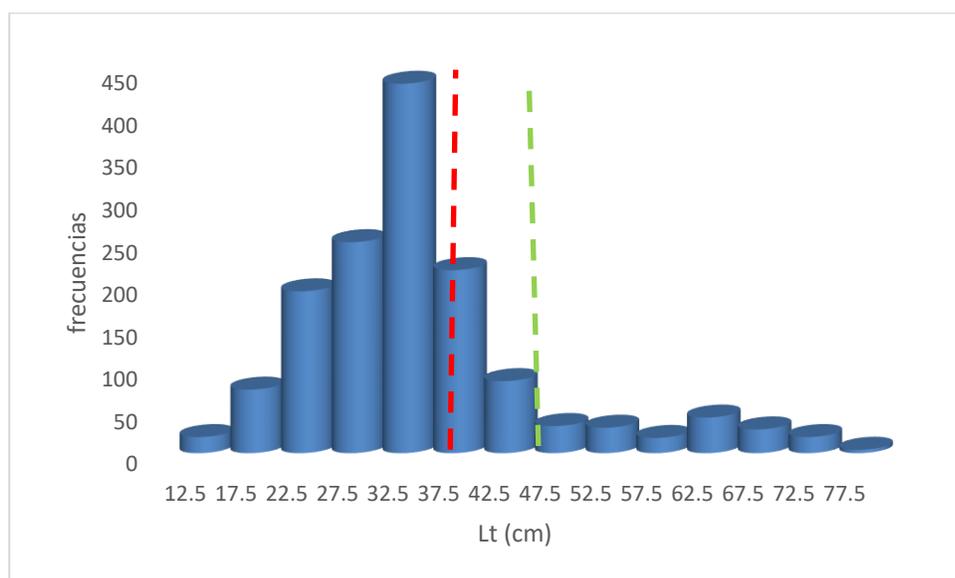


Figura 96. Estructura de tallas de Lutjanus purpureus, SE MUESTRA LA TAMMA MEDIA DE CAPTURA (T.M.C., línea roja discontinua) y la talla madurez T.M. (línea verde discontinua) Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Modelos de producción

Al aplicar el modelo de Thompson y Bell se observó que la especie se encuentra en niveles de equilibrio que pueden fácilmente pasar a sobrepesca, el rendimiento máximo sostenible fue calculado en 46 t, el rendimiento máximo económico muestra un valor de \$ 229.942 mil millones que es indudablemente uno de los recursos de mayor valor de los ya analizados (Figura 97).

Recomendación

Teniendo en cuenta que las estimaciones sobre la dinámica del recurso, la cual muestra un sistema en altos niveles de sobreexplotación. Se propone una cuota de aprovechamiento de 46 t con un seguimiento estricto a los desembarcos, igualmente se debe establecer un ordenamiento de las pesquerías objeto de esta especie ya que por el alto valor económico que representa debe estar reglamentada como especie objeto.

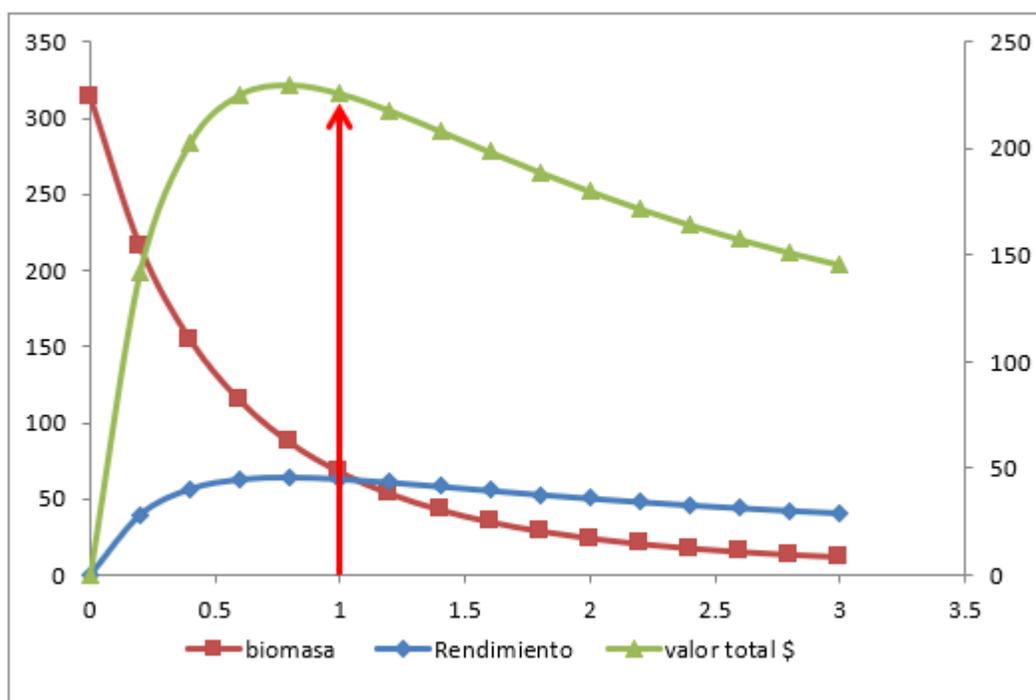


Figura 97. Modelo bioeconómico de Thompson y Bell para Lutjanus purpureus - Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Familia Mugilidae

Lisa Mugil incilis (Hancock, 1830)

Tiene una amplia distribución en la costa septentrional de Sur América en especial en las aguas estuarinas salobres o similares, pero definitivamente nunca en aguas oceánicas (Cervigón *et al.*, 1992).



Para 2018 se obtuvo un registro de las capturas, tanto de la flota industrial como artesanal de 198.1 t; Los datos reportados para estudiar esta especie provinieron de Acandí en 9,1%, San Antero 5,2%, y de Turbo 85,7%. En cuanto a las artes de pesca la atarraya representa el 12,2% y redes de enmalla en 87,8%.

Modelos de producción

El análisis predictivo de Thompson y Bell muestra que con el nivel de esfuerzo actual la pesquería puede soportar un rendimiento máximo sostenible de 386 t, valoradas en \$1. 930. 482 mil millones (Figura 98).

Bajo este escenario se observa que las condiciones actuales se encuentran por debajo de los puntos de referencia tanto objetivo como límite (rendimiento máximo sostenible - RMS; y rendimiento económico máximo sostenible -REMS) respectivamente. No obstante, su captura se debe relacionar con los otros recursos ya que las pesquerías de esta especie también forman parte de la realizada con arrastres cuyo objeto es el camarón de aguas someras.

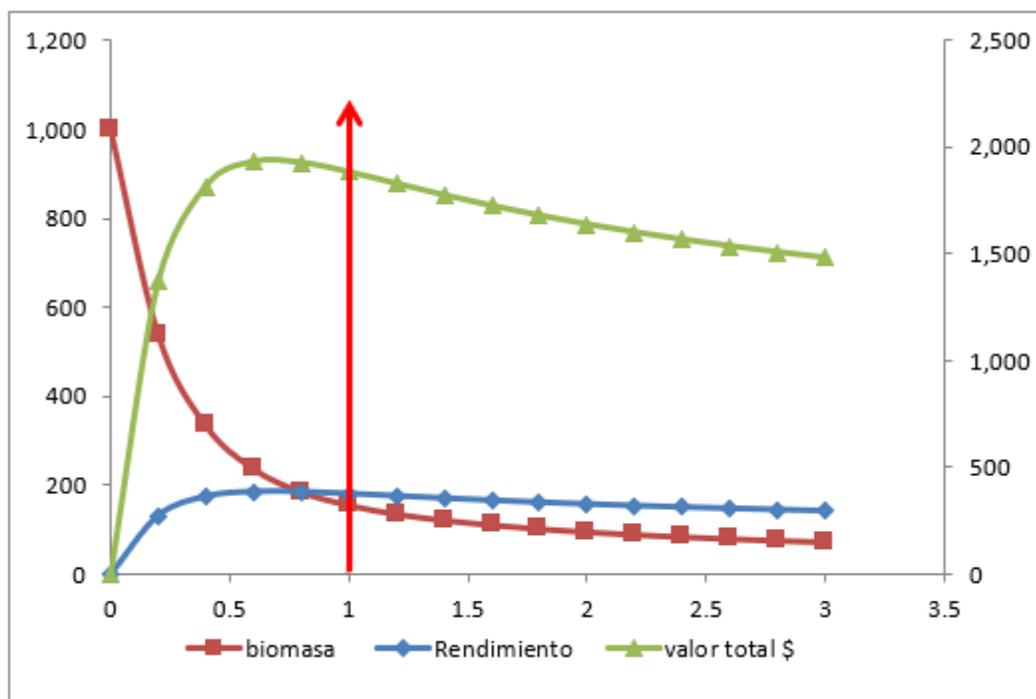


Figura 98. Curva de rendimiento máximo sostenible para la lisa *Mugil incilis* – Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

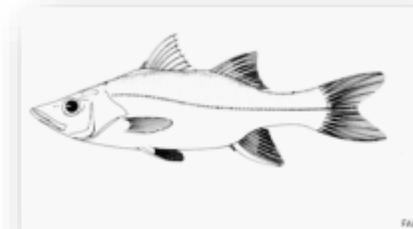
Recomendación

Teniendo en cuenta, que el modelo muestra que el recurso está en una fase de sobreexplotación, se recomienda una cuota de captura no superior a las 231 t (40% menos de lo estimado) que bajo los actuales esquemas de aprovechamiento es aceptable con un nivel de capturas que pueden permitir la salud del recurso. La información evaluada corresponde a las capturas de la pesca artesanal, considerando la posibilidad de aumento del esfuerzo pesquero y la fisiología de la especie, es importante determinar las zonas de desove y crecimiento de alevinos y juveniles, a fin de proponer estrategias de manejo.

Familia Centropomidae

Róbalo *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792)

Habitan en casi todos los sistemas marinos costeros. Los juveniles se localizan en estuarios y lagunas en aguas salobres e hipersalinas. Los adultos se encuentran hasta los 20 m de profundidad. Se alimentan principalmente de peces y crustáceos (Cervigón, et al., 1992; Carpenter, 2002).



En el año 2018 se reportaron 40,2 t desembarcadas, las capturas han presentado un descenso significativo desde 110,7 t reportadas para el año 1996 a la fecha (60%).

San Antero fue el municipio que más desembarcos registró de esta especie (52,4%), seguido por Cartagena (24,2%), y en menor proporción Turbo (9,4%), Barranquilla (7,5%), Acandí (5,6%), Necoclí (0,7%) y Santa Marta (0,2%). Las redes de enmalle fueron los artes de pesca más utilizados en la extracción de esta especie (90,6%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 7,5 y 102,5 cm LT, la TMC se estimó en $41,5 \pm 0.25$ cm LT, ($n = 4600$) que es igual a la TM estimada en 41,5 cm LT, este es un valor diferente a los suministrados por trabajos anteriores en 62,2 cm LT, (Gómez-Canchong *et al.*, 2004; 2004a), (Figura 99), que pueden estar indicando disminuciones en los valores poblacionales.

El alto nivel de capturas de tallas menores puede estar reflejando que la especie está siendo capturada en aguas someras ya que los registros disponibles en esta investigación muestran, como se comentó anteriormente por una gran variedad de artes de pesca tradicionalmente de pesca artesanal.

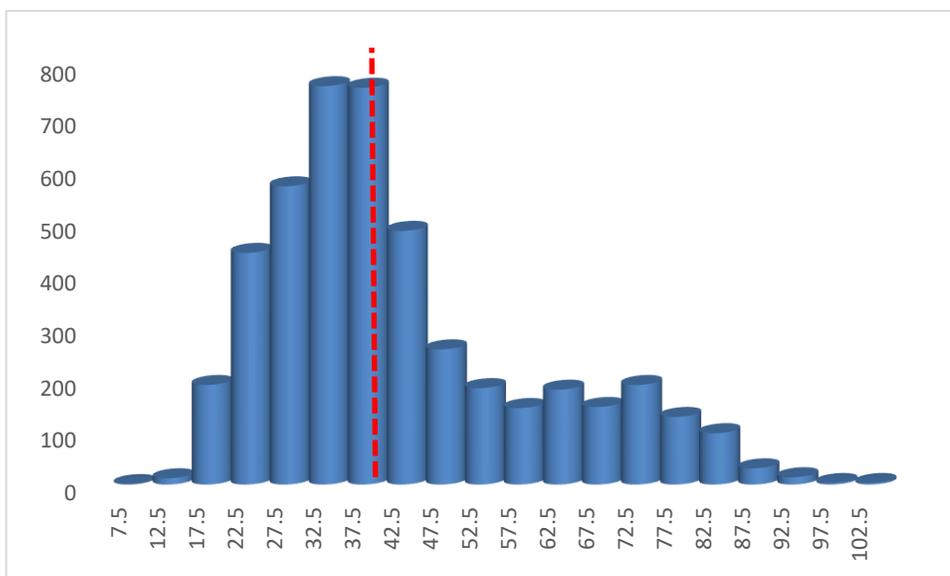


Figura 99. Estructura de tallas de Centropomus undecimalis, la línea roja representa tanto la talla de madurez como la talla media de captura. Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Madurez

Se encontró una relación de Macho-Hembra de 1:0,12. Tanto hembras como machos registraron sus más altos porcentajes para el estado de Inmaduro (54,3% y 91,7% respectivamente). Para las hembras se determinó un porcentaje de 22,9% En Maduración, y para los machos fue de 5,3%. Solo el 3,0% de los machos y el 17,1% de las hembras estaban maduros.

Modelos de producción

La estructura del modelo de Thompson y Bell muestra un rendimiento máximo sostenible de 114 t y un rendimiento máximo económico de \$ 70.827 mil millones de pesos; pero el modelo está mostrando un nivel de aprovechamiento que se encuentra en la zona de sobreexplotación, los niveles de producción actuales se encuentran por debajo de estos óptimos económicos y sostenibles, debe anotarse la importancia de hacer estudios dirigidos a las identificaciones en los diferentes artes de pesca, ya que aparecen otras categorías de robalo, pero se desconoce si equivalen a la misma especie, lo que no permite avanzar en los estudios (Figura 100).

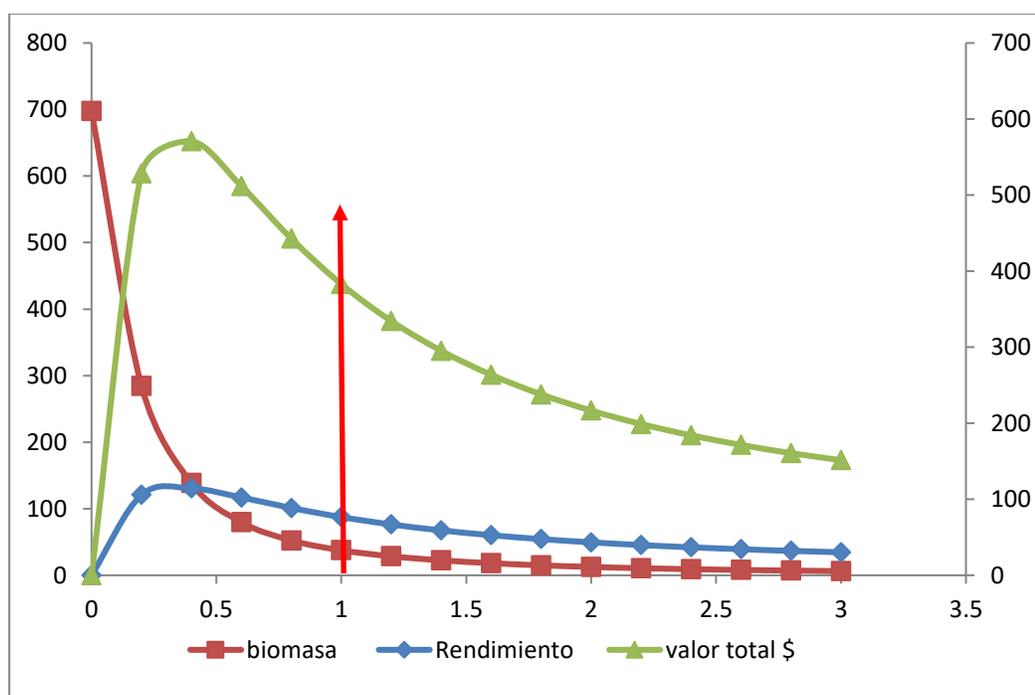


Figura 100. Modelo bioeconómico de Thompson y Bell para *Centropomus undecimalis* Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Con el fin de evitar un colapso de esta pesquería por la información limitada en cuanto a los desembarcos reales, se sugiere un manejo de alternancia de áreas de aprovechamiento, las cuales podrían intercalarse. Así mismo se podrían establecer áreas de reserva que protejan etapas críticas y vulnerables del ciclo de vida de la especie.

Para el róbalo la relación longitud peso es $W = 0,0094L^{2,9709}$, con un r^2 de 0,9765 (n = 573 ejemplares). La prueba de t para el coeficiente b arrojó resultados que demuestran su igualdad estadística con el valor 3 ($P > 0,05$) por lo que es posible correr el modelo rendimiento por recluta. El coeficiente b estimado en el presente estudio es muy similar al reportado por el Instituto Nacional de la Pesca de México (2007; Doc. Ele) para el golfo de México de 3,0 para 1996 y de 2,97 para el año 1997.

Este modelo muestra que efectivamente el recurso se encuentra bajo presión (Figura 101). Al realizar un cambio teórico con el fin predecir resultados se aumentando el nivel de selectividad del arte en un 30% de manera que la talla mínima de captura fuera aproximadamente de 29 cm de LT.

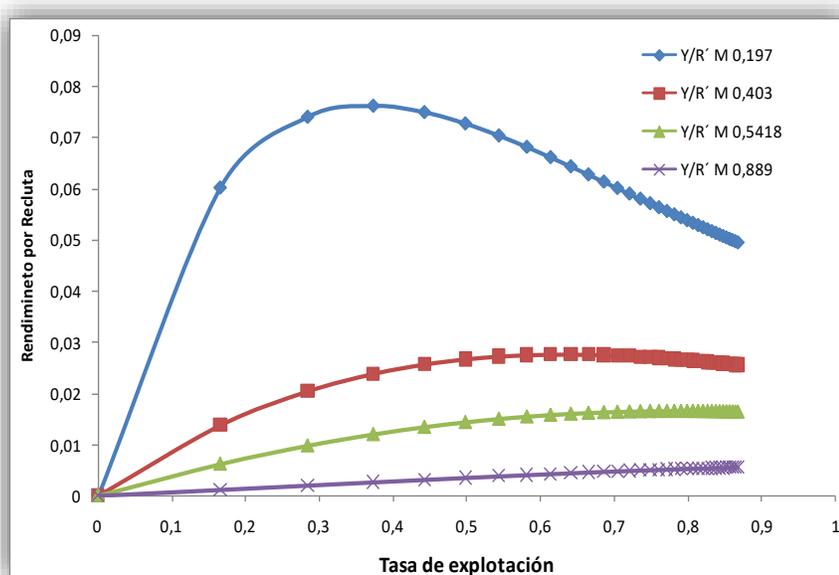


Figura 101. Modelo de Bevert y Holt de Rendimiento relativo por recluta *Centropomus undecimalis* para el Caribe colombiano. Fuente AUNPA - SEPEC.

Se observa como el rendimiento aumenta teóricamente en un 8 % sobre valores actuales. Esta modelación conjugada con una eventual disminución del esfuerzo podría lograr buenos resultados en periodos de 3 ó 4 años.

Recomendación

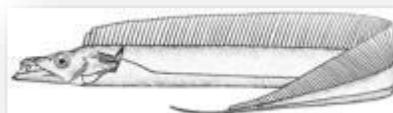
Se debe establecer una cuota de 58 t, pero es importante hacer un estudio de selectividad de artes de pesca con respecto a esta especie, utilizando diferentes ojos de malla, para evaluar un determinando comportamiento de las pesquerías objeto que incluyan a esta especie como fauna de acompañamiento.

La vigilancia científica como monitoreo de las tallas medias de captura y las tallas medias de madurez sexual, así como el índice de captura por unidad de esfuerzo y las medidas de protección, como el control de esfuerzo de pesca, deben ser de estricto cumplimiento, ya que por las características biológicas de la especie, un intenso aprovechamiento de los mismos pueden llegar a colocar en un estado crítico a sus poblaciones.

Familia Trichiuridae

Sable *Trichiurus lepturus* (Linnaeus, 1758)

Es una especie bentopelágica, ocasionalmente encontrada en la plataforma continental hasta 100m de profundidad, pero prefiere las aguas costeras poco profundas sobre fondos fangosos, a veces en la superficie durante la noche. Los juveniles e inmaduros se alimentan de crustáceos y peces pequeños, y los adultos sólo de peces. Esta especie madura en alrededor de los 2 años. Los huevos son pelágicos. Frecuentemente capturados con redes de arrastre de fondo y artes de playa, así como con trasmallos, redes de cerco y líneas de mano. Es comercializado fresco, congelado y salado (Carpenter, 2002).



La producción reportada por el sistema para el año de 2018 fue de 23.4 t; de las cuales los reportes más importantes fueron para Santa Marta donde se presentó el mayor porcentaje de desembarco (79,1%), seguido no tan cerca por Turbo (16,7%), Barranquilla (3,1%) y Tubará (1,1%). Los chinchorros fueron los artes de pesca más utilizados en la extracción de esta especie (46,4%), así como las líneas de mano (29,7%) y las redes de enmalle (7,1%).

Estructura de Tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 50 y 115 cm LT, la TMC se calculó en 73,2 cm LT (n =616), indicando que un 68,3 % de las tallas registradas estuvieron por debajo de esta (Fig. 98); la TMM estimada fue de 82,4 cm LT, por lo que el 84,3 % de los individuos capturados registró tallas inferiores a esta, por lo que se sigue demostrando que este recurso se encuentra en los límites de su captura, y que implica que deben tomarse medidas de manejo para que esta situación no afecte el potencial sexual de la especie. (Figura 102)

Madurez

La relación Macho-Hembra determinada fue de 1:0,01. El 99,2% de los machos se encontró en estado Inmaduro, mientras que el 60,0% de las hembras y el 0,6% de los machos estaban maduros. En Maduración se registraron el 40,0% de las hembras y el 0,3% de los machos.

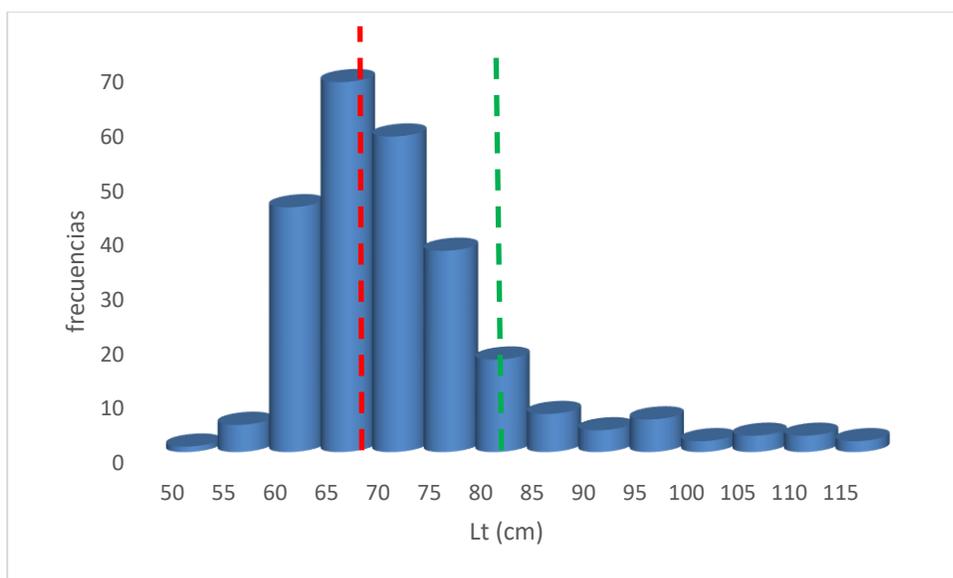


Figura 102. Estructura de tallas de Trichiurus lepturus. Se muestra la talla media de captura (T.M.C, línea roja discontinua, y la talla de madurez (T.M. línea verd discontinuas). Caribe colombiano. Fuente AUNAP – SEPEC.

Modelos de producción

El modelo bioeconómico de Thompson y Bell muestra un recurso no sobre explotado con un nivel de rendimiento máximo sostenible de 162 t que corresponde a un valor de \$330 millones (Figura 103).

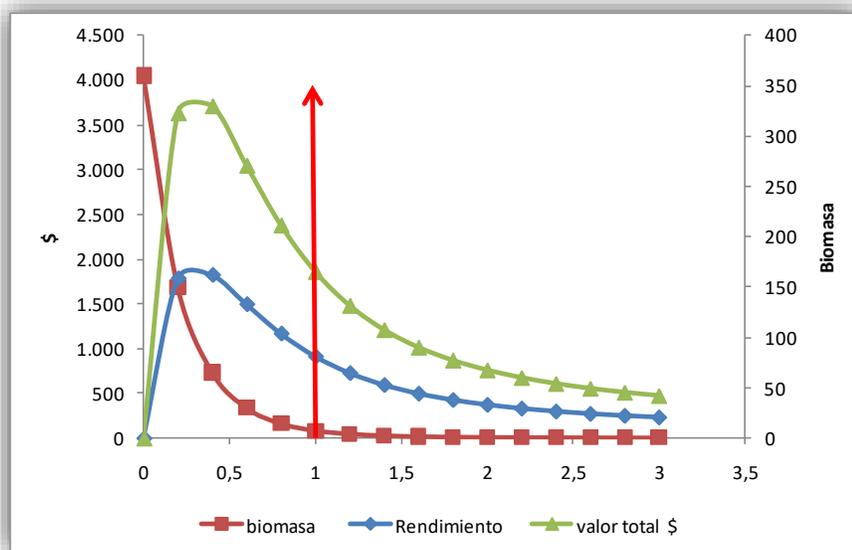


Figura 103. Modelo bioeconómico de Trichiurus lepturus - Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Las capturas de este recurso no representan una actividad importante, ya que en muchas ocasiones se consideran como pesquería de desecho de la pesca con palangre, pero que se considera de alguna importancia en la pesca con chinchorro, por lo que se anotan capturas para el año 2000 de 12.137 t en La Guajira y 8.239,09 kilos en el departamento del Magdalena (Gómez-Canchong, Manjarres, Duarte, & Altamar, 2004).

Durante la revisión de los datos trabajados en los dos años más recientes (Barreto & Borda, 2008) 2007 y 2008 se muestra un decaimiento del comportamiento de esta pesquería lo que obliga a realizar un seguimiento profundo de su situación y de profundizar en los temas de su biología ecología y pesquerías.

Recomendación

Se sugiere un valor de 40 t (25% del RMS) como cuota de pesca, además realizar una evaluación de las condiciones de aprovechamiento de las redes de enmalle que son las que reportan las mayores incidencias.

Familia Scombridae

Para esta familia se reportaron 417,35 t desembarcadas en el litoral. Del género *Scomberomorus* (sierras y carites) se registraron 91,09 t, donde la sierra común (*Scomberomorus cavalla*) y la sierra carite (*S. regalis*) fueron las especies más representativas (52,5% y 47,4% respectivamente). El género *Thunnus* con 326,27 t desembarcadas, tuvo a la albacora (*Thunnus alalunga*) como su mayor representante en los desembarcos con 92,8%.

Sierra común *Scomberomorus cavalla* (Cuvier, 1829)

Esta es una especie de hábitos pelágicos, aunque prefiere estar cerca de la costa, no forma grandes cardúmenes y en ocasiones se le ve solitario, sus preferencias alimenticias están sobre pequeños y medianos pelágicos (Cervigón, et al., 1992) y (Gómez-Canchong, Manjarres, Duarte, & Altamar, 2004).



En el año 2018 se reportaron 30,9 t capturadas únicamente por la flota artesanal.

Los municipios donde se presentaron desembarcos de esta especie fueron Santa Marta (27,3%), Tolú (19,1%) y Acandí (14,5%), seguidos por el grupo conformado por Barranquilla, Cartagena, Juan de Acosta, Manaure, Necoclí, Puerto Colombia, Riohacha, San Antero y Tolú (39,1%); en cuanto a los artes de pesca empleados en la captura de esta especie, se determinó que las redes de enmalle fueron las más utilizadas (71,8%), seguidas por las líneas de mano (23%) y los chinchorros (3,8%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 17,5 y 147.5 cm Lt., (Figura 104). Las tallas del 66,4% de los individuos muestreados estuvo por debajo de la TMC (51,8 cm LT), mientras que un 33,6% estuvo por encima (); con respecto a la TMM de esta especie (53,2 cm LT), se determinó que un 50,3% de los individuos medidos estuvo por debajo de esta, y el 49,7% restante estuvo por encima.

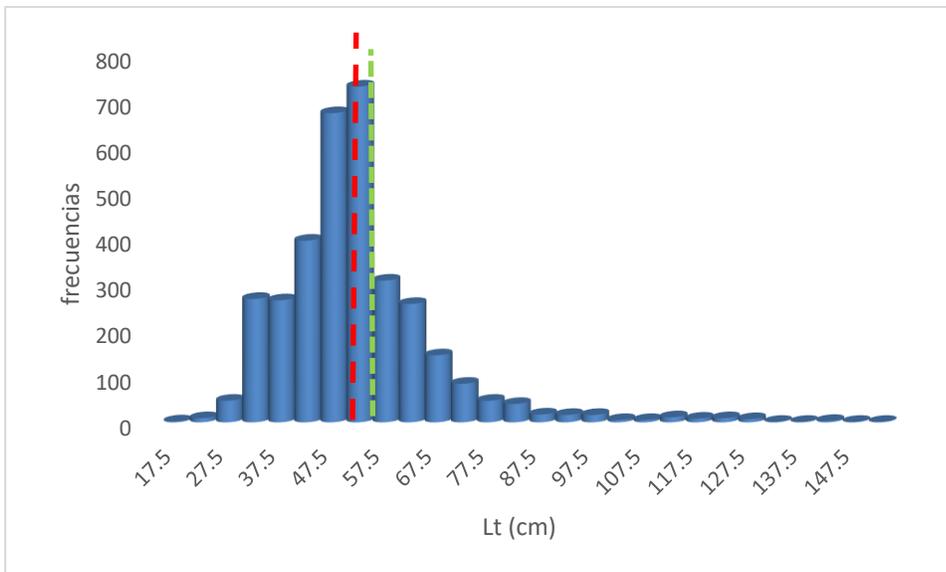


Figura 104. Estructura de tallas de *Scomberomorus cavalla*. Se muestra la captura media (T.M.C. línea roja discontinua) y la talla de madurez (T.M. línea verde discontinua) Caribe colombiano

Madurez

La relación Macho-Hembra para esta especie fue de 1:0,04. Tanto hembras como machos registraron los mayores porcentajes para el estado de Inmaduro (88,2% y 75,0% respectivamente). El 25% de los machos y el 8,6% de las hembras se encontraron En Maduración. Ningún macho y el 3,0% de las hembras estaban maduros.

Modelos de producción.

Se revisó la información obtenida con diversos modelos; empezando por le de producción excedente, el cual suministro un valor de RMS de 156.7 t., con un sistema de agotamiento de biomasa cercano al 96% (Figura 105).

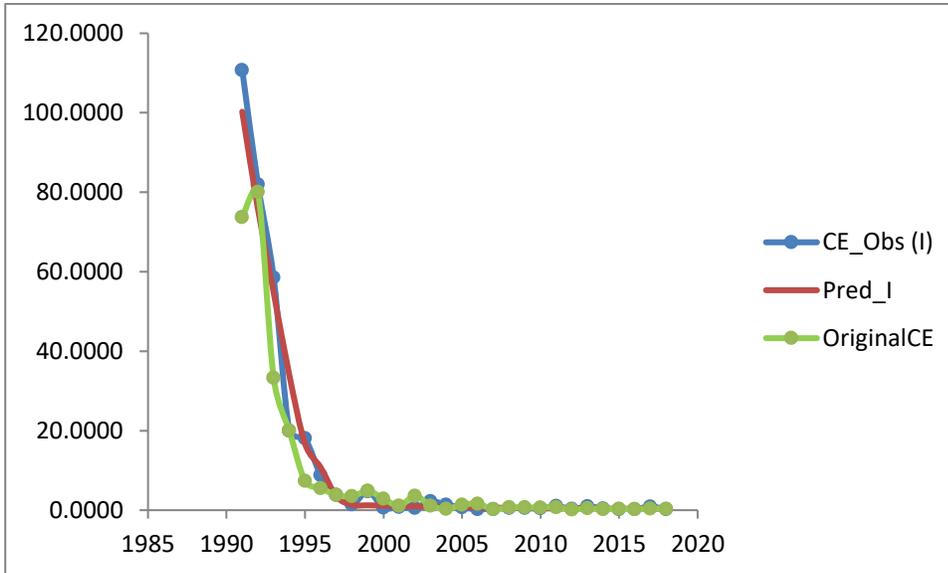


Figura 105. evaluación de las pesquerías de la sierra con el modelo excedente con remuestreo BOOTSTRAP. Fuente AUNAP - SEPEC.

Para asegurara la evaluación realizada y utilizando un modelo bayesiano se realizó un simulacro de 100 años de pesquerías con 7 escenarios de la naturaleza. Como resultado se obtuvo que la producción con un 10% de la biomasa mostro un RMS de 177 t. (Tabla 22, Figura 106)

Tabla 22. Modelación de las pesquerías con un modelo bayesiano y una simulación de 100 años de pesquerías. Fuente AUNAP - SEPEC.

32.67307	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	75	97	106	111	113	115	116	105
0.05	11	124	164	185	198	205	211	157
0.075	3	50	167	218	251	270	284	177
0.1	0	4	100	201	264	306	332	172
0.125	0	0	7	126	235	303	351	146
0.15	0	0	1	12	143	259	334	107
0.175	0	0	0	2	17	151	271	63
0.2	0	0	0	0	2	11	154	24
0.225	0	0	0	0	0	1	-1	0
0.25	0	0	0	0	0	0	1	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

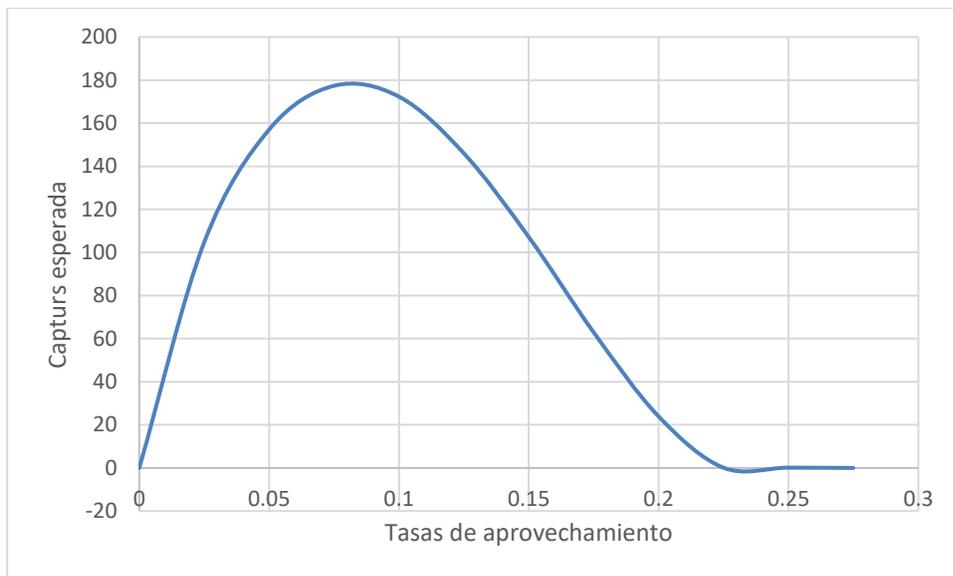


Figura 106. Resultado de la simulación de las pesquerías de sierra. Fuente AUNAP - SEPEC.

Finalmente se hizo una evaluación con el modelo de Thompson y Belle el cual mostró que las pesquerías están ya en el área de sobreexplotación con un RMS de 164 y un rendimiento máximo económico de \$ 819.058 mil millones de pesos (Figura 107).

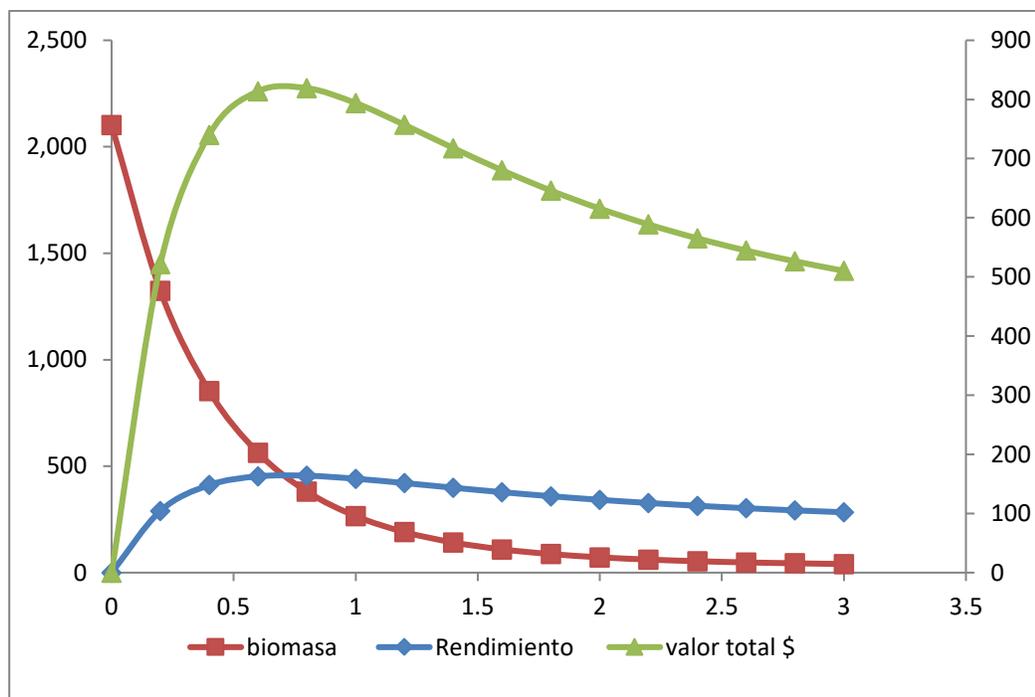


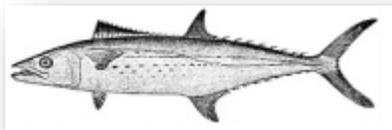
Figura 107. Evaluación de las pesquerías de la sierra mediante la modelación de Thompson y Bell. Fuente AUNAP - SEPEC.

Recomendación.

De acuerdo con lo mostrado en los diferentes modelos y que ya se ha sobrepasado el punto de referencia limite (RMS) una cuota superior a los 150 t.

Sierra carite *Scomberomorus regalis* (Bloch, 1793)

Se le encuentra comúnmente en los arrecifes, generalmente solitaria o haciendo parte de pequeños grupos. Se alimenta principalmente de pequeños peces, especialmente sardinas, anchoas y pejerreyes. Su carne es muy apreciada por lo que se comercializa principalmente fresca (Carpenter, 2002).



Se reportaron 2,2 t de Sierra carite desembarcado por la flota artesanal en el litoral Caribe.

Necoclí fue el municipio donde se registraron los mayores desembarcos de esta especie con 52,4%, seguido por Barranquilla con 19,5%, Cartagena con 14,3%, y el conjunto formado por Santa Marta, Acandí, Juan de Acosta, Riohacha, Turbo, Uribia, San Antero, Puerto Colombia, Manaure, Tolú y Tubará con 13,8%; las redes de enmalle fueron los artes de pesca mayormente empleados en la captura de esta especie (90,8%), seguidos por las líneas de mano (7,3%) y los chinchorros (1,8%).

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 12,5 y 102.5 cm Lt., (Figura 108). La talla media de captura (TMC) estimada fue de 43,4 cm LT, donde el 84,4 % de los desembarcos estuvo por debajo y el 26,6% por encima; mientras que un 84,6 % estuvo por debajo de la talla media de madurez (TMM) (54,6 cm LT) y el 26,4 % por encima.

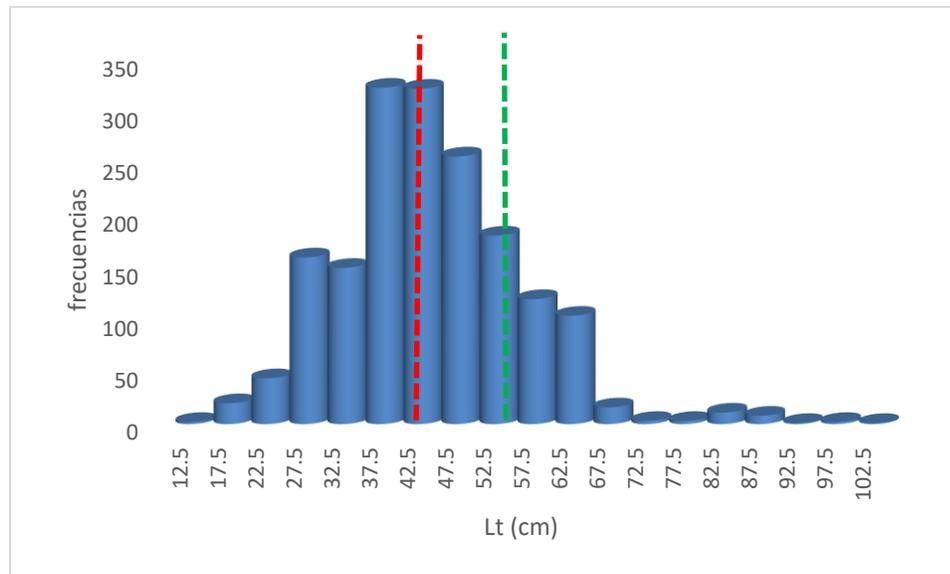


Figura 108. Estructura de tallas de *Scomberomorus regalis*. Caribe colombiano, se muestra la talla media de captura (TMC, línea roja discontinua) y la talla de madurez (T.M., línea verde discontinua). Fuente AUNAP - SEPEC.

Es un recurso del que poco se sabe en el país por lo cual se recomiendan hacer todos los estudios pertinentes con la ayuda de la academia y los institutos de investigación.

Madurez

Se determinó una relación Macho-Hembra de 1:0,38. El 63,8% de los machos y el 24,1% de las hembras estaban inmaduros. Las hembras maduras representaron un porcentaje de 38,6%, mientras que los machos uno de 18,1%. En Maduración se registró el 37,3% de hembras y el 16,3% de machos.

Modelos de producción

Las estimaciones por medio del modelo de Thompson y Bell muestran que con el nivel de esfuerzo actual de la pesquería se obtiene, para la sierra un rendimiento de 23 t, valoradas en \$ 116.205 millones de pesos (Figura 109).

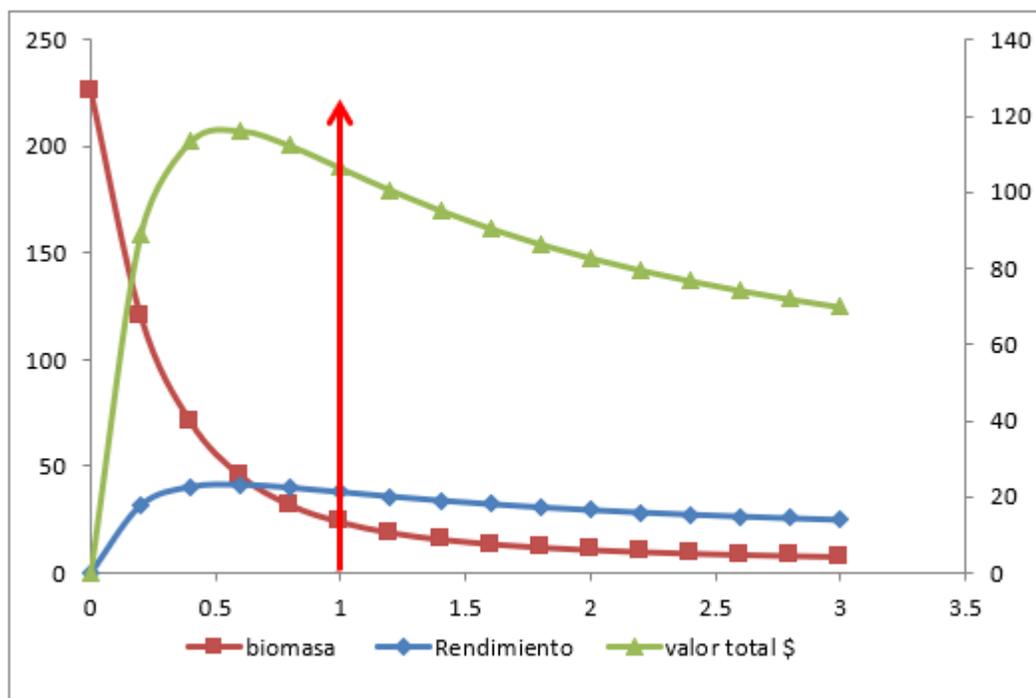


Figura 109.. Modelo bioeconómico de Thompson y Bell para *Scomberomorus regalis* - Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC,

Para la sierra carite el RMS tiene un valor no superior a las 20 t que equivale a un RME de \$1116.122 millones (Figura 109). Debido a que mucha de la información histórica se ha venido trabajando como sierra; se puede vislumbrar que el RMS para las dos especies puede ser estimado en 321 t.

Los desembarcos reportados para el año de 2018 fueron de 30.9 t para la sierra y 2.2 t para la sierra carite; para ambas especies las capturas fueron inferiores al RMS, sin embargo, hay una diferencia ostensible en la predicción del modelo y es que mientras que para la sierra los niveles de aprovechamiento esta ajustados al nivel de máximo aprovechamiento, para la sierra carite es notorio que ya se pasó a niveles de seguridad hacia la sobreexplotación.

Recomendación

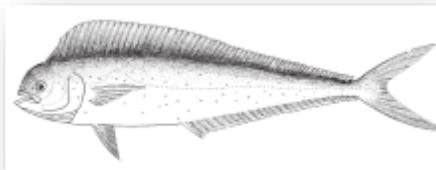
Teniendo en cuenta que los modelos empleados vislumbran niveles altos de esfuerzo Se recomienda una cuota de aprovechamiento de no superior a las 20 t, pero con la clara especificación que es muy importante ejercer un estudio más detallado del comportamiento de las dos especies en particular de la sierra carite ya que el resultado de modelo de Thompson y Bell muestran signos de sobreexplotación.

Por los argumentos expuestos la medida de ordenación debe estar encaminada a no aumentar el esfuerzo de pesca a los actualmente establecidos; igualmente como estos recursos son capturados por varias artes y métodos de pesca es muy importante hacer revisiones permanentes sobre la selectividad de las artes por ejemplo los ojos de malla de las redes que los capturan.

Familia Coryphaenidae

Dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758)

Es una especie epipelágica, habita en aguas abiertas, pero también suelen acercarse a la costa, así como a embarcaciones; forman pequeñas concentraciones debajo de objetos flotantes. Se alimentan principalmente de peces, y también de



crustáceos y calamares. Capturados usualmente con palangres atuneros, y de vez en cuando con redes de cerco (Carpenter, 2002).

El trabajo con esta especie es bastante complicado ya que al ser de marcadas migraciones y por lo mismo el difícil sistema de toma de datos de tallas, solamente se ha podido trabajar remuestreo de BOOTSTRAP y modelos de producción excedente con teoría bayesiana.

Se busca con el remuestreo estabilizar los datos obtenidos de captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo (observado, proyectado y original (Fig. 109) el sistema pretende igualmente estimar valores razonables de factor de capturabilidad, con esta información se estimó un RMS de 62 t.

Para desarrollar la teoría bayesiana en el modelo de producción excedente, se diseñó una proyección de 300 años de simulación de pesquerías y para cada uno de ellos se probó el comportamiento de 100 diferentes respuestas de biomasa y 100 respuestas de capturas; con esta estructura se estimó un captura esperada de 154 t, disponibles con el 10% de tasa de captura de la biomasa regulada (Figura 110, Tabla 23).

Recomendaciones

Para este tipo de recursos que tiene un potencial aprovechable y de cuyo nivel de conocimiento no es muy claro para Colombia, es fundamental montar las estrategias de evaluación de la dinámica poblacional.

De igual manera y como una alternativa de manejo se recomienda continuar con la cuota propuesta el año anterior de 120 t, en consideración a los resultados de la modelación aplicada.

Tabla 23. Simulación de la pesquería del dorado del Caribe Colombiano con 7 escenarios diferentes de la naturaleza. Fuente AUNP - SEPEC.

99	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250	1,300	1,350	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,05	11,1	95,7	136,3	157,4	170,2	178,8	185,1	133,518689
0,1	0,0	3,3	98,6	181,3	233,0	267,7	292,8	153,811293
0,15	0,0	0,0	0,2	56,7	170,4	251,2	309,5	112,578114
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	113,0	218,9	48,5643549
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	22,7	3,25875949
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9767E-06
0,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0914E-15
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,17E-25
0,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1734E-36
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7287E-49
0,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7071E-64

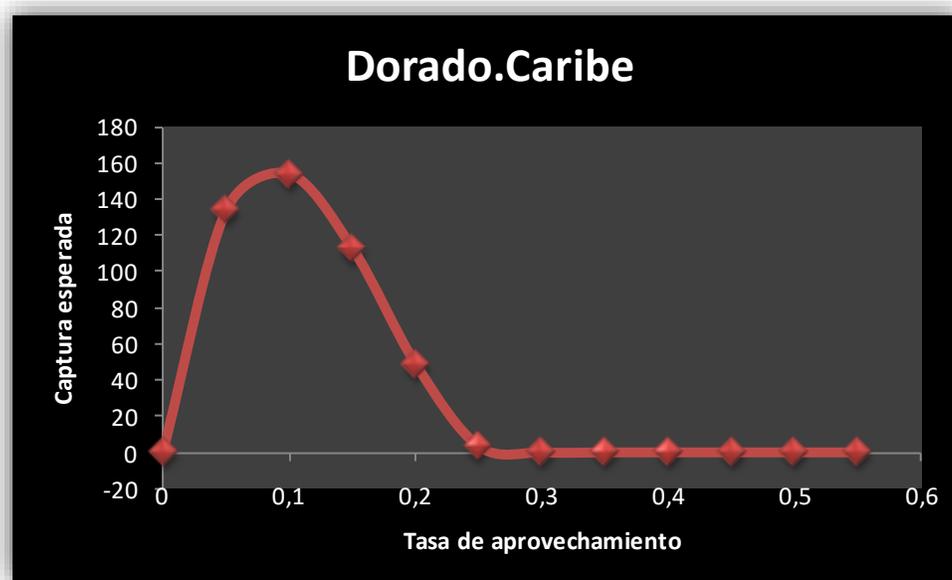


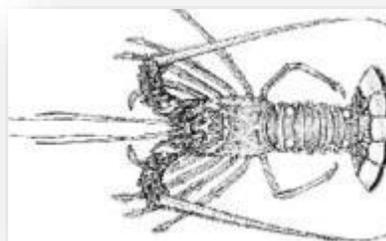
Figura 110. Simulación de las pesquerías de dorado en el Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Crustáceos

Familia Palinuridae

Langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1817)

Es una especie que prefiere las aguas poco profundas, aunque puede ocurrir hasta unos 90 m, tal vez aún más profundo. Suelen ser encontradas entre rocas, en los arrecifes, en los lechos de pastos marinos, o en cualquier hábitat que pueda proporcionarles refugio. Es una especie gregaria y migratoria. Las hembras se mueven hacia aguas más profundas para desovar (Carpenter, 2002). Para 20178 las capturas reportadas para el Caribe colombiano fueron de 15, 4 t.,



Modelos de producción

Al aplicar el modelo de Thompson y Bell se observa que el recurso ya ha sobrepasado los niveles de RMS, en especial hay que tener en cuenta que los registros de información para La Guajira, que es la zona del Caribe colombiano donde más se ejerce presión pesquera, apenas se detecta un rendimiento máximo sostenible de 2,1 t el cual ya ha sido sobrepasado (Barreto & Borda, 2008), sin embargo se estudió el comportamiento de toda la información del litoral del Caribe y se estimó un valor de RMS de 57 t, aunque la situación actual muestra que ya se sobrepasó este nivel y está en los eventos de sobre aprovechamiento (Figura 111).

Se evaluó con la teoría bayesiana el comportamiento de las poblaciones de langosta espinosa, para lo cual se utilizó la estrategia de simular 7 eventos diferentes de la naturaleza, para lo cual se proyectó 300 años de actividad y 100 diferentes respuestas del comportamiento de la biomasa y 100 diferentes respuestas de las capturas, de esta manera se pudo estimar que el nivel de captura adecuada al 10% de la tasa de aprovechamiento de la biomasa es de 56 t (Tabla 24, Figura 112)

La información utilizada para alimentar los dos modelos que fueron empleados para el presente análisis tuvieron dos fuentes diferentes, la primera estuvo direccionada por los registros de tallas que fueron evaluados en los años 2008 y 2009; de otra parte la información para el modelo de producción excedente fue determinada por los registros de captura, esfuerzo y cálculos de captura por unidad de esfuerzo que se hicieron con los registros que el INCODER ha recopilado de entidades como el INPA y el ICA.

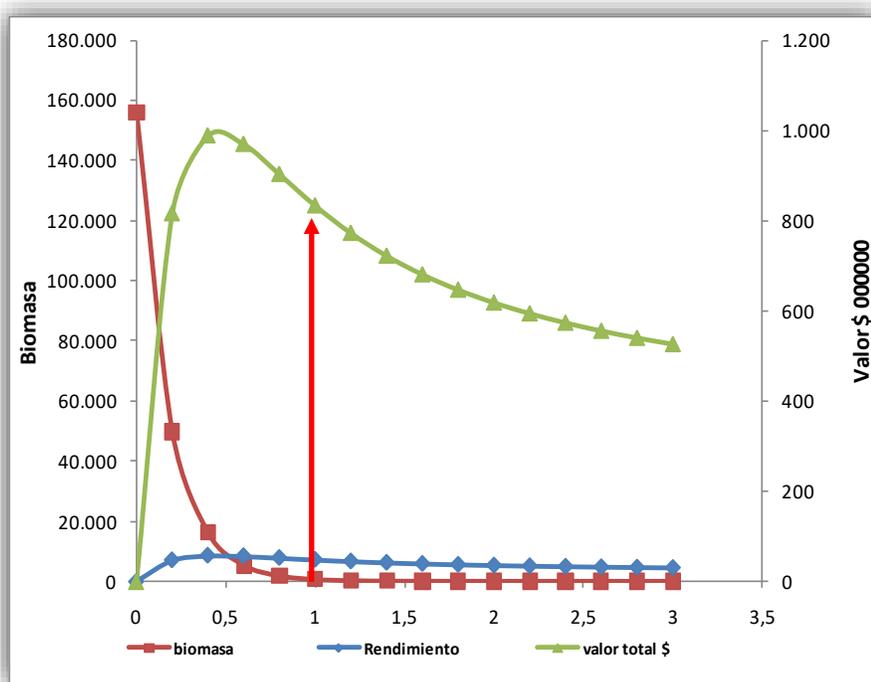


Figura 111. Curva de rendimiento máximo sostenible para la langosta espinosa *Panulirus argus*, Caribe colombiano. fuente AUNAP - SEPEC.

La respuesta al comportamiento de los modelos utilizados es bastante parecida por lo que el riesgo de incertidumbre en los resultados es menor y presenta una consistencia con los valores recomendados, de esta manera los indicativos sobre la realidad de las poblaciones de la langosta espinosa nos hacen presumir que el esfuerzo ejercido por los diferentes artes y métodos de pesca que se ejercen en el país están afectando de forma directa la estabilidad de las poblaciones.

Se hace especial énfasis en las pesquerías de La Guajira en donde los registros de tallas y los análisis de los datos de esta región muestran la difícil situación por la que atraviesa este recurso.

Tabla 24. Simulación de las pesquerías de langosta espinosa para el litoral del Caribe colombiano, con 7 escenarios de la naturaleza. Fuente AUNAP - SEPEC,

37	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14 1,050	0,14 1,100	0,14 1,150	0,14 1,200	0,14 1,250	0,14 1,300	0,14 1,350	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,05	4,7	35,5	49,8	57,0	61,2	64,0	66,0	48,3186353
0,1	0,0	1,4	36,9	66,7	84,7	96,7	105,2	55,9507302
0,15	0,0	0,0	0,1	22,0	63,4	92,0	112,5	41,4156006
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	42,8	81,2	18,1822813
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,3	1,33764244
0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0058E-06
0,35	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7504E-16
0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1843E-26
0,45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8706E-38
0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1243E-50
0,55	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6885E-65

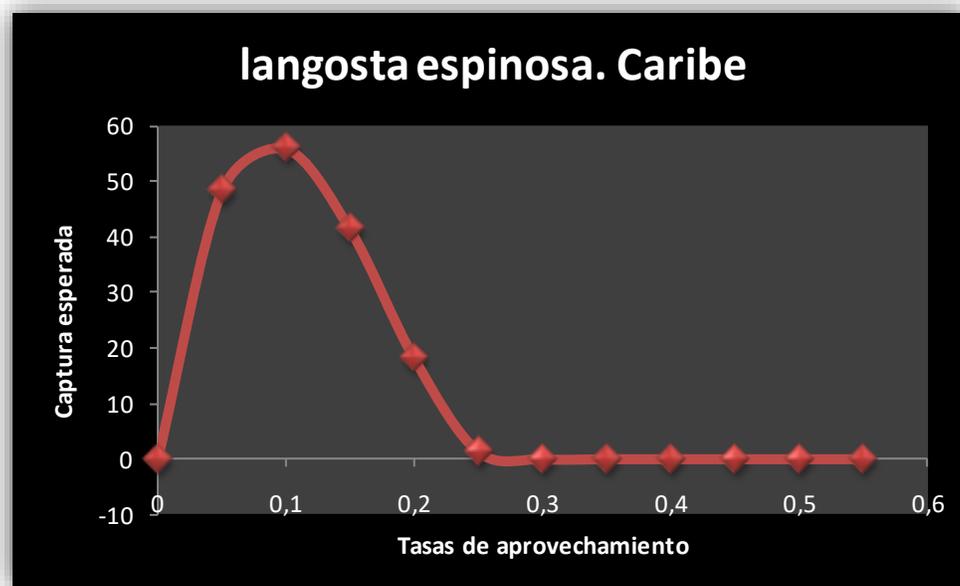


Figura 112 . Resultado de la simulación de las pesquerías de langosta espinosa para el litoral de Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Recomendaciones

El aprovechamiento pesquero de esta especie se hace a través de refugios denominados casitas cubanas ejercida por la comunidad indígena de los Wayuu. Se debe regular el uso de estos refugios artificiales los cuales son acumuladores de biomasa (juveniles).

Se deben realizar campañas educativas a las comunidades indígenas con miras a establecer un sistema de manejo participativo, en donde las medidas de manejo aplicadas sean tomadas de común acuerdo.

Bajo las altísimas tasas de aprovechamiento pesquero es necesario emplear una estrategia de control de tallas dirigida a los comerciantes con el fin de evitar la sobrepesca de juveniles, con la información analizada no se propone ninguna cuota para la guajira y un valor precautorio que no supera las 30 t para el resto de la costa Caribe.

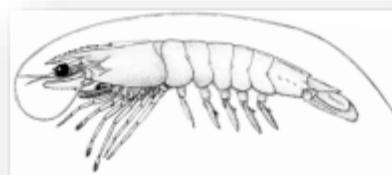
Se debe regular la comercialización de ejemplares muy pequeños, haciendo cumplir la talla mínima reglamentaria y realizar los decomisos, en especial a los tamaños comerciales denominados “baby” y “superbaby” (hoteles, restaurantes, comercializadoras, etc).

De otra parte, hay que hacer un censo de los refugios instalados (casitas cubanas) para que se determine no solo el nivel de construcción de los mismos sino que se determine que no deben construirse más; se recomienda que con el censo se empiece una campaña de disminución de estas construcciones.

Es importante mencionar que la información provista por la CCI es muy deficiente y no permitió ajustar los modelos para optimizar los resultados, por lo cual se recomienda hacer un esfuerzo adicional para mejorar la información de este importante recurso pesquero que contribuya a optimizar la utilización de los modelos utilizados para sus análisis.

Familia Penaeidae

Camarón blanco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936)



Esta especie se localiza entre los 3 y los 365 m, pero son más abundantes entre los 45 y los 65 m de profundidad. Los juveniles son estuarinos y prefieren los fondos de lodo cubiertos con vegetación, mientras que los adultos son marinos y prefieren los sustratos de mezcla con lodo y arena. Las hembras alcanzan una longitud total de 191 mm y los machos de 150mm (FAO, 1980)

Estructura de tallas

La distribución de frecuencia de tallas estuvo comprendida entre 7 y 29,9 cm Lt., (Fig. 114). La talla media de captura fue de 12.8 ± 0.13 cm de Lt., El 57,5 % de los individuos muestreados registraron una TMC inferior a la estimada y el 42,5 % por encima (Figura 113).

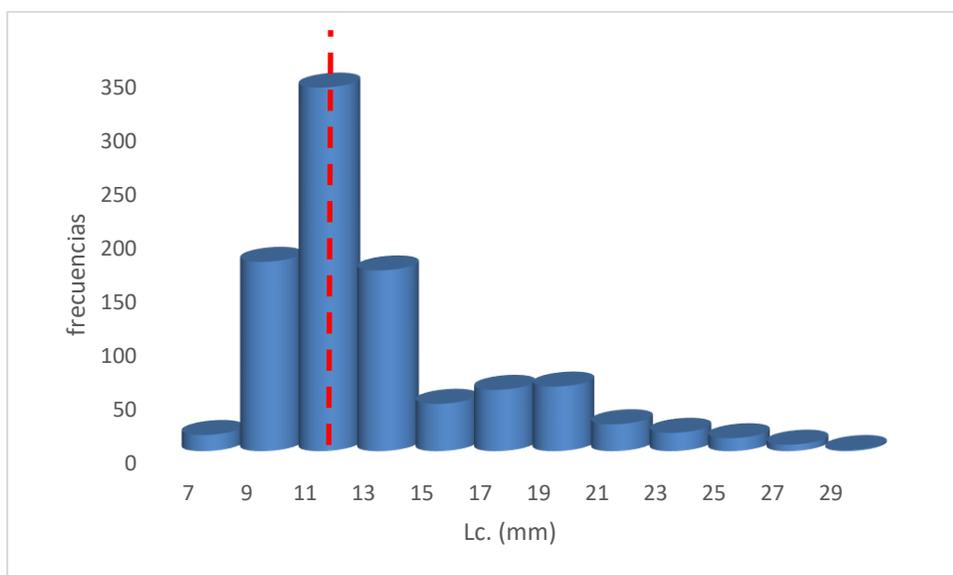


Figura 113. Estructura de tallas de *Litopenaeus schmitti*. Se muestra la talla media de captura (T.M.C., línea roja discontinua) Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Modelos de producción

Mediante el modelo de producción de Thompson y Bell se evaluó el rendimiento máximo sostenible de 393 t. El modelo muestra un recurso sobreexplotado (Figura 114) con una pesquería que parece entrar en una etapa de colapso (Correa y Egurrola, 2006).

Aplicando el modelo de producción excedente y utilizando la teoría bayesiana para todas las especies de camarones de aguas someras del Caribe colombiano para lo cual se utilizó la estrategia de diseñar 7 formas de comportamiento de la naturaleza, igualmente se programó un ejercicio con 100 años de simulación de pesquerías, para cada uno de estos años se estimó 100 respuestas de biomasa y 100 respuestas de capturas (Tabla 25).

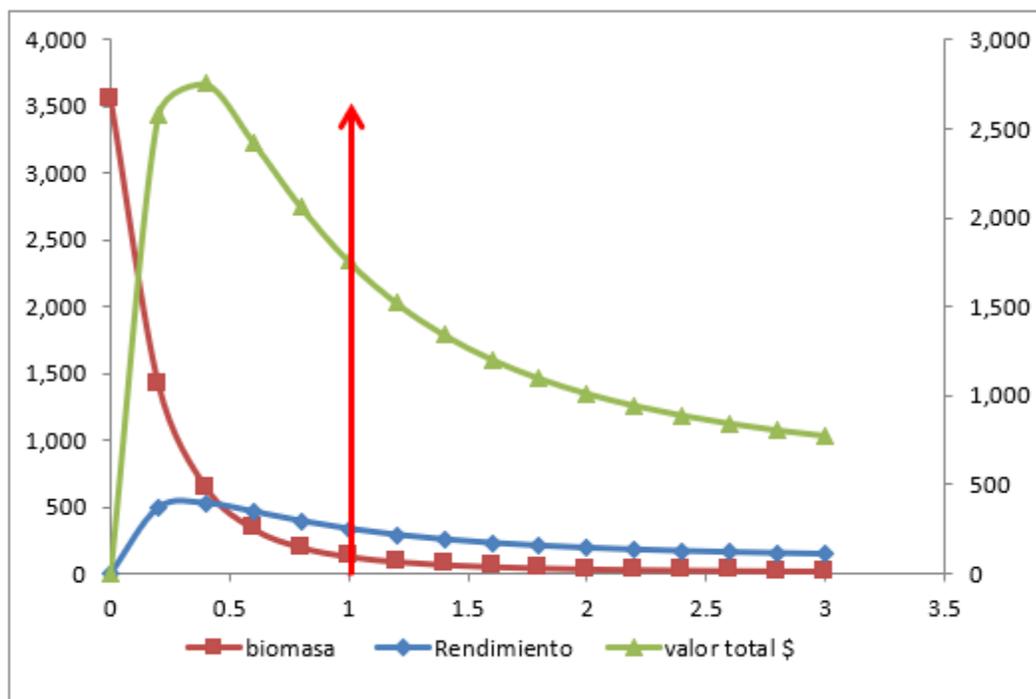


Figura 114. Modelo bioeconómico de Thompson y Bell - *Litopenaeus schmitti* - Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

Tabla 25. Simulación virtual de las pesquerías con 7 escenarios de la naturaleza para el camarón de aguas someras (*Litopenaeus schmitti*) del Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC



251.108956	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250	1.300	1.350	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
0.05	35.1	239.9	328.4	370.7	395.5	411.8	423.4	314.992424
0.1	0.0	11.2	251.1	443.1	554.2	626.9	678.4	366.426553
0.15	0.0	0.0	0.8	149.2	425.8	606.9	733.0	273.671454
0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	26.9	289.0	542.6	122.653839
0.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	67.2	9.63472558
0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8904E-06
0.35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8431E-15
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3868E-26
0.45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7401E-37
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0061E-50
0.55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0299E-65

Con los resultados obtenidos se estimó con una tasa de aprovechamiento del 10% de la biomasa una captura estimada de 366 t (Figura 115)., teniendo en cuenta que la estimación del modelo bioeconómico coincide con los estudios que muestran alarmas en los rendimientos poblacionales es evidente que se debe trabajar un escenario precautorio que puede ser 5 o 10% del RMS.

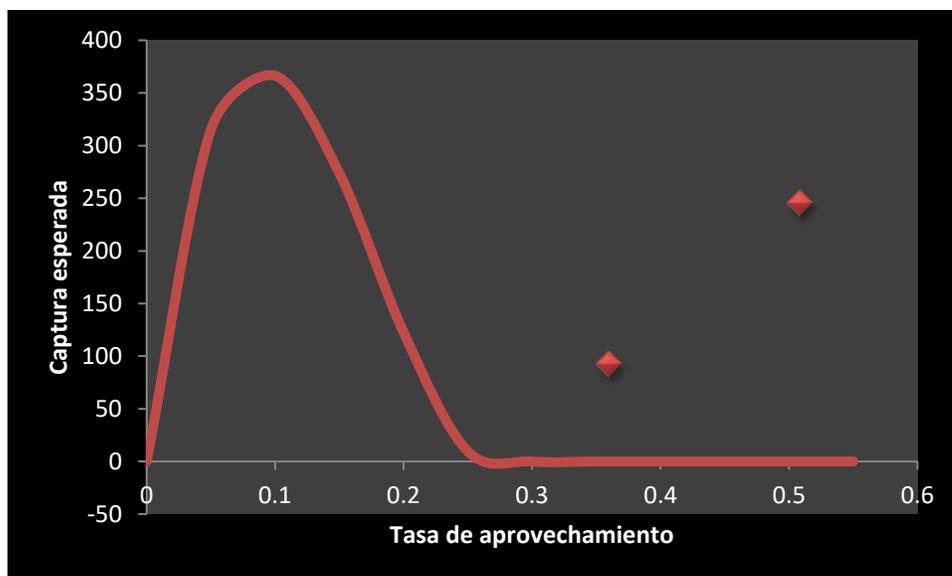


Figura 115. Modelos de producción excedente para camarones de aguas someras *Litopenaeus schmitti* - Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC

Se recomienda hacer un seguimiento puntual a las pesquerías de este camarón el cual debería ser apoyado por la recopilación de información primaria (investigación a bordo) que permita evaluar parámetros biológicos, capturas y la estructura de tallas, ya que los muestreos en puerto pueden generar sesgos.

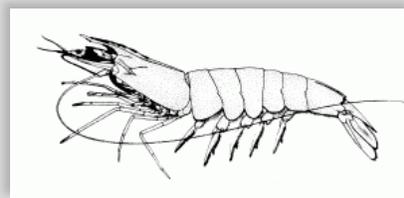
Recomendación

Como se puede observar los modelos establecen que ya se alcanzó el rendimiento máximo sostenible, por lo tanto, se recomienda una cuota no superior a las 300 t (que es la estimación del modelo bayesiano)

Camarón rosado *Farfantopenaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967)

Se distribuye desde Sur América hasta Yucatán y forma parte del sistema de pesquerías que genera más ingresos para los pescadores del Caribe colombiano.

Como producto de las evaluaciones que ha venido registrando el INVEPAR se observó que estas pesquerías ya



han sobrepasado el nivel de sostenibilidad y se encuentra en las etapas de agotamiento. (Figura 116)

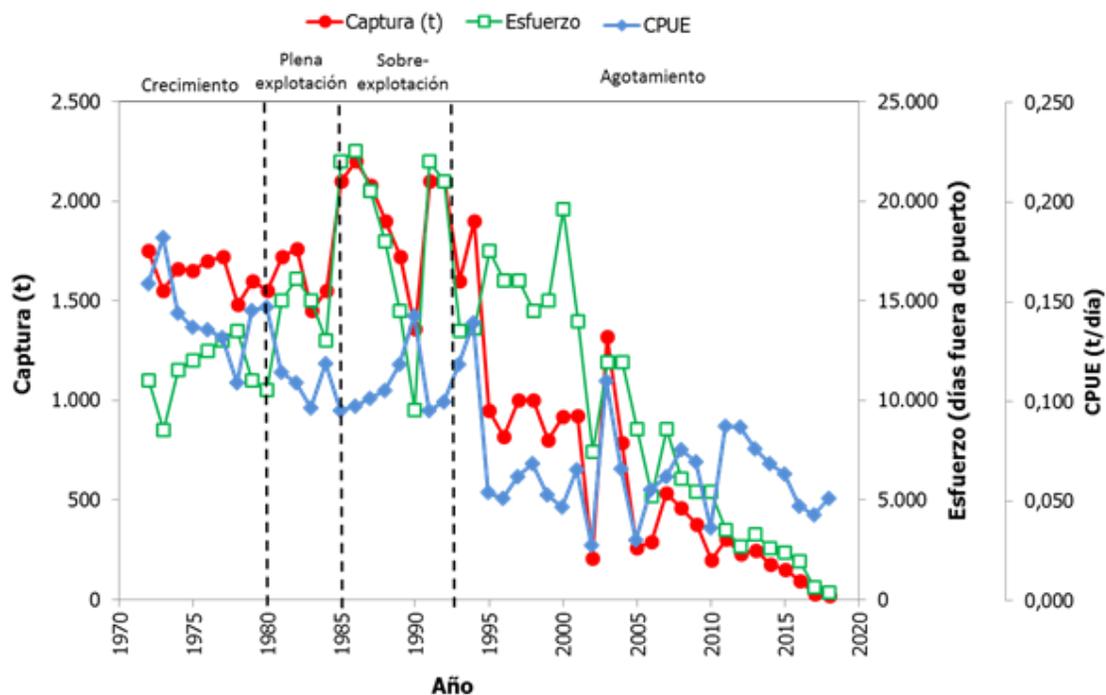


Figura 116. Análisis de las pesquerías de camarón de aguas someras del Caribe colombiano. Fuente INVEMAR

Desde la visión de la distribución de las frecuencias y con la información disponible de talla media de madurez, se encontró que la misma esta un 63.3 % por debajo de las tallas y solamente un 36.3 % por encima. (Figura 117)

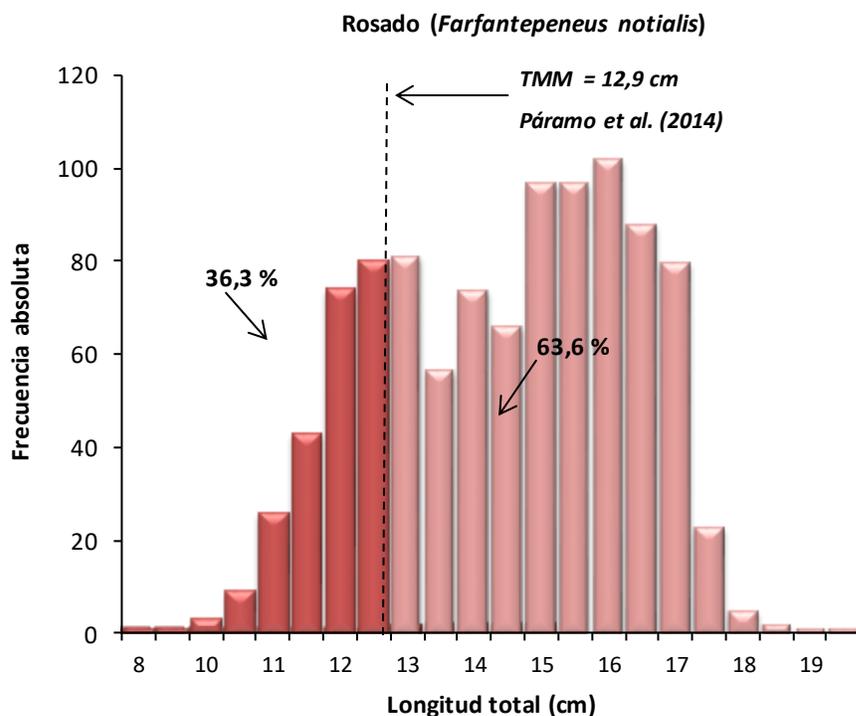


Figura 117. distribución de las frecuencias de tallas, se presenta la talla media de madurez (TMM representad por la línea vertical punteada). Fuente INVEMAR.

Mediante la aplicación de los modelos holísticos pesqueros el INVEMAR encontró que los valores de captura (18 t., para el 2018) son inferiores a los niveles de rendimiento máximo sostenible (RMS) lo cual ratifica el difícil nivel de aprovechamiento que se tiene. (Figura 118)

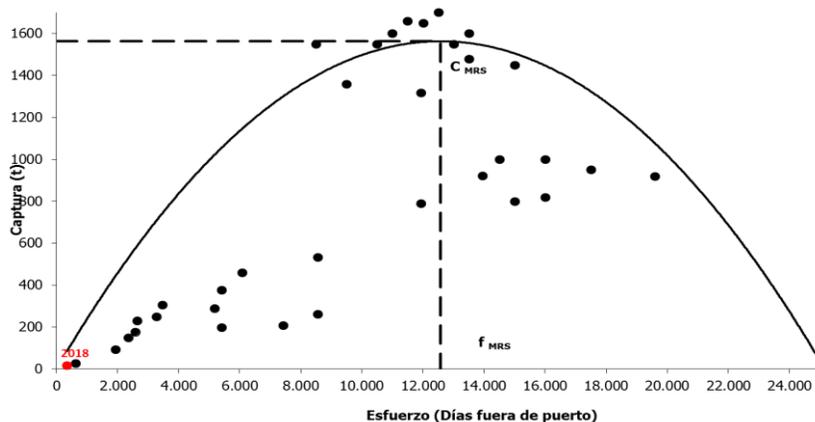


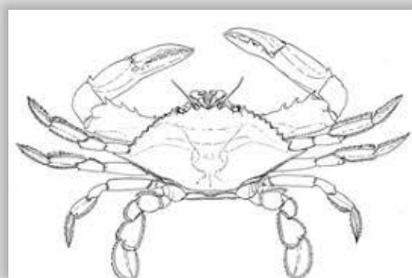
Figura 118. Aplicación del modelo holístico de pesquerías de tipo Schaefer. Fuente INVEMAR.

Recomendación.

LA cuota de pesca permisible se estimó en 940 t., con un esfuerzo de 17 barcos, que pueden realizar hasta 7 faenas de 45 días. A pesar de esto, se observó que desde 1995, las capturas no sobrepasan las 1000 t.

Jaiba azul *Callinectes sapidus* (Burkenroad, 1963).

La especie es originaria de las costas occidentales del Océano Atlántico; su habitan principal son los estuarios y aguas costeras especialmente en fondos fangosos y arenosos su distribución ha sido detectadas hasta los 90 m., de profundidad. (Blanco & Falco, 2017).



El recurso está siendo aprovechado en su gran mayoría, por las poblaciones existentes en la Ciénaga Grande de Santa Marta, por lo que su aprovechamiento está siendo efectuado en una fracción de la población.

Tallas y madurez sexual

Con la información recopilada entre las bases de datos del SEPEC y lo realizado por la Universidad Simón Bolívar, se estableció que las tallas de la longitud del caparazón (ancho de

la base de las espinas laterales ABEL) se registraron entre los 4.75 hasta los 14.75 cm., con una talla media de captura (T.M.C.) de 9.2 ± 0.02 cm., de ABEL, en general el comportamiento de las tallas es de distribución normal. (Figura 119).

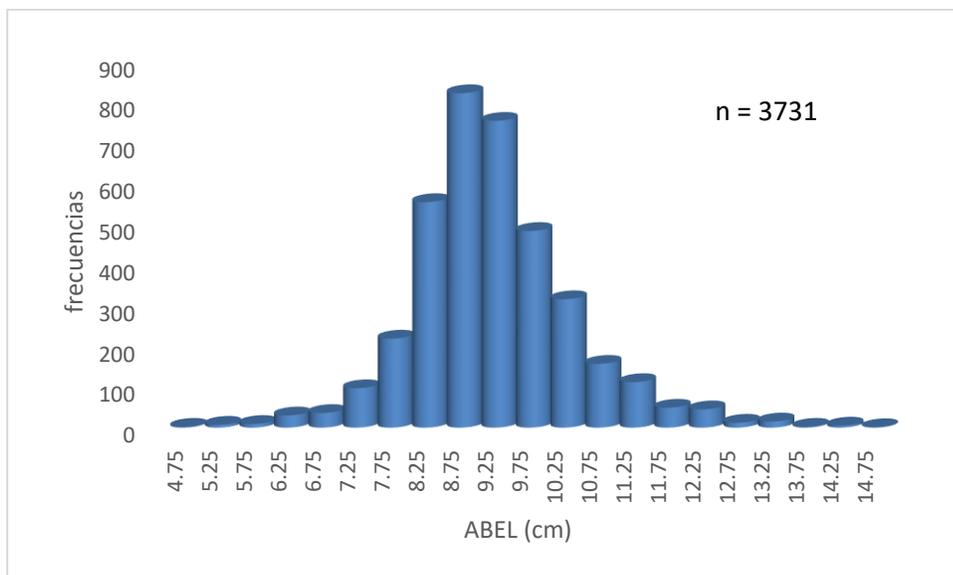


Figura 119. Distribución de frecuencias de las tallas de la jaiba azul en la ciénaga Grande de Santa Marta. Fuente U. Simón Bolívar, AUNAP - SEPEC.

En cuanto a la evaluación de las condiciones morfológicas se realizó un comparativo de la relación longitud (ABAEL) peso y longitud (Lca) y se encontró que las dos relaciones tuvieron una tasa significativa alta ($r^2 = 0.86$, $P > 0.05$; $r^2 = 0.9$, $P > 0.05$), con un coeficiente de crecimiento isométrico ($b = 3$, $P > 0.05$). (Figura 120)

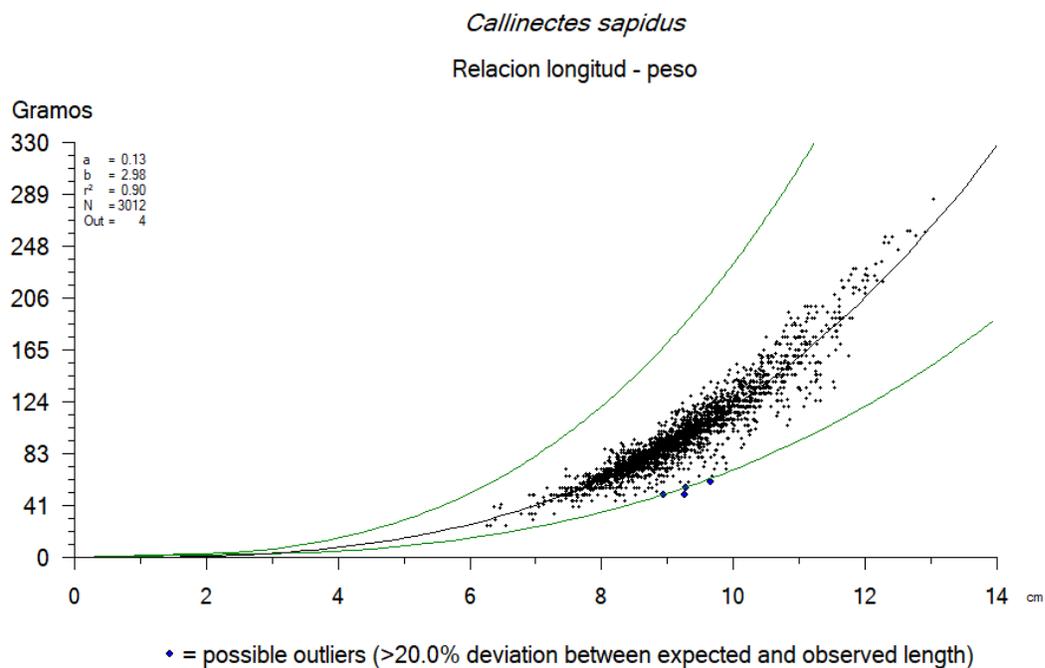


Figura 120. relación longitud (ABEL) peso, para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar.

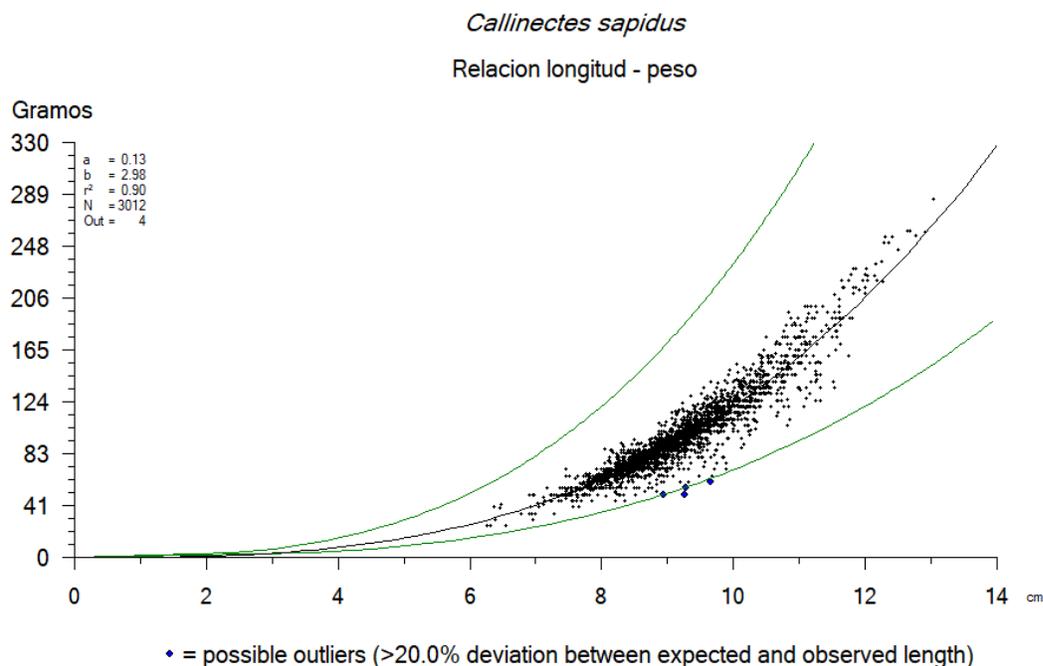


Figura 121. Relación longitud (Longitud caparazón Lca), para la jaiba azul. Fuente U. Simón

Como parte fundamental de estudio de un recurso, se investigó sobre la talla de madurez sexual (T.M.) como estrategia de reglamentación se estudió la talla de madurez con la Lca. Que dio para los machos 3.26 cm. ABEL, y para las hebras de 3.74 cm. ABEL; así mismo, se calculó para el ABEL, para la cual se obtuvo un valor de 7.35 cm de Lca., para los machos y 7.36 de Lca., para las hembras. (Figura 123, Figura 124)

Crecimiento.

En análisis de crecimiento muestra un recurso de crecimiento relativamente rápido pero que permite que la dinámica de las poblaciones presente recursos de vida amplia con una estimación de edad máxima de 5 años; además con un periodo de vida en la pesca activa ($t\lambda$) de 2.5 años. (Figura 122)

$$L_t = 17.75(1 - e^{-0.6(t-0.02)} - 0.095\text{seno}(6.28(t-0.1)))$$

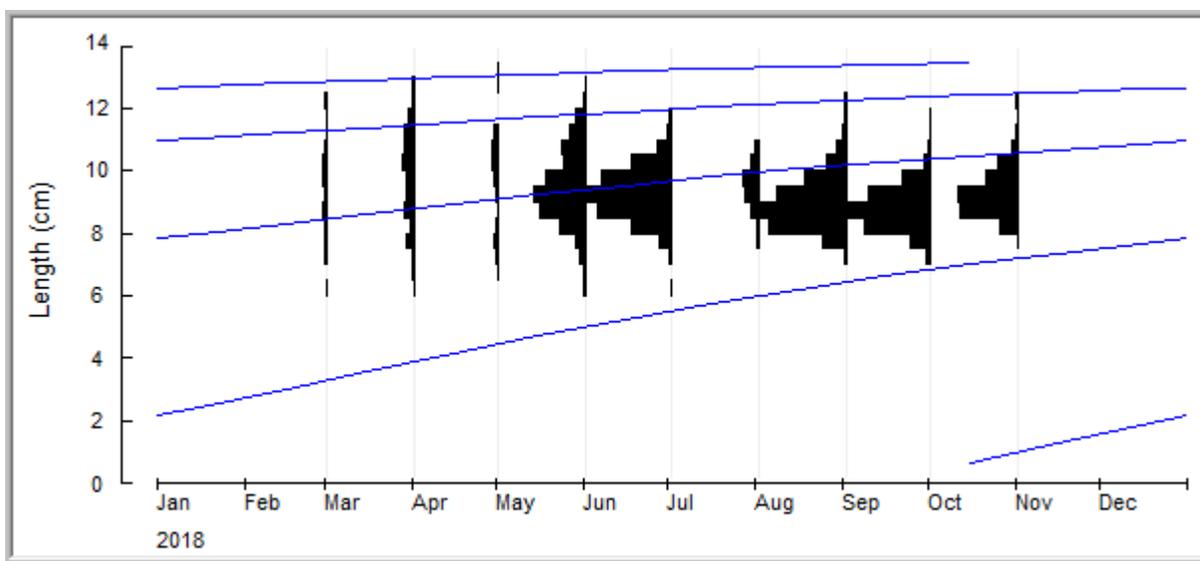


Figura 122. Curva de crecimiento para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC

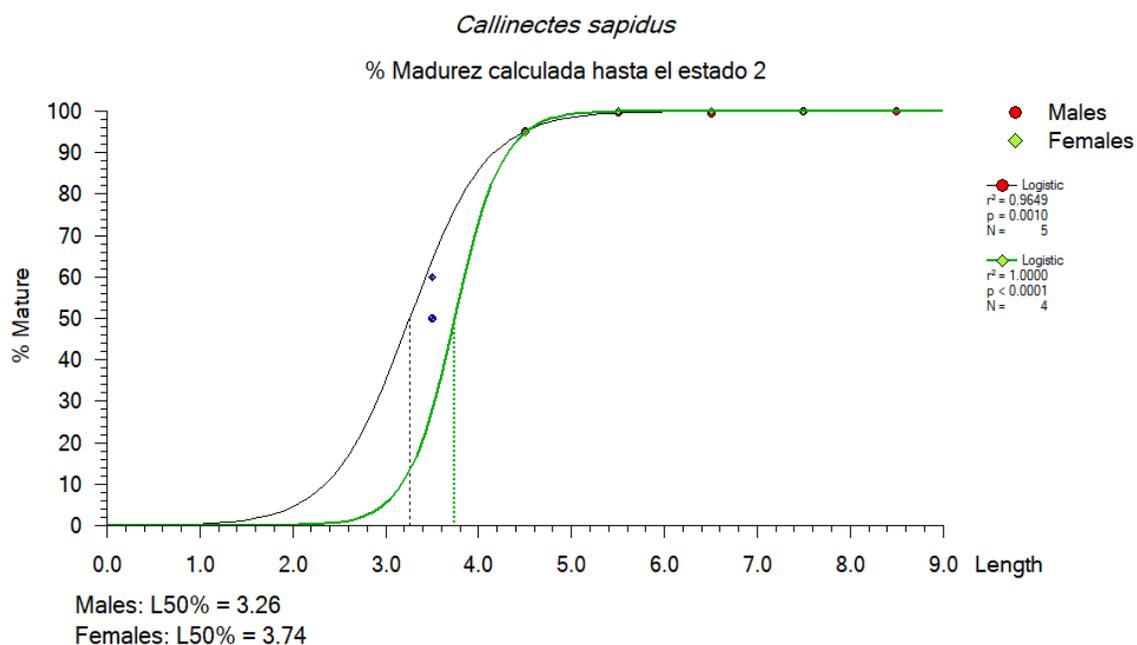


Figura 123. Talla de madurez considerando ABEL y peso para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar.

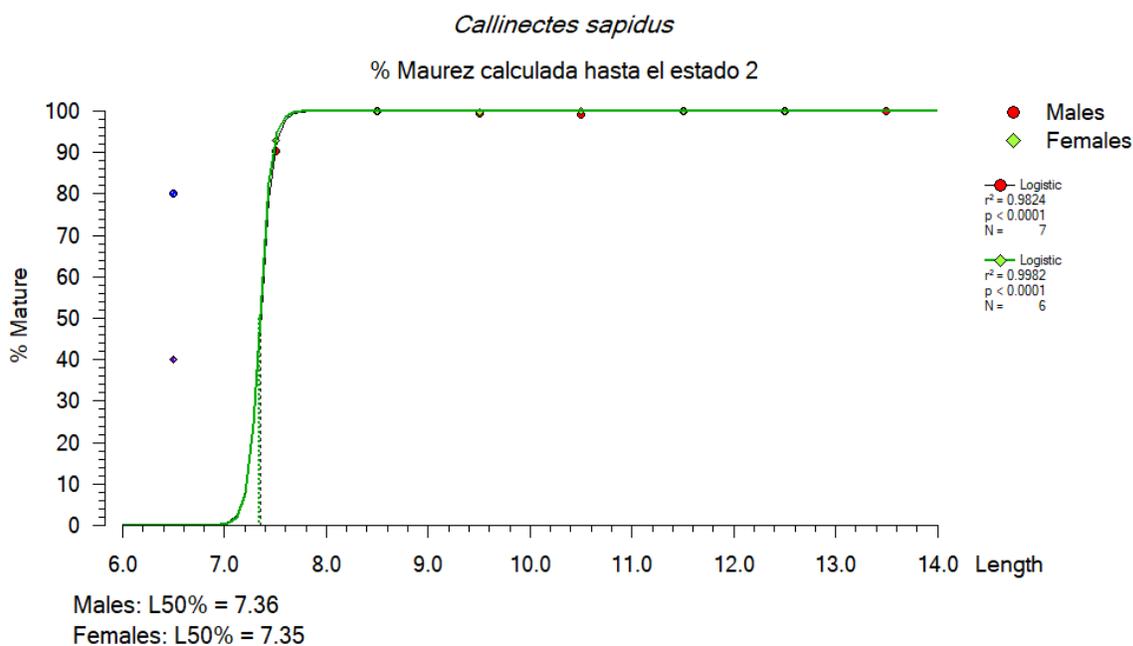


Figura 124. Talla de madurez considerando Lca y peso para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar.

Mortalidad.

Teniendo como base los análisis de crecimiento se estudió las tasas de mortalidad total (Z), con varios modelos; el primero fue el de captura linealizada que suministro como resultados un valor de $Z = 3.42$ años⁻¹, con un cálculo de mortalidad por pesca de $F = 1.48$ años⁻¹, con estos parámetros se estimó la tasa de aprovechamiento $E = 0.57$ que indicaría que la población está en un equilibrio productivo. (Figura 125)

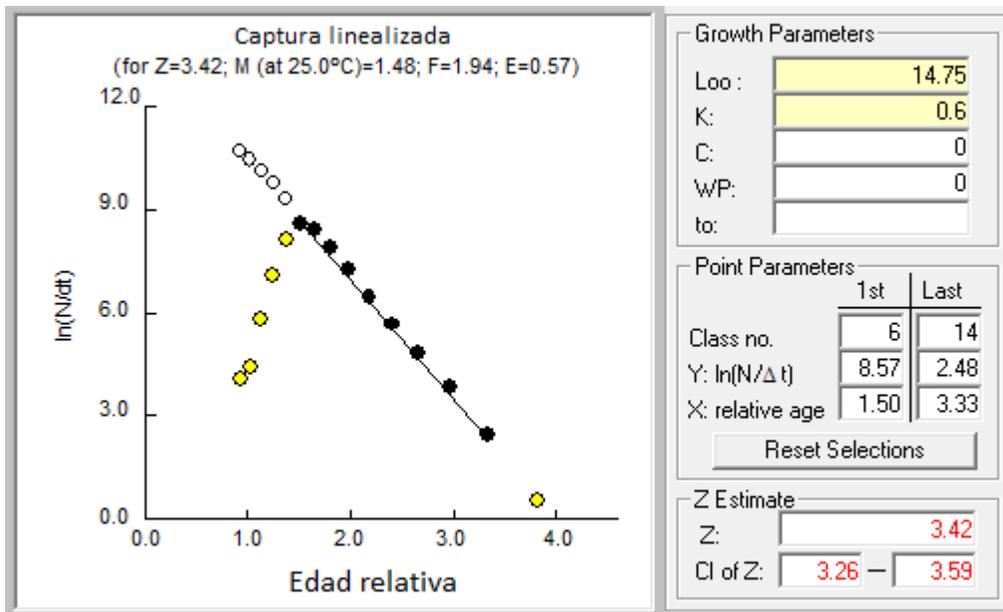


Figura 125. Representación gráfica del modelo de estimación de la tasa instantánea de mortalidad total (Z). Fuente U. Simón Bolívar, AUNAP - SEPEC

El siguiente modelo es el de Jones y van Zalinge, el cual se resumen en lo siguiente $Z = 5.127$ año⁻¹, con unos límites de confianza entre 4.531 y 5.724; esto valores hace que estadísticamente difieran de los calculados por la curva de captura linealizada. (Figura 126)

Los modelos restantes aplicados como el de Beverton y Holt suministra un valor de $Z = 4.757$ años⁻¹ y el de Ault y Erhardt que dio un valor de $Z = 4.747$ años⁻¹. De acuerdo con los aspectos teóricas sobre cálculo de mortalidad y sus implicaciones (Cubillos, 2001, Cadima, 2003, Csirke, 1980, Pauly, 1984), se escogio como valor más representativo el valor de Z estimado por el modelo de captura lienalziada Z 3.42 años⁻¹.

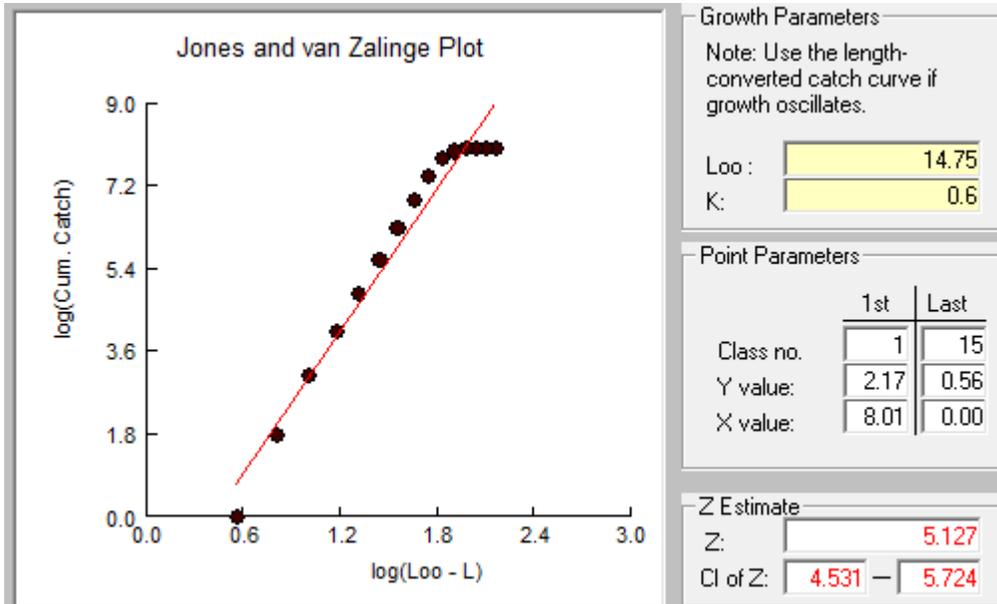


Figura 126. Desarrollo de modelo de Jones y van Zalige para estimar la tasa instantánea de mortalidad total. Fuente U. Simón Bolívar AUNP -SEPEC.

Para la estimación de la mortalidad natural utilizando todos los modelos descritos y sus principales parámetros (Tabla 26); se tomó la decisión de obtener un valor de la mediana como estimación de este parámetro de M = 1.36 años-1.

Tabla 26. Estimación de la tasa de mortalidad natural para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

AUTOR	FORMULA	RESULTADO	M/K
Pauly	$\ln(M) = -0,0152-0,279\ln Loo+0,6543\ln k+0,463*\ln T^\circ$ M =	0.3900 1.4771	2.4618
Taylor	M=2.996/A95% A95% =(2.996/k) +t0	0.6565 4.5633	1.0942
Tanaka	M =-(1/λ) *ln P al 5% M =-(1/λ) *ln P al 1% λ duración de la fase de explotación p fracción de sobrevivencia de la cohorte (5%) p fracción de sobrevivencia de la cohorte (1%)	1.1983 1.8421 2.5000 0.0500 0.0100	1.9972 3.0701
Rikcker y Efanov	M = 1.52/(tm _{50%}) ^{0.72} -0,16 tm50% viene de la hoja de madurez	1.3600 1.0000	2.2667
Cadima	Se efectuó con un estudio de poblaciones	0.1867	0.3112

Análisis de población virtual.

Con los parámetros calculados se construyó una simulación de población virtual donde se puede observar que la mortalidad natural tiene efectos en casi todos los grupos de tallas mientras que la mortalidad por pesca empieza a tener impactos a partir de las tallas 7.3 cm de ABEL, y presenta sus máximos hacia las tallas alrededor de los 9.3 cm de ABEL donde se ejerce la mayor presión por parte de la pesca de este organismo (Figura 127)

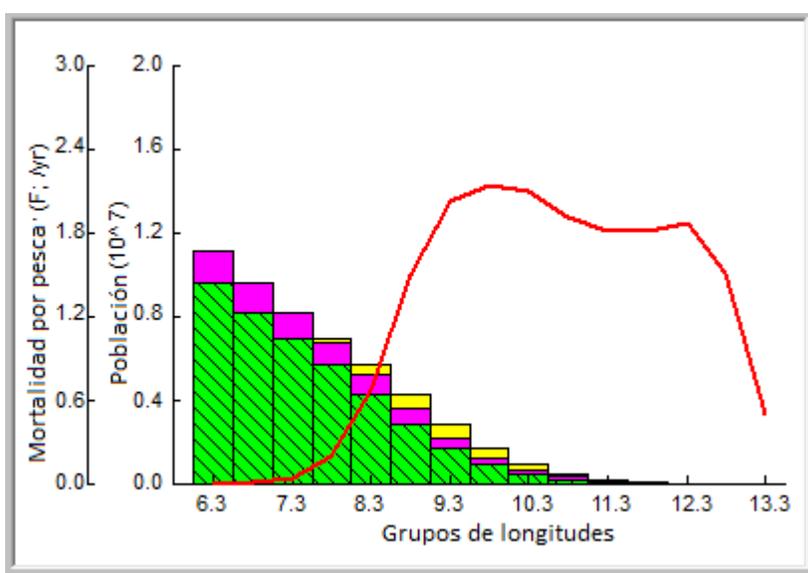


Figura 127. Análisis de población virtual para la especie de jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar - AUNAP - SEPEC.

Modelos de producción

Se realizó una simulación de pesquerías durante 300 años y se encontró que esta especie presenta dos máximos de rendimientos, el primero con una tasa de aprovechamiento de 0.025 y con un valor de 300 toneladas y el segundo mucho más prominente que es de 729 toneladas y con una tasa de aprovechamiento de 0.075. (Figura 128, Tabla 27)

Tabla 27. Simulación virtual de las pesquerías con 7 escenarios de la naturaleza para la jaiba azul (*Callinectes sapidus*) del Caribe colombiano. Fuente AUNAP - SEPEC.

1306.362	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	1	375	323	353	331	370	352	301
0.05	0	0	0	177	-79	652	-15	105
0.075	0	0	0	-2	1353	1953	1796	729
0.1	0	0	0	0	1	1818	1858	525
0.125	0	0	0	0	0	-1	-87	-13
0.15	0	0	0	0	0	0	-504	-72
0.175	0	0	0	0	0	0	-11	-1
0.2	0	0	0	0	0	0	4	1
0.225	0	0	0	0	0	0	-1	0
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0
0.275	0	0	0	0	0	0	3	0

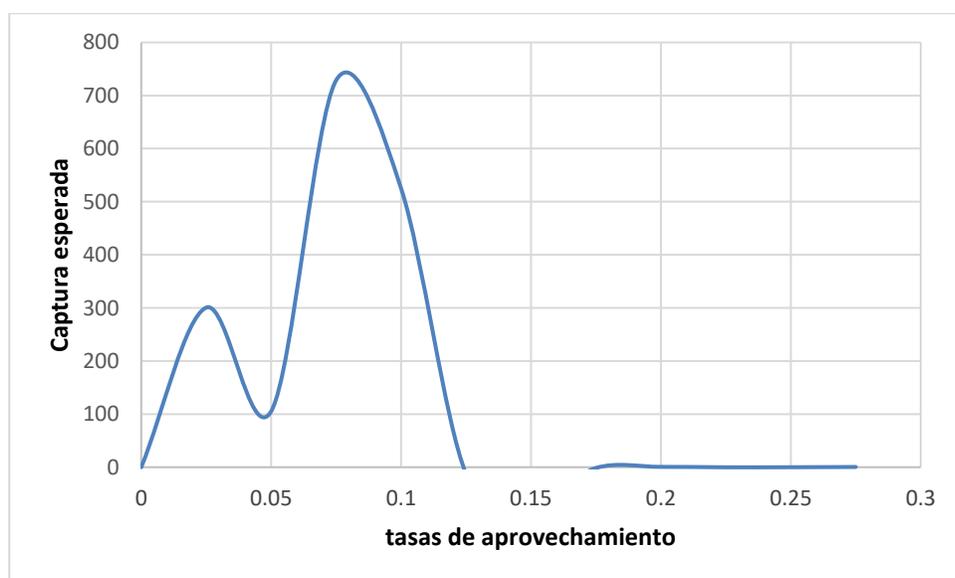


Figura 128. Modelos de producción excedente para camarones de aguas someras *Callinectes sapidus* - Caribe colombiano. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC

Finalmente, y contando con la estructura de tallas ya mencionadas, se pudo desarrollar el modelo bioeconómico de Thompson y Bell; con este se pudo determinar un RMS de 749 toneladas que significa un rendimiento máximo económico de \$ 3.742.927 millones de pesos. (Figura 129)

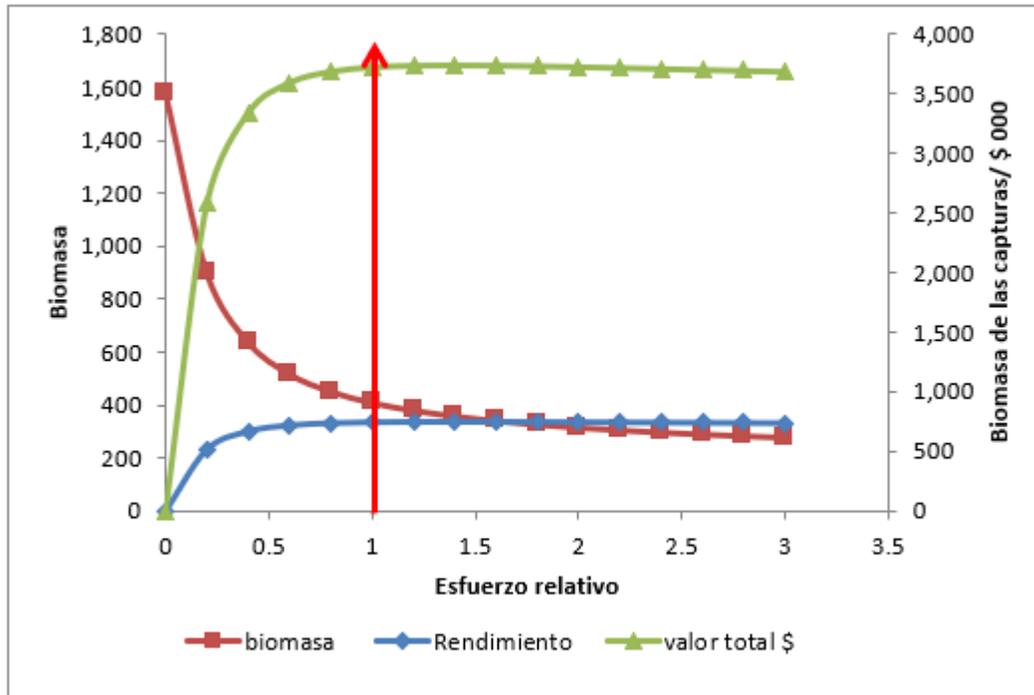


Figura 129. Desarrollo del modelo de Thompson y Bell para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

Recomendaciones.

Teniendo e cuenta la tasa de aprovechamiento que muestre un recurso que alcanza el nivel estable de producción y que el aprovechamiento de este recurso puede alcanzar dos puntos de referencia que son 729 y 749 se podría iniciar mente sostener un valor de 729 toneladas y realizar un seguimiento puntual a esta pesquería para reevaluar dicho comportamiento.

Jaiba roja Callinectes bocourti Milne - Edwars, 1879.

es un recurso bento pelágico de aguas someras de tipo estuarinos; se encuentra hasta los 40 m., de profundidad, sus hábitos preferidos son areno - fangosos o rocosos de tipo restos de conchas, es tolerante a la contaminación. Se alimenta de una gran variedad de materiales incluidos moluscos, otros invertebrados bentónicos, algunos peces, carroña y detritos. (sealifebase, 2019).



Tallas y madurez sexual

Las frecuencias detectadas comprenden tallas entre 4.25 cm hasta 13.25 de ABEL, su comportamiento, al igual que la anterior especie, es de una distribución normal bastante ajustada a este tipo de modelos estadísticos (Figura 130). La talla de captura media está estimada en 8.9 ± 0.01 cm de ABEL.

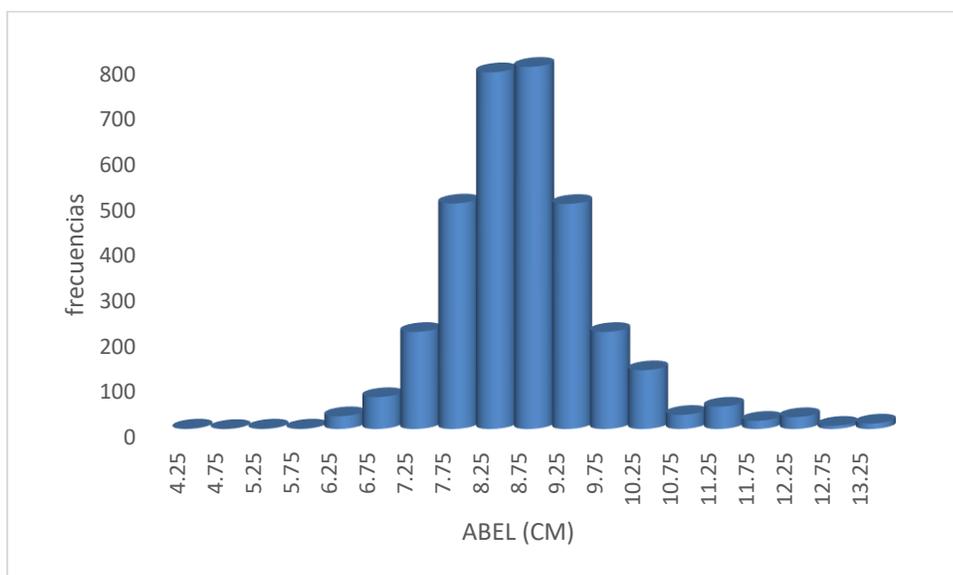


Figura 130. Distribución de frecuencias de las especies jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

Respecto a las medidas morfológicas del recurso se evaluó la longitud (ABEL) y el peso encontrándose que en la relación tiene un alto nivel de significancia ($r^2= 0.87$, $P > 0.05$), igualmente se estudió la relación de la longitud (Lca) contra el peso con significancia estadística ($r^2= 0.8$, $P > 0.05$). con esta base se probó la hipótesis sobre el crecimiento y se encontró que la misma es de tipo alométrico negativo ($B = 3$, $P < 0.05$) (Figura 131, Figura 132)

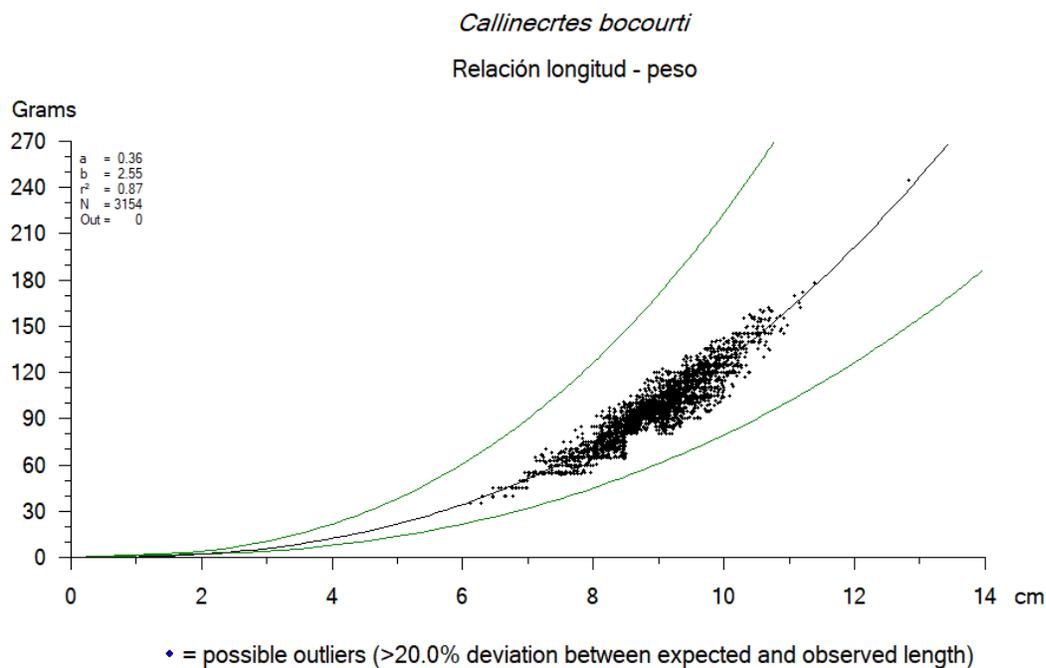


Figura 131. Relación longitud (ABEL) peso, para la jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar.

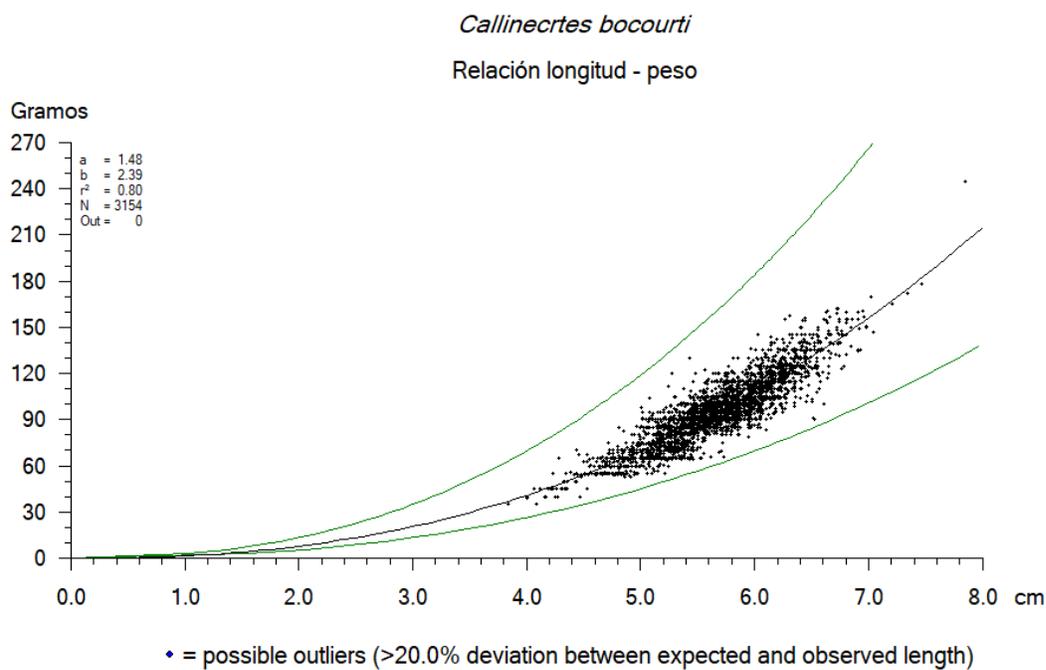


Figura 132. Relación longitud (Lca) peso, para la jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar.

En cuanto a la madurez sexual se trabajó inicialmente con la longitud ABEL y como resultado se obtuvo que las hembras presentan una talla media de madurez de a 6.63 y los machos de 7.11 cm e ABEL. Si la propuesta es para la Lca, el resultado es que las tallas de madurez de los machos son de 4.26 y las hembras de 4.12 cm de Lca. ()

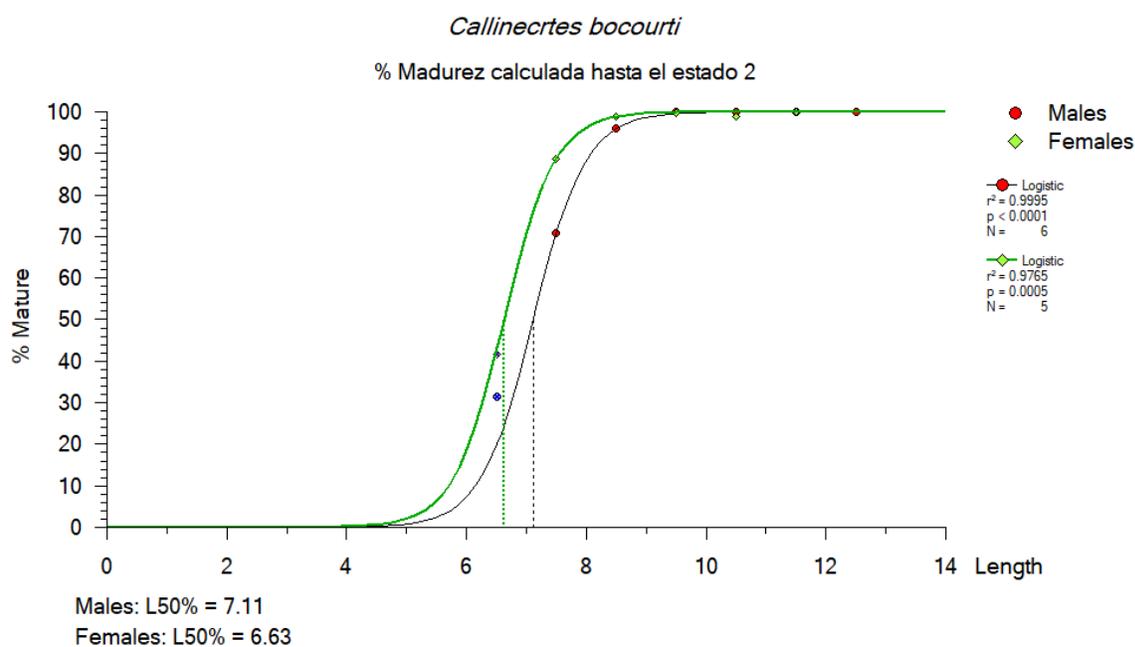


Figura 133. Talla de madurez considerando ABEL y peso para la jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar.

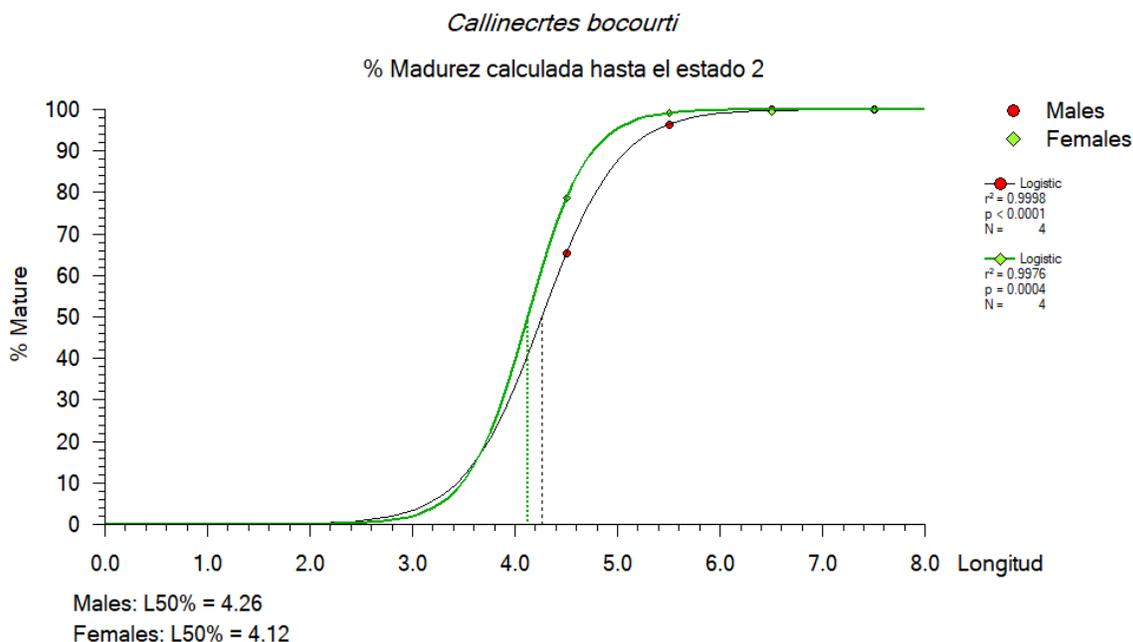


Figura 134. Talla de madurez considerando Lca., y peso para la jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar.

Crecimiento.

Después de haber compatibilizado la información entre los datos de la Universidad Simón Bolívar y la información tomada por el SEPEC y someter estos datos a los algoritmos de FISAT Y LFDA se determinó que el mejor ajuste a la ecuación de crecimiento muestra una tasa metabólica de crecimiento de 0.69, muy similar a la calculada para la jaiba azul y una longitud asintótica de 14.9 cm de ABEL (Figura 135)

$$L_t = 14.6(1 - e^{-0.69(t-0.02)-0.06\text{seno}(6.26(t-0.7))})$$

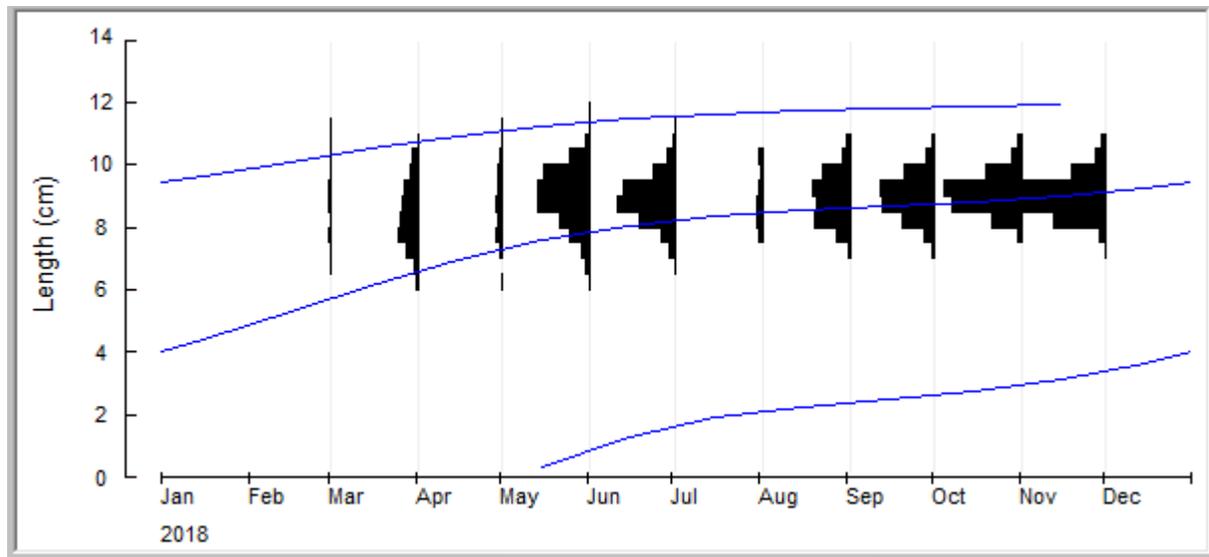


Figura 135. Desarrollo de la ecuación de crecimiento para la jaba roja. Fuente U. Simón Bolívar

Mortalidad.

Igual que con la jaiba azul, con este recurso se hizo una evaluación de los parámetros de mortalidad total (Z), encontrándose que la curva de captura linealizada suministro información que permiten estimar un valor de $Z = 8.62$ años⁻¹, como una tasa de aprovechamiento alta de $E = 0.81$. (Figura 136).

Con el modelo de Jones y van Zalinge los parámetros estimados de $Z = 6.969$ con un límites de confianza entre 4.193 y 9.745 que es un valor un poco más razonable que el anterior.

De otra parte, con los modelos empíricos de Beverton y Holt con un $Z = 4.6$ años⁻¹ y Ault y Erhardt con un valor estimado de $Z = 4.58$ años⁻¹.

Con el fin de tener un parámetro definido se tomó el valor más bajo de este parámetro y por lo tanto se decidió que $Z = 6.969$ años⁻¹.

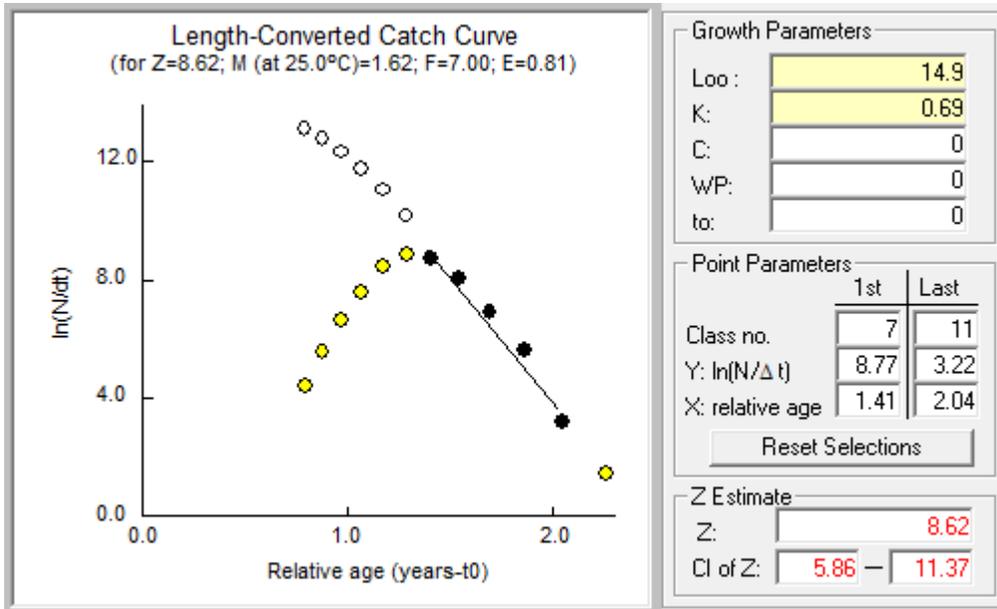


Figura 136. Curva de captura linealizada con los parámetros de mortalidad estimada. Fuente U. Simón Bolívar.

Para el cálculo de la mortalidad natural se utilizaron varios modelos y como resultado final se utilizó el valor de la mediana para estimarlo como parámetro de este medio de vida de la jaiba, determinado como M = 1.47 años-1. (Tabla 28).

Tabla 28. Estimación de la tasa de mortalidad natural para la jaiba azul. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

AUTOR	FORMULA	RESULTADO	M/K
Pauly	$\ln(M) = -0,0152-0,279\ln L_{\infty}+0,6543\ln k+0,463*\ln T^{\circ}$ M =	0.3872 1.4729	2.4548
Taylor	M=2.996/A95% A95% =(2.996/k) +t0	0.6250 4.7933	1.0417
Tanaka	M =-(1/λ) *ln P al 5% M =-(1/λ) *ln P al 1% λ duración de la fase de explotación p fracción de sobrevivencia de la cohorte (5%) p fracción de sobrevivencia de la cohorte (1%)	2.9957 4.6052 1.0000 0.0500 0.0100	4.9929 7.6753
Rikcker y Efanov	M = 1.52/(tm _{50%}) ^{0.72} -0,16 tm50% viene de la hoja de madurez	1.4668 0.9100	2.4447
Cadima	Se efectuó con un estudio de poblaciones	0.1867	0.3112

Análisis de población virtual.

Se realizó una fotografía instantánea de la situación de la pesca de este recurso mediante la situación de la pesca; bajo este aspecto se pudo visualizar que el recruzo empieza a ser aprovechado desde los 0.9 años hasta los 1.9 años y reportan una edad máxima de 4.6 años por lo que el periodo de vida productiva para la pesca $t\lambda$ es de 1 año, sus mayores niveles de productividad pesquera se hacen a los 10.3 cm de ABEL. (Figura 137)

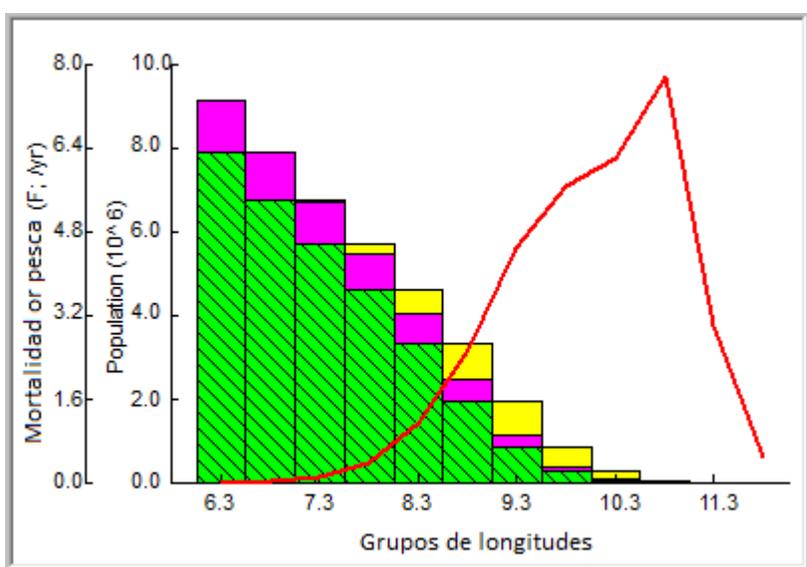


Figura 137 . Análisis de población virtual para la especie de jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar - AUNAP - SEPEC.

Modelos de producción

Partiendo de la base que hasta el presente no se había realizado el análisis de las pesquerías se decidió realizar una evaluación simulado pesquerías por 300 años con el fin de estimar el comportamiento de las biomásas y de la productividad. De esta manera se pudo estimar que el RMS 640 t. (Figura 138, Tabla 29); de otra parte y con las tallas obtenidas durante el año de 2018 se pudo construir el modelo bioeconómico de Thompson y Belle, este permitió estimar un RMS de 607 t.(Figura 139)

Tabla 29. Simulación virtual de las pesquerías con 7 escenarios de la naturaleza para la jaiba azul (*Callinectes bocourti*) del Caribe colombiano. Fuente Universidad Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

1365.263	Estado de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura Esperada
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	
	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	272	350	383	402	409	414	418	378
0.05	40	447	594	669	716	742	761	567
0.075	9	177	602	787	905	977	1025	640
0.1	0	14	361	726	953	1104	1199	623
0.125	0	1	24	454	848	1095	1270	528
0.15	0	0	4	44	517	938	1208	387
0.175	0	0	0	6	62	545	978	227
0.2	0	0	0	0	6	41	562	87
0.225	0	0	0	0	0	5	-2	1
0.25	0	0	0	0	0	0	3	0
0.275	0	0	0	0	0	0	0	0

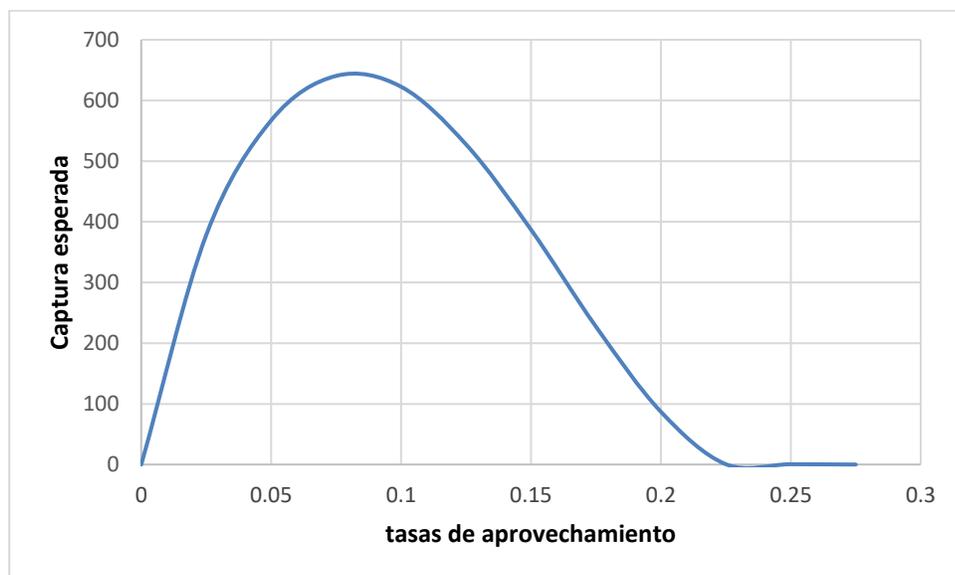


Figura 138. Modelos de producción excedente para camarones de aguas someras *Callinectes bocourti* - Caribe colombiano. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC

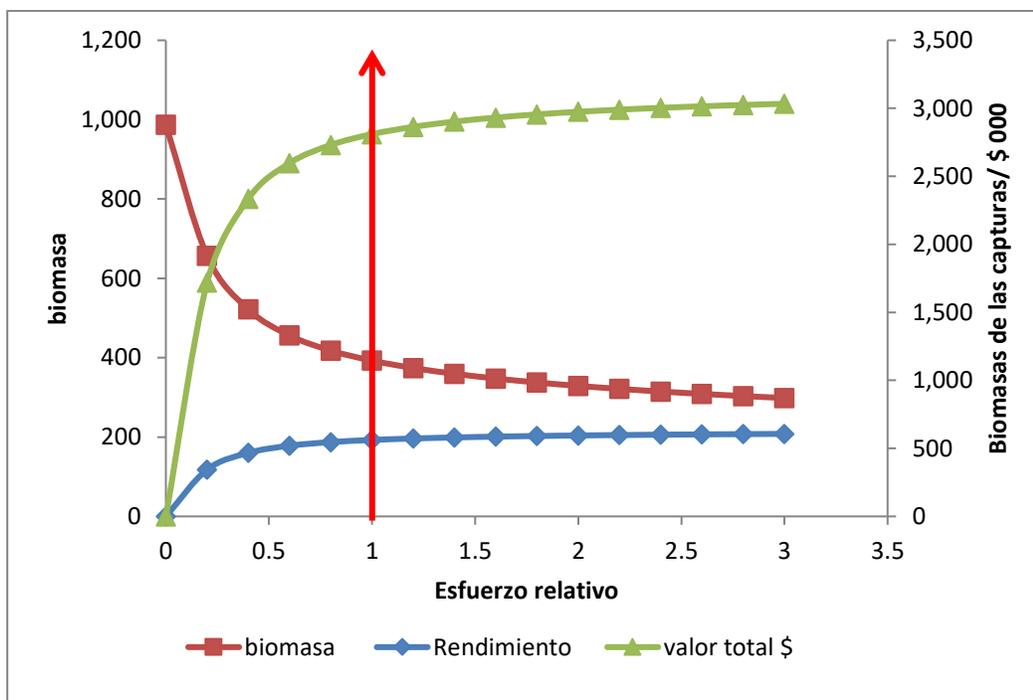


Figura 139. Desarrollo del modelo de Thompson y Bell para la jaiba roja. Fuente U. Simón Bolívar AUNAP - SEPEC.

Recomendaciones.

Con la visión puesta en los rendimientos de pesca y de los modelos utilizados se puede presentar como cuota la reportada por el modelo bioeconómico de Thompson y Bell de 600 toneladas.

Pesquerías de la Ciénaga Grande de Santa Marta

Los investigadores del INVEMAR vienen realizando evaluaciones permanentes sobre el recurso pesquero de esta zona del país, de esta manera presentaron un documento al Comité ejecutivo para la pesca.

Inicialmente se analizó el comportamiento de las composiciones de capturas, en donde se puede observar que las mayores producciones estuvieron en los años 2000 y 2006, este último año es en nivel más alto registrado, siendo este un indicativo de las variaciones ambientales frente a la acción antrópica de aprovechamiento de estos.

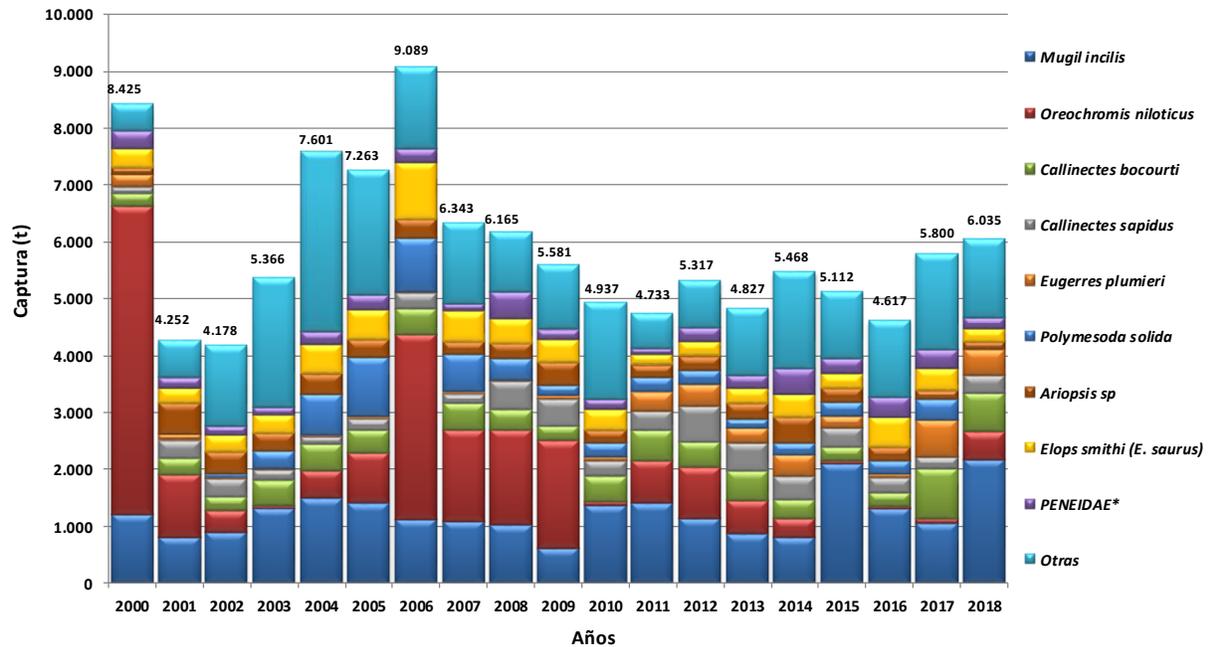


Figura 140. Composición de las capturas de la ciénaga grande de Santa Marta. FEUNTE INVEVAR.

El INVEVAR efectuó un análisis de los sistemas de producción por artes de pesca donde se observa que solamente las capturas de atarraya tienen pesquerías en niveles preocupantes frente a los estimados de RMS.

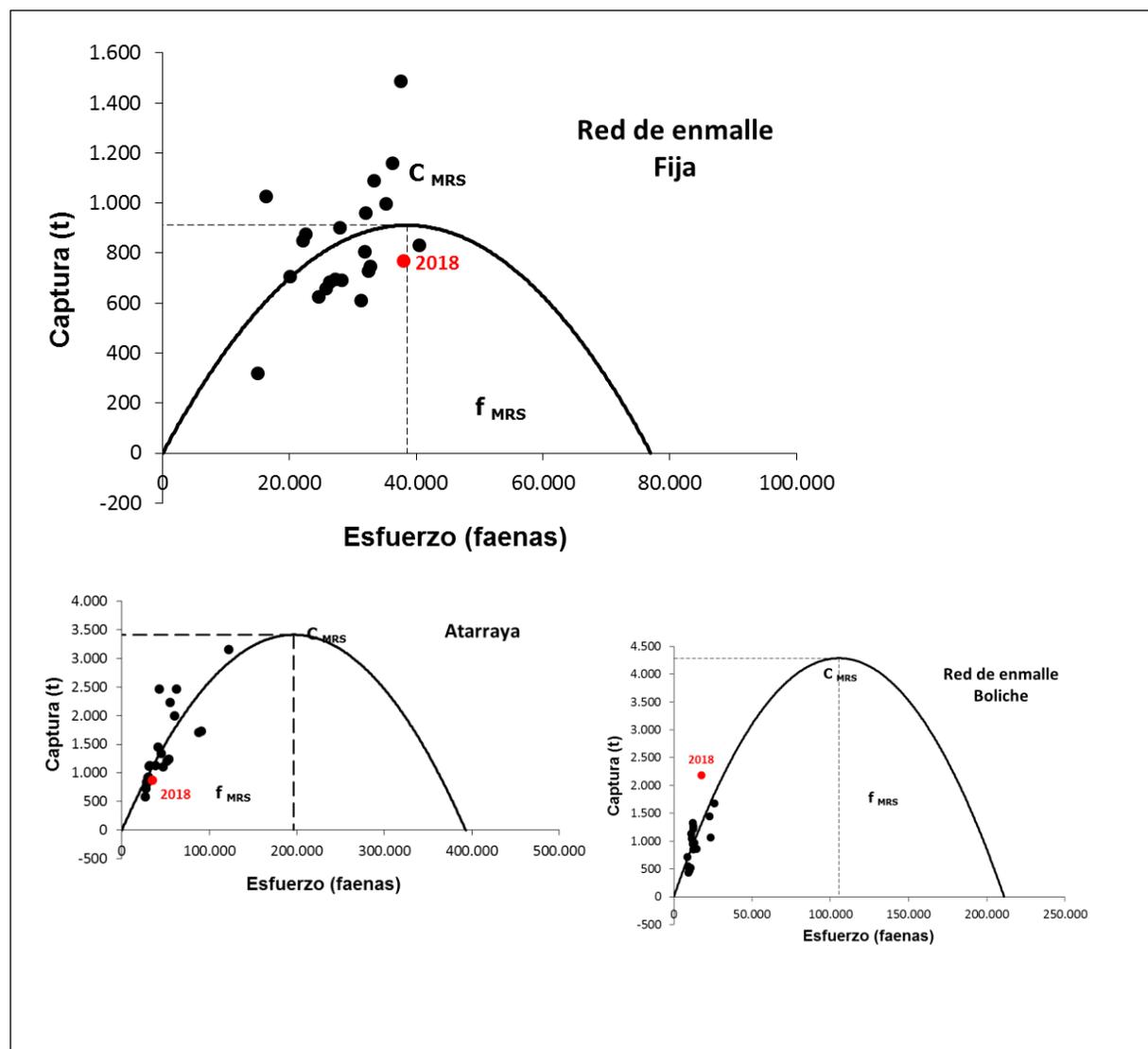


Figura 141. Modelos de producción excedente para las artes de pesca utilizadas en la Ciénaga grande de Santa Marta. Fuente INVEMAR.

El INVEMAR también realiza un estudio del comportamiento histórico de la jaiba y encuentra que la misma está en un nivel medio productivo de pleno desarrollo, que podría ser una pesquería productiva. (Figura 142, Figura 143)

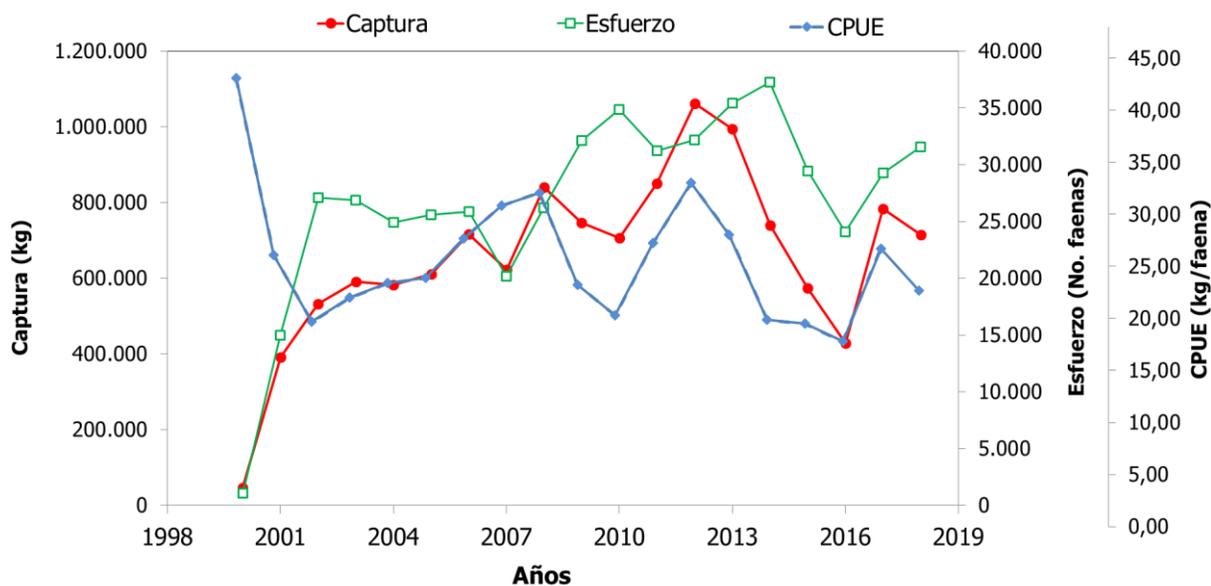


Figura 142. análisis de la captura por unida de esfuerzo histórico de las pesquerías de jaina en la Ciénaga Grande de Santa Marta. Fuente INVEMAR.

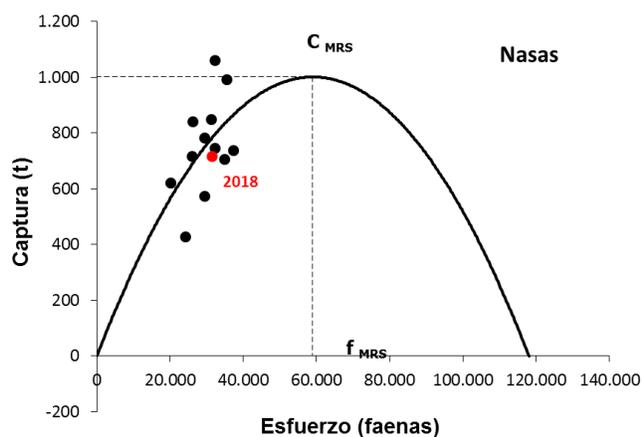


Figura 143. Modelación de las pesquerías de jaiba en la Ciénaga Grande de Santa MARTA. Fuente INVEMAR.

Otros recursos

Debido a la complejidad de la toma de información y a que muchos recursos pesqueros son preprocesador en el mar no fue posible muestrear todos las especies de peces, crustáceos y moluscos que forman parte de la pesca industrial y artesanal; igualmente si en el momento del muestreo el número de individuos era muy bajo no se registraron los datos de tallas; sin embargo se tuvo acceso a los desembarques y a las unidades de esfuerzo con base en los cuales se pudo correr el modelo producción excedente.

El resumen del modelo de producción excedente para los recursos que no tuvieron una información más amplia se presenta en la Tabla 30.

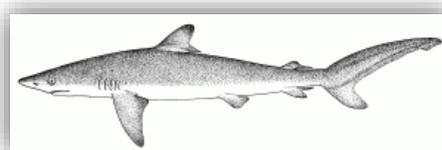
Es importante destacar que durante los últimos años se ha presentado una gran dinámica en el número y variedad de especies capturadas lo que complejiza el análisis pesquero.

Tabla 30. Resumen de información sobre recursos pesqueros del Caribe colombiano.
Fuente AUNAP - SEPEC.

NOMBRE VERNACULAR	NOMBRE CIENTÍFICO	Rms (t)	L. inferior	L. superior
Corvina	<i>Cynoscion spp (C. jamaicensis, C. similis, y otras)</i>	151	113,01	198,42
Mojarra	<i>Diapterus auratus, D. rhombeus, D. argenteus, Eucinostomus argenteus, E. gula, E. harengulus, E. melanopterus, E. plumieri, Guerres cinereus</i>	159	118,87	208,05
Pacora	<i>Micropogonias furnieri</i>	133	97,95	172,9
Perla	<i>Brotula barbata, Lepophidium pheromystax, L. profundorum, L. brevibarbe, Ophiodon holbrooki</i>	113	85,21	145,59
Ronco	<i>Haemulon carbonarium, H. melanurum, H. plumieri</i>	175	132,79	229,02
Sargo	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	45	33,723	57,5

Zafiro	<i>Haemulon aurolineatum</i>	20	15,08	26,51
--------	------------------------------	----	-------	-------

Recurso tiburón



Este grupo comprende varias especies dentro de las cuales se encuentran *Carcharhinus falciformis*, *C limbatus*, *C leucas*, *Alopias superciliosus*, *Galeocerdo cuvier*, *Pristis spp.*, entre las principales.

La pesquería del tiburón se ha convertido en una actividad importante debido a que es un interesante recurso para pescadores artesanales e industriales y para los comerciantes pesqueros ya que uno de sus subproductos (aletas de tiburón) tienen un valor importante para las exportaciones.

Barreto y Borda (2007, 2008) y Barreto et al., (2009), realizaron una detallada descripción de los aspectos relevantes de esta pesquería, con sus implicaciones de manejo. Este documento pretende brindar elementos básicos adicionales para que se determine la cuota de pesca para este grupo.

Al no contar con información detallada para las especies de tiburones presentes en las diferentes pesquerías del Caribe colombiano, se realizaron estimaciones sobre el comportamiento del grupo con el fin de entender su dinámica en la pesquería.

Los desembarcos reportados de este tipo de recursos fueron anotados para 2018 un total de 28.19 t

Modelos de producción

Los análisis realizados mediante la utilización del modelo de producción excedente optimizado con Teoría Bayesiana (tabla 17, Fig. 74), evidencian que este grupo se encuentra plenamente explotado con indicios de sobreexplotación. Presentan una disminución de biomasa efectiva disponible con respecto a 1991.

Tabla 35a. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana.

Tabla 31. Resultados de la estimación de los datos para describir la Curva de extinción de Shaefer – Fox en función de las diferentes tasas de producción anual, optimizado mediante Teoría bayesiana. Fuente AUNP - SEPEC.

105	Estados de la naturaleza (diferentes valores de lamda)							Captura esperada
	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	1,050	1,100	1,150	1,200	1,250	1,300	1,350	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
0,025	51,3	83,9	94,5	99,7	102,8	104,9	106,4	91,9148566
0,05	10,8	103,1	146,0	167,1	179,7	188,2	194,3	141,311364
0,075	0,0	55,0	150,8	199,6	228,7	248,2	262,1	163,48241
0,1	0,0	2,9	105,1	194,1	247,3	282,7	308,1	162,892211
0,125	0,0	0,0	23,8	147,5	232,8	289,7	330,4	146,30773
0,15	0,0	0,0	0,1	59,8	182,4	266,5	326,8	119,381369
0,175	0,0	0,0	0,0	2,0	94,0	210,7	294,9	85,945908
0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	120,2	232,4	51,5961085
0,225	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	137,2	22,2030857
0,25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	3,66107824
0,275	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,01142595

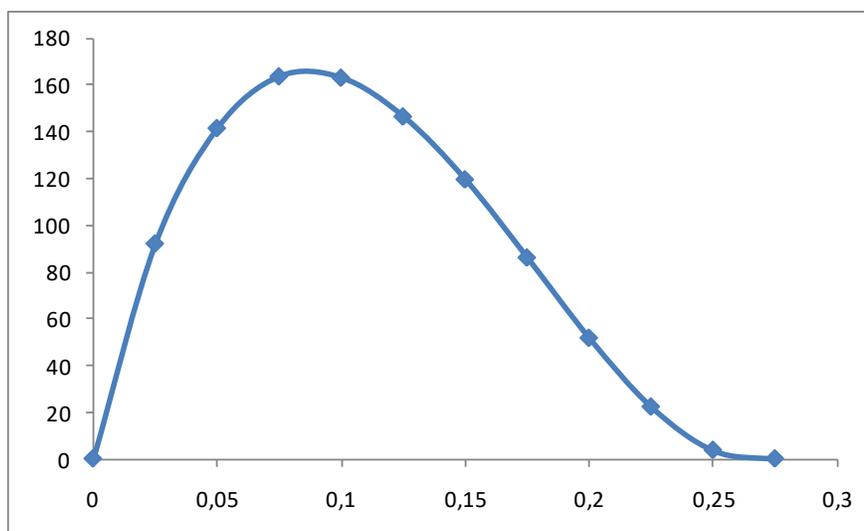


Figura 144 Curva de extinción en función de las diferentes tasas de producción anual. Fuente AUNAP - SEPEC.

Recomendaciones

Se recomienda que la cuota de aprovechamiento no supere las 183 t, se requiere establecer estrategias de manejo basadas en las características biológicas (crecimiento lento y estrategia reproductiva).

De acuerdo con la información analizada, se requiere con urgencia hacer un estudio detallado sobre el estado del recurso dirigido a especies clave de este grupo, con fines de manejo que incluyan zonas estratégicas de reproducción y crecimiento. Se requiere la implementación de medidas que incluyan las diferentes pesquerías que acceden a la especie (arrastre, anzuelo, malla) tanto a nivel industrial como artesanal.

Propuesta de cotas de aletas de tiburón:

Junto con el INVEMAR y teniendo en cuenta algunos indicadores de producción de las especies de tiburones reportadas para el pacífico y el caribe, en especial en lo que se refiere a los rendimientos entre el peso de cuerpo y el peso de las aletas. Todo esto sustentado en las cuotas de pesca reportadas para el año anterior (2018).

El resultado del anterior ejercicio se muestra en las tablas anexas, identificando que cada especie tiene una participación porcentual desde 2013 hasta 2018; se utilizó, el índice de conversión para las especies donde la información existente lo permitía. (Tabla 32, Tabla 33)

Tabla 32. Cálculo de la producción porcentual de cada una de las especies de tiburón reportadas para Colombia y su posible aporte en las cuotas de aleta de tiburón del Pacífico. Fuente INVEMAR AUNAP - SEPEC.

ESPECIES	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	CUOTA	ALETAS (toneladas)
Alopias pelagicus	0.58	0.10	0.04	0.02	0.38	0.36	0.30	104.3	6.3
Alopias superciliosus	0.07	0.01	0.01	0.04	0.12	0.14	0.07	25.5	1.5
Carcharhinus falciformis	0.01	0.04	0.17	0.30	0.06	0.06	0.09	32.9	
Sphyrna corona	0.08	0.15	0.12	0.14	0.16	0.14	0.13	46.0	2.1
Sphyrna lewini	0.24	0.59	0.33	0.08	0.03	0.08	0.19	67.9	
Sphyrna media	0.00	0.09	0.32	0.42	0.23	0.18	0.20	68.6	
Sphyrna tiburo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	4.8	

Tabla 33. Cálculo de la producción porcentual de cada una de las especies de tiburón reportadas para Colombia y su posible aporte en las cuotas de aleta de tiburón del Caribe. Fuente INVEMAR AUNAP - SEPEC.

ESPECIES	2013	2014	2015	Total	CUOTA	ALETAS (toneladas)
Carcharhinus falciformis	0.00	1.00	1.00	0.90	112.8	5.2
Sphyrna tudes	1.00	0.00	0.00	0.10	12.2	
Total, general	1.00	1.00	1.00	1.00	125.0	

Conclusión Cuenca del Caribe

Dentro de los análisis de las pesquerías de esta región se tuvo en cuenta no solamente el resultado del modelo, sino que además si el recurso está en niveles de superiores a RMS lo cual significa que las poblaciones de peces ya están en la zona de sobreexplotación que implica disponer de supuestos de que las poblaciones se encuentran en un relativo peligro de su estabilidad en la naturaleza lo cual obligó a aplicar medidas precautorias como montar escenarios de la disminución de los niveles de rendimiento máximo sostenible entre un 5 y un 10% de valor estimado por los modelos propuestos.

Los anteriores datos fueron consultados con el Comité Técnico Interinstitucional, el cual recomendó aplicar medidas precautorias teniendo en cuenta que recursos como el mero se encuentran en el libro rojo de especies amenazadas.

Se agruparon las especies demersales como: lisa, sábalo, róbalo, corvina, mojarra, pacora, ronco, sargo, zafiro.

Igualmente se agruparon como pelágicos medianos a las siguientes especies o grupos de especies: cojinúa, jurel aleta amarilla, jurel ojo gordo, sable.

Asimismo, se presenta un resumen de las estadísticas pesqueras que contiene la información más reciente que ha sido recopilada por INCODER, ICA y CCI (Tabla 37).

Tabla 37. Estadísticas de pesca recopiladas en los centros de acopio como desembarcos. Fuentes ICA, INCODER, CCI.

CAPITULO 4

RECURSO ATUN EN COLOMBIA

El atún es un recurso pesquero altamente migratorio, motivo por el cual su administración y manejo se hace mediante las organizaciones regionales de ordenación pesquera - OROP, que para el Océano Pacífico es la Comisión Interamericana del Atún Tropical - CIAT de la cual Colombia es miembro activo desde octubre de 2007 y para el Mar Caribe esta la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico - CICAA, de la cual somos un país no miembro cooperante.

Estas OROPs establecen medidas de ordenación y conservación de las especies de atún, en donde se tienen contemplados periodos de veda, control del esfuerzo pesquero (Registro buques autorizados), cuotas de pesca por especies para países miembros, zonas de pesca, artes de pesca reglamentadas, entre otras.

Capturas de atún

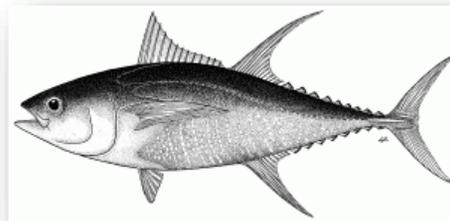
La información general de las capturas de Atún se recopila a partir de las inspecciones de desembarque realizadas por los funcionarios en los puertos de Barranquilla, Cartagena y Tumaco, adelantadas por el INCODER, en donde además las empresas deben entregar un informe para certificar la exportación de productos con destino a países de la Unión Europea, así como a Estados Unidos y Chile. De igual manera los permisionarios deben entregar informes anuales de las actividades realizadas por las embarcaciones afiliadas al permiso de pesca.

Para el caso del recurso atún del Pacífico se ha contado con los informes del Registro de Seguimiento de Atún - RSA- entregados por los observadores del programa internacional del APICD - CIAT, en el cual se registran las capturas de las principales especies. De igual forma se han obtenido reportes de capturas de atunes y fauna incidental de esta pesquería de cerco tomada por observadores locales de Tumaco, entrenados por la Subgerencia de Pesca y Acuicultura, siguiendo los protocolos establecidos por la CIAT. Sin embargo, solamente se modificó el RSA adicionando la toma de posición de cada lance, identificando aguas nacionales o internacionales, con el fin de determinar el real aprovechamiento de la cuota de pesca establecida para aguas jurisdiccionales colombianas.

Principales especies de atún de las pesquerías en el Caribe colombiano

Atún Aleta Amarilla - YFT *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788)

Base importante de las pesquerías en todo el mundo. Se captura principalmente con redes de cerco, de enmalle y caña a los cardúmenes superficiales y para los de mayores profundidades se emplean palangres derivantes. Asociado a pesca sobre delfines principalmente y eventualmente en brisas y objetos flotantes (Documento IATTC-80-05, 2009).



El atún aleta amarilla limita generalmente sus incursiones a profundidades en las que la temperatura del agua no desciende más de 8°C con respecto a la temperatura de la capa superficial. Éste pasa más del 90% del tiempo en aguas con una temperatura uniforme que está sobre los 22°C (Brill *et al.*, 1999; Brill *et al.*, 2005). Según un estudio realizado por Bard *et al.* (1999), el aleta amarilla puede alcanzar los 350 m de profundidad; sin embargo, tanto los adultos como los juveniles de esta especie, pasan la mayor parte del tiempo en la capa superficial, por encima de los 100 m (Brill *et al.*, 1999).

Como el resto de los atunes, es una especie gregaria que tiende a formar bancos, ya sean bancos libres o bancos asociados a objetos flotantes, distintos animales marinos y montes submarinos. En el océano Pacífico se da una pesquería de esta especie asociada a delfines que no existe en otros océanos, con individuos con tallas mayores a 85 cm.

Los adultos, en general, forman cardúmenes compuestos por ejemplares del mismo tamaño. Este comportamiento también predomina en las formas juveniles que en épocas específicas de migración, forman bancos con ejemplares que no provienen necesariamente de un mismo grupo de reproductores (Zavala-Camin, 1978).

Los bancos libres (no asociados a objetos) tienden a estar formados por individuos de tallas grandes y a ser monoespecíficos (Ménard *et al.*, 2000b), aunque también pueden encontrarse bancos mixtos de este con otras especies de atunes como puede ser el listado (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus, 1758) (Pereira, 1996).

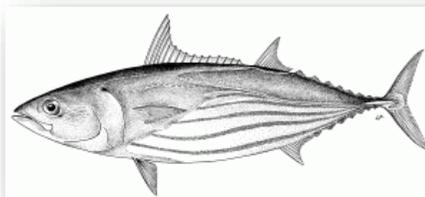
El desove se realiza presumiblemente a través de todo el año. Se alimenta de una gran variedad de peces, crustáceos y cefalópodos. Superficie ventral del hígado sin estrías. Vientre con aproximadamente 20 líneas verticales discontinuas, aletas dorsales, anal y aletillas de color amarillo intenso (CIAT, 2005). De gran talla, algunos individuos grandes con 2da dorsal y anal muy altas (altura más del 20% de la longitud horquilla), con una talla máxima de 2 m, común

hasta 1,50 m. Pueden llegar hasta los 100 kg de peso en individuos grandes. Se comercializa fresco, congelado y enlatado.

Nombres comunes: Rabil, albacora, atún aleta amarilla, cimarrón, yellowfin tuna.
Categoría IUCN LR / LC preocupación menor, necesita actualización.

Atún Barrilete SKJ *Katsuwonus pelamis*
(Linnaeus, 1758)

El 40% de la captura de atunes en el mundo es de barrilete, en los últimos años ha desplazado a la aleta amarilla como especie dominante en la familia. En el Océano Pacífico Oriental - OPO, las capturas promedio son aproximadamente de 80.000 t, con un mínimo de 45 mil en 1990 y máximo de 140 mil en 1981. Asociado a pesca sobre objetos flotantes, brisas y eventualmente con delfines, Documento IATTC-80-05, 2009.



El vientre con 3 a 5 estrías longitudinales oscuras. Una fuerte quilla entre dos quillas pequeñas a ambos lados de la base de la aleta caudal. La talla máxima reportada es de 1,08 m, peso de 32,5 a 34,5 kg (prom. 80 cm, 8-10 kg). Madurez sexual aprox. 45 cm. Se comercializa en fresco, congelado y enlatado.

Especie epipelágica que habita generalmente en aguas abiertas. Las agregaciones del barrilete tienden a estar asociadas a zonas de convergencia, límites entre masas de agua templadas y frías, afloramientos y otras discontinuidades hidrográficas (Collette y Nauen, 1983).

El atún barrilete se puede encontrar en aguas con temperaturas que van desde los 15°C hasta los 30°C, pero normalmente habitan en aguas con temperaturas superficiales entre 20°C y 30°C (Forsbergh, 1980). Generalmente limita sus incursiones a profundidades en las que la temperatura del agua no desciende más de 8°C con respecto a la temperatura de la capa superficial (Brill *et al.*, 2005). En cuanto al rango de distribución vertical va desde la superficie hasta los 260 m de profundidad durante el día, permaneciendo cerca de la superficie durante la noche (Collette y Nauen, 1983).

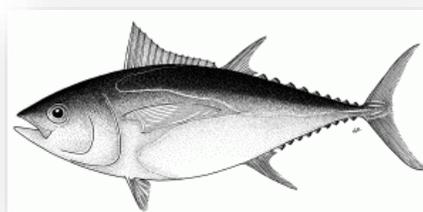
Desova discontinuamente a través de todo el año en aguas ecuatoriales. Se alimenta de peces, crustáceos y moluscos. Se alimenta en la madrugada y durante el crepúsculo, es muy común el canibalismo. Sus depredadores son otros atunes, agujas, marlines y peces vela.

Nombres comunes: Barrilete, listado, bonito, serrucho, skipjack tuna, gaiado.

Libro rojo: Datos Insuficientes.

Atún Patudo BET *Thunnus obesus* (Lowe, 1839)

Base importante de las pesquerías en todo el mundo. Se captura principalmente con palangres de deriva. Asociado a pesca sobre objetos flotantes. Aletas pectorales moderadamente largas (22-31% de la longitud horquilla) Superficie ventral del hígado estriada en individuos de tallas de hasta 30 cm. Vejiga natatoria muy desarrollada. Líneas ventrales sin puntos o poco visibles. De gran tamaño, con tallas máximas de hasta 2 m, comúnmente se captura de tamaños hasta 1,80 m correspondiente a una edad de por lo menos 3 años (Documento IATTC-80-05, 2009).



Especie epi y mesopelágica que habita generalmente en aguas oceánicas. Los principales factores ambientales que influyen en la distribución vertical del patudo son la profundidad de la capa de reflexión profunda y la temperatura (Maury 2005). El patudo se sitúa en un rango de temperatura entre los 17°C y los 22°C. La temperatura máxima a la que podemos encontrar esta especie se sitúa en torno a los 29°C (Collette y Nauen, 1983). Por el contrario, cuando el patudo se sumerge a grandes profundidades experimenta exposiciones a temperaturas ambientales de unos 5°C (a 500 m), que son hasta 20°C más frías que la temperatura de la capa de superficie (Brill *et al.*, 2005).

El atún patudo presenta distribuciones de profundidad y patrones de comportamiento característicos. Permanece en la capa superficial, a unos 50 m, durante la noche y puede descender a profundidades de 500 m al amanecer (Brill *et al.* op. cit., Dagorn *et al.*, 2000, Gunn y Block, 2001). Juveniles y pequeños adultos forman cardúmenes superficiales monoespecíficos o con otras especies.

El desove del patudo tiene lugar principalmente durante la noche. Se estima que el patudo desova desde las 18 horas hasta después de la media noche, con una frecuencia entre puesta y puesta casi diaria en el Atlántico (Matsumoto y Miyabe, 2002). Este resultado es similar al

obtenido en el océano Pacífico (Nikaido *et al.*, 1991). Existe la posibilidad que esta tendencia a tener la puesta durante la noche, se deba a minimizar la depredación o el peligro por los rayos ultravioleta (Schaefer, 1996). El desove se realiza presumiblemente a través de todo el año entre los 10°N y 10°S, con intensidades máximas entre abril-septiembre. Se alimenta de una gran variedad de peces, crustáceos y cefalópodos en el día y en la noche.

Nombres comunes: Patudo, atún ojo grande, bigeye tuna, ojona.

Categoría UICN: VU, stock pacifico vulnerable.

Libro rojo: Datos Insuficientes en el Caribe.

Atún Caribe colombiano

Los reportes de capturas de la CICAA para Colombia son mínimos, ya que solo contamos con una embarcación palangrera de bandera colombiana, sin embargo durante los últimos años, al igual que para el Pacífico se ha permitido la vinculación de embarcaciones extranjera autorizadas por la CICC, en especial de bandera japonesa.

Es así como, para el año 2009, la flota activa operando en el Caribe colombiano fue de nueve (9) embarcaciones de palangre (Figura 145), afiliadas a tres de las cinco empresas colombianas con permiso de pesca industrial de atún en el Mar Caribe.

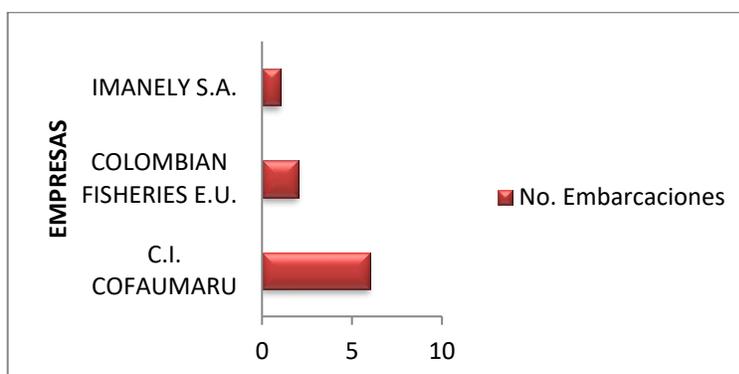


Figura 145. Relación de embarcaciones con patente activa durante la vigencia 2009, por empresa del Caribe.

La distribución de este recurso en el Caribe colombiano es permanente, aunque no se caracteriza por ser abundante, no obstante, su aprovechamiento en aguas jurisdiccionales por parte de las embarcaciones atuneras de palangre está cerca al 100%.

La operación de esta flota palangrera estuvo determinada por los diferentes cambios en las embarcaciones vinculadas, especialmente por las de bandera japonesa, ya que, por proceso de chatarrización del gobierno japonés, varios de los barcos vinculados a los permisos en Colombia, fueron seleccionados para salir de la pesquería, implicando los respectivos remplazos, para su activa operación.

Esta disminución temporal del esfuerzo ocasiono un bajo aprovechamiento de la cuota asignada a este recurso, con una captura total de 809,6 toneladas como se muestra en la Figura 146, a partir de los controles de desembarque e informes presentados por las empresas.

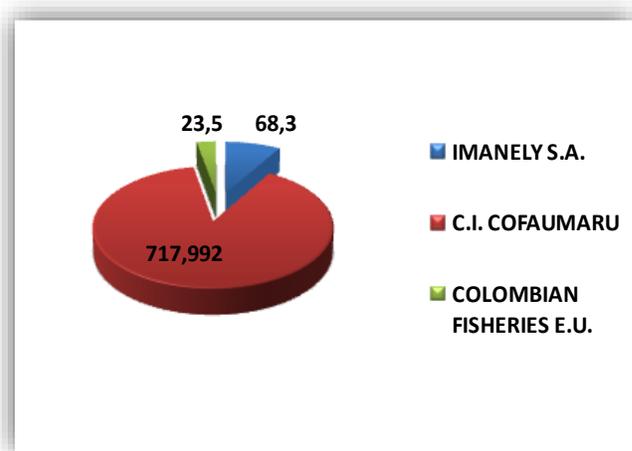


Figura 146. Capturas en toneladas de atún reportadas para la vigencia 2009.

De igual manera, a partir de los informes de las empresas y controles de desembarque se ha logrado obtener información de volúmenes de captura de la fauna incidental asociada a la pesquería de palangre en el Mar Caribe colombiano, siendo los tiburones la especie con mayor captura con un reporte de 132,6 t y en segundo lugar 34,9 t de picudos, (Figura 147).

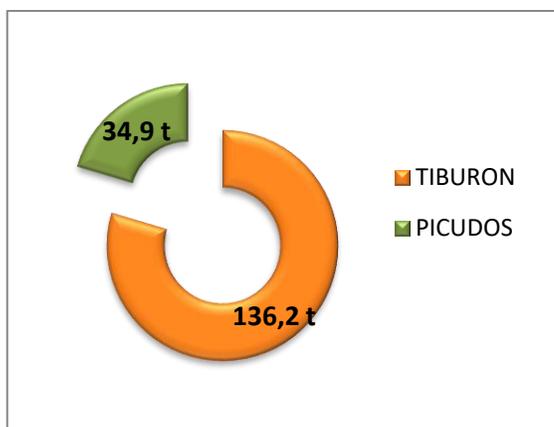


Figura 147. Capturas de fauna incidental de la flota atunera de palangre en el Mar Caribe Colombiano por parte de las embarcaciones de bandera nacional y extranjera durante el 2009.

Es importante resaltar que para el año 2009 la Subgerencia de Pesca y Acuicultura, en vista de los altos reportes de fauna incidental en las faenas de pesca de palangreros atuneros en el Caribe, permitió en embarque de funcionarios de región, en dos embarcaciones con características diferentes.

En estos dos embarques Correa (2009) pudo observar y analizar el mecanismo de pesca y de conservación de la captura de cada embarcación, obteniéndose principalmente las siguientes diferencias presentadas en la Tabla 38.

En lo referente al arte de pesca las diferencias son de escala, la *embarcación 2* por tener un mayor número de anzuelos, su línea madre abarca más espacio. En cuanto a los reinales en la *embarcación 1*, el tramo cerca al anzuelo es de guaya lo que impide que las especies capturadas lo rompan con la dentadura.

Con la observación en los embarques no se puede diagnosticar cuál de las especies utilizadas como carnada es más efectiva, sin embargo el uso de la carnada en la *embarcación 1*, donde utilizando el anzuelo hacen a la carnada un corte en la cavidad abdominal, lo que permite una vez enganchados (vísceras expuestas) y arrojado al agua actuó como cebo para la atracción de algunas especies, siendo el resultado de esta práctica el 81% de la captura incidental de tiburón registrada en la figura 194, lo cual está en estrecha relación con el uso de la guaya en el reinal. Cabe resaltar y aclarar, que por recomendaciones de la Subgerencia, el propietario de la *embarcación 1*, ordenó el cambio de las guayas por nylon, lo cual fue constatado.

Tabla 34. Comparación de criterios evaluados en dos diferentes embarcaciones atuneras de palangre operando en el Mar Caribe colombiano durante la vigencia 2009.

CRITERIOS	<i>Embarcación 1</i>	<i>Embarcación 2</i>
Tipo MN	Eslora: 24,5 m. TRB: 25,1 ton.	Eslora: 48,33 m. TRN: 245 ton.
Palangre	reinal constituido de nylon y guaya	reinal solo nylon
No. Anzuelos	800	3000
Largo línea madre	22 mn.	65 mn.
Tipo anzuelo	atunero 8/0	atunero 8/0
Carnada	Sardina ecuatoriana, cachorreta y calamar.	Sardina japonesa y calamar importado.
Uso de la carnada	con la punta del anzuelo se le hace un corte en la cavidad abdominal antes de colocarla	No se corta la cavidad abdominal
Sistema de conservación	Difusor, temperatura de trabajo: - 20°C.	Difusor, temperatura de trabajo: - 60°C.

Para la *embarcación 2* se determinó que a pesar de no aplicar estos dos criterios, de igual forma presenta una captura incidental, principalmente picudos, lo cual se puede relacionar con el tipo de carnada utilizada, especialmente cefalópodos, los cuales hacen parte de su dieta. Por otra parte la distribución oceánica y en algunos casos epipelágicas de estas especies altamente migratorias, se cruza con el área de operación de este tipo de embarcaciones, la cual tiene una amplia cobertura incluyendo la zona costera.

Actualmente existe una problemática regional por la captura incidental de esta pesquería, como son los tiburones y los picudos; el primero por el alto valor comercial que presentan sus aletas en mercado internacional y el segundo grupo de especies que a nivel mundial se encuentran en vía de extinción como es el caso del pez espada y algunos marlines, pesca dirigida que en Colombia está prohibida mediante el Acuerdo No. 005 de 2004.

Propuesta cuota atún Mar Caribe

El cálculo de la cuota de atún para las embarcaciones palangreras se hizo teniendo en cuenta que deben acatar el cumplimiento de las recomendaciones de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún del Atlántico - CICA. Conociendo los datos registrados en los embarques de los funcionarios y los reportes de las empresas, se estima que las capturas efectuadas en aguas jurisdiccionales colombianas están cercanas al 100%, por lo que siendo un poco precautorios se trabajó con un escenario del 90%, según las capturas promedio de este tipo de barcos que van entre 26 - 100 toneladas y pueden realizar hasta 5 viajes de pesca al año (Tabla 39).

Tabla 39. Propuesta cuota por empresa para 2011, según promedio capturas, porcentaje aprovechamiento y promedio viajes de pesca por año.

Recomendaciones

Con base en la información recopilada, la propuesta de cuota de pesca de atún para el 2011, parte de la base de las autorizaciones para uso de este recurso a las 15 embarcaciones palangreras afiliadas, una de bandera nacional y 14 de bandera extranjera, en su mayoría japonesas.

Teniendo en cuenta que las empresas con embarcaciones operando en el Mar Caribe han tenido que regular de forma escalonada la actividad de extracción en nuestras aguas, ya que de faenar al unisonó, podrían sobrepasar la cuota asignada, se ha acordado teniendo en cuenta la

propuesta y manteniendo el principio precautorio, aumentar en 1000 toneladas la cuota decir, asignar 5.000 t de aprovechamiento de este recurso en aguas jurisdiccionales.

Sin embargo, con el fin de obtener a corto plazo información real del potencial de este recurso en nuestras aguas, se propone tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda que la cuota de aprovechamiento para el 2011 sea de 5.000 t.
- No se podrá aumentar el esfuerzo pesquero de 15 barcos para la pesca industrial y su actividad se controlará por cada zarpe y arribo, así como con el sistema de monitoreo satelital de barcos - VMS.
- Distribuir totalmente la cuota en los actuales permisionarios, sin dejar cabida a cuotas de reserva para nuevos usuario y/o embarcaciones.
- Fortalecer la capacitación de observadores pesqueros y ajustar formatos para toma de información de mayor precisión.
- Continuo control de las artes de pesca, el NO USO de guayas en los reinales del palangre.
- Prohibir que la carnada sea abierta por la cavidad abdominal ya que las viseras sirven como ceba para los tiburones.
- Implementar de forma urgente el Programa de observadores a bordo y así realizar un control más efectivo a la actividad y tomar medidas de conservación más acorde con la problemática que se presenta en esta pesquería.

Pesquerías de atún en el Pacífico colombiano

La Comisión Interamericana del Atún Tropical - CIAT viene registrando el aprovechamiento de este recurso por cada país bandera con buques operando en el Océano Pacífico Oriental - OPO, se muestra en la figura 123, se ha reportado para Colombia un incremento en las capturas desde los últimos 15 años, donde las mayores capturas se realizan sobre la especie *Thunnus albacares* denominada Yellow Fin Tuna - YFT, seguida de *Katsuwonus pelamis* o Barrilete - SKJ, *Thunnus obesus* o Patudo - BET y en muy baja proporción *Euthynnus linneatus* - Barrilete negro - BKJ. La principal pesquería, por parte de la flota atunera de cerco se realiza en lances sobre delfines que están asociados con individuos adultos de la especie *T. albacares* - YFT.

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) agrupa a los buques de cerco en seis clases, por capacidad de acarreo en toneladas (Tabla 35. Clasificación de las embarcaciones atuneras por capacidad de acarreo, en toneladas métricas y metros cúbicos (CIAT, Documento MOP-21-

07/2009).). Esta clasificación, elaborada originalmente para categorizar las estadísticas de captura, fue usada por el Acuerdo del Programa Internacional para la Conservación de los Delfines - APICD, para decidir cuáles buques necesitan llevar un observador a bordo. En este sentido, el párrafo 2 del Anexo II del APICD establece que:

“Cada Parte exigirá de sus buques de capacidad de acarreo superior 363 toneladas métricas (400 toneladas cortas) y que operan en el Área del Acuerdo, llevar un observador durante cada viaje de pesca en el Área del Acuerdo.”

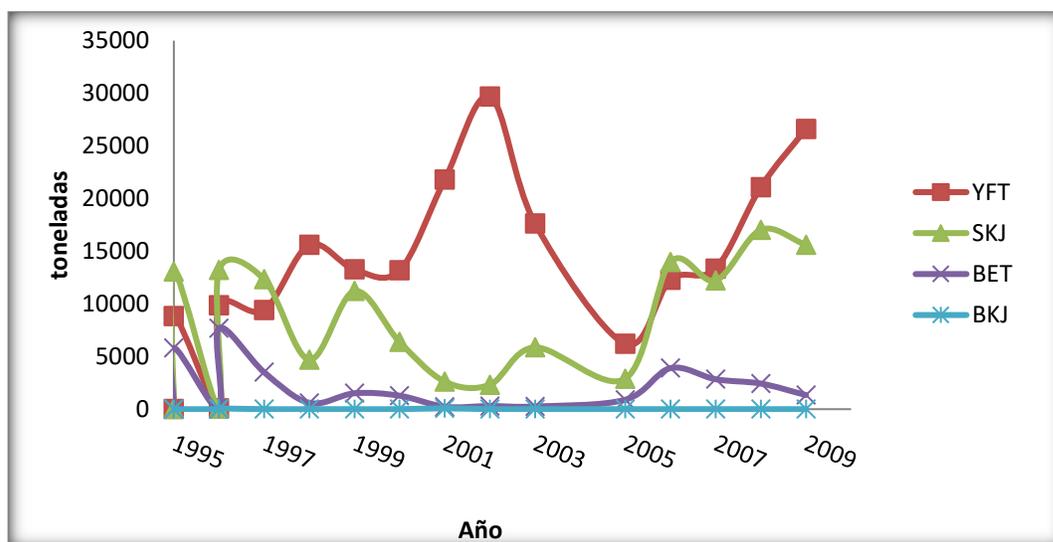


Figura 148. Capturas de atún (t) por año registradas por la CIAT para la flota de cerco de bandera colombiana en el Océano Pacífico oriental – OPO.

Tabla 35. Clasificación de las embarcaciones atuneras por capacidad de acarreo, en toneladas métricas y metros cúbicos (CIAT, Documento MOP-21-07/2009).

CLASE	TONELADAS METRICAS	METROS CUBICOS
1	0-45	0-53
2	46-91	54-107
3	92-181	108-212
4	182-272	213-318
5	273-363	319-425
6	> 364	> 426

Colombia tiene una flota de solo 14 barcos de bandera nacional, por lo que permite la afiliación de embarcaciones extranjeras a empresas colombianas, a las cuales la autoridad pesquera asigna mediante la resolución de otorgamiento del permiso la vinculación de la embarcaciones y un puerto de desembarque donde se establece el porcentaje del producto con destino nacional de las capturas de atún y de la fauna incidental.

Los buques atuneros de cerco afiliados en la vigencia 2009, corresponden en su mayoría a la categoría Clase 6 (69%) (Tabla 36. Relación embarcaciones (MN) afiliadas a empresas colombianas durante la vigencia 2009, según la clasificación CIAT.), lo que indica que tienen una capacidad de acarreo superior a 364 toneladas métricas, estando obligados a llevar un observador a bordo del Programa APICD, teniendo en cuenta que sus faenas de pesca se realizan principalmente sobre atunes aleta amarilla (YFT) asociados a delfines.

Tabla 36. Relación embarcaciones (MN) afiliadas a empresas colombianas durante la vigencia 2009, según la clasificación CIAT.

CLASE	MN AFILIADAS	%
6	36	69
5	6	12
4	5	10
3	5	10
	52	

Para el año 2009 la flota atunera de cerco operando en el Pacífico estuvo compuesta por 39 embarcaciones con patente de pesca, no obstante, existían 52 embarcaciones vinculadas a las 13 empresas con permiso vigente (Tabla 36).

Las embarcaciones que han estado activamente vinculadas bajo permisos otorgados por Colombia (Figura 149), operan mediante patentes de pesca que tienen vigencia máxima de un año, las cuales se renuevan, toda vez que la empresa y el barco han dado cumplimiento con los pagos de tasas y permisos, presentación de informes, periodos y zonas de veda y demás normas nacionales e internacionales vigentes.

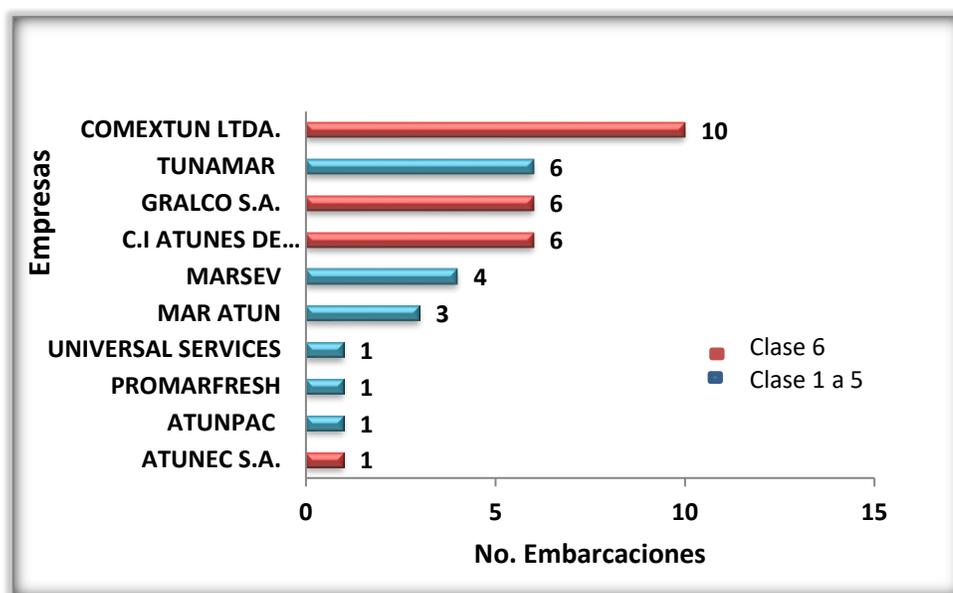


Figura 149. Relación embarcaciones con patente activa durante la vigencia 2009, según la clasificación CIAT.

En el año 2009 estaban constituidas 13 empresas atuneras afiliadoras de embarcaciones de bandera nacional (27%) y de bandera extranjera (73%), siendo para este último caso, las embarcaciones ecuatorianas las que representan el mayor porcentaje (35%) de la flota afiliada.

Debido a que en Colombia la capacidad instalada de las plantas de proceso y comercialización del recurso atún están ubicadas en el Caribe colombiano, el producto atún capturado por la mayoría de las embarcaciones Clase 6, se efectúa en los puertos de Cartagena (11 barcos colombianos, 21% de la flota) y Barranquilla (17 barcos en su mayoría de Panamá y Venezuela, 33% de la flota). Esta materia prima es transformada en diferentes presentaciones, como lomos y conservas, que en un alto porcentaje tienen destino exportación.

Para el caso de los otros tres (3) barcos de bandera nacional, su captura se desembarcan usualmente en el puerto de Manta, Ecuador, donde también están bajo contrato de afiliación, evitando así el paso del canal de Panamá y las condiciones de corrientes marinas y vientos del tránsito por el Mar Caribe, los cuales representan una amenaza para la tripulación, la pesca y el barco.

Desafortunadamente las industrias pesqueras que existían en el Pacífico colombiano, se han reducido hasta casi desaparecer, ya que por la deficiente infraestructura vial, comunicaciones,

mano de obra, cobertura y calidad de los servicios públicos, mantenimiento, logística, etc.; la operación y producción de las plantas de procesamiento implican altos costos haciendo imposible su sostenibilidad y rendimiento.

Sin embargo, por interés del Gobierno Nacional en la reactivación del puerto pesquero de Tumaco, mediante la inversión extranjera, se autorizó el otorgamiento de nuevos permisos de pesca industrial de atún en el Océano Pacífico colombiano desde la vigencia 2009, a partir de los cuales se han vinculado embarcaciones atuneras de cerco de bandera extranjera de Clase 2 a 6, las cuales están en la obligación de desembarcar el 100% de la fauna incidental en el puerto pesquero de Tumaco, Nariño, con destino al mercado nacional, mientras se termina de adecuar la infraestructura necesaria para el procesamiento del recurso atún, principalmente de las embarcaciones de bandera ecuatoriana y algunas panameñas (21 barcos, 40% de la flota).

Siguiendo las recomendaciones establecidas por el Comité Ejecutivo para la Pesca - CEP del 2009, en relación a la otorgación de permisos de pesca para el aprovechamiento del recurso atún, obligando a los permisionarios permitir observadores a bordo para el monitoreo de volúmenes de capturas y tallas por especies durante las faenas, por lo cual, la Subgerencia de Pesca y Acuicultura ha venido capacitando grupos de observadores para barcos atuneros de cerco clases 2 a 5, con el fin de monitorear el esfuerzo pesquero y el real potencial de este recurso en las aguas jurisdiccionales de Colombia.

Esta información se ha logrado fortalecer teniendo en cuenta los informes de observadores abordo de los barcos grandes (clase 6) y pequeños, las inspecciones de desembarque y los informes de actividades anuales presentados por las empresas, lo cual permitió establecer que para el 2009 los barcos de cerco de bandera nacional y bandera extranjera vinculados a las empresas colombianas capturaron 38.007,6 t (Figura 150) en el Océano Pacífico Oriental - OPO, es decir en aguas jurisdiccionales e internacionales.

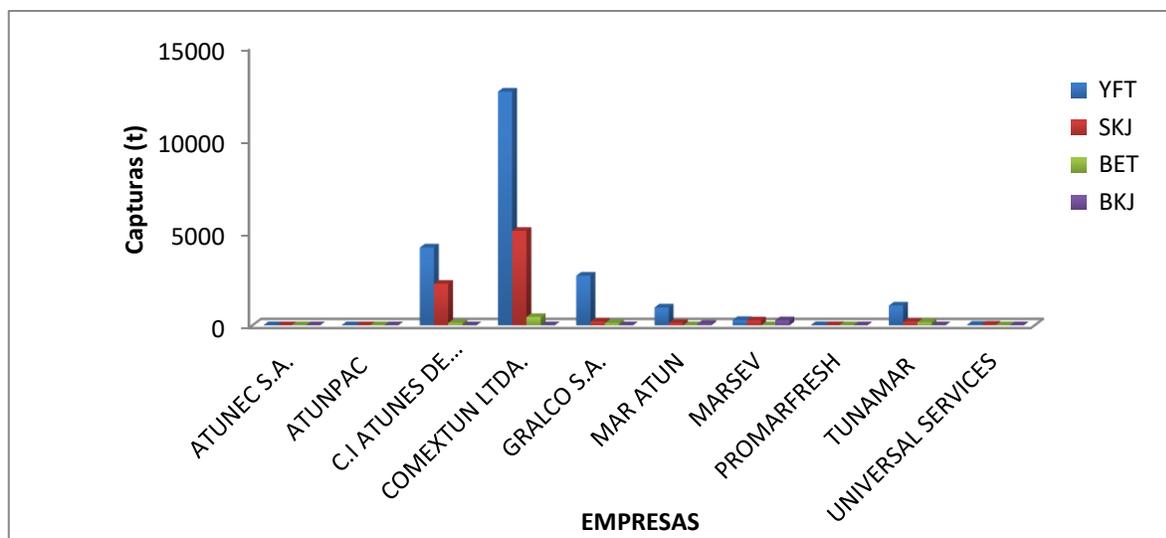


Figura 150. Capturas consolidadas de las especies de atún Thunnus albacares– YFT, Katsuwonus pelamis– SKJ, Thunnus obesus - BET y Euthynnus linneatus – BKJ, por empresa durante 2009.

Cabe aclarar que los reportes de los barcos clase 6, a partir de los Registros de Seguimiento de Atún - RSA, solamente obtienen las capturas totales por especie durante cada faena de pesca, sin determinar las posiciones de cada lance efectuado.

Debido a la distribución de este recurso altamente migratorio, los barcos de gran tamaño y autonomía utilizan redes de cerco industrializadas para capturas a gran escala y desarrollan la actividad de extracción principalmente en aguas internacionales, sin dejar de lado el aprovechamiento en aguas jurisdiccionales en las épocas en que el recurso por su ruta migratoria se encuentra con alta frecuencia y abundancia en nuestras aguas. Por otra parte, las embarcaciones pequeñas según los reportes de los observadores realizan casi en su totalidad sus actividades en aguas nacionales.

Los observadores a bordo de las embarcaciones pequeñas de clase 2 a 5 de bandera extranjera, registran las capturas de atún por especies y por rangos de peso, lo cual ha permitido establecer que el promedio de captura está en el rango de 2,5 a 15 kg, según el formato adoptado del Manual de Observadores CIAT, lo cual incluye tanto individuos jóvenes como adultos de las especies objetivo.

Adicionalmente, estos observadores han logrado obtener información de volúmenes de captura de la fauna incidental de esta pesquería, siendo el dorado la especie más abundante (28,1 t :

61%), seguida de la sierras (13,3 t :13,3%), picudos (2,7 t : 2,7%) y tiburón (1,7 t : 1,7%) (Figura 151).

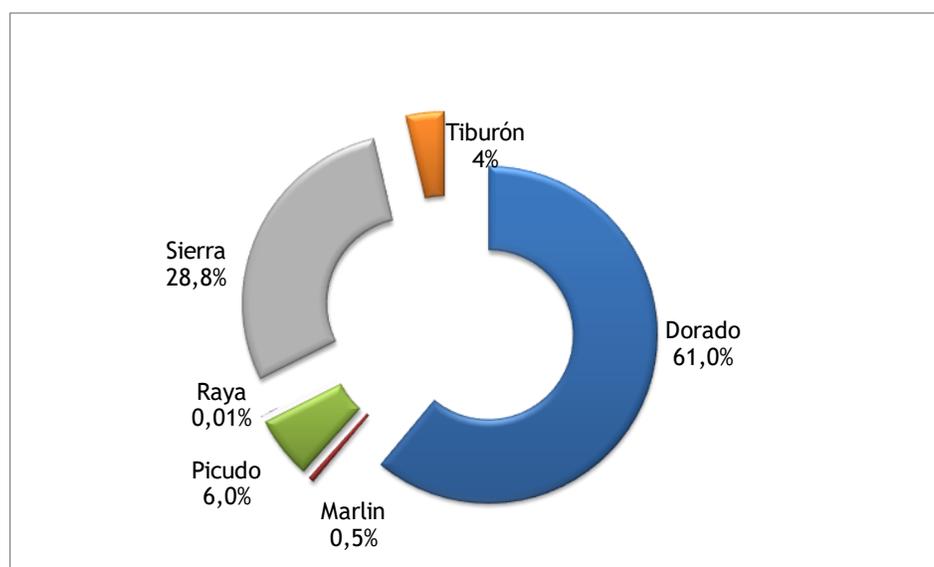


Figura 151. Porcentaje de capturas de fauna incidental de la flota atunera de cerco en el Océano Pacífico colombiano por parte de embarcaciones de bandera extranjera clase 2 a 5 durante 2009.

Esta incidentalidad, está asociada a los lances sobre objetos flotantes naturales y artificiales, donde se agrega este tipo de fauna, incluyendo las diferentes de especies de atunes de tallas menores.

Propuesta cuota atún Pacífico

El cálculo de la cuota de atún pacífico de las embarcaciones clase 5 y 6 se hizo teniendo en cuenta que deben acatar el cumplimiento de un periodo de veda de atún durante el segundo semestre del año 2011 (71 días, recomendación CIAT), por lo cual podrán realizar 4 viajes de pesca en promedio durante el año. Conociendo datos revelados por la CIAT, se estima que las capturas de estos barcos en aguas jurisdiccionales colombianas es cerca del 15% de los reportes de captura total, por lo que se trabajó con este escenario de aprovechamiento del recurso

según las capturas promedio de este tipo de barcos que van entre 750 y 1.000 toneladas por viaje.

Las embarcaciones de menor tamaño, clase 2 a 4, buscando la mayor captura por unidad de esfuerzo realizan sus operaciones pesqueras principalmente en aguas jurisdiccionales (aproximadamente 90%), según los reportes de los observadores de estos barcos con la posición de los lances con capturas. Precisamente por su baja autonomía y capacidad de bodega, estas embarcaciones en un muy bajo porcentaje efectúan lances en aguas internacionales. Según las recomendaciones de la CIAT este tipo de barcos no están obligados a cumplir las vedas establecidas, solo las clase 4, durante la veda pueden realizar hasta un viaje de pesca por 30 días, lo cual les permite en promedio anual realizar 6 faenas de pesca, incluso las clase 2 pueden efectuar hasta 7 viajes.

Teniendo en cuenta las empresas con permisos vigentes, número y clase de las embarcaciones vinculadas a cada uno, datos de capturas promedio por embarcación, promedio viajes de pesca al año y según la clase el porcentaje de aprovechamiento en aguas jurisdiccionales, se propone una cuota por cada empresa en el escenario de total operación de la flota atunera de cerco (Tabla 37, Tabla 38).

Tabla 37. Relación embarcaciones (MN) afiliadas a empresas colombianas durante la vigencia 2009, según la clasificación CIAT.

CLASE	MN	TONELADAS
6	39	18.027,6
5	5	3.876
2 a 4	15	10.110,6
TOTAL	59	32.014,2

Recomendaciones

Con base en la información disponible, la propuesta de cuota de pesca de atún para el 2011, parte de la base de las autorizaciones para uso de este recurso a las 59 embarcaciones de cerco de bandera nacional y extranjera, las cuales representan el 26% del esfuerzo de esta pesquería en el OPO, ya que existen 225 barcos operando en el área de aplicación CIAT.



Tabla 38. Propuesta cuota por empresa para 2011, según promedio capturas, porcentaje aprovechamiento según la clase de embarcación y promedio viajes de pesca por año.

EMPRESA	MN	CLASE	Captura promedio/MN	Promedio viajes de pesca/año	Capturas anuales promedio	15% capturas ZEE	90% capturas ZEE	Estimación capturas ZEE/número MN	CUOTA PROPUESTA
ATUNPAC S.A	1	4	180	4	720		648,0	648	648
COMEXTUN	11	6	1000	4	4000	600,0		6600	7560
	2	5	800	4	3200	480,0		960	
GRALCO S.A	8	6	748	4	2992	448,8		3590,4	3590
C.I ATUNES B/QUILLA	9	6	800	4	3200	480,0		4320	4320
C.I. ATUNEC S.A	1	6	962	4	3848	577,2		577,2	577
MAR ATUN S.A	1	6	500	4	2000	300,0		300	2730
	2	4	180	6	1080		972	1944	
	1	3	90	6	540		486	486	
TUNAMAR	1	6	500	4	2000	300		300	3878
	2	5	270	4	1080		972	1944	
	1	4	180	6	1080		972	972	
	2	3	92	4	368		331,2	662,4	
C.I. UNIVERSAL SERVICES	1	6	400	4	1600	240		240	1993
	2	2	62	7	434		390,6	781,2	
PROMARFRES E.U.	1	4	180	6	1080		972	972	3078
	2	4	180	6	1080		972	1944	
	2	3	90	7	630		567	1134	
ATUN TROPICAL	7	6	500	4	2000	300,0		2100	2100
GRECINT	1	3	90	7	630		567	567	1539
	1	5	270	4	1080		972	972	
									32014

Lo anterior implicaría que de las 583.000 toneladas de atún capturas en el 2009 reportadas por la CIAT para el OPO, el esfuerzo de la flota afiliada en Colombia estaría aproximadamente capturando cerca de 140.000 t del OPO, lo que implicaría cerca de 92.000 t para las embarcaciones grandes clase 6 (39), siendo 13.800 t para aguas jurisdiccionales según el escenario del 15% y para los barcos pequeños (20) aproximadamente 47.500 t, que con un aprovechamiento del 90% en aguas nacionales las capturas serian 37.900 t. Lo anterior indica que el potencial de este recurso en aguas jurisdiccionales colombianas estaría cerca al 10% (51.000 t) del atún capturado en todo el OPO por la pesquería de cerco y cañeros.

En ese orden de ideas, con la incertidumbre de las capturas en aguas jurisdiccionales de las grandes embarcaciones, pero por otro lado con la certeza del aprovechamiento de la cuota de las embarcaciones pequeñas, se sugiere de manera precautoria mantener la cuota de 25.000 toneladas para atún del pacífico colombiano para el año 2011.

Con base en las anteriores consideraciones, se propone:

- Que la cuota de aprovechamiento se mantenga en 25.000 t.
- No incrementar el esfuerzo pesquero de 59 barcos para la pesca industrial y controlar su actividad por el número de zarpes y el sistema de monitoreo satelital de barcos - VMS.
- Distribuir totalmente la cuota en los actuales permisionarios, sin dejar cabida a cuotas de reserva para nuevos usuarios y/o embarcaciones.
- Fortalecer la capacitación de observadores pesqueros y ajustar formatos para toma de información de mayor precisión.
- Generar directrices de ordenamiento pesquero por medio de las cuales se logre la prohibición de la siembra y pesca de dispositivos agregadores de peces - DAP's por parte de embarcaciones de bandera nacional en el OPO y de bandera extranjera operando en aguas jurisdiccionales.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, G. J. (1996). *Contribución al estudio de la biología y la dinámica poblacional de los tiburones de las familia CARCHARHINIDAE (CONDRICTHYES: LAMNIFORMES) en la Ensenada de Panamá*. Cali: Tesis de grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias 178p.
- Ajiaco-Martínez, R. E., & Ramírez-Gil, H. (2006). *Monitoreo a la captura comercial de peces de consumo en la Orinoquía colombiana*. Villavicencio: Informe técnico INCODER-NAKUANAM 25P.
- Ajiaco-Martínez, R. E., Carrillo-Villar, L., & Ramírez-Gil, H. (2001). *La pesca de especies de consumo en el área de influencia de Puerto Carreño*. Villavo: Informe técnico INPA 23 - 38p.
- Aldana, M., Belalcazar, P., Bernardi, P., Durán, N., Leal, C., Leguizamon, J., y otros. (2006). *Pesca y acuicultura Colombia*. Bogotá: Corporación Colombia Internacional CCI; Informe Técnico.
- Alegría, J. (1982). Aspectos biológico pesqueros de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille) en La Guajira, Colombia. *Divulgación pesquera* 18(1-2), 26p.
- Allen, G. R. (1985). *Snappers of the world an annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date*. Roma: FAO volumen 6. Fish Synop 125(6). 208p.
- Allen, R. L. (1971). *Relation between production and biomass*. Can. Fish. Res. Board Can. 28: 1573-1581.
- Arce, R., & Maia, R. (2005). *Modelos ARIMA. Programa CITIUS. TECNICAS DE PREVISIÓN DE VARIABLES FINANCIERAS*. Mexico: Documento técnico 31 P.
- Arellano-Martínez, M., Rojas, A., García, F., Ceballos, B. P., & Vallejo, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero. *Biología Marina y Ocenografía* 36(1), 1 - 8.
- Arévalo, L., Arévalo, J. C., Gómez-Canchón, P., & Manjarres, L. (2004). *Análisis espacial de los parámetros de crecimiento de Lutjanus synagris (Linnaeus, 1758)*. Santa Marta: Informe técnico.
- Arteaga, E., Criales, M., Rodríguez, D., & Manjarrés. (2004). Dinámica reproductiva de los Stocks de pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en el área norte del caribe Colombiano. *Pesquerías demersales del area norte de mar Caribe de Colombia Universidad del Magdalena*, 203 - 216.
- Axelroad, H. R. (1993). *The most complete colored lexicon of cichlids*. New Jersey: T.F.C. Publications Neptune.
- Barbarino, A., & C., L. (2005). *Pesquerías y aspectos biológicos de la raya manta Potamotrygon aiereba (Muller y Hensen, 1841) (Mylobatoformes, Potamotrygonidae); en el río Apure (Venezuela)*. Memorias Fundación La Salle de Ciencias Naturales.

- BARD, F.X., S. Yen y A. Stein. 1999. Habitat of deep swimming tuna (*Thunnus obesus*, T. albacares, T.
- Barreto, C. G. (1983). Análisis de Psuedocohortes para el camarón blanco (*Penaeus occidentalis*, Street) utilizando el modleo de Jones. *Boletín científico Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA No1* , 89 - 98p.
- Barreto, C. G., & Borda, C. A. (2008). *Evaluación de Recursos Pesqueros Colombianos*. Bogotá: ICA.
- Barreto, C. G., Valderrama, M., & Ramírez, A. (1994). *Estado de explotación, rendimiento sostenible, reclutamiento a la pesquería, y lineamientos de ordenación de la pesca de camarón de aguas someras Penaeus (Lithopenaeus occidentalis Street, Xiphopenaeus riveti Bouvier, y Trachipenaeus byrdi Burkenroad*. Bogotá: Boletín Científico (2) 96 - 108 p.
- Barreto, G., Borda, C., Medina, J., & Bent, H. (2005). *Estimación de algunos parámetros poblacionales en la pesquería de la langosta espinosa Panulirus argus en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andrés: Taller de Análisis de información 145 p.
- Beltrán-Hostos, O., Ajiaco, R. E., & Ramírez-Gil, H. (2001). *Prochilodus mariae Eignmann, 1922*. Villavo: INPA.
- Bernardi, P., Caifa, I., i:, G., Moreno, D., Nieto, S., A, R., y otros. (2008). *Pesca y acuicultura Colombia*. Bogotá: Corporación Colombia Internacional Informe Técnico.
- Blanco, H., Solipa, J., Olaya-Nieto, C., Sefura-Guevara, F., Bru-Corredor, & Tordecilla-Petro, G. (2005). Crecimiento y mortalidad de la Yalúa (*Cyphocarax magdalenae* Stendachner, 1878) en el río Sinú, Colombia . *MVZ Córdoba* , 555-563.
- Borda, C. A., & Cruz, R. (2004). Crecimiento y tasas de mortalidad del bivalvo *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. *Investigación Marina* 25(3) , 177 - 184.
- Borda, C. A., & Cruz, R. (2004). Pesca artesanal de bivalvos (*anadara tuberculosa* y *A. similis*) y su relación con eventos ambientales. Pacífico colombiano. *Investigación Marina*, 197 - 208.
- Borda, C., & Cruz, R. (2006). *Evaluación de las pesquerías de langosta (Panulirus argus) en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano*. *Rev. Invs-Mar* 27(3): 219-230.
- Borda, C., & Cruz, R. (2004). Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Soerby, 1833) en el Pacífico colombiano. *Investigación Marina* 25(3) , 185-195.
- Burges, E. W. (1989). *An atlas of freshwater and marine catfish a preliminary survey of the Siluriformes*. New Jersey USA: T. F. H. Publications. Inc. Neptune City.
- Bustamante, C. (2007). *Análisis histórico del recurso tiburón y bases biológico-pesqueras del tiburón vieja (Chondrichytes: Triakidae) Mustelus henlei (Gill, 1863) capturado en la*

- pesca de camaronera y artesanal en el puerto de Buenaventura, Pacífico colombiano.* Bogotá: Informe final presentado al INCODER.
- Bustamante, C. (2010b). *Reporte técnico del bagre rayado Pseudoplatystoma magdaleniatum y diseño técnico de seguimiento y control de la veda del recurso en la cuenca del Magdalena.* Bogotá: INCODER, 23 p.
- BRILL R.W., B.A. Block, C.H. Boggs, K.A. Bigelow, E.V. Freund y D.J. Marcinek. 1999. Horizontal movements, depth distribution of large, adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the Hawaiian Islands, recorded using ultrasonic telemetry: implications for the physiological ecology of pelagic fishes. *Marine Biology*, 133: 395-408.
- BRILL R.W., K.A. Bigelow, M.K. Musyl, K.A. Fritches y E.J. Warrant. 2005. Bigeye tuna (*Thunnus obesus*) behaviour and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology. *Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT*, 57(2): 142-161.
- Cadima, E. (2003). *Manual de evaluación de recursos pesqueros.* Roma: FAO documento técnico de pesca No. 393 162p.
- Caicedo, J. A., Rubio, E., Zapata, L. A., & Giraldo, A. (2006). *Estimación del crecimiento de Lutjanus peru (Pisces: Lutjanidae) basado en capturas artesanales experimentales realizadas en el Parque Nacional Natural Gorgona y su área de influencia; Océano Pacífico colombiano.* Valparaíso: Investigaciones Marinas 34(2): 163 - 168.
- Cala, P., & Sodergren, A. (1995). *Datos preliminares sobre contaminación persistentes lipofílicos en peces de aguas dulce de Colombia.* Bogotá: Programas y Resúmenes II Encuentro Científico, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Camargo-Guerrero, T., Ajiaco-Martínez, R., Beltrán-Galeano, I., & Ramírez-Gil, H. (2001). *La pesca en la Baja Orinoquia colombiana: una visión integral. Selectividad eficiencia de redes de enmalle en los Río Meta y Orinoco, Frontera colombo-venezolana.* Bogotá: Prodimendios MADR/PRONATA/COLCIENCIAS/INPA.
- Cardeñoso, J., Kanaseich, D., Mendoza, R., Rodríguez, L. E., Rojas, V., Galindo, F., y otros. (1973). *Evaluación de la contaminación actual en la Hoya Hidrográfica del Río Magdalena.* Bogotá: Informe final COLCIENCIAS proyecto ITT/COLCIENCIAS 30026 10-01-70 VOL 1 y 2.
- Carpenter, K.E. (ed.) (2002). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras.* FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. Rome, FAO. 2127p.
- Castañeda, R. (1994). *Estudio biológico pesquero de la langosta espinosa Panulirus argus y Panulirus laeviscauda en La Guajira, Riohacha. Colombia.* Riohacha: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.
- CCI. (2008). *Informe final 2008.* Bogotá: Corporación Colombia Internacional.

- CEPGOCA. (2008). *CATALOGO ELECTRÓNICO*. Recuperado el 3 de 8 de 2008, de <http://www.ciad.mx/catalogo/>
- Cervigón, F., Cipriano, R., Fischer, W., Garibaldi, L., Hendrickx, A. J., Lemus, R., y otros. (1992). *Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de las costa septentrional de Sur América*. Roma: FAO 553P.
- Charvet-Almedia, P., Araujo, M., & Almedia, M. (2005). *Reproductive aspect of freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrogonidae) in the Brazilian Amazon basin*. Journal Northwest Atlantic Fisheries Science.
- CITES. (2010). *Convención Sobre el Comercio Internacinal de especies Amenazdas de Fauna y Flora Silvestres*. Qatar.
- Collette, B. J., & Nauen, C. E. (1983). *Speceis catalog Vol 2. Scombris of the word. an annotated and illustrated catalogue of tunas, mackarels, bonitos and related species know to date*. Roma: FAO FISH SYNAP, 125(2): 1 - 13337.
- Contaminación, C. d. (2008). <http://www.cccp.org.co/modules.php?name=News&file=article&sid=348>. Recuperado el 12 de agosto de 2008
- Correa, F. (1996). *Captura, esfuerzo y parámetros poblacionales (Crecimiento, reproducción, mortalidad y tasa de explotación) de la langosta Panulirus argus en La Guajira, Caribe colombiano*. Riohacha: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA.
- Correa, N. P., & Egurrola, E. D. (2006). *Dinámica de la pesquería de camarón rosado (Farfantopenaeus notialis) (Pérez Farfante, 1967)*. Tesis de grado. Universidad del Magdalena. Facultad de Ingenieria Pesquera.
- Cruz, R., & Borda, C. A. (2003). Estado de explotación y pronósticos de la pesquería de Anadara tuberculosa (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. *Investigación Marina* 24(3) , 221 - 230.
- Cruz, R., A., B. C., Medina, J., Ayala, A., & Buitrago, D. (2007). *Evaluación y ordenación del stock de langosta (Panulirus argus) en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano*. Bogotá: INCODER 46P.
- Csirke, J. (1980). *Introducción a la dinámica de poblaciones de peces*. Roma: FAO Documento técnico de pesca (192): 1-82.
- Cubillos, L. (2001). *Análisis de talla estructurado de los cambios de abundancia del stokc de jurel*. Chile: Documento técnico investigación pesquera (IIP), 9(2):1-47.
- DAGORN, L., P. Bach & E. Josse. 2000. Movement patterns of large bigeye tuna (Thunnus obesus) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. *Mar. Biol.* 136(2): 361-371.
- Dahl, G. (1971). *Los peces del norte de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Agricultura INDERENA 391 p.

- De Carvalho, M., M., L., & Rosa, R. (2003). *Family Potamotrigonidae (River Stingrays)*. en: Reis, R S. Kullander y C. Ferraris Check list of the freshwater fishes of South and central America. Porto Alegre.
- De Fex, R. (1983). *Edad y crecimiento de bocachico Prochilodus reticulatus magdalenae (Steindachner 1878) en la parte baja del río Magdalena*. Bogotá: Tesis de grado. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano 42 p.
- Díaz, J. M. (1984). Consideraciones zogeográficas sobre los tiburones del Pacífico colombiano. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín* V. 13 , 53 - 65.
- Escobar, D., Merino, M., G., S., C., U., & Gómez, D. (2005). *Plan de Ordenamiento de la pesca y acuicultura en el embalse de Betánia* . Bogotá: INCODER 79 P.
- Escobar, J., Zarate, M., Valderrama, M., Lara, C., & Fonseca, C. (1983). *Tallas mínimas y medias de maduración para 14 especies ícticas sde interés comercial de las cuecna Magdalénica*. Bogotá: Divulgación Pesquera 21(2): 1- 43.
- FAO. (2007-2008). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006*. Roma: FAO.
- FAO. (2004). *ESTADÍSTICAS DE PESCA*. Roma: Colección FAO No. 69, 664 p.
- FAO. (2003). *Estructura del sector pesquero de Colombia*. Recuperado el 15 de 6 de 2008, de www.fao.org/fi/fcp/es/col/profile.htm
- FAO, N. U. (1987). *Prospección de los recursos pesqueros en las áreas de las plataforma continental entre el sur de México y Colombia*. FAO infrome final.
- Fernández, P. (2007). *Pesquerías pelágicas y demersales en el Pacífico colombiano algunos parámetros biológicos - pesqueros y poblacionales del recurso pesca blanca y en especial los tiburones años 2005, 2006 y 2007. Documento técnico* .
- Fernández, P. (1975). *Estudio biológico pesquero de algunas especies de tiburones del Pacífico colombiano, del Orden Laminiiformes*. *Divulgación Pesquera* , 75 p.
- Ferrán, M. (2001). *SPSS para windows Análisis estadístico*. España: McGraw Hill 419.
- Ferraris, C. (2007). *Checklist of cattfishes, erecent and fossil (steichthyes: Siluriformes) and Catalogue of siluriform primary types*.
- FISHBASE. (15 de 3 de 2008). *FISHBASE*. Recuperado el 15 de 3 de 2008, de <http://www.fishbase.org/search.php>
- Fischer, W., Krumpp, W., Schneider, W., Sommer, C., E., C. K., & Niem, V. H. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Vertebrado-Parte 2*. Roma: Volumen III:1201-1813.
- FORSBERGH, E. D. 1980. *Synopsis of biological data on the skipjack tuna, Katsuwonus pelamis (Linnaeus,1758), in the Pacific Ocean*, In W.H. Bayliff (Ed.) *Synopsis of biological data on eight species of scombrids*. Special Report 2. Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla, California: 295-360.
- Galvis, G., Mojica, J., & Rodríguez, F. (1989). *Estudio ecológico de una laguna de desborde del río Metica*. Fonde FEN Colombia, Universidad Nacional de Colombia.

- Galvis, G., Mojica, J., Provenzano, C., Lasso, C., Dtaphorn, R., Royero, R., y otros. (2007). *Peces de la Orinoquia colombiana con especies de interés ornamental*. Bogotá: INCODER 214 - 215 P.
- Gómez, C., & Díaz, J. M. (1979). Tiburones colectados en la Isla Gorgona . *Universidad de los Andes, Facultad de Artes y Ciencias* , 169 - 188.
- Gómez, P., Rodríguez, D., Arévalo, J., & Manjarrés, L. (2004b). *Identificación de Stocks de pargo rayado Lutjanus synagris (Linaeus, 1758) en el área norte del Caribe colombiano*. Santa Marta: 203-216.
- Gómez-Canchong, P., Manjarres, L., Duarte, L., & ALTamar, J. (2004). *Atlas pesquero del área norte del mar Caribe de Colombia*. . Santa Marta: Universidad del Magdalena.
- Granados, J. (1975). *Estimaciones de la captura, esfuerzo y población pesquera en los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge*. Bogotá: Proyecto para el desarrollo de la pesca continental INDERENA-FAO No. 18: 103 P.
- Gulland, J. A., & Rosemberg, A. A. (1992). *Examen de los métodos que se basan en tallas para evaluar las poblaciones de peces*. Roma: FAO Documento técnico de pesca No, 232 112p.
- GUNN, J. & B. A. Block. 2001. Advances in acoustic, archival and pop-up satellite tagging of tunas. Tunas: ecological physiology and evolution. Academic Press, San Diego, C.A.: 167-224.
- Gutierrez, F. (1999). *Las pesquerías de la cuenca del Río Sinú y el proyecto Urrá I*. Santafé de Bogotá: Dirección de Ecosistemas. Ministerio del Medio Ambiente.
- Gutierrez, M., & López, Y. (2008). *Evaluación pesquera y biológica de la Arawana azul y la Sapura*. Bogotá: Informe Técnico INCODER.
- Heenstra, P. C., Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E., y otros. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-oriental*. Roma: FAO Vol. III: 1201-1813.
- Herazo, B. (1971). *Reproducción de la langosta común Panulirus argus - Letreille en La Guajira colombiana*. Cartagena: Tesis de grado Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 36p.
- Hernández, S., Valderrama, M., & Espinosa, D. (2008a). *Estudio del seguimiento del poblamiento y monitoreo pesquero del Embalse de Betánia*. Bogotá: Fundación Humedales, Informe Técnico 154 p.
- Hernández, S., Valderrama, M., & Espinosa, D. (2008b). *Informe final ICA - Fundación Humedales Embalse de Betánia*. Bogotá: Convenio de cooperación técnica No. 016 de 2008, 66 p.
- Holden, M. (1974). *Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions*. 137 p.
- Holthuis, L.B. (1980) FAO CATALOGUE Vol. 1 - Shrimps and Prawns of the World. An Annotated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. FAO Fisheries Synopsis No.125,
- Huanqui, C. G. (2004). *El comercio mundial de peces ornamentales. Gerencia de promoción de mercados de pesca y acuicultura* . Perú: PROMPEX.

- Hurtado, N. (1972). *Aspectos biológicos del medio-alto Magdalena Operación subienda*. Bogotá: Investigación Pesquera INDERENA 10 - 44 P.
- ICA. (01 de 01 de 2008). *Instituto Agropecuario Colombiano*. Recuperado el 20 de 3 de 2008, de www.ica.gov.co
- ICCAT. 2005. Report of biennial period, 2004-05. I Part (2004) - Vol. 2. ICCAT. Madrid, 223 pp.
- INCODER, I. (2008). *WWW/ica.gov.co*. Obtenido de Boletín estadístico.
- INCODER. (2005). *Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en la zona costera del departamento del Atlántico, Caribe colombiano*. Barranquilla: Grupo técnico territorial.
- INP, & Pesca, I. N. (12 de 1 de 2007). *inp.gov.mex*. Recuperado el 11 de 07 de 2007, de http://cripens.inp.gob.mx/sust_pesc_resp_ev_manejo_1999-2000/pacifico/sierrapac.pdf
- Kato, S., Springer, S., & Wagner, M. H. (1967). Field guide to eastern Pacific and Hawaiian Sharks. *Mar. Res.*
- Landines, M. A. (2007). *Producción de peces ornamentales en Colombia*. Bogotá: INCODER Universidad Nacional de Colombia.
- Lasso, C., Rial, A., & Lasso-Alcala, O. (1996). *Notes on the biology of the freshwater Stingrays Paratrygon aiereba (Muller y Henle, 1841) and Potamotrygon orbignyi (Castelmau, 1855) (Chondrithyes: Potamotrygonidae) en the Venezuela Llanos*. *Aquatic Journal of ichthyologi and Aquatic Biology* 2(3): 39-50 p.
- Lasso, J., & Zapata, L. (1999). *Fischeries and biology of Coryphaena hippurus (Pisces: Coryfaenidae) in the Pacific coast of Colombia and Panama*. *Sci. Mar.* 63(3-4): 387 - 299.
- López-Casas, S., & Jiménez-Segura, L. (2007). Reproducción y hábitos alimenticios del nicuro, *Pimelodus blochii* (Valenciennes, 1840) (pisces:pimelodidae) en las ciéngas de Cachimbero, Río Magdalena, CVolombia. *Actualidades Biológicas*, 193 - 201.
- Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma, J., Galvis, F., Villa-Navarro, L., Prada, S., y otros. (2005). *Peces de los Andes de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander Von Humboldt" 346 p.
- Manjarres, L. (1993). *Aspectos biológico pesqueros de las principales especies ícticas capturadas en el área de Santa Marta*. Santa Marta: Informe técnico final INPA CIID Universidad del Magdalena 31p.
- Manjarrés, L., Escorcía, F., & Infante, J. (1993). *Evaluación de las pesquerías artesanales del área de Santa Marta - fase de extracción*. Sata Marta: Informe técnico final INPA CIID Universidad del Magdalena.
- MANUAL DE ICCAT, 1ª Edición (Enero, 2010)
- Martínez, R., & Martínez, N. (1997). *Diseño de experimentos análisis de datos estándar y no estándar*. Bogotá: Fondo Nacional Universitario 479 p.
- MAURY, O. 2005. How to model the size-dependent vertical behaviour of bigeye (Thunnus obesus) tuna in its environment? *Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT*, 57(2): 115-126.

- MATSUMOTO, T. & N. Miyabe. 2002. Preliminary report on the maturity and spawning of bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Central Atlantic Ocean. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 54(1): 246-260.
- MÉNARD F., B. Stéquert, A. Rubin, M. Herrera y É. Marchal. 2000b. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic Ocean: FAD-associated versus unassociated schools. *Aquat. Living Resour*, 13: 233-240.
- McAllister, M., Pikitch, A., & Hilborn, P. (1994). *A bayesian approach to stock assesment and harvest desition using the sampling/importance resampling algoritm*. Canada: Can. J. Fish. Aquati. Sci. 51:2637-2687.
- Miranda-Cruz, M., & Freytter-Franco, J. (1997). *Aspectos morfológicos y biológicos de Potamotrygon magdalenae en el Caribe colombiano*. Santa Marta: VI Simposio colombiano de ictiología .
- Mojica, H. O. (1997). *Evaluación del potencial pesquero de la carduma Cetengraulis mysticetus en el Pacífico colombiano*. Bogotá: INPA.
- Mojica, J. I., Castellanos, C., S., U., & Álvarez, R. (2002). *Libro rojo de las Especies Amenazadas de Colombia. La serie de Libros Rojos de Especeis Amenazadas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Ministerio de Medio Ambiente, 288p.
- Mora, O. (1988). Análisis de la pesca de langostino (*Penaeus (litopenaeus) occidentalis* Street) efectuada por la flota camaronera de Buenaventura y el trasmallo "electrónico". *TRIANEA (Acta Científica Técnica. INDERENA)* , 1:193 - 207.
- Morales, A., García-Hensen, i., & Malikov, I. (2000). *Compilación Oceanográfica delm Pacífico*. Tumaco Nariño: Centro de Control de Contaminación del Pacífico.
- Nieto, S. (2008). *Parámetros poblacionales y evaluación de la langosta espinosa panulirus argus, en la media Gujira, Caribe colombiano*. Bogotá: trabajo de tesis. Facultad de Biología Marina Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- NIKAIIDO, H., N. Miyabe & S. Ueyanagi. 1991. Spawning and frecuency of bigeye tuna, *Thunnus obesus*. *Bull., Nat. Res. Inst. Far Seas Fish.*, 28: 47-73.
- Novoa, D. F. (2002). *Los recursos pesqueros del eje fluvial Orinoco-Apure presente y futuro*. CaracasEditoral Exilibris 147 p.
- Olaya, C., Solano, D., Florez, H., Blanco, H., & Jacono, R. (2001). Evaluación preliminar de la fecundidad del Bocachico (*Prochilouds magdalenae*) en el río Sinú, Colombia. *MVZ Córdoba* , 31 - 36 p.
- Olaya_Nieto, C. W., Segura-Guevara, S., Brú-Cordero, S., & Blanco, H. (2003). *Biología reproductiva del bocachico (Prochilodus magdalenae Steindachner, 1878) en el río Slnú (Colombia)*. Recuperado el 2007, de <http://www.civia2003.org>, 727 - 734
- Olaya-Nieto, C., Segura-Guevara, F., Bru-Cordero, S., & Blanco-Viellar, H. (2003). *Biología reproductiva de la doncella Aegeneiosus pardalis (Lutkea, 1874) en el río Sinú, Colombia*. Obtenido de www.civa2003.org

- Olivares, F. (2010). *Determinación de la biodiversidad genética de la Arawana azul (Osteoglossum ferreirai) para su manejo y conservación en la Orinoquia colombiana*. Bogotá: Tesis de Grado Universidad de los Andes.
- Osorio, D., De la Hoz, J., & Martínez, L. (2001). *Validación técnica y económica de refugios artificiales para la langosta Panulirus argus en el sector costero del área de influencia de la Bahía de Cartagena*. Cartagena: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura INPA documento técnico 34p.
- Pauly, D. (1984). *Fish population dynamics in tropical waters a manual for use with programable calculators*. Filipinas: ICLARM Stud. Rev. (8): 1-325.
- Paz, R. (2000). *Evaluación de la contaminación con mercurio en peces, sedimentos superficiales y macrófitas en las ciénagas del bajo San Jorge Caimito (Sucre)*. Cartagena: Tesis de grado. FacuLTad de Química y Farmacia. Universidad de Cartagena.
- Peña-Briceño, L., Alonso, J., & Agudelo, E. (2009). *Biología reproductiva de la palometa (Mylossoma duriventre, Cuvier, 1818) en el sector de frontera Brasil-Colombia-Perú*. SINCHI Universidad Nacional.
- PEREIRA, J.G. 1996. Tuna schools in the Azores. Collect. Vol. Sci. Pap, ICCAT, 46 (3): 236-247.
- Pineda-Arguello, I., Ramírez-Gil, .., & Ajiaco-Martínez, R. (2001). *El recurso pesquero de consumo en el área de influencia de Inírida, Guanía*. Villavo: Informe técnico.
- Puentes, V. (1995). *Evaluación de la cherna café Epinephelus cifuentesi Lavanberg y Grove 1990 (Pisces: Serranidae) en el Pacífico colombiano y datos preliminares sobre su fauna acompañante y aLTernativa temporal de pesca*. Colombia: Documento técnico.
- Puentes, V., Madrid, N., & Zapata, L. A. (2007). *Catch compotition of the deep sea shrimp Fischery (Solenocera agassizi faxon, 1893; Farfantepenaeus californiensis Holmes, 1990 and Farfantepenaues brevirostris Kingsley, 1874) in the Colombia Pacifica Ocean*. Colombia: GAYANA 71(1): 84-96.
- Puentes, V., Navia, A., Mejia-Falla, P., J.P., C., Diazgranados, M., & L., Z. (2009). *Avances en el conocimiento de tiburones, rayas y quimeras de Colombia*. SQUALUS, MAVDT, ICA, COLCIENCIAS, CI, WWF 245 P.
- Punt, A., & Hilborn, R. (2001). *BAYES-SA BAYRSIAN STOCK ASSESSMENT METHODS IN FISERIES. User ´s Manual*. Roma: FAO Computerized Information Series (FISHERIES). No. 12.
- Ragúa, J., & Rubio, E. (1995). *Evaluación de la pesquería industrial de la langosta (Panulirus argus) en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Caribe colombiano*. Bogotá: Tesis de grado Facultad de Biología Marina. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano 93P.
- Ramírez, H., & Ajiaco, R. E. (1995). *Propuesta preliminar para un plan de ordenamiento de la pesca en la Orinoquia colombiana*. Puerto López: INPA Centro de Investigación y Fomento a la Pesca Artesanal CIFPA 29P.
- Ramírez-Gil, H. (1987b). *Determinación preliminar de las épocas de reproducción de las principales especies ícticas comerciales en la parte alta del río Meta*. Villavicenio: Informe técnico INDERENA 23p.

- Ramírez-Gil, H. (1987a). *Monitoreo de peces de consumo en Puerto López, subsistema Mata aLTo (Orinoquía) 1985*. Villavicencio: Informe técnico INDERENA 21 p.
- Ramírez-Gil, H., & Ajiaco-Martínez, R. E. (2001). *La pesca de la baja Orinoquia colombiana: una visión integral*. Bogotá.: MINAGRICULTURA/PRONATA/COLCIENCIAS/INPA. 225P.
- Reid, S. (1983). *La biología de los bagres rayados Pseudoplatystoma fasciatum y Pseudoplatystoma tigrinum en la cuénca del Río Apure*. Venezuela: UNILLEZ de Ciencia y Tecnología 1(1): 13-41.
- Ricker, W. E. (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish population*. Canada: Bulletin fish research canidian (191). 382p.
- Riehl, R., & Baensch, H. (1996). *Aquaried Atlas*. Germany: Mergus Verlag, Melle 992 p.
- Roa, R., Ernst, B., & Tapia, F. (1999). Estimation of size at sexual maturity and evaluation of analytical and resampling procedures. *Fis. Bull.* 97 , 570 - 580.
- Rocha-Olivares, A., Bobadilla-Jiménez, M., Ortega-García, S., Saavedra-Sotelo, N., & Sandoval-Castillo, J. (2006). *Variabilidad mitocondrial del dorado Coryphaena hippurus en poblaciones del Pacífico*. Mexico: Ciencias Marina 32(3): 569-578.
- Rodríguez, J., Arévalo, J. C., & Manjarrés, L. (1999). Aspectos biológico pesqueros del pargo rayado (*Lutjanus synagris*) y ceibal (*L. analis*) . *Boletín Científico No.6* , 53 - 75.
- Rodríguez, L. (2004). *Contribución al estudio de la biología de la arawana Osteoglossum bicirrhosum*. Bogotá: Tesis de grado Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional 39p.
- Rojas, M., Gallo, J., & Medina, J. (1997). Aspectos biológicos y reproductivos de la langosta espinosa *Panulirus argus* (Latreille, 1804) (Crustacea: Decapoda: Paniluridae) en el Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Caribe colombiano). *Boletín Científico INPA* , 181 - 194.
- Rojas, P. A. (2007). *Monitoreo de peces demersales del PNN Gorgona y su área de influencia: aspectos biológicos y pesqueros*. Gorgona: Unidad Administrativa Especial del Sistema Parques Nacionales Naturales. 43p.
- Roman-Valencia, C., & Samudio, H. (2007). *Dieta y reproducción de Laesiocistrus caucanus (Pisces: Loricariidae) en la cuenca del río La Vieja, Alto Cauca, Colombia*. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 9(2): 95-101 p. .
- Ros, R. M., & Pérez, C. M. (1978). Contribución al conocimiento de la biología de pez sable, *Trichiurus lepturus* (Linné, 1758). *Ciencia Investigación Marina* 37 , 1 - 33.
- Ross, R., & Schaefer, F. (2000). *Freshwater rays*. Morfelden-Wallford, Aqualog. 192 p.
- Rueda, M., Blanco, J., Vilorio, E., N., M., Rico, F., & Romero, J. (2007). *Informe técnico para el Comité Ejecutivo de la Pesca*. Santa Marta: INVEMAR.
- Rueda, M., Vilorio, E., Marmol, D., Rico, F., Angulo, W., Rodríguez, A., y otros. (2008). *Informe técnico para Comité Ejecutivo de la Pesca*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones José Benito Vives de Andrés.

- Ruiz, J. E., Cedeño, E. J., Espinosa, A., & Gómez, J. (1991). *Estudio de la contaminación del Río Magdalena por metales traza, su relación con parámetros hidrográficos y fisicoquímicos y su incidencia en la salud humana*. Bogotá: HIMMAT INGEOMINAS.
- Salinas, Y., & Agudelo, E. (2000). *Peces de importancia económica en la cuenca Amazónica colombiana*. Bogotá: SINCHI.
- Sanabria, A. I. (2006). Aprovechamiento del recurso íctico ornamental en Colombia. *Memorias del taller internacional "Aspectos socioeconómicos y dse manejo sostenible del comercio internacional de peces ornamentales de aguas dulce en el norte de Suramérica"* , 72 p.
- Santamaria, C., & García, H. (1993). *Estudio de Hábitat, comportameinto, alimentación, crecimiento y reproducción de la cucha (Anscistrus trirradiatus)* . Colombia Amazónica Vol 6(2).
- Santamaría-Miranda, H., Elorduy-García, M., Vallejo-Fuente, M., & Rojas-Herrera, A. J. (2003). Desarrollo gonadal y ciclo reproductivo de LUTJANIDAE (Pisces:Lutjanidae) en Guerrero. *Biología Tropical* 51 , 489 - 502.
- Seijo, J. C., Defeo, O., & Salas, S. (1997). *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*. Roma: FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368. 176p.
- SCHAEFER, K. 1996. Spawning time, frequency and batch fecundity of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, from Clipperton Atoll in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.*, 94: 98-112.
- Sierra Rodríguez, P. (2004). *Incertidumbre y Riesgo en Puntos de Referencia para el Manejo de la Pesquería de Abulón en la Península de Baja California, Mexico*. Mexico: Tesis de Grado de Maestría Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Silfvergrip, A. (1992). *Zungaro a senior synonymus of Paulice (Teleosteti: Pimelodidae)*. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 3(4): 305 - 310.
- Silvia, A. M., & Haimovici, M. (2000). Reproduction of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the south Brazil subtropical conferecne ecosystme. *Science Marine* 64 (1) , 97 - 105.
- SINCHI. (2000). *Bagres de la Amazonía colombiana: un recurso sin fronteras*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1969). *Biometry the principes and practice of statistics in biological research*. San Francisco: Freeman and company, segunda edición.
- Solano, J. M., Otero, R., González, A., & Zapata, F. (1986). *Migración de peces del Río Sinú*. Montería: Informe final CORELCA: CINPIC-Universidad de Córdoba 106 p.
- Sparre, P., & Venema, S. C. (1997). *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual*. Roma: FAO Documento técnico de pesca, 306(2). 420 p.
- Squires, H., & Riveros, G. (1978). *Fischery biology of spiny lobsqter (Panulirus argus) of The Guajira peninsula of Colombia, South América*. EEUU: Proceeding of the national shellFischeries association (68): 63 - 73.

- Swann, L. (1994). *Reproduction of angelfish (Pterophyllum scalare)*. Illinois: Pardue University Sea Grant Program: Aquaculture Extension Fact sheet AS 489 p.
- Tapiero, J. L. (1971). *Estudio preliminar sobre la biología y dinámica poblacional de Sphyrna lewini (Pisces: Sphyrnadae) en el Pacífico colombiano*. Cali: Tesis de grado. Universidad del Valle.
- Tapiero, J. L. (1997). *Estudio preliminar sobre la biología y dinámica poblacional de Sphyrna lewini (Pisces: Sphyrnadae) en el Pacífico colombiano*. Cali: Tesis de grado. Universidad del Valle.
- Thorson, T., Langhammer, B., & Octinger, M. (1983). *Reproduction and development of the South America freshwater stingrays, Potamotrygon circularis and P. motoro*. Environmental Biology of fishes 9(1): 3-24 p.
- Tsokos, M. (1991). *Estadística para biólogos y ciencias de la salud*. Mexico: Interamericana McGraw Hill. 527p.
- Valderrama, M., & Petere, M. (1994). *Crecimiento de Bocachico Prochilodus magdalenae Steindachner 1878 (Prochilodontidae) y su relación con el régimen hidrológico en la parte baja de la cuenca del río Magdalena (Colombia)*. Bogotá: Boletín Científico INPA 2:136 - 152.
- Valderrama, M., & Solano, D. (2004). *Estado de la población de bocachico Prochilodus magdalenae (Pisces: Characiformes) y su manejo en la cuenca del Río Sinú, Colombia*. Bogotá: DALIA 7: 3 - 12.
- Valderrama, M., Mogollón, S., Solano, D., & Álvarez, L. (2002). *Monitoreo y estadística pesquera en la cuenca del Río Sinú*. Montería: Informe final técnico Urra S. A. 92 p.
- Valderrama, M., Petere, M., & Zarate, M. G. (1993). *Parámetros poblacionales (mortalidad y rendimiento máximo sostenible) y estado de explotación del bocachico Prochilodus magdalenae del bajo Magdalena, Colombia*. Bogotá: Boletín científico INPA 1:43 - 60.
- VECEP. (12 de 1999). *Resultados del programa regional de pesca UE-INPA-VECEP ALA/92/43*. Bogotá, D. C., Colombia.
- Welcomme, R. (1980). *Cuencas fluviales*. Roma: FAO, Doc. Téc. Pesca (202)62 p.
- Welcomme, R. (1980). *Ordenación de la explotación pesquera en los grandes ríos*. Roma: FAO, Doc. Téc. Pesca (194): 65 p.
- Zapata, L. A. (2002). *Effects of El Niño and La Niña on the Fisheries of the Colombia Pacific*. Invest. Mar. 30(1), 205 - 206.
- Zapata, L. A., Rodríguez, G., Beltrán, B., G., G., Cediell, A., Avila, R., y otros. (1999). *Evaluación de los recursos demersales por el método de área barrida en el Pacífico colombiano*. Bogotá: Boletín Científico No 6 INPA 177.226P.
- Zapata, W. (2006). *Perfil económico y social de la cadena productiva de la pesca blanca y el tiburón en el pacífico colombiano*. Cali: INCODER C. I. Pacific Trading Group Fundación SQUALUS.
- Zar, J. H. (1999). *Bioestatistical Analysis*. USA: Prentice - Hall 663p.

ZAVALA-CAMIN, L.A. 1978. Algunos aspectos sobre la estructura poblacional del rabil (*Thunnus albacares*) en el Sudeste y Sur del Brasil (1969-1977), con presentación de la hipótesis de la migración semestral. Boletim do Instituto de Pesca. São Paulo, 5(1): 1-50.