

# INSTITUTO PÚBLICO DE INVESTIGACIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA

INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS BIOACUÁTICOS Y SU AMBIENTE  
*Unidad de los Recursos Bentónicos Demersales y Agua Dulce/Embalses*

PROGRAMA CAMARÓN

## SITUACIÓN ACTUAL DEL STOCK Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DEL CAMARÓN POMADA (*Protrachypene precipua*) CAPTURADO EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL – ECUADOR, DURANTE EL PERIODO 2014-2018: PERSPECTIVAS PARA SU EXPLOTACIÓN SUSTENTABLE

David Chicaiza Veloz

[dchicaiza@institutopesca.gob.ec](mailto:dchicaiza@institutopesca.gob.ec)

Colaboradores: Walter Mendívez C.  
Jorge Correa C.  
Francis Nicolaides R.  
Rosa García-Sáenz

### 1. ANTECEDENTES GENERALES

#### 1.1. La pesquería Industrial de camarón pomada (*Protrachypene precipua*) en el Ecuador

##### 1.1.1. Generalidades

La pesca del camarón constituye una de las principales fuentes de divisas e ingresos económicos para los países que desarrollan esta actividad, principalmente en áreas tropicales y subtropicales (Rueda *et al.* 2006). Esto se debe a que el camarón es un recurso de alto valor en los mercados internacionales. Sin embargo, así como ocurre con otros recursos pesqueros, las capturas marinas de camarones no han aumentado ante el creciente nivel de esfuerzo de pesca aplicado (García & Newton 1994; Hofmann & Powell 1998), por lo tanto la necesidad de implementar medidas de manejo a estos recursos es mayor que nunca, enfocados en la conservación y sustentabilidad a través del tiempo.

Las especies de camarones peneidos forman parte importante de los sistemas biológicos tropicales y subtropicales. La alta mortalidad natural intrínseca los hace poseer tasas elevadas de reproducción, así como índices altos de renovación poblacional, mostrando una rápida respuesta de los efectivos a la explotación (Ehrhardt 2007). Se reconoce que las pesquerías de camarones peneidos presentan una alta variabilidad interanual en las capturas (García & Le Restre, 1987; Sheridan 1996) y se han sugerido diversas causas que explicarían esta variación, tales como: a) esfuerzo de pesca (Márquez Tiburcio 1976; Calderón & Burgeño 1993), b) factores ambientales,



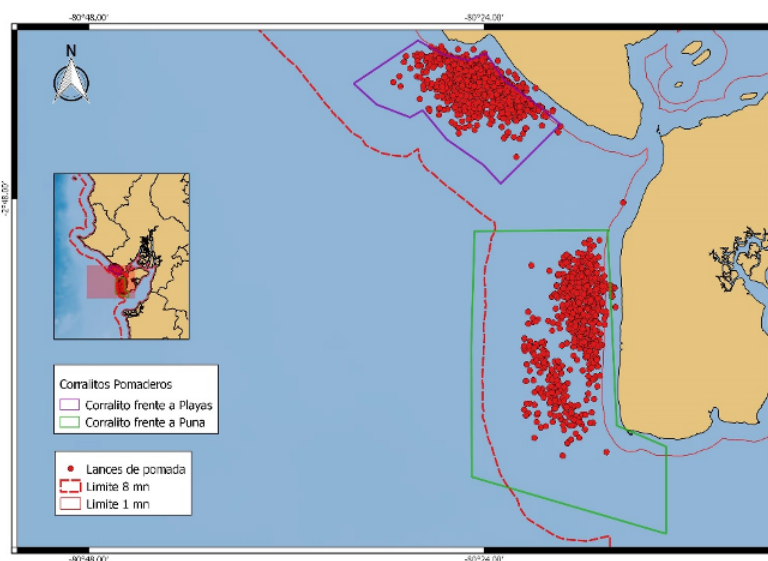
tales como la temperatura, salinidad, aporte de nutrientes, entre otras (Soto 1969; Sheridan 1996), y c) una combinación de ambas fuentes (Del Valle 1989). Todas estas pueden tener un efecto tanto en la distribución de los individuos (Del Valle 1989); como en la biomasa (Wenner et al. 2005).

### 1.1.2. Distribución Geográfica y Zonas de Pesca

El camarón pomada, camaroncillo amarillo o camarón tití (*Protrachypene precipua*), se distribuye desde México hasta Perú (Fischer et al. 1995, Gutiérrez 2004). Es una especie estuarino – costera, que habita sobre fondos esencialmente lodosos hasta unos 40 m de profundidad, en particular frente a las desembocaduras de los ríos (Fischer et al. 1995). *P. precipua*, al igual que el resto de las especies de la familia Penaeidae, se caracteriza por un ciclo de vida corto de aproximadamente dos años, que incluye una fase juvenil muy costera o estuarina, y una fase adulta en el ambiente marino (García & Le Restre 1987).

En Ecuador, los camarones penaeidos entre ellos los langostinos y el camarón pomada, son especies objetivo de la flota industrial y artesanal que se encuentran distribuidas a lo largo de la costa ecuatoriana; sin embargo, existen áreas donde el camarón pomada prevalece y están más disponibles, como es el Golfo de Guayaquil y la zona norte de la provincia de Esmeraldas, donde es capturada principalmente de manera artesanal (Ormaza F 2007).

Mediante Acuerdo Ministerial 426-A del 5 de octubre de 2012, se elimina la pesquería de arrastre (langostino y pomada) en el Ecuador. Debido a la situación socio-económica que atravesaba la población de Posorja, por la eliminación de la flota arrastrera pomadera, la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, propuso la creación de áreas de pesca denominados "corralitos"; establecidas mediante Acuerdo Ministerial 019 del 6 de febrero de 2013 (Artículo 2), que modificó el acuerdo antes mencionado. En la actualidad, las actividades de pesca de la flota pomadera se desarrollan en dos áreas delimitadas por Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP); una en la zona de Playas (al norte de Posorja) y otra en la zona de Cauchiche (sur oeste de la Isla Puná) (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución espacial de la flota de arrastre industrial que captura camarón pomada en el Golfo de Guayaquil.

### 1.1.3. Sobre la Pesquería

La pesca industrial del camarón pomada (*P. precipua*) se inició en 1960 en el Golfo de Guayaquil, producto del desarrollo de la industria camaronera, convirtiéndose esta pesquería en una actividad social y económicamente beneficiosa (Cobo & Loesch, 1966), siendo la costa oeste de la Isla Puná desde Cauchiche hasta Punta Salinas el área donde se registran los mayores volúmenes de capturas (Chicaiza et al., 2009).

Las capturas industriales de *P. precipua* presentan marcadas fluctuaciones interanuales. McPadden (1985), mencionó que el desembarque de camarón pomada permaneció estable durante el periodo 1979 - 1984, con un máximo de 900 TM. Para el periodo entre 1984 hasta la década del 2000, la información fue muy dispersa, ya que no existieron registros continuos de desembarques provenientes de muestreos sistemáticos. Arriaga (2002) reportó rendimientos de 600 a 700 kg/día en temporada alta (marzo a mayo) y de 130 – 250 kg/día en temporada baja (junio a febrero). Posteriormente, el Instituto Nacional de Pesca de Ecuador (INP) inició en 2005 el seguimiento de los desembarques industriales de camarón pomada en la zona de Posorja (Golfo de Guayaquil). Registrándose entre el periodo de 2005 hasta 2008 desembarques promedio de 6900 toneladas anuales, posteriormente entre 2009 a 2011 el desembarque promedio fue de 6200 t por año (Chicaiza 2013). Para los últimos cinco años (desde 2014 hasta 2018) el desembarque promedio anual fue de 4940 t registrándose un decremento del 11% en relación al periodo 2009 – 2011.

### 1.1.4. Sobre la Especie

#### 1.1.4.1. Parámetros Biológicos

El camarón pomada debido a su tamaño relativamente pequeño (9,2 y 9,6 cm de Longitud Total (LT) para machos y hembras, respectivamente) es de importancia comercial secundaria y su comercialización es de tipo fresco, seco, congelado o enlatado (Fischer et al., 1995) (Figura 2).



Familia:	Penaeidae
Orden:	Decapoda
Clase:	Malacostraca
Hábitat:	Estuarino – costera, fondos lodosos (40 m)
Desarrollo:	Fase juvenil (estuarina) y adulta (marina)
Comercialización:	Fresco, seco, congelado

**Figura 2.** Generalidades sobre el camarón pomada (*Protrachypene precipua*)

Los parámetros de historia de vida del camarón pomada fueron obtenidos mediante la revisión bibliográfica especializada, juicio experto, así como el uso de diversos estimadores bio-analógicos, ecuaciones empíricas y cálculos de invariantes propuestas por Beverton y Holt (1956); Beddington & Kirkwood (2005), Froese &

Binohlan (2000) y Froese & Pauly (2019). Esto permitió generar una relación de los parámetros biológicos de la especie en estudio para los diferentes años compuestos por los parámetros de crecimiento (Loo y k), longevidad, parámetros de la relación talla-peso (log. a y b), madurez (L50ms y mes de desove) y talla crítica (L\*). Esta última talla corresponde a la talla en la cual se aprovecharía la máxima productividad en peso de una cohorte (Tabla 1). En algunos casos estos parámetros fueron propuestos en base a opinión experta de los investigadores o en base a meta-análisis de especies similares.

**Tabla 1.** Parámetros biológicos de camarón pomada (*Protrachypene precipua*). Tmax es la longevidad estimada; Lm<sub>50</sub> es la talla de madurez; y L\* es la talla crítica.

Especie	Año	L infinito (L <sup>∞</sup> , cm)	K (año <sup>-1</sup> )	Score*	Phi' (ø)**	M (año <sup>-1</sup> )	Log a	b	Lm <sub>50</sub> (cm)	T max (años)	Mes desove	dt desove	L* (cm)	Fuente
	2005 (a)	10,84	1,48	0,990	2,240	2,77	0,0411	-4,0445	7,10	2,00	dic-feb	0,25	10,80	
	2006 (a,b)	10,20	2,10	1,000	2,210	3,61	0,1190	-4,2946	6,70	1,40	dic-feb	0,25	9,70	Chicaiza et al 2006
	2007	10,00	1,20	0,477	2,079	2,44	0,0240	-4,1772	6,60	2,50	dic-feb	0,25	9,80	Chicaiza et al 2007
	2008	10,30	2,02	0,477	2,020	2,23	0,1413	-5,9793	6,80	3,00	dic-feb	0,25	9,60	Chicaiza et al 2009
	2009 (a)	10,02	1,86	0,952	2,303	3,36	0,1126	-5,4949	6,60	1,60	dic-feb	0,25	9,20	
	2010	10,86	1,52	0,150	2,254	2,81	0,1190	-5,8367	7,10	2,00	dic-feb	0,25	8,80	Nicolaides et al 2011
<i>Protrachypene precipua</i>	2011	10,92	1,26	0,240	2,177	2,51	0,0942	-5,2418	7,10	2,40	dic-feb	0,25	9,00	Nicolaides et al 2012
	2012 (a)	11,37	1,51	1,000	2,290	2,82	0,1364	-3,7974	7,41	2,00	dic-feb	0,25	9,80	
	2013 (b)	10,70	0,89	0,265	2,008	1,57	0,0596	-5,0344	6,60	2,50	dic-feb	0,25	10,30	Chicaiza 2013
	2014 (b)	9,81	1,55	0,905	2,174	3,00	0,0532	-4,3670	6,50	1,90	dic-feb	0,25	9,90	
	2015 (b)	9,95	1,11	0,564	2,041	2,46	0,0363	-3,7974	6,60	2,70	dic-feb	0,25	9,50	
	2016 (a,b)	9,55	1,77	1,000	2,208	3,30	0,0244	-3,7533	6,60	1,70	dic-feb	0,25	9,30	
	2017 (a)	10,04	1,21	0,981	2,086	2,52	0,1425	-6,0030	6,63	2,50	dic-feb	0,25	9,00	
	2018 (a)	10,52	1,61	0,999	2,251	2,97	0,1247	-4,9204	6,91	1,90	dic-feb	0,25	10,00	
	2019 (b)	10,06	1,36	0,981	2,139	2,71	0,0493	-3,8489	6,64	2,20	dic-feb	0,25	10,60	

\*Score: Puntaje que arroja el programa FISAT II al realizar las corridas de rutina para identificar valores opcionales de L<sup>∞</sup> y K con los métodos (Shepherd y ELEFAN I) que se utiliza con

\*\*Phi' (ø) Índice de desempeño del crecimiento, calculado con FISAT II, una vez que se ingresa al programa la talla asintótica (L<sup>∞</sup>).

a) Invariantes Beverton & Holt; Beddington & Kirkwood 2005

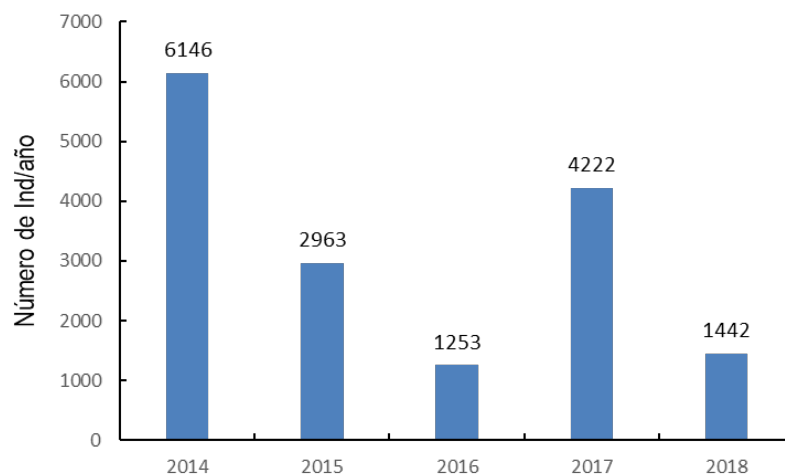
b) Fisheries and aquaculture software. FISAT II - FAO-ICLARM Stock Assessment Tool 2013

## 2. DATOS DISPONIBLES

A partir de 2005 el Institución Nacional de Pesca inicia el seguimiento de la pesca industrial de camarón pomada en el Golfo de Guayaquil, cuyas capturas son desembarcadas en el Puerto de Posorja (Provincia del Guayas). La información se registró a través de un sistema de entrevistas directas a los capitanes y pescadores, información colectada durante una semana al mes en los muelles de desembarque, durante la semana se monitorea aproximadamente 15 embarcaciones industriales. Adicionalmente, del registro de la información pesquera, se colecta una muestra biológica de camarón pomada de aproximadamente tres libras por embarcación, posteriormente, ésta es analizada en los laboratorios del INP. A partir de 2013 la Subsecretaría de Recursos Pesqueros implementó un programa de observadores pesqueros a bordo de la flota pomadera, registrando información biológica y pesquera por lance. La información colectada a través de las dos fuentes (entrevistas directas y observadores pesqueros respectivamente) corresponden a variables de

Monitoreo en Muelle – Entrevistas: desembarque diario, zona de pesca, número de lance y duración en horas del lance; y Registro diario de pesca a bordo: captura objetivo por lance, composición de las capturas por lance, descarte, fauna acompañante, posición geográfica del lance, entre otros.

La información biológica es obtenida tanto de la muestra que se colecta en los muelles (tres lbs), como de las mediciones que realizan los observadores a bordo (100 ind/lance) y de la submuestra que envían al INP mensualmente (tres libras), las variables obtenidas fueron: longitud total (cm) Lt, peso total (g), condición reproductiva, y peso total de gónadas (g), el intervalo de ancho de clase utilizado para los diferentes análisis de talla fue de 0.3 cm Lt. Anualmente se midieron en promedio 3205 ejemplares de camarón pomada durante los últimos cinco años, el año con mayor tamaño de muestra promedio fue el 2014 y el año con menos representatividad de ejemplares medidos fue el 2016 (Figura 3).



**Figura 3.** Promedio anual del número de individuos medidos de camarón pomada en el Golfo de Guayaquil.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Modelo de análisis

Considerando que en las bases de datos del INP existe principalmente y sustancialmente información de composiciones de tallas de las capturas y que el diseño de muestreo se ha mantenido en el tiempo, se exploró el desempeño de dos variantes de modelos estadísticos de análisis de dinámica en edades y observaciones en tallas. Un primer modelo consideró un análisis para datos limitados donde se asume que solo las composiciones de tallas son informativas de la presión de pesca, y otro modelo en el cual se integran todas las piezas de información histórica para generar apreciaciones sobre el estado de las poblaciones, debido a las brechas de información relacionadas con las capturas y el esfuerzo, se decidió utilizar modelos de data limitada basado en tallas teniendo como datos de entrada los parámetros de historia de vida del camarón



pomada correspondiente al 2016 (Tabla 1). Estos métodos en general no proveen un estimador de la biomasa en términos absolutos, más bien proveen indicadores de la presión de pesca o del potencial reproductivo, y que pueden ser utilizados como punto de partida para la implementación de acciones de manejo. En la figura 4 se aprecia los diferentes métodos de evaluación de stock de acuerdo a la disponibilidad de datos.

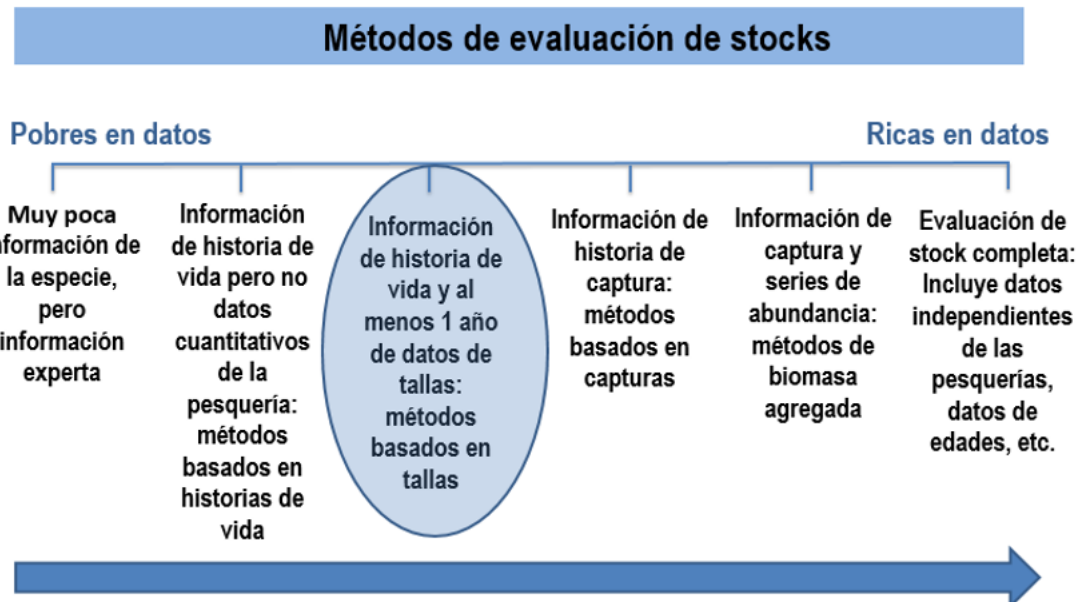


Figura 4. Esquema sobre métodos de evaluación de stock para data pobre y rica en datos.

### 3.2. Modelo de Equilibrio Basado en Tallas (MODACT)

El modelo de estimación utilizado, fue un análisis de equilibrio de dinámica en edades y observaciones en tallas. El modelo MODACT corresponde a un análisis de cohortes a la talla formulado por Canales (2016) e implementado en ADMB, el cual es de naturaleza similar al modelo "Length Based Spawning Potential Ratio" (LBSPR) de Hodryk *et al.* (2014). El modelo provee estimación de la mortalidad por pesca del período de análisis, el porcentaje de biomasa desovante remanente y niveles de referencia (PBR) de acuerdo al nivel de escape de la biomasa desovante que se desee establecer como política pesquera. Los detalles del modelo se presentan en el anexo 1.

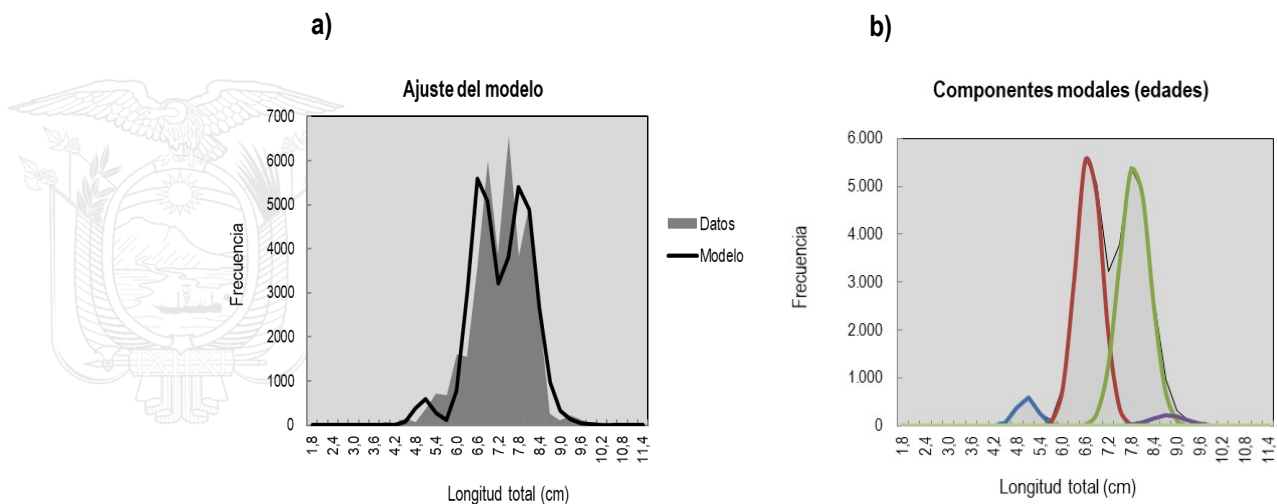
### 3.3. Supuestos

El modelo supone que la pesca es la única responsable de la ausencia de los ejemplares de camarones más grandes, de manera que a mayor diferencia entre la longitud asintótica (talla promedio de los camarones más longevos en estado virginal) y la talla promedio registrada en las capturas, da como resultado que el nivel de mortalidad por pesca se incrementa. El modelo depende fuertemente de los parámetros de historia de vida (crecimiento, madurez y mortalidad) y supone condiciones de equilibrio, es decir, reclutamiento y mortalidad por pesca representados por un promedio de largo plazo (Canales *et al.*, 2014). Este

modelo es particularmente útil cuando existen mucha incertidumbre (brechas o vacíos) o no se dispone de información de los desembarques, pero sí de un muestreo intensivo de tallas de las capturas. Con el fin de compatibilizar el supuesto de equilibrio antes mencionado, la implementación de este modelo consideró el promedio de las composiciones de tallas de las capturas de los últimos 5 años.

### 3.4. Desempeño del Modelo

Los parámetros del modelo son resueltos en un marco de estimación bayesiana penalizada, lo cual significa que cada uno de estos es tratado como variable aleatoria sujetos a una distribución a priori, mientras la composición de tallas es tratada por medio de una distribución de probabilidad multinomial (Canales et al., 2014). El modelo MODACT fue ajustado a la composición de tallas de camarón pomada de los últimos cinco años, y fue sensibilizado a los supuestos de desviación estándar de la talla a la edad ( $\alpha$  o  $\beta$ ). El modelo se desempeñó satisfactoriamente, buscando el mejor ajuste a los datos observados. Se encontró que la composición de la edad de captura está compuesta principalmente por cuatro grupos, con una muy baja presencia de individuos con edades superiores a los 6 meses (Figura 5 a y b).



**Figura 5. a)** Ajuste de modelo MODACT a datos observados y **b)** composición de edades relativas dentro de las capturas.

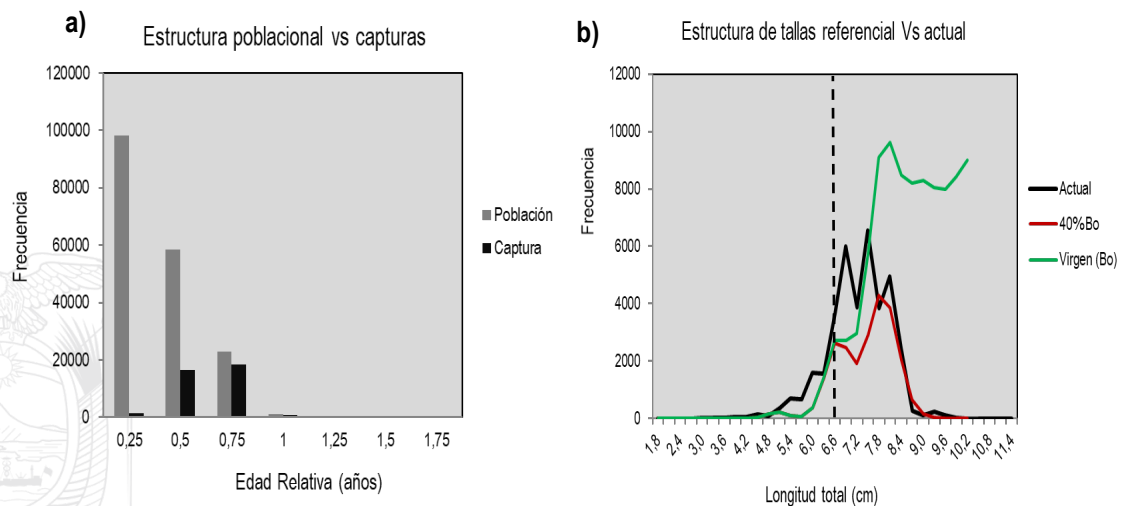
## 4. VARIABLES POBLACIONALES

### 4.1. Composición de edades/tallas de la población y las capturas

Las estimaciones de las composiciones de edades indican que las capturas están representadas por pocas clases anuales, y que la pesca genera un impacto en la reducción de los grupos de edades de la población bajo condiciones de equilibrio (promedio de largo plazo), como se observa en la figura 6a, las capturas están sustentadas principalmente en dos grupos de edades entre seis y ocho meses, posterior a esas edades es casi nula la presencia de

ejemplares de un año en adelante dentro de las capturas (Tabla 2), esto se explica porque una vez reclutados los camarones a la pesquería, estos son removidos rápida e intensamente por la pesca.

Por otra parte, en relación a las estimaciones de la composición de tallas, en este análisis, el nivel de explotación se representa por la distancia que hay entre la composición de tallas de una pesquería ideal y la que debería existir conforme alguna medida o política de manejo, para el caso del camarón pomada la figura 6b muestra que la estructura de talla actual está bastante aceptable en comparación con el valor de referencia de 40% de la biomasa virginal, esto probablemente tenga que ver con las características propias del recurso, crecimiento rápido y temprana talla de primera madurez que le permite al camarón ser muy resiliente a los efectivos de explotación, y se destaca que, la ventaja de estos invertebrados es que no migran o se desplazan tanto como los peces, constituyendo metapoblaciones.



**Figura 6.** Composiciones de edades y tallas de *P. precipua* capturado en el Golfo de Guayaquil – Modelo MODACT donde **a)** Composiciones de edad de la población y las capturas, barras grises es la población y las barras negras representan las capturas y **b)** Composiciones de tallas de la población explotable; línea negra es la condición actual, línea roja es la condición al 40% de la población virginal; línea verde es la población virginal y línea vertical negra es la talla de madurez.

**Tabla 2.** Parámetros estimados por edades relativas donde  $N_{pobl}$  es el tamaño de la población a la edad; Captura; Madurez sexual; Peso individual; Selectividad y  $F$  es la mortalidad de pesca por edad.

Edad Relativa (fracción año)	Talla	Dev.st	$N_{pobl}$	Captura	Madurez	Peso	Selectividad	$F$
0,25	5,05384	0,252692	98376,7	1332,5	1,69192E-20	9,58813	0,00529969	0,0173493
0,5	6,69212	0,334606	58642,2	16640,8	0,937747	17,8331	0,133557	0,437217
0,75	7,89371	0,394685	22971,1	18542,9	1	25,6875	0,816835	2,67403
1	8,77501	0,43875	960,988	813,189	1	32,457	0,992309	3,24847
1,25	9,4214	0,47107	22,6349	19,1837	1	37,9775	0,999732	3,27277
1,5	9,89549	0,494774	0,520337	0,441025	1	42,3299	0,999991	3,27362
1,75	10,2432	0,512161	0,0119515	0,0101298	1	45,6873	1	3,27365



## 4.2. Proyección de largo plazo y Diagnóstico

El modelo de análisis supone que la información analizada responde a una situación sostenida de largo plazo, y a su vez representada por condiciones de equilibrio y estabilidad de mortalidad por pesca y reclutamiento. Este modelo es aplicado bajo condiciones, en la cual la principal fuente de incertidumbre corresponde a las estadísticas de desembarques de los años más recientes, razón por la cual se supone que las composiciones de tallas de las capturas guardan información relevante sobre el estado de explotación del camarón pomada.

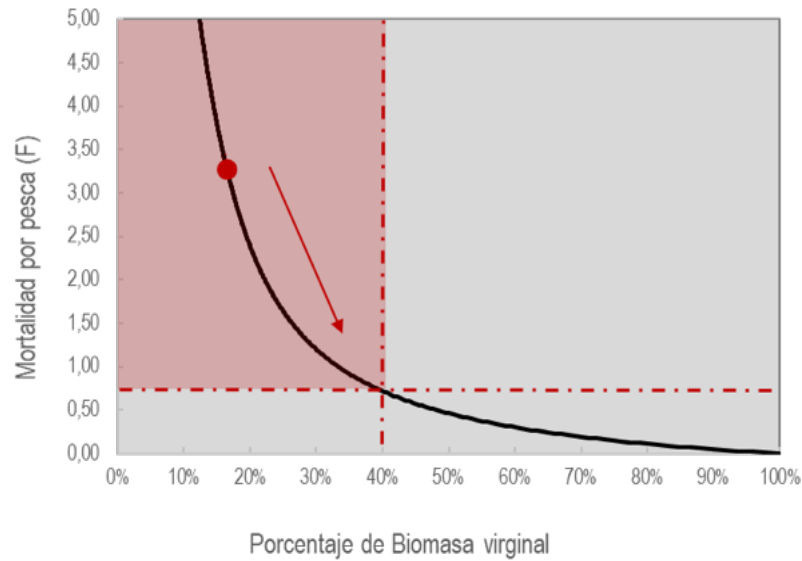
Los resultados muestran que las estimaciones fueron muy sensibles a los supuestos de análisis, el mejor ajuste de una hipótesis respecto de la otra se verificó si la diferencia en log-verosimilitud es mayor a dos unidades ( $\Delta LL > 2$ ) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Parámetros del modelo en equilibrio MODACT ajustado a las composiciones de tallas de las capturas promedio de los últimos cinco años del camarón pomada; donde  $\alpha$  y  $\beta$  es la desviación estándar de la talla a la edad; Parámetros de selectividad A50 y rango, talla de reclutamiento ( $L_0$ ), mortalidad por pesca estimada (Fcr) y de referencia (F40), proporción de biomasa desovante resultante (% $B_0$ ) y log-verosimilitud (LL).

Especie	$\alpha$	$\beta$	Fcr	A50	Rango	$L_0$	F40/Fcr	%B	LL	$\Delta LL$
<i>Protrachypene precipua</i>	1,00E-10	0,05	3,274	0,639	3	5,054	0,22	16%	1258,42	4

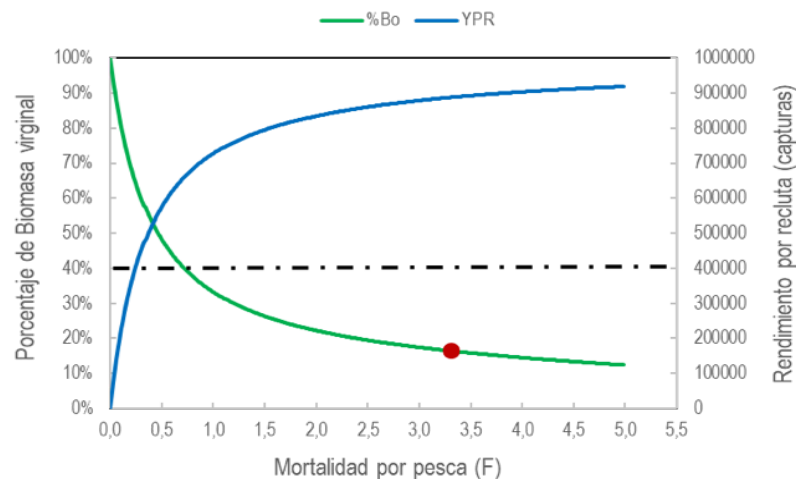
Los puntos biológicos de referencia se calcularon bajo el escenario de que el camarón pomada presenta una alta resiliencia, y que probablemente este recurso presente un conjunto de poblaciones que están interconectadas por dispersión larval formando metapoblaciones.

Del análisis de los últimos cinco años, el valor de mortalidad por pesca ( $F = 3.27$ ) fue mayor al valor de referencia, superando por mucho el objetivo de manejo (40%  $B_0$ ) en cualquier escenario de productividad (muy resiliente  $h = 1$ ; moderada resileinte  $h = 0.75$ ), con el esfuerzo de pesca aplicado actualmente se estaría dejando el 16% de la biomasa virginal disponible ( $B_0$ ). Estos valores de agotamiento indican que la pesquería se encuentra deprimida y que el recurso se encuentra en un proceso de sobrepesca (Figura 7).



**Figura 7.** Curva de Biomasa parental para distintos niveles de mortalidad por pesca (F) del camarón pomada capturado en el Golfo de Guayaquil.

La proporción entre la mortalidad por pesca objetivo y la mortalidad por pesca actual ( $F_{40}/F_{cr}$ ) mide de manera relativa, el monto en que la mortalidad por pesca (o esfuerzo de pesca) debiese ser ajustada con la finalidad de alcanzar el objetivo en el largo plazo. Para el caso del camarón pomada, el esfuerzo de pesca actual debería reducirse, estas medidas deben ser entendidas como referenciales, pero sin dudas sugieren la necesidad de reducir los niveles de explotación actualmente vigentes (Figura 8).



**Figura 8.** Curva de rendimiento relativo (línea azul) y reducción de la biomasa desovante por recluta (línea verde), respecto de la mortalidad por pesca, la línea negra horizontal es la referencia del 40% de la población virginal, el círculo rojo representa la condición actual evaluada para el promedio de los últimos cinco años.

Las pesquerías de camarón pomada en el país no han sido manejadas con límites máximo de capturas y/o control del esfuerzo pesquero; no obstante, los periodos de vedas, esta medida por sí sola, no ha logrado mitigar los efectos de

incrementos del esfuerzo de pesca sobre las poblaciones, una pesquería como la de camarón pomada de valor comercial considerable y sin control de capturas y esfuerzo, resulta muy proclive a estado de sobrepesca. No obstante, considerando que este recurso es altamente resiliente, la condición de sobrepesca puede ser revertida en el corto o mediano plazo, si se toman acciones de manejo inmediatas.

## 5. DIAGNÓSTICO

Basado en los resultados del análisis de stock de *P. precipua* para el Golfo de Guayaquil, considerando que la población de este recurso se encuentra en proceso de sobrepesca, lo cual significa que, agravado por la disminución de la intensidad de los reclutamientos, la mortalidad por pesca excede los valores de referencia y las capturas remueven más biomasa de lo que la población es capaz de producir de manera natural, se vuelve necesario revertir esta situación disminuyendo la mortalidad por pesca en 22%.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga O. L. 2002.** Diagnóstico del sector de la pesca y Acuicultura de la República del Ecuador. 56 pp.
- Beddington & Kirkwood 2005.** The estimation of potential yield and stock status using life-history parameters Phil. Trans. R. Soc. B (2005) 360, 163–170 doi:10.1098/rstb.2004.1582.
- Beverton & Holt 1956.** A review of methods for estimating mortality rates in fish populations, with special reference to sources of bias in match sampling. Rapp. P.-V. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 140: 67-83.
- Canales, C. 2016.** Evaluación de stock. Procesamiento y análisis. C. M. Canales. In: Evaluación directa del recurso juliana (*Tawera gayi*) en el mar interior de Chiloé e Islas desiertas, región de Los Lagos. Informe Final. Proyecto FIPA 2014-20. Instituto de Fomento Pesquero. 304 p.
- Canales, C, Cavieres, J y Techeira, C, 2014.** Implementación metodológica de evaluación de stock de recursos bentónicos. Programa de "Seguimiento de Pesquerías Bentónicas, 2014. IFOP.
- Calderón – Aguilera L.E. & J. C. Burgeño – Aburto. 1993.** Análisis y evaluación de la situación actual de la pesquería de camarón (*Penaeus* spp.) en el Golfo de California. Informe técnico. Comunicaciones académicas, serie ecológica CICESE. CIECT 9307., 21 pp.
- Cobo M & H Loesch. 1966.** Estudio estadístico de la pesca del camarón en el Ecuador y algunas características biológicas de las especies explotadas. Boletín Científico y Técnico del Instituto Nacional de Pesca. Vol 1. N° 6, 46 pp.
- Del Valle J. L. 1989.** Estrategia de Producción y Explotación en una laguna costera de México. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Barcelona, España. 266 pp.
- Ehrhardt N. 2007.** Evaluación y administración de la capacidad de pesca de acuerdo a criterios de pesca sustentables aplicables a especies anuales: Las pesquerías de camarón de Guatemala y Nicaragua como ejemplo. En: Agüero M (ed.). Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe. pp. 117 – 152. Roma. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 461. p. 403.
- Chicaiza D, R García-Sáenz & W Méndez. 2009.** La pesquería de arrastre del camarón pomada (*Protrachypene precipua*) en la zona de Posorja – Ecuador durante 2008. Boletín Científico y Técnico. Instituto Nacional de Pesca. Vol. XX, No 3. pp. 13.



- Chicaiza D 2013.** Crecimiento, Mortalidad y Aspectos Reproductivos del camarón pomada *Protrachypene precipua* (Burkenroad 1934) en el Golfo de Guayaquil – Ecuador. Tesis de maestría. Universidad Católica del Norte – Chile. 69 pp.
- Fischer W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, K Carpenter & V Niem. 1995.** Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro - oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, FAO. Vol. I: 1 - 646.
- Froese,R. and D. Pauly. Editores. 2019.** FishBase. World Wide Web electronic publication [www.fishbase.org.version](http://www.fishbase.org.version) (04/2019).
- Froese,R. and C Binohlan. 2000.** Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *Journal of Fish Biology* (2000) 56, 758–773 doi:10.1006/jfbi.1999.1194, available online at <http://www.idealibrary.com>. 16pp.
- García S & L Le Restre. 1987.** Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 203.180 p.
- García, S.M. & Newton, C.H., 1994.** Responsible fisheries: An overview of FAO policy developments (1945–1994). *Marine Pollution Bulletin*, 29(6-12): 528-536. Available at: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0025326X94906815>.
- Gutiérrez R. 2004.** *Camarones Costeros del Pacífico Nicaragüense, Ciclo de Vida y Distribución*. Centro de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas (CIPA). Reporte Técnico. Managua, Nicaragua. 13pp.
- Hordyk, A., Ono, K., Valencia, S.R., Loneragan, N.R., Prince, J.D., 2014b.** A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES J. Mar.Sci.*, <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsu004>.
- Hofmann, E.E. & Powell, T.M., 1998.** Environmental Variability Effects on Marine Fisheries: Four Case Histories. *Ecological Applications*, 8 (Special Issue): 23-32. Available at: <http://www.jstor.org/stable/2641360?origin=crossref>.
- Márquez – Tiburcio M.A. 1976.** Captura y esfuerzo en pesquerías de camarón en aguas interiores (Bahía Guásimas y Lobos, Sonora). pp 47 – 54. En: Castro – Aguirre J.L. (ed.). *Memorias del simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarones*. INP. 8 – 13 de agosto Guaymas, Sonora, México. Vol. I: 535 p.
- McPadden C. 1985.** Breve estudio de la industria camaronera en el Ecuador. *Boletín Científico y Técnico*. Instituto Nacional de Pesca. 8 (1):1-42 pp.
- Ormaza – González F. 2007.** Factores sinérgicos y ambientales determinantes de la excesiva capacidad de Pesca e Ineficiencias de la gestión: La pesquería del camarón de Ecuador. En: Agüero M (ed). *Capacidad de pesca y manejo pesquero en América Latina y el Caribe*. pp. 205 – 255. Roma. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 461. p. 403.
- Rueda M, J Angulo, N Madrid, F Rico & A Girón. 2006.** La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Instituto de Investigaciones marinas y costeras “José Benito Vives De Andrés”- INVEMAR. Santa Marta. 60p.
- Sheridan P. 1996.** Forecasting the fishery for pink shrimp, *Penaeus duorarum*, on the Tortugas Grounds, Florida. *Fishery Bulletin*, 94: 743-755.
- Soto L.R. 1969.** Mecanismo hidrológico del sistema lagunar Huizache – Caimanero y su influencia sobre la producción camaronera. Tesis. Prof. Univ. Aut. de B. Calif. Ensenada, B.C. 69 p.
- Wenner, E.L, D Knott, C Barans, S Wilde, O Blaton & J Amft. 2005.** Key factors influencing transport of white shrimp (*Litopenaeus setiferus*) post-larvae into the Ossabaw Sound system, Georgia, USA. *Fisheries Oceanography*, 14(3): 175-194. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2419.2005.00328.x>.



**ANEXO 1.** Ecuaciones generales del modelo de evaluación MODACT

PROCESO	ECUACIÓN
<u>Sobrevivencia</u> ; es la edad A+ = Edad grupo plus	$S_a = \exp(-Z_a)$
<u>Mortalidad total</u> ; es el efecto anual o mortalidad por pesca de completo reclutamiento. M es la mortalidad natural anual y $\Psi$ es la selectividad.	$Z_a = M + F_{cr}\Psi_a$
<u>Selectividad</u> ; donde A50 es la edad al 50% de retención y $\Delta$ el parámetro de dispersión.	$\Psi_a = \left( 1 + \exp(-\log(19) \left[ \frac{a - A50}{\Delta} \right]) \right)^{-1}$
Capturas estimadas por longitudes	$\hat{C}_l = P_{l,a} C_a$
Probabilidad de la longitud a la edad Donde: $l$ es la longitud, $L_\infty$ y K los parámetros de crecimiento (K anual) y $\sigma$ es la desviación de la talla a la edad	$P_{l,a} = \int_{l_1}^{l_2} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_a^2} (l - L_a)^2\right\} dl$ $L_a = L_{00}(1 - e^{-k}) + e^{-k} L_{a-1}$ $\sigma_a = a + b L_a$
<u>Rendimiento en peso</u> $W_t$ es el peso teórico a la longitud supuesto invariante entre años.	$\hat{Y} = \sum_l C_l w_l$
<u>Biomasa desovante</u> $O_t$ Corresponde a la ojiva de madurez sexual a la talla; $dt$ es la fracción del año del periodo de desove.	$BD_t = \sum_l P_{l,a} (N_{a,t}) w_l O_l e^{-dt Z_{l,a}}$
Proporción de longitudes a la captura	$\hat{p}_l = \frac{P_{l,a} \hat{C}_a}{\sum_l P_{l,a} \hat{C}_a}$

