

MANEJO INTEGRADO DE ESPACIOS MARINOS Y COSTEROS DE ALTO VALOR PARA LA BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR CONTINENTAL

Evaluación del Estado del Stock y Periodo Reproductivo del Cangrejo Rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil

Conservación Internacional (CI)
Instituto Nacional de Pesca (INP)

Iván Cedeño

MARZO 2019

El presente documento fue elaborado por el Consultor Senior MSc, Iván Cedeño Sánchez, como parte de la carta de entendimiento firmada entre CI e INP, dentro del proyecto "Manejo integrado de espacios marinos y costeros de alto valor para la biodiversidad en el Ecuador continental" (Proyecto Marino Costero), ejecutado por la Subsecretaría de Gestión Marina y Costera del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), Conservación Internacional Ecuador (CI-Ecuador) y el Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo (Hivos), gracias al financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y a la asistencia técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS.....	4
Parámetros de Crecimiento	4
Relación Longitud Peso.....	5
Reclutamiento	6
Mortalidad y Patrón de Explotación	6
Tamaño del stock y mortalidad pesquera	7
Rendimiento y biomasa por recluta.....	8
Abundancia absoluta.....	9
Periodo reproductivo	10
DISCUSIÓN	11
BIBLIOGRAFÍA.....	15

ACRÓNIMOS

INP	Instituto Nacional de Pesca
SRP	Subsecretaría de Recursos Pesqueros
MAGAP	Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca
REMCH	Reserva Ecológica Manglares Churute

Evaluación del Estado del Stock y Periodo Reproductivo del Cangrejo Rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil

Iván Cedeño
Conservación Internacional
ivancedenosanchez@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La pesquería de cangrejo rojo, *Ucides occidentalis* Ortmann, 1897, es considerada como una de las actividades de mayor importancia comercial en los ecosistemas de manglar de la costa del Pacífico Oriental (Cedeño, 2012a; Chalén et al., 2004; Solano et al., 2012). *U. occidentalis* es una especie de cangrejo semiterrestre que se distribuye desde Baja California (isla Espíritu Santo) hasta Perú (Río Tumbes) (Bright & Hogue, 1972), que habita dentro de madrigueras, bocas de esteros y pampas salitrosas. Dentro de los cangrejos semiterrestres, *U. occidentalis*, es una de las especies más explotadas en los manglares del litoral ecuatoriano, concentrándose su captura mayoritariamente en el Golfo de Guayaquil y de forma incipiente en las provincias de Esmeraldas y Manabí (Flores, 2012; Chalén et al., 2004). La captura de esta especie es altamente selectiva y se encuentra dirigida exclusivamente a individuos machos, tal como se encuentra establecido en el AM 030, emitido por la Subsecretaría de Recursos Pesqueros SRP del Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad, el 4 de julio de 2003 (Cedeño et al., 2012)(Zambrano, 2018).

La pesquería dirigida a esta especie es considerada como una actividad ancestral; sin embargo, no existen fuentes documentadas que permitan conocer la antigüedad de la misma en el Ecuador (Cedeño, 2012; Zambrano & Meiners, 2018). Cabe destacar que esta pesquería es de gran importancia como fuente de alimento y comercio para las comunidades pesqueras, que en gran parte están constituidas por familias de escasos recursos (Cedeño, 2012).

La actividad extractiva de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) es de libre acceso, esto es, que el esfuerzo pesquero no se encuentra limitado (Chalén et al., 2004), salvo ciertas excepciones como es el caso de la Reserva Ecológica Manglares Churute REMCH, donde el esfuerzo pesquero se encuentra limitado de manera oficial mediante la aplicación del Plan de Ordenamiento y Control de Pesca Artesanal, Acuerdo 003 del 1 de febrero de 2017, publicado en el RO 967 del 21 de marzo de 2017. Pese a la importancia de esta pesquería, existe un alto grado de desconocimiento y/o ausencia de cifras oficiales sobre el número de cangrejeros activos en el Golfo de Guayaquil; sin embargo, existen reportes como los realizados por Chalén et al., (2005), Flores (2012) y Bravo (2014), quienes reportaron que existen 2200, 2215 y 4120 cangrejeros respectivamente en el Golfo de Guayaquil.

Información básica sobre la dinámica poblacional y estado de salud del recurso son indispensables para los tomadores de decisión y manejadores pesqueros, para la formulación y establecimiento de medidas que promuevan la explotación sustentable de este recurso. En los últimos años se han logrado avances importantes en cuanto a la dinámica poblacional y estado de salud del recurso (crecimiento corporal, tallas medias de madurez sexual, biometría, mortalidad, tamaño del stock, niveles de explotación entre otros (Cedeño, 2012; Cedeño, 2018b; Cedeño, 2018c; Cedeño, 2018e; Zambrano, 2016; Zambrano, 2017). Históricamente, los estudios sobre esta especie estuvieron principalmente enfocados a aspectos biológicos-pesqueros y de

comercialización (Chalén, Correa y Miranda, 2004; Solano y Mendívez, 2004; Solano y Chalén, 2008; Solano & Moreno, 2009; Solano et al, 2010; Solano, Flores, & Ruiz, 2010; Solano, Ruiz, Villegas y Flores, 2012; Cedeño et al., 2012; Zambrano, 2018) y en menor grado sobre su biología (Barragán, 1993; Muñiz y Peralta, 1983).

Este estudio se realizó como parte de la consultoría denominada “levantamiento de línea base pesquera de los recursos cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) y concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) a nivel de Captura por Unidad de Esfuerzo CPUE, e indicadores del estado de stocks de biomasa en 12 concesiones de manglar de El Oro y Guayas y dos Áreas Marino Costeras Protegidas - Reserva Ecológica Manglares Churute y Refugio de Vida Silvestre Manglares el Morro, dentro del Proyecto Marino Costero. El presente documento busca proporcionar la evidencia científica necesaria que permita sustentar, mejorar y/o complementar las medidas de ordenamiento vigentes que aseguren la sustentabilidad de esta pesquería en beneficio de las comunidades.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información analizada en el presente estudio fue obtenida de las bases de datos históricas que posee el Instituto Nacional de Pesca INP (capturas, tallas comerciales, madurez sexual, densidad poblacional). Para el efecto, se emplearon únicamente las series de datos disponibles dentro del periodo 2013-2017, bajo el supuesto de condiciones estables. Las bases de datos proporcionadas fueron sometidas a un proceso de revalidación debido al número de inconsistencias presentes. Los datos dentro del periodo bajo análisis provienen del sistema de seguimiento participativo de la pesquería de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) que posee el INP desde 2011 para el Golfo de Guayaquil. Las estimaciones de capturas y estructura de tallas comerciales han sido consideradas como representativas para el área de estudio. Sin embargo, cabe resaltar que la información proporcionada por los usuarios se encuentra mayoritariamente concentrada en la provincia del Guayas.

Los datos empleados para evaluar el estado del stock se encuentran relacionados a individuos machos (fase explotable), debido a que esta pesquería se encuentra exclusivamente dirigida a la captura de ese sexo. Para el caso de los análisis de densidad poblacional y estadios de madurez, los datos se encuentran representados por individuos de ambos sexos, dado que las muestras colectadas para el efecto provienen de los estudios técnicos realizados por el INP *In Situ* (datos dependientes del stock).

Los análisis de frecuencias de tallas comerciales estuvieron basados en la información recolectada por los propios cangrejeros de las diversas organizaciones pesqueras que vienen colaborando dentro del seguimiento participativo de esta pesquería. Un total de 86.132 ejemplares machos de cangrejo rojo fueron medidos entre los años 2013 y 2017 (formularios validados por INP), mediante el uso de calibradores vernier (0,1mm), registrando tanto la longitud como el ancho del cefalotórax de cada individuo. Los histogramas anuales de tallas fueron construidos en base a datos agrupados por clases de talla de 1mm.

Se determinó la relación ancho del cefalotórax de los individuos machos con respecto a su peso corporal para la estimación de los parámetros a y b de la curva de regresión, así como del coeficiente de correlación r . En este sentido, se emplearon los datos de 9.249 individuos machos, provenientes de los muestreos *In Situ* realizados por los técnicos del INP como parte de los estudios independientes de la pesquería (aspectos reproductivos), en colaboración con cangrejeros expertos para la captura de los

especímenes. Todos los especímenes fueron medidos y pesados con calibradores vernier digitales (0,01mm) y balanzas grameras (0,1 g), respectivamente.

Se utilizaron métodos indirectos para la estimación de los parámetros de crecimiento, basados en las distribuciones de frecuencias de tallas provenientes de las capturas comerciales (2013-2017 y 2015-2017), con un intervalo de 1 y 5 mm por clase de talla para cada periodo bajo análisis. Los parámetros, tasa instantánea de crecimiento K y longitud asintótica L_{∞} del modelo de crecimiento de Von Bertalanffy fueron estimados mediante la aplicación de las RUTINAS ELEFAN y Shepherd's Method, contenidas en el programa computacional FISAT II (FAO, 2006), considerado que la curva de crecimiento en crustáceos se suaviza y se ajusta al modelo, debido a que los individuos dentro de una misma cohorte mudan en tiempos diferentes (Sparre & Venema, 1992). El parámetro de condición inicial t_0 fue estimado de igual manera mediante las rutinas SLCA y ELEFAN incorporadas en el programa computacional LFDA5 (Kirkwood, Aukland, & Zara, 2001).

Se utilizaron una serie de métodos publicados para efectos de cálculo y comparación entre las estimaciones de mortalidad natural M , los que se encuentran basados en parámetros poblacionales de alta relevancia como la longevidad, tasa de crecimiento y la edad media de madurez sexual (Hoenig, 1983; Hewitt & Hoenig, 2005; Jensen, 1996; Richter & Efanov, 1977). Existen otros métodos; sin embargo la exploración de toda la gama de estimados posibles de M esta fuera del alcance del presente documento. Con el objeto de seleccionar la mejor estimación de M se aplicó la función de plausibilidad de Beverton & Holt (1959) basada en la relación $1,5 < M/K < 2,5$.

La estimación de la mortalidad total Z fue calculada a través de la curva de captura linearizada de Pauly (1984), contenida en el programa computacional FISAT II (FAO, 2006). Una vez estimados los valores de M y Z se procedió al cálculo de la tasa de mortalidad pesquera F y nivel de explotación E , así como también la curva de selectividad específica mediante la cual se identificaron los parámetros L_{25} , L_{50} y L_{75} . Una vez calculados los parámetros a y b (relación longitud/peso), L_{∞} y K (crecimiento) y M y F (Mortalidad natural y Pesquera) para el periodo bajo análisis (2013-2017) se ejecutó un análisis de población virtual (APV), basado en longitudes mediante la rutina modificada de Jones & van Zalinge (1981), que posee el programa computacional FISAT II (FAO, 2006) para la estimación del número de sobrevivientes N , biomasa en equilibrio y mortalidad pesquera en el stock por clase de talla.

Se ejecutó un análisis de población virtual (APV), basado en longitudes mediante la rutina modificada de Jones & van Zalinge (1981). Para esto se construyó una pseudo-cohorte, constituida por el número promedio de individuos capturados por clase de talla entre 2013 y 2017, bajo el supuesto de condiciones estables en estos años. Debido a que no existen cifras oficiales en los últimos años sobre el número total de cangrejeros activos en el Golfo de Guayaquil, se extrapolaron las capturas a 4000 cangrejeros; valor que fue empleado por Cedeño (2018b) para el periodo 2011-2013. El APV fue ejecutado mediante la aplicación de los parámetros a y b (relación longitud/peso), L_{∞} y K (crecimiento) y M y F (Mortalidad natural y Pesquera) que fueron estimados para el presente estudio. Para efectos comparativos, se llevó a cabo también un APV mediante el uso de los parámetros de crecimiento y mortalidad natural que fueron estimados por Cedeño (2018b) en 2014 para el periodo 2011-2013.

Se aplicaron análisis de rendimiento por recluta Y/R , biomasa por recluta B/R y biomasa parental por recluta BP/R , basados en el modelo de Thompson & Bell (1934) mediante el uso de hojas de cálculo Excel, con el fin de observar el comportamiento de estas variables bajo diversos parámetros y escenarios de explotación de esta pesquería. La biomasa parental BP , fue calculada en función de la ojiva de madurez

sexual fisiológica estimada por Cedeño (2012). Adicionalmente, se empleó el criterio de explotación $F_{0,1}$ como un punto de referencia biológico conservador para optimizar el rendimiento de esta pesquería, el que corresponde al valor de F donde la curva de rendimiento por recluta es sólo 1/10 de la pendiente de la curva en los niveles bajos de mortalidad pesquera (King, 1995).

Por otro lado, las estimaciones de abundancia absoluta media, provenientes de los estudios de densidad poblacional realizados por el INP, fueron calculadas en base al número de individuos observados por cuadrante de muestreo (25 m^2) de ambas franjas mareales (intermareales y supramareales) de manera conjugada. Esto último, tomando en consideración lo reportado por Cedeño (2018e), quien no evidenció diferencias significativas de la abundancia absoluta media entre franjas mareales, zonas y meses, salvo mínimas excepciones, para las zonas de Mondragón, Naranjal y Churute en diciembre 2011 y, abril y noviembre 2012.

Finalmente, el periodo reproductivo se determinó mediante la composición porcentual de los diferentes estadios de desarrollo gonadal, observados de manera mensual, tanto en machos como hembras. Cabe destacar que los individuos muestreados, provienen tanto de la captura comprobatoria realizada durante los estudios de densidad poblacional así como de los muestreos dirigidos exclusivamente a la recolección de especímenes para este efecto (datos dependientes del stock).

RESULTADOS

Parámetros de Crecimiento

La Figura 1 muestra las distribuciones de frecuencia de tallas de los individuos machos de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) capturados entre 2013 y 2017; las que se caracterizaron por presentar diversos grupos modales por año. La amplitud en tallas fue superior en 2013 con individuos desde 57 mm hasta 117 mm AC con respecto a los otros años dentro del periodo bajo análisis. De igual manera se puede observar un ligero incremento en la talla media de captura a partir de 2014 de hasta 1,7 mm AC, a excepción de 2015 donde la talla media de captura fue similar a la de 2013. El grupo modal más alto en todos los años, estuvo representado por individuos de 90-91 mm AC.

Las Tablas 1 y 2 muestran los diferentes parámetros de crecimiento estimados, a partir de arreglos en los datos correspondientes al ancho del intervalo utilizado para agrupar la información de tallas así como de dos periodos de tiempo. El segundo periodo de tiempo relativo al 2015-2017 tomando en consideración la regulación de talla mínima de captura que entró en vigencia el 2014 a través del AM MAGAP No. 004-1, con fines comparativos. Se pueden observar ciertas similitudes en los parámetros de crecimiento estimados a través de los dos métodos y arreglos de datos empleados. En la mayoría de los casos observados, los resultados indicarían que el cangrejo rojo, es una especie de crecimiento lento ($0,06 \leq K \leq 0,16$) y con una longitud asintótica (L_{∞}) entre 117,15 mm – 122,91 mm AC. Sin embargo, se observaron ciertas excepciones, donde el método ELEFAN I generó resultados que indican que esta especie es de crecimiento rápido ($K=0,79$; 2013-2017 y $K=0,95$; 2015-2017) (Tabla 2). Para efectos de los análisis que fueron ejecutados en etapas posteriores, se emplearon los parámetros de crecimiento estimados en la Tabla 1, incluida la estimación del T_0 (ELEFAN I, periodo 2015-2017), bajo la consideración de que esta especie posee una longevidad media como fuese reportado por Cedeño (2018b) para el periodo 2011-2013.

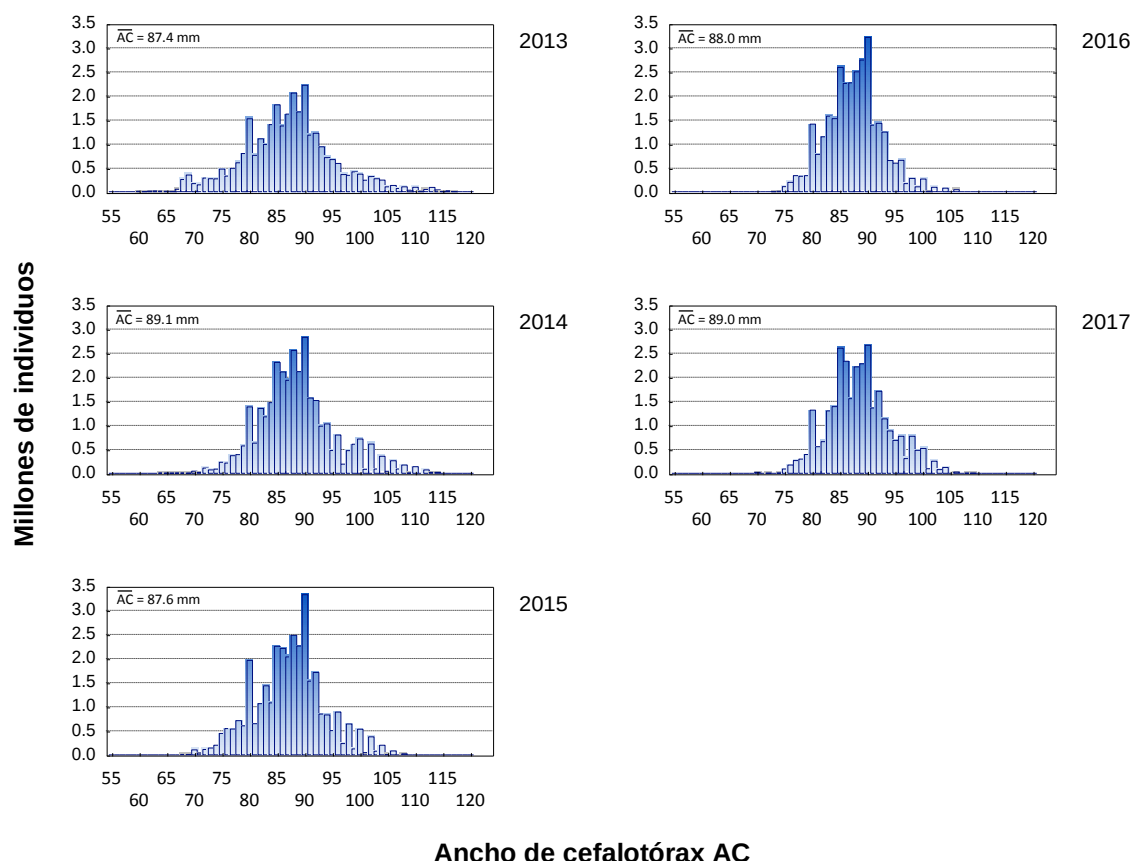


Figura 1. Número de individuos machos de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) por clase de talla, capturados anualmente, 2013-2017.

Tabla 1. Parámetros de crecimiento estimados a partir de distribuciones de frecuencia de tallas con intervalo de clase de 1,0 mm, 2013-2017 y 2015-2017.

PARÁMETRO	2013-2017		2015-2017	
	ELEFAN I	SHEPHERD	ELEFAN I	SHEPHERD
L_{∞}	122,91	122,35	122,63	117,15
K	0,13	0,13	0,16	0,06
t_0	-0,82	-0,12	-0,80	-0,84

Tabla 2. Parámetros de crecimiento estimados a partir de distribuciones de frecuencia de tallas con intervalo de clase de 5,0 mm, 2013-2017 y 2015-2017.

PARÁMETRO	2013-2017		2015-2017	
	ELEFAN I	SHEPHERD	ELEFAN I	SHEPHERD
L_{∞}	133,92	109,07	115,40	117,50
K	0,79	0,11	0,95	0,11
t_0	-0,77	-0,86	-0,83	-0,84

Relación Longitud Peso

La Figura 2 muestra los valores de a (0,005) y b (2,425) correspondientes a la relación longitud/peso en individuos machos de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) del periodo 2013-2017. Se puede observar que la asociación entre las variables es relativamente alto con un coeficiente de correlación r de 0,88.

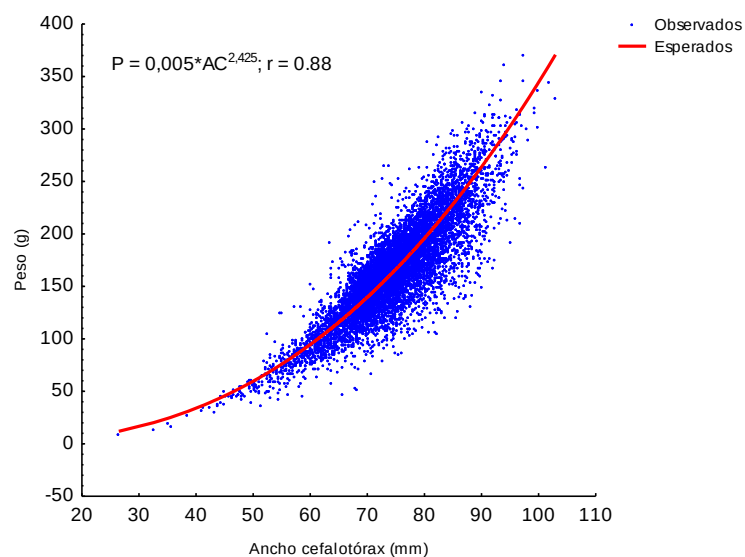


Figura 2. Peso vs. Ancho del Cefalotórax AC en machos de cangrejo rojo (*U. occidentalis*), 2013-2017.

Reclutamiento

La edad de reclutamiento estuvo constituida por individuos de 3,1 años de edad aproximadamente en 2013 y de 4,3 años como promedio entre 2014-2017, este último correspondiente al periodo donde se encuentra aún en vigencia el AM MAGAP No. 004-1, que regula la talla mínima de captura permitida a 7,5 mm AC.

Mortalidad y Patrón de Explotación

La Tabla 3 muestra los parámetros que fueron utilizados en cada uno de los métodos empleados para las estimaciones de M. El método de Richter & Efanov (1977), basado en la edad media de madurez sexual, proporcionó los valores mas altos de M (0,46 año⁻¹). Los resultados obtenidos a través de los otros métodos (Hoenig, 1983; Hewitt & Hoenig, 2005; Jensen, 1996) fueron considerablemente similares; sin embargo el primero y el tercero cumplieron con la función de plausibilidad de Beverton & Holt, (1959), correspondiendo a un valor de M = 0,24 año⁻¹.

Tabla 3. Estimaciones de mortalidad natural M en machos de *U. occidentalis*, M/K: relación entre la mortalidad natural y el coeficiente de crecimiento corporal.

	Parámetros	M	M/K
Hoenig (1983)	$t_{\max} = 18,5$	0,24	1,5
Hewitt & Hoenig (2005)	$t_{\max} = 18,5$	0,23*	1,4
Jensen (1996)	$K = 0,16$	0,24	1,5
Richter & Efanov (1977)	$t_{\text{mass}} = 3,5$ años	0,46*	2,9

$t_{\max}$: edad máxima, K: tasa instantánea de crecimiento y t_{mass} : edad media de madurez sexual

* estimaciones excluidas del análisis

La Figura 3 muestra la línea de captura linearizada de Pauly (1984) correspondiente al periodo 2013-2017, así como las probabilidades de captura por clase de talla. A través de la pendiente observada en la curva de captura se estimó un valor Z de 1,06 año⁻¹. Para el análisis se excluyeron, tanto las primeras clases de tallas así como las últimas. Las primeras debido a que estas corresponden a individuos que no han sido plenamente reclutados a la pesquería, y las últimas a muestras constituidas por un

reducido número de individuos. Una vez calculadas las tasas de mortalidad Z y M se estimaron los valores de F y E ($0,82 \text{ año}^{-1}$ y $0,77$; respectivamente). Las probabilidades de captura $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$ correspondieron a individuos con 83,4; 86,1 y 87,4 mm AC respectivamente.

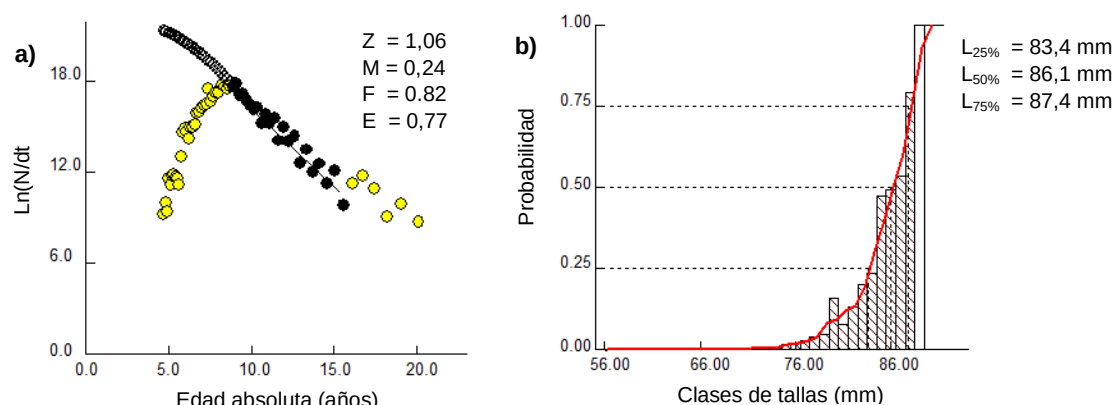


Figura 3. a) Curva de captura linearizada, Z : Mortalidad total; M : Mortalidad Natural; F : Mortalidad pesquera y E : Tasa de explotación y b) Probabilidades de captura por clase de talla AC (mm); $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ y $L_{75\%}$ corresponden a tallas en que el 25%, 50% y 75% de los individuos son propensos a ser capturados.

Tamaño del stock y mortalidad pesquera

La Tabla 4 muestra las estimaciones del número de reclutas que ingresaron de manera anual a la pesquería, tamaño del stock y biomasa, basado en los diferentes parámetros poblacionales que han sido estimados para este recurso. El tamaño del stock fue estimado en aproximadamente 239 millones de individuos machos de cangrejo rojo (*U. occidentalis*), lo que representa una biomasa de 57.155 t de este recurso en el Golfo de Guayaquil. Por otro lado, las estimaciones de tamaño del stock y biomasa obtenidas mediante la aplicación de los parámetros de crecimiento y mortalidad natural empleados por Cedeño (2018) en 2014, generaron resultados con amplios márgenes de diferencia (137,5 millones de individuos y 21.183 t, respectivamente). A pesar de estas diferencias, los niveles de reclutamiento fueron similares en ambos escenarios (86,9 y 87,9 millones de reclutas). Para efectos comparativos, la Tabla 4 muestra también los resultados que fueron obtenidos por Cedeño (2018) para el periodo 2011-2013.

Tabla 4. Parámetros empleados para la estimación del número de reclutas, tamaño del stock y biomasa de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, 2011-2013 y 2013-2017.

Periodo	L_{∞} (mm)	K	M	F	Z	Reclutas (millones)	Tamaño del Stock (millones)	Biomasa (t)
2011-2013*	125,2	0,26	0,41	1,60	2,01	91,5	136,2	20.058
2013-2017**	125,2	0,26	0,41	1,37	1,78	86,9	137,5	21.183
2013-2017	122,6	0,16	0,24	0,82	1,06	87,9	239,1	57.155

*(Cedeño, 2018b)

** Parámetros de crecimiento y mortalidad natural tomados de Cedeño (2018b)

La Figura 4 muestra las capturas teóricas, el tamaño del stock en número de individuos y la biomasa en toneladas por edad relativa, obtenidas mediante el modelo de Thompson & Bell (1934), basado en los diferentes parámetros poblacionales estimados para este recurso dentro del periodo de estudio y las mortalidades pesqueras por clase de talla provenientes del APV. La talla media de captura teórica

para el periodo 2013-2017 fue de 88,3 mm AC, constituida por individuos de 7,2 años de edad. El valor de captura promedio más alto para el periodo corresponde a la clase de talla de 90 mm (individuos de 7,5 años aproximadamente) con una mortalidad pesquera F de 1,1. A partir de la talla de 95 mm (8,5 años aproximadamente) se presentan amplias fluctuaciones en F , con un valor promedio de 0,55. Los individuos que contribuyen al nivel máximo de biomasa en el stock poseen una talla aproximada de 79-80 mm AC (5,7 años de edad).

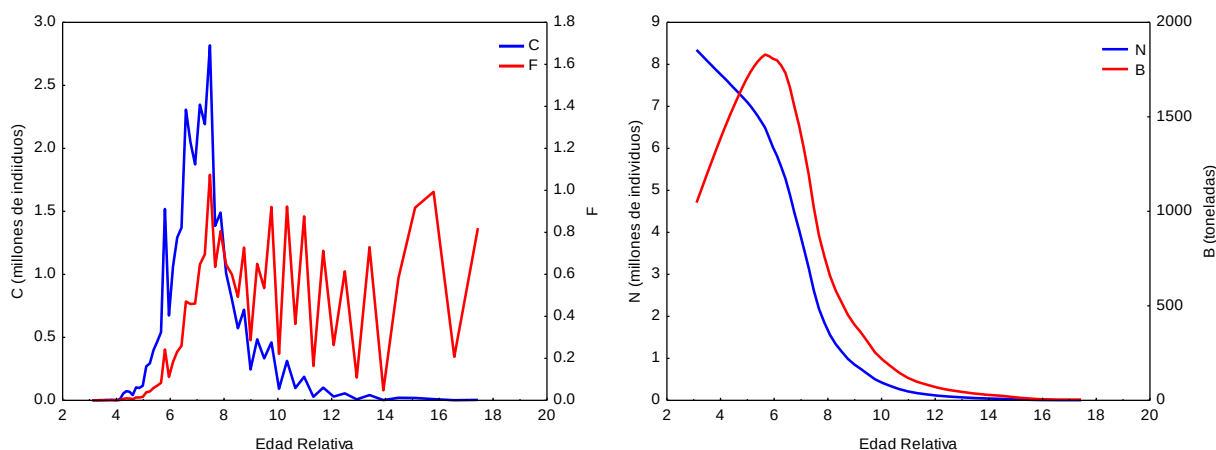


Figura 4. Capturas teóricas promedio 2013-2017 y mortalidad pesquera por edades relativas (izquierda) y número medio de individuos y biomasa en estado de equilibrio del stock por edades relativas (derecha).

Rendimiento y biomasa por recluta

Con propósitos comparativos se procedió a realizar estimaciones del rendimiento y la biomasa por recluta (Y/R y B/R , respectivamente) bajo dos distintos escenarios, haciendo uso del modelo de Thompson & Bell (1934). Ambos para el mismo periodo de estudio 2013-2017; sin embargo, los parámetros de entrada empleados aquí correspondieron a: i. aquellos calculados en el presente estudio para el periodo y ii. aquellos calculados por Cedeño (2018b) para el periodo 2011-2013. En ambos casos no se logró alcanzar el valor máximo de mortalidad pesquera ($F_{\max}$) que genere el máximo rendimiento sostenible RMS. La Figura 5 muestra los niveles actuales de explotación a los que se encuentra sometida esta pesquería ($F_{\text{Factor}} = 1$), así como los cambios producidos en el rendimiento y biomasa por recluta si esta fuese sometida a menores o mayor niveles de mortalidad pesquera. De igual manera se puede observar el punto de referencia objetivo $F_{0,1}$, mismo que ha sido empleado en el presente análisis como un criterio de explotación conservador para efectos de manejo de esta pesquería.

En la Figura 5 (izquierda) muestra que el nivel de explotación actual genera un rendimiento por recluta Y/R de 128 g, una biomasa por recluta B/R de 650 g y una biomasa parental por recluta BP/R de 593 g. Por otro lado, la Figura 5 (derecha), muestra el otro escenario, calculado con los parámetros de crecimiento, a y b de la relación AC vs peso y mortalidad natural, estimados por Cedeño (2018b), donde los valores de Y/R , B/R y BP/R son de 84, 244 y 222 g respectivamente. En ambos escenarios se observa que se debe aplicar una reducción del esfuerzo pesquero actual ($F_{\text{Factor}} = 1$) para alcanzar los valores de $Y/R_{0,1}$, $B/R_{0,1}$ y $BP/R_{0,1}$. En el caso del escenario de la Figura 5 (izquierda) el esfuerzo pesquero debería reducirse en un 21% ($F_{0,1} = 0,79$) con respecto al nivel de mortalidad pesquera existente actualmente, en contraste, esta reducción es aún mayor en el escenario de la Figura 5 (derecha) donde esta reducción corresponde a un valor del 30% ($F_{0,1} = 0,70$).

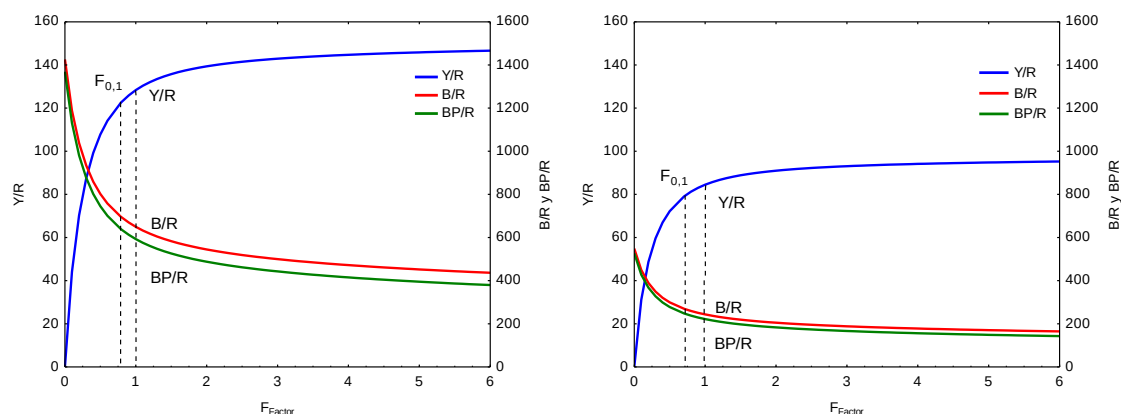


Figura 5. Rendimiento por recluta Y/R; biomasa por recluta B/R y biomasa parental por recluta BP/R Vs mortalidad pesquera, basado en el modelo de Thompson & Bell (1934). $F_{0.1}$: corresponde al valor del 10% de la pendiente en el origen. Con parámetros calculados para 2013-2017 (izquierda) y con parámetros tomados de Cedeño (2018b) (derecha).

En ambos casos se puede observar un incremento en los valores de B/R y BP/R, en caso de producirse estas reducciones en los niveles de esfuerzo pesquero a los que se encuentra sometida esta pesquería (7 y 8% respectivamente en el primer escenario y 11 y 12% respectivamente en el segundo escenario).

Abundancia absoluta

La Tabla 5 muestra las estimaciones de abundancia absoluta media (expresada en número de cangrejos/m²) así como los intervalos de confianza. Las estimaciones realizadas para noviembre y octubre de 2017, no son del todo comparables, debido a la baja representatividad del muestreo realizado en las zonas de estudio (1: cuadrante intermareal y 2: cuadrante intermareal y supramareal). Las abundancias absolutas medias observadas entre 2013 y 2014 son bastante similares a excepción de Churute, en octubre 2014, donde se evidenció la máxima abundancia absoluta media (media $\pm$ EE = 1,0 $\pm$ 0,20). Cabe destacar que está última presentó la mayor variabilidad con respecto a las demás y como consecuencia un intervalo de confianza más amplio.

Tabla 5. Abundancia absoluta media (número de cangrejos/m²) por zona en el Golfo de Guayaquil.

Año	Mes	Zona	Abundancia Absoluta	Intervalo		Cuadrantes (25 m ²)	EE
				-95%	+95%		
2013	Marzo	Churute	0,6	0,5	0,6	16	0,03
		Mondragón	0,6	0,5	0,8	16	0,07
		Naranjal	0,5	0,4	0,6	16	0,03
2014	Abril	Churute	0,5	0,4	0,6	16	0,03
		Mondragón	0,5	0,4	0,7	16	0,07
		Naranjal	0,6	0,5	0,7	16	0,05
	Octubre	Churute	1,0	0,5	1,4	12	0,20
		Mondragón	0,6	0,5	0,7	16	0,05
		Naranjal	0,7	0,5	1,0	12	0,10
2017	Noviembre	Churute	1,5*	-	-	1	-
		Naranjal	2,1*	-	-	2	-
	Octubre	Churute	0,6*	-	-	2	-
		Naranjal	1,3*	-	-	2	-
		Puerto Jelí	1,2	0,7	1,7	4	0,15

*Valores de abundancia absoluta media poco representativos (1-2 cuadrantes de muestreo)

Periodo reproductivo

La composición porcentual de los estadios de madurez en machos mostró una predominancia de individuos en maduración (estadio 2) entre 2013 y 2017. Por otro lado, la presencia de individuos maduros (estadio 4) es considerablemente irregular, particularmente para los años 2015-2017 (Figura 6).

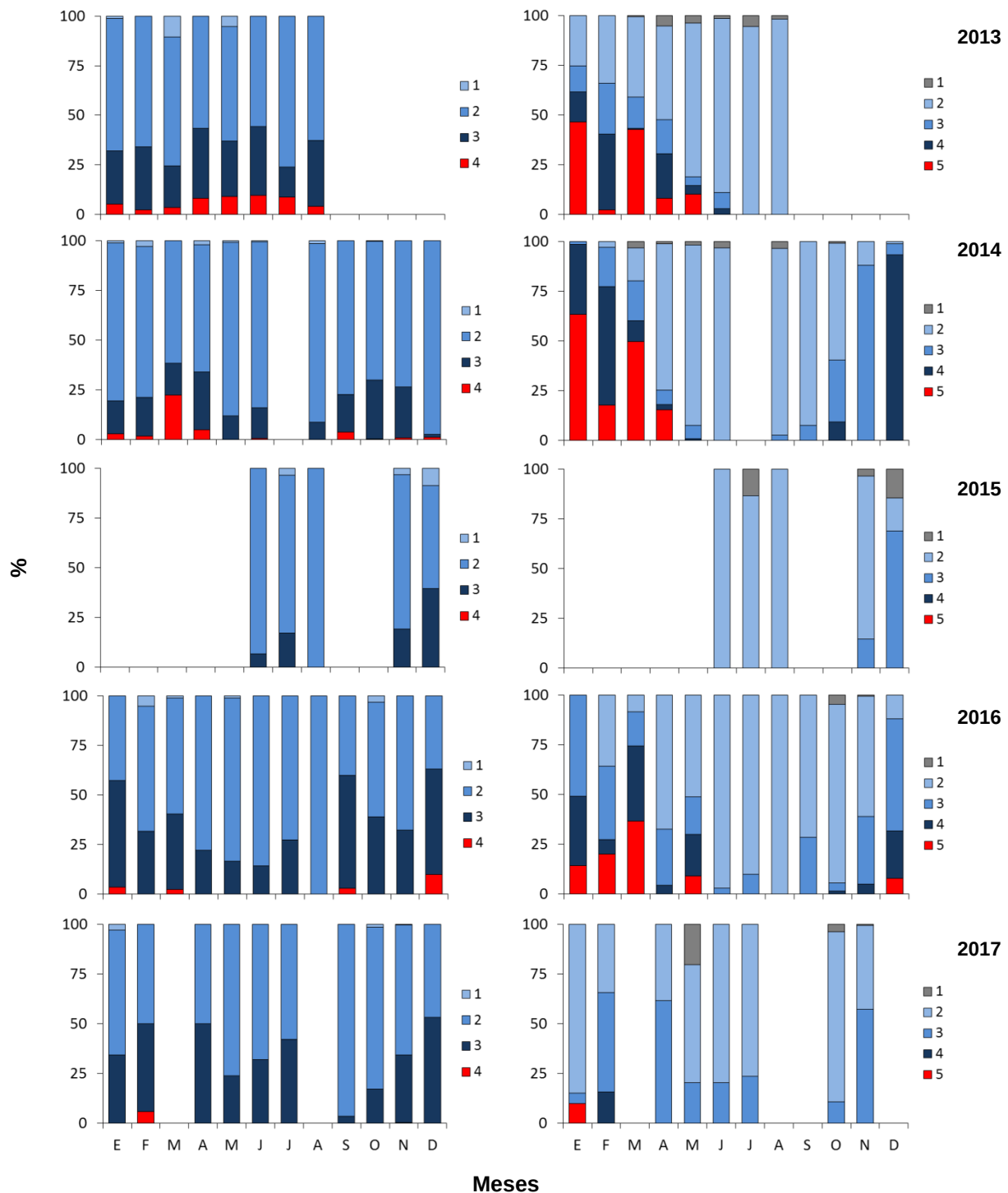


Figura 6. Composición porcentual por estadios de madurez de machos y hembras de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. 1) virgen, 2) en maduración, 3) madurante, 4) maduro y 5) desove.

En contraste a lo observado en los individuos machos, la presencia de hembras en estadio 5 (con huevos adheridos a los pleópodos y desovadas con ovarios con color naranja suave), mostraron patrones más claros que evidencian actividad intensa de desove desde enero a mayo. El patrón en mención no fue observado en 2015 por falta de datos. Llama particular atención el año 2017 donde no se evidencia ocurrencia del periodo reproductivo a excepción del mes de enero representado por un porcentaje considerablemente bajo de desove (estadio 5) (Figura 6).

DISCUSIÓN

Tal como reportado por Cedeño (2018b) para el periodo 2011-2013, el modelo participativo instaurado en 2011 por el INP, para el seguimiento de esta pesquería, ha permitido fortalecer los estudios dirigidos a evaluar el estado de salud del stock de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. Pese a que este modelo ha experimentado ciertas debilidades en los últimos años por situaciones de carácter institucional, la información entregada por las organizaciones pesqueras, que aún prevalecen, sigue siendo considerada como altamente representativa para el Golfo de Guayaquil (Cedeño, 2018a; Cedeño, 2018d). La evaluación de stock ejecutada en el presente estudio estuvo dirigida exclusivamente a la población de machos sometida a explotación. Por otro lado, los resultados obtenidos de densidad poblacional y periodos reproductivos incluye tanto individuos machos y hembras provenientes de los muestreos poblacionales realizados *In Situ* por el INP.

Los parámetros de crecimiento reportados para cangrejo rojo (*U. occidentalis*) a través de la aplicación de métodos indirectos son considerablemente variables. Es así que Chalén (2004) reportó un L_{∞} de 96 mm AC con un K de $0,5 \text{ año}^{-1}$ y un t_0 de 0,16, basado en datos de tallas comerciales de los principales puertos de la Provincia del Guayas y El Oro. De igual manera, Chalén indica que esta especie alcanza su longitud asintótica a la edad de 6 años. En contraste, Cedeño (2018b) calculó los parámetros de crecimiento para el periodo 2011-2013 con datos provenientes del modelo participativo (Golfo de Guayaquil) con resultados diferentes ($L_{\infty} = 125,2 \text{ mm AC}$, $K = 0,26$ y $T_0 = -0,72$ y $-0,80$), indicando que *U. occidentalis* es una especie de longevidad mediana, que puede alcanzar los 10 años de edad. Zambrano (2017) estimó los parámetros de crecimiento para el periodo 2011-2014 (Golfo de Guayaquil), concluyendo que *U. occidentalis* posee un crecimiento no-asintótico y que existen diferencias entre los parámetros de ambos sexos, relacionado con la madurez sexual, que es alcanzada por las hembras a edades más tempranas. De igual manera, Zambrano indica, que debido a que esta especie posee una curva de crecimiento sigmoidea vertical invertida, los parámetros del modelo que mejor se ajustó, no son útiles en los modelos tradicionales de evaluación de stocks, ya que estos basan sus rutinas en el modelo de Von Bertalanffy. Por otro lado, existen reportes de parámetros de crecimiento para esta especie en la región de Tumbes en Perú, como lo reportado por Poma & Bocanegra (1997), quienes estimaron una tasa de crecimiento considerablemente más alta a las estimadas en el presente estudio ($K = 1,02 \text{ año}^{-1}$) alcanzando un L_{∞} de 119,5 mm AC.

La combinación de parámetros de crecimiento que fue utilizada como valores semilla ($L_{\infty} = 122,63 \text{ mm AC}$, $K = 0,16$ y $T_0 -0,80$) para etapas posteriores en el presente estudio, presenta ciertas similitudes a lo encontrado por Diele (2000) para *Ucides cordatus* en el norte de Brasil (Estuario Caeté). Diele indica, que esta especie es de crecimiento lento ($0,15 \leq K \leq 0,19$, en machos) y longeva, con una expectativa de vida > 10 años. Las estimaciones de Diele, se encuentran basadas en mediciones directas del incremento de crecimiento individual de machos y hembras (estadios juveniles tempranos en laboratorio y estadios juveniles-adultos en medio natural de 100 m^2).

Cabe destacar que los resultados obtenidos por Diele, mostraron diferencias entre los métodos indirectos basados en análisis de cohortes y los directos realizados *In situ*.

Tal como reportado por Cedeño *et al.*, (2012), Zambrano (2018), Zambrano & Meiners (2018) y Cedeño (2018b), las tallas medias de captura se han incrementado en los últimos años en comparación a la información histórica que posee el INP para la zona de Naranjal. Este incremento es aun superior a partir de 2014, llegando hasta los 89 mm AC en 2017, hecho que se encuentra directamente relacionado al cambio establecido en la talla mínima de captura permitida, a través del AM MAGAP No. 004-1 del 13 de enero de 2014.

Cedeño (2018b) estimó una edad de reclutamiento de 1,6 años de edad en contraste a la obtenida en el presente estudio de 3,1 y 4,3 años (2013 y 2014-2017 respectivamente), debido a las diferencias encontradas en los parámetros de crecimiento estimados en el presente estudio.

Situación similar ocurre con las estimaciones de mortalidad natural al encontrarse estas estrechamente relacionados con los parámetros de crecimiento. Tanto por Cedeño (2018b), como en el presente estudio, se excluyeron de los análisis aquellos valores de mortalidad natural que no cumplieron con la de plausibilidad de Beverton & Holt (1959) dado por la relación $1,5 < M/K < 2,5$. Los valores estimados de Z y F bajo los dos escenarios indicados en la Tabla 4 fueron inferiores a aquellos reportados por Cedeño (2018b). El primer escenario correspondiente al periodo 2013-2017, con parámetros de crecimiento L_{∞} y K así como de M , tomados de Cedeño (2018b) generaron una estimación del tamaño del stock (137,5 millones de individuos machos) similar a la encontrada por Cedeño para el periodo 2011-2013 (136.2 millones de individuos machos). Por otro lado, el segundo escenario (2013-2017, con parámetros calculados para el periodo) generó una estimación del tamaño del stock considerablemente superior (239,1 millones de individuos machos), influenciado en mayor medida por las estimaciones de F y Z que fueron inferiores con respecto al escenario 1. En ambos casos se estima una tasa de explotación $E = 0,77$, similar a lo señalado por Cedeño (2018b) con un $E = 0,80$. Todos estos resultados difieren significativamente a lo reportado por Poma & Bocanegra (1997), quienes reportaron estos parámetros para *U. occidentalis* en Tumbes-Perú ($M = 2,14$; $F = 4,54$; $E = 0,68$).

Tal como reportado para el periodo 2011-2013 por Cedeño (2018b), las tallas en las capturas $L_{25\%}$, $L_{50\%}$, $L_{75\%}$ (83,4; 86,1 y 87,4 mm AC, respectivamente) se encuentran por encima de las tallas medias de madurez sexual morfológica (63,7 mm IC: 0,8 mm) y fisiológica (61,5 mm IC: 0,6 mm) estimadas por Cedeño (2012) para los individuos machos.

El reclutamiento anual promedio de individuos machos de *U. occidentalis* osciló entre 86,9 y 87,9 millones de reclutas (escenario 1 y 2, periodo 2013-2017), siendo este relativamente inferior al reportado por Cedeño (2018b) de 91,5 millones de individuos machos.

El modelo de rendimiento por recluta (Thompson & Bell, 1934), aplicado en los escenarios descritos en los párrafos que anteceden, sugiere para ambos casos que la tasa de mortalidad pesquera actual sobrepasa el punto de referencia biológico ($F_{0,1}$), empleado en este estudio como un punto de referencia conservador para esta pesquería. Estos resultados sugerirían que una reducción del esfuerzo pesquero debería ser implementada para esta pesquería en el Golfo de Guayaquil, esto es, entre un 21% y 30%, más allá de las diferencias encontradas entre las estimaciones del tamaño del stock de individuos machos en ambos escenarios. Este tipo de reducción fue sugerido por Cedeño (2018b) en 2014, para el periodo 2011-2013, con

valores que oscilaron entre 35 y 55% dependiendo del modelo de evaluación aplicado (Thompson & Bell, 1934 y Beverton & Holt, 1957; respectivamente).

Los resultados obtenidos a través de estudios dependientes del stock y de las capturas comerciales, demostrarían que la pesquería de cangrejo rojo (*U. occidentalis*) no estaría siendo sometida a niveles de sobrepesca de reclutamiento ni de crecimiento.

El lento crecimiento reportado aquí para *U. occidentalis*, sugeriría que esta especie podría ser susceptible o vulnerable a condiciones de sobrepesca. Por otro lado, existen evidencias que indican que existe una disminución de la abundancia relativa (CPUE), tal como descrito por Cedeño et al., (2012), Zambrano (2018) y Cedeño (2018a) en años anteriores. Pese a esto, y tomando en consideración: i. el alto porcentaje de individuos machos por encima de las tallas medias de madurez sexual, ii. la baja presión pesquera ejercida sobre individuos de tallas pequeñas, iii. los niveles de reclutamiento observados y iv. la relación existente tanto de la biomasa total como parental ($F_{\text{Factor}} = 1$) con respecto a su valores virginales ($> 40\%$); se concluye que la pesquería de *U. occidentalis* no estaría atravesando niveles de sobrepesca de crecimiento ni de reclutamiento. Evidencias similares han sido reportadas por Cedeño et al., (2012), Cedeño (2018a), Cedeño (2018b) y Cedeño (2018e), a través de estudios dependientes del stock y de la capturas comerciales. Cabe destacar, que un factor adicional que favorece al stock de *U. occidentalis*, es la existencia de áreas restringidas a la pesca que ocurren de manera natural en el ecosistema de manglar; sin embargo, aún existe desconocimiento sobre este respecto.

Cedeño (2018e) reportó abundancias absolutas medias similares a las encontradas en el presente estudio para las zonas de Mondragón, Churute y Naranjal en diciembre 2011, abril y noviembre 2012 con valores promedios para el periodo de 0,68; 0,74 y 0,61 cangrejos/m², respectivamente. Estas similitudes reflejarían una aparente estabilidad en cuanto a la abundancia absoluta presente en el stock, al menos hasta el año 2014, basado en las evidencias encontradas en la información disponible.

En cuanto al periodo reproductivo de cangrejo rojo (*U. occidentalis*), los hallazgos encontrados en el presente estudio coinciden con aquellos obtenidos por Cedeño (2012), quien reporta una fuerte intensidad de desoves desde enero, con un pico máximo en marzo que disminuye en abril. Cabe resaltar los altos porcentajes de desoves observados en enero de 2013 y 2014, los que posiblemente se encuentren asociados a las condiciones climatológicas presentes en ese entonces (precipitaciones). En contraste a lo observado por Cedeño (2012) para machos, la irregularidad presente en los individuos machos maduros (estadio 4) entre 2013 y 2017 podría estar más bien asociada a aspectos relacionados al muestreo y determinación de los individuos maduros en laboratorio.

Con el objeto de mejorar el rendimiento de esta pesquería y disminuir la probabilidad de que esta atravesase niveles de sobrepesca en el futuro, se recomienda disminuir los niveles de esfuerzo pesquero entre un 20-30%. Esta reducción puede darse en el número de horas y/o días promedios efectivos de pesca. Por otro lado, se podría recurrir a una disminución en el número de cangrejeros activos en el Golfo de Guayaquil. Esta última alternativa debe ser considerada como la menos plausible debido a las repercusiones socioeconómicas que tendría la aplicación de este tipo de medida en las comunidades que dependen de esta actividad extractiva. Otra alternativa de manejo, aunque de características más complejas para su aplicación, sería el establecimiento de una cuota de captura anual para todo el Golfo de Guayaquil (27,3-28,3 millones de individuos). Esta cuota de captura total podría ser distribuida de forma proporcional al tamaño de cada una de las organizaciones

pesqueras, inclusive se podría considerar, en un futuro cercano, la instauración de un sistema de cuotas individuales dentro de cada organización. Estas medidas permitirían un incremento de la biomasa por recluta y de la biomasa parental por recluta. Cabe destacar lo descrito por Cedeño (2018b), quien indicó que el incremento en la biomasa parental por recluta podría potencializar la fecundación hacia un mayor número de hembras en el stock, lo que se reflejaría en mejores reclutamientos y aumento de las capturas a futuro.

Las medidas puestas a consideración en el presente documento pueden ser implementadas de manera progresiva, paralelamente al establecimiento de procesos que minimicen los niveles de incertidumbre, que aún prevalecen en las evaluaciones de stock dirigidas al cangrejo rojo (*U. occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. A continuación se citan los principales a manera de recomendaciones:

- 1) Mejorar la recolección y los procesos de validación de los datos de captura para la estimación de CPUE, esfuerzo y capturas totales por organización, macrozonas y Golfo de Guayaquil.
- 2) Mejorar la recolección y los procesos de validación de datos de tallas tanto del stock como de las capturas comerciales, a ser empleados para la estimación de parámetros de crecimiento por métodos indirectos.
- 3) Desarrollar dentro del modelo de seguimiento participativo de esta pesquería, una componente que permita la estimación de la captura ilegal por uso de trampas y/o campamentos. Este tipo de información podría ser generada a través de las bitácoras de control y vigilancia ante la ocurrencia de eventos de decomisos de capturas no permitidas.
- 4) Retomar los experimentos realizados por el INP, de encierros en medio natural para el registro del crecimiento individual y seguimiento de las mudas, tanto de machos como de hembras, para la determinación de los parámetros y curvas de crecimiento por métodos directos.
- 5) Ejecutar experimentos en medios controlados (laboratorio) para el registro del crecimiento individual y mudas en especímenes que se encuentren en estadios tempranos para mejorar la determinación de los parámetros y curvas de crecimiento por métodos directos.
- 6) Ejecutar, con el carácter de urgente, un censo pesquero o estudio afín, que permita conocer de manera oficial el número total de cangrejeros activos que ejercen esta actividad de pesca en el Golfo de Guayaquil, sean estos informales, formales no agremiados y formales asociados. Cabe destacar, que esta información es fundamental para la estimación de la captura total en el Golfo de Guayaquil.
- 7) Continuar con la georreferenciación de todos los cangrejales en el Golfo de Guayaquil con el fin de obtener estimaciones del tamaño del stock (método directo), basados en los cálculos de abundancias absolutas medias en el Golfo de Guayaquil.
- 8) Fortalecer el modelo participativo para el seguimiento de esta pesquería en el Golfo de Guayaquil.
- 9) Fortalecer los estudios dependientes del stock basado en los protocolos e instructivos de muestreo oficiales que posee el INP (densidad poblacional y aspectos reproductivos).

Los hallazgos encontrados en el presente estudio pueden ser puestos a consideración de los tomadores de decisión para la revisión y fortalecimiento de las medidas vigentes de ordenamiento pesquero para este recurso y de los sistemas de control existentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Barragán, J. (1993). Biología del Cangrejo Manglar, *Ucides occidentalis*, Ortmann, (Crustacea: Decapoda: Gecarcinidae). *Revista Ciencias Del Mar y Limnología*, 3(1), 135–149.
- Beverton, R., & Holt, S. (1957). *On the dynamic of exploited fish populations. Fishery investigations / Ministry of Agriculture, Fisheries and Food*. London, UK.
- Beverton, R., & Holt, S. (1959). A review of lifespan and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physiological characteristic. En *The life span of animals* (pp. 142–180).
- Bravo, M. (2013). Alianza público-privada para la gestión de los manglares del Ecuador: Los acuerdos para el uso sustentable y custodia. Guayaquil, Ecuador.
- Bright, D., & Hogue, A. (1972). Sinopsis of the Burrowing Land Crab of the world and list of their Arthropod Symbionts and Burrow associates. *Contributions in science*, (220), 58pp.
- Cedeño, I. (2012). Aspectos reproductivos del cangrejo rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil , Diciembre 2011 – Abril 2012. *Boletín Especial*, 4(2), 1–14.
- Cedeño, I. (2018a). *CPUE, Capturas y Tallas Comerciales de las Pesquerías de Cangrejo Rojo (Ucides occidentalis) y Concha (Anadara tuberculosa y A. similis) de Manglar en el Golfo de Guayaquil*. Guayaquil, Ecuador: Proyecto Marino Costero GEF/FAO.
- Cedeño, I. (2018b). Dinámica poblacional y estado del stock de cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. *Revista Ciencias Del Mar y Limnología*, 12(2), 83–100.
<https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rcm.v12i2.43>
- Cedeño, I. (2018c). Impacto del cambio climático en la abundancia relativa de cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 12(2), 60–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rcm.v12i2.41>
- Cedeño, I. (2018d). *Informe de Avance sobre Validación y Recomendaciones para el Fortalecimiento del Sistema de Seguimiento Participativo de las Pesquerías de Concha (Anadara tuberculosa y A. similis) y Cangrejo Rojo (Ucides occidentalis) en el Golfo de Guayaquil*. Guayaquil: Proyecto Marino Costero GEF/FAO.
- Cedeño, I. (2018e). Tamaño del stock y Estructura Poblacional del Cangrejo Rojo de Manglar (*Ucides occidentalis*) en los Principales Cangrejales del Golfo de Guayaquil , Diciembre 2011 , Abril y Noviembre 2012. *Revista Ciencias Del Mar y Limnología*, 12(2), 13–39.
<https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rcm.v12i2.39>
- Cedeño, I., Bravo, M., Solano, F., Peña, M., & Zambrano, R. (2012). Abundancia relativa y estructura de tallas de cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) en el Golfo de Guayaquil, febrero 2011-enero 2012. *Boletín Especial*, 3(2), 1–32.
<https://doi.org/https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3801.4966>
- Chalén, X. (2004). *Parametros de crecimiento de cangrejo rojo (Ucides occidentalis)*. Guayaquil, Ecuador.
- Chalén, X., Correa, J., & Miranda, M. (2004). *Seguimiento de la actividad extracción del cangrejo rojo en manglares del Ecuador*. Guayaquil, Ecuador.
- Chalén, X., Miranda, M., & Solano, F. (2005). *Estado poblacional del cangrejo rojo (Ucides occidentalis) distribuido en los manglares de Ecuador*. Guayaquil, Ecuador.

- Diele, K. (2000). *Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté estuary, North Brazil*. Bremen University.
- FAO. (2006). *FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools FISAT II*. Rome.
- Flores, J. (2012). *Cadena de valor del cangrejo rojo en el Golfo de Guayaquil*. Quito, Ecuador.
- Hewitt, D., & Hoenig, J. (2005). Comparison of two approaches for estimating natural mortality based on longevity. *Fishery Bulletin*, 103(2), 433–437.
- Hoenig, J. (1983). Empirical Use of Longevity Data to Estimate Mortality Rates. *Fishery Bulletin*, 81(4), 898–903.
- Jensen, A. (1996). Beverton and Holt life history invariants result from optimal trade-off of reproduction and survival. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, (53), 820–822.
- Jones, R., & van Zalinge, N. (1981). Estimations of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. *Kuwait Bull. Mar. Sci.*, (2), 273–288.
- King, M. (1995). *Fisheries biology, assessment and management*. Fishing News Books. London, UK.
- Kirkwood, G., Aukland, R., & Zara, S. (2001). Length frequency distribution analysis (LFDA). London, UK: MRAG LTD.
- Muñiz, L., & Peralta, B. (1983). Aspectos Biométricos de *Ucides occidentalis* Ortmann. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 2(1), 151–170.
- Pauly, D. (1984). Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part 2). *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 17-19.
- Poma, C., & Bocanegra, C. (1997). Observaciones sobre la dinámica poblacional y pesquería del cangrejo de los manglares *Ucides occidentalis* (Decapoda, Brachyura, Ocypodidae) en Tumbes, Perú. *Gayana Oceanológica*, 5(2), 95–105.
- Richter, V., & Efanov, V. (1977). On one of the approaches for estimating natural mortality in fish populations. *Tr AtlantNIRO, via FAO*, (73), 77–85.
- Solano, F. (2010). Análisis de las capturas del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en puertos de las provincias del Guayas y El Oro en Ecuador, durante el 2010. *Boletín Científico Técnico*, 10pp.
- Solano, F., & Chalén, X. (2008). *Aspectos pesqueros, biológicos y socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en los manglares del Ecuador*. Guayaquil.
- Solano, F., Flores, L., & Ruiz, W. (2010). Capturas de cangrejo rojo *Ucides occidentalis* en los puertos de la provincia del Guayas y El Oro, Ecuador. durante 2009. *Boletín Científico Técnico*, 20, 1–15.
- Solano, F., Flores, L., & Ruiz, W. (2010). Capturas de cangrejo rojo *Ucides occidentalis* en los puertos de la provincia del Guayas y El Oro, Ecuador. Durante 2009. *Boletín Científico Técnico*, 20, 1–16.
- Solano, F., & Mendivez, W. (2005). *Seguimiento al proceso de comercialización del cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en la Provincia de El Guayas*. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca.
- Solano, F., & Moreno, J. (2009). Cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) un análisis durante el periodo de veda reproductiva, 2009. *Boletín Científico y Técnico*, 20(3), 37–47.

- Solano, F., Ruiz, W., Villegas, T., & Flores, L. (2012). La pesquería del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) en puertos de la Provincia de El Oro en Ecuador en el 2011. *Boletín Científico y Técnico*, 22(3), 17–27.
- Sparre, P., & Venema, S. (1992). *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306.1, Rev. 1.* Rome.
- Thompson, W., & Bell, F. (1934). Biological statistics of the Pacific halibut fishery. (2) Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. (Pacific Halibut) Comm.*, (8), 49pp.
- Zambrano, R. (2016). Período reproductivo de *Ucides occidentalis* en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 10(2), 102–106.
- Zambrano, R. (2017). *Crecimiento del cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en el Golfo de Guayaquil, Ecuador: estimación por métodos indirectos y enfoque multimodelo.* Universidad Veracruzana.
- Zambrano, R. (2018). Capturas comerciales del cangrejo rojo de manglar (*Ucides occidentalis*) durante el 2012, en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Ciencias Del Mar y Limnología*, 12(2), 1–12.
<https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.31876/rcm.v12i2.38>
- Zambrano, R., & Meiners, C. (2018). Notas sobre taxonomía, biología y pesquería de *Ucides occidentalis* (Brachyura: Ocypodidae) con énfasis en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 25(1), 55–66.