



**Variabilidad anual de parámetros demográficos y madurez de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en el golfo de Salamanca (mar Caribe de Colombia). Insumo para la formulación de medidas de manejo en una pesquería de pequeña escala**

**Eduardo Rafael García Rubio**

Universidad del Magdalena  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Pesquera  
Santa Marta D.T.C.H.  
2021

**Variabilidad anual de parámetros demográficos y madurez de *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en el golfo de Salamanca (mar Caribe de Colombia). Insumo para la formulación de medidas de manejo en una pesquería de pequeña escala**

**Eduardo Rafael García Rubio**

Trabajo de grado presentado como requisito final para obtener el título de  
Ingeniero Pesquero

Director  
Luis Orlando Duarte Casares  
Biólogo Marino

Universidad del Magdalena  
Facultad de Ingeniería  
Programa de Ingeniería Pesquera  
Grupo de investigación valoración y ecología pesquera (GIEEP)  
Santa Marta D. T. C. H.  
2021

A Dios, sin el nada de esto sería posible.

Mis padres por brindar un apoyo incondicional en todo momento.

Mis hermanos, por estar siempre ahí y motivarme a seguir.

A todos mis familiares que han aportado a mi formación como ser humano.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a mi director Luis Orlando Duarte por permitirme trabajar con él, orientarme y apoyarme durante la realización de este trabajo. Además, por asesorarme y guiarme para asistir a dos eventos internacionales.

A la Universidad del Magdalena por financiar la realización de este trabajo de grado por medio de las convocatorias realizadas por la vicerrectoría de investigación.

A Daniel García que estuvo apoyándome en el laboratorio en momentos donde era necesario una persona que me acompañara y por estar siempre aconsejándome.

A Jorge Rodríguez y Jesús Curiel que siempre me brindaron sus conocimientos y consejos durante la realización. También me acompañaron en el laboratorio e hicieron el trabajo más agradable.

A Mirla Sánchez, Félix Cuello, Gloria De León, Arled Martínez y algunas otras personas que estuvieron siempre pendiente y ayudándome con dudas que se me presentaban. Lograron crear un ambiente amigable y cómodo en el laboratorio.

A Jorge Salcedo y al proyecto REBYC por la ayuda con la obtención de muestras.

Al Grupo de Investigación Evaluación y Ecología Pesquera por abrirme las puertas e incluirme en diferentes actividades. De igual forma a Gisella Roa y todos los participantes del proyecto SEPEC.

Al programa de Ingeniería Pesquera por permitirme adquirir todos los conocimientos básicos para la realización de este trabajo. Así como a todos los docentes que lograron aportar a mi formación académica y al director de programa Joaquín Pomares.

A toda mi familia que siempre estuvo brindándome todo su apoyo y motivándome a seguir.

Agradezco a Angela Motta por estar a mi lado en todo momento, por motivarme y brindarme todo de ella.

# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO GENERAL .....	4
2.1    Objetivos específicos.....	4
3. MÉTODOS.....	5
3.1    Área de estudio .....	5
3.2    Descripción de la pesquería .....	6
3.3    Toma de muestras.....	6
3.4    Actividades en laboratorio .....	7
4. RESULTADOS .....	11
5. DISCUSIÓN .....	20
6. CONCLUSIONES.....	23
7. BIBLIOGRAFÍA.....	24

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. ZONA DE OPERACIÓN DE LA FLOTA DE EMBARCACIONES ARTESANALES QUE EMPLEAN RED DE ARRASTRE DE CAMARÓN EN EL GOLFO DE SALAMANCA, CARIBE DE COLOMBIA. TOMADO DE ACEVEDO-ANILLO (2012). .....	5
FIGURA 2. DATOS BIOMÉTRICOS REGISTRADOS EN LOS INDIVIDUOS DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . LONGITUD TOTAL (LT), LONGITUD SIN ROSTRO (LSR) Y LONGITUD DEL CEFALOTÓRAX (LC) (MODIFICADO DE FAO, 2021). .....	8
FIGURA 3. ESTRUCTURAS SEXUALES EXTERNAS PRESENTES EN ADULTOS DEL CAMARÓN TITÍ <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . A) THELYCUM EN LA HEMBRA. B) PETASMA DEL MACHO. ....	9
FIGURA 4. ESCALA DE MADUREZ SEGÚN LA COLORACIÓN Y ESPACIO OCUPADO EN EL ABDOMEN DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . (MODIFICADO DE FRDC, 2003). .....	10
FIGURA 5. CAMBIOS TEMPORALES EN LA PROPORCIÓN DE SEXOS DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . .....	15
FIGURA 6. VARIABILIDAD TEMPORAL DE PROMEDIO DEL FACTOR DE CONDICIÓN RELATIVO ( <i>Krel</i> ) PARA HEMBRAS. ....	15
FIGURA 7. VARIABILIDAD TEMPORAL DE PROMEDIO DEL FACTOR DE CONDICIÓN RELATIVO ( <i>Krel</i> ) PARA MACHOS. ....	16
FIGURA 8. HISTOGRAMAS DE LA PROPORCIÓN DE ESTADOS DE MADUREZ EN HEMBRAS DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . .....	17
FIGURA 9. HISTOGRAMAS DE LA PROPORCIÓN DE ESTADOS DE MADUREZ EN MACHOS DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . .....	17
FIGURA 10. PORCENTAJE DE HEMBRAS Y MACHOS CON LONGITUD MENOR QUE LA LONGITUD DE MADUREZ. ....	19

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE LA RELACIÓN LONGITUD (LT, MM) – PESO (G) DE HEMBRAS (H), MACHOS (M) Y PARA SEXOS COMBINADOS (C) DE <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> . .....	12
TABLA 2. LONGITUD DE MADUREZ SEXUAL ( $L_{50}$ ) DE HEMBRAS Y MACHOS DE <i>X. KROYERI</i> . INTERVALOS DE CONFIANZA DEL 95%: $L_{INF}$ = LÍMITE INFERIOR, $L_{SUP}$ = LÍMITE SUPERIOR, MEDIDAS EN MM .....	18
TABLA 3. MEDIDAS DE MANEJO OBSERVADAS EN LA LITERATURA. ....	19
TABLA 4. TALLAS DE PRIMERA MADUREZ SEXUAL REPORTADAS EN LA LITERATURA PARA EL CAMARÓN TITÍ <i>XIPHOPENAEUS KROYERI</i> $L_{50}$ (MM). ....	22

## RESUMEN

Los camarones de la familia Penaeidae son importantes económicamente en las pesquerías tropicales de crustáceos ya que soportan niveles elevados de explotación. *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) merece especial atención en el golfo de Salamanca (Colombia) debido a que es un recurso valioso para los pescadores artesanales por su fácil captura al realizarse a poca profundidad y a presentar alta abundancia con relación a otras especies de crustáceos. No obstante, se requieren estudios recientes sobre su demografía y ciclo vital. La implementación de medidas de manejo precisa del conocimiento sobre sus parámetros demográficos y su ciclo reproductivo. El propósito del presente estudio fue generar dicho conocimiento y brindar bases científicas que contribuyan al uso sostenible del camarón *X. kroyeri*. Con base en el registro de datos biométricos y datos reproductivos tomados quincenalmente entre marzo de 2018 y agosto de 2019 se evaluó la variabilidad temporal de la relación longitud-peso, índice de condición relativa ( $K_{rel}$ ), proporción sexual y del desarrollo gonadal; además, se estimó la longitud de madurez para cada sexo. Los individuos mostraron crecimiento isométrico para sexos combinados. Los machos dominaron la proporción sexual (1:1,25). La longitud de madurez para hembras y machos fue estimada en 105 mm y 44 mm LT, respectivamente. A lo largo del estudio se registraron individuos inmaduros en las capturas, especialmente en las hembras. Los resultados permitieron identificar los periodos reproductivos en la región y proporcionar bases para establecer medidas de manejo en la región.

**Palabras clave:** *Xiphopenaeus kroyeri*, Madurez sexual, Factor de condición, Variabilidad temporal, Dinámica poblacional.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los crustáceos decápodos, representados por los camarones, cangrejos y langostas, son importantes en las comunidades bentónicas marinas ya que posibilitan la transferencia de la energía disponible hacia los niveles tróficos medios y superiores de la red alimentaria. Esto debido a que, al procesar los componentes orgánicos de los sedimentos durante su alimentación, estos crustáceos consumen del sustrato una variedad de recursos tales como bacterias, protozoos, diatomeas, hongos, organismos de la mediafauna y la materia orgánica depositada (Castilho, 2008). Como consecuencia, se ha reconocido que los crustáceos decápodos tienen un papel importante en la estructura y funcionamiento de las comunidades marinas (Conand & Byrne, 1993).

*Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) es un crustáceo decápodo de la familia Penaeidae abundante hasta los 30 m de profundidad en la plataforma continental del Atlántico occidental, desde Carolina del Norte (EE. UU.) hasta el estado de Rio Grande del sur (Brasil) (Costa et al., 2003; Santos y Ivo, 2000). La especie habita en aguas marinas de fondos blandos y no depende de los estuarios para el desarrollo de los juveniles (Holthuis, 1980; Castro et al., 2005; Heckler et al., 2014). Varias de las características biológicas de este camarón, incluida su capacidad reproductiva y el ciclo de vida corto, permiten que la especie soporte altas tasas de mortalidad por pesca. Sin embargo, a pesar de esto, ha habido una preocupación considerable sobre la presión que ejercen las pesquerías artesanales sobre las poblaciones costeras de esta especie (Santos et al., 1973; Broadhurst et al., 2016).

Esta especie posee el cuerpo liso, el rostro en forma de estilete con cinco dientes en la parte posterior y llega en algunas ocasiones superar la longitud del caparazón. Las espinas pre-orbitales y suturas longitudinales son características principales del caparazón de estos camarones. El color de los especímenes es blanquecino con tono grisáceo en la parte ventral, en tanto que la punta del rostro, pereiópodos, pleópodos y telson tienen coloración rojiza (Carpenter, 2002). El sexo se puede definir observando la

presencia de petasma en machos o de thelycum en las hembras. La escala de madurez gonadal de las hembras regularmente empleada macroscópicamente tiene cuatro estadios, dos estados inmaduros, uno maduro y uno desovado, de acuerdo con la coloración y tamaño de las gónadas; en tanto que, para los machos, tiene solo dos estadios, maduros e inmaduros (Motta-Alves y Rodríguez, 1977)

*X. kroyeri* es conocido en el Caribe de Colombia como camarón tití y uno de los recursos más importantes para la pesquería artesanal del golfo de Salamanca (Duarte et al., 2013). Se considera que tiene un papel fundamental en la estructura y funcionamiento de la comunidad ecológica, ya que representa el nivel trófico más bajo entre las especies explotadas comercialmente (Vasconcelos y Gasalla, 2001).

La distribución batimétrica de esta especie durante su ciclo de vida está estratificada con relación a la etapa de desarrollo, con áreas de maduración y desove en aguas profundas y crecimiento en aguas poco profundas (Graça-Lopes et al., 2007). Reconocer esta distribución ayuda a comprender la biología de la especie con respecto a la ubicación en el momento de la reproducción y del reclutamiento; a partir de lo cual es posible establecer acciones que permitan un uso apropiado del recurso. En efecto, el análisis de la estructura de tamaño de la población, la estimación de los parámetros de crecimiento corporal, la proporción de sexos, la longitud de madurez, los períodos de reproducción y reclutamiento son importantes a nivel local para implementar medidas de manejo para *X. kroyeri*, (Gab-Alla et al., 1990; Fernández et al., 2011; Da Silva et al., 2015).

El conocimiento sobre la dinámica reproductiva y la maduración ovárica se pueden considerar entre los aspectos más importantes para manejar efectivamente una población explotada, ya que pueden usarse para determinar el tamaño corporal mínimo permitido para la captura (King, 1997). Por otro lado, la proporción de sexos es importante para caracterizar la estructura poblacional, calcular el potencial reproductivo y estimar el tamaño del stock (Vazzoler, 1996).

El estudio de las relaciones biométricas y los índices de condición en estos organismos proporcionan información sobre el crecimiento, madurez, reproducción, nutrición y, por ende, del estado de salud de las poblaciones. Las evaluaciones que relacionen adecuadamente parámetros vinculados a la captura, al ciclo de vida y a la dinámica poblacional son necesarias para estimar los límites sostenibles de explotación. La longitud de madurez ( $L_{50}$ ) es un indicador ampliamente empleado para evaluar el estado de explotación de los recursos pesqueros (Froese, 2004), el cual, junto con la variación anual del estado de madurez de los individuos, resulta fundamental para evaluar los efectos ambientales y pesqueros sobre las poblaciones de camarones (Grabowski et al., 2014; Wenner et al., 1974). El análisis de la variabilidad temporal de las etapas de maduración permite identificar épocas reproductivas, asociar los cambios de madurez con las condiciones climáticas u oceanográficas y entender el ciclo vital de la especie (Dall et al., 1990).

## 2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la variabilidad temporal de relaciones biométricas y del estado de madurez en una escala anual, así como estimar la longitud de madurez de *Xiphopenaeus kroyeri* en el golfo de Salamanca, mar Caribe de Colombia, como insumos para la formulación de medidas de manejo pequero.

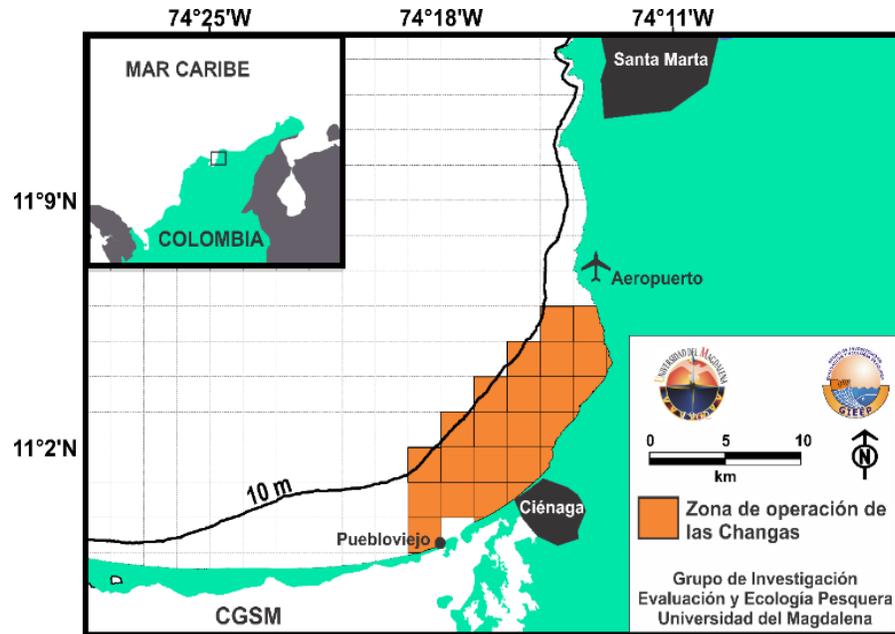
### 2.1 Objetivos específicos

- Analizar la variabilidad temporal de la relación longitud-peso, proporción sexual, la condición relativa y el desarrollo gonadal macroscópico de *X. kroyeri* en el golfo de Salamanca.
- Determinar posibles diferencias de la longitud de madurez entre sexos de *X. kroyeri* en el golfo de Salamanca.
- Proponer medidas de manejo basadas científicamente, a partir del conocimiento generado en el estudio sobre el ciclo vital de la especie.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El golfo de Salamanca (GdS) es la zona marina costera que comprende su margen continental desde Bocas de Ceniza en el departamento del Atlántico hasta el Cabo de la Aguja en el departamento del Magdalena (Blanco, 1988). Está delimitado en las coordenadas latitudinales desde  $11^{\circ} 00'N$  hasta  $11^{\circ} 19'N$  y longitudinalmente desde  $74^{\circ} 06'O$  hasta  $74^{\circ} 40'O$ . En la zona oriental del GdS opera la pesquería de arrastre artesanal denominada “Changa” que ejecuta la pesca entre 3 y 10 m de profundidad donde son capturados los camarones. Esta zona se encuentra en las coordenadas latitudinales  $10^{\circ} 59'N$  hasta  $11^{\circ} 03'$  y longitudinales  $74^{\circ} 18'O$  hasta  $74^{\circ} 13'O$  (**Figura 1.**) y recibe las descargas de la Ciénega Grande de Santa Marta, de los ríos Toribio y Córdoba (García et al., 2013).



**Figura 1.** Zona de operación de la flota de embarcaciones artesanales que emplean red de arrastre de camarón en el Golfo de Salamanca, Caribe de Colombia. Tomado de Acevedo-Anillo (2012).

### 3.2 Descripción de la pesquería

Las pesquerías de tipo artesanal se caracterizan por tener embarcaciones generalmente pequeñas que realizan viajes cortos (comúnmente menores a un día) y bastante cercanos a la costa; utilizan poco capital, existen varios puntos de desembarco y la extracción del recurso tiene como fin suplir principalmente necesidades locales del mercado (Gillet, 2008). Adicionalmente, existe información incierta en cuanto a los desembarcos totales o al esfuerzo realizado (García y Flores, 2016).

Las pesquerías de crustáceos de interés comercial en Colombia a nivel artesanal son desarrolladas por muchas comunidades de pescadores en las zonas costeras del Caribe y el Pacífico (Cuello, 2013; Rico-Mejía y Rueda, 2011). En el oriente del GdS, las comunidades de pescadores artesanales (Ciénaga, Pueblo Viejo e Isla Del Rosario) emplean artes para pesca dirigidas a los camarones como redes de arrastre de fondo, redes de tiro, redes de enmalle y redes camaroneras. La red de arrastre artesanal es un arte de pesca poco selectivo debido al alto porcentaje de pesca acompañante que generan. Son operadas desde embarcaciones pequeñas con motor fuera de borda y no poseen ningún equipo tecnológico (Duarte et al., 2013).

Las redes de arrastre artesanales para la captura de camarón llamadas changas, fueron inicialmente utilizadas en el GdS por pescadores provenientes del Pacífico colombiano aproximadamente en el año 2000. Los pescadores del área adoptaron rápidamente este nuevo arte de pesca y lograron adaptarlo a las condiciones para la captura de camarones en la zona (Acevedo-Anillo, 2012).

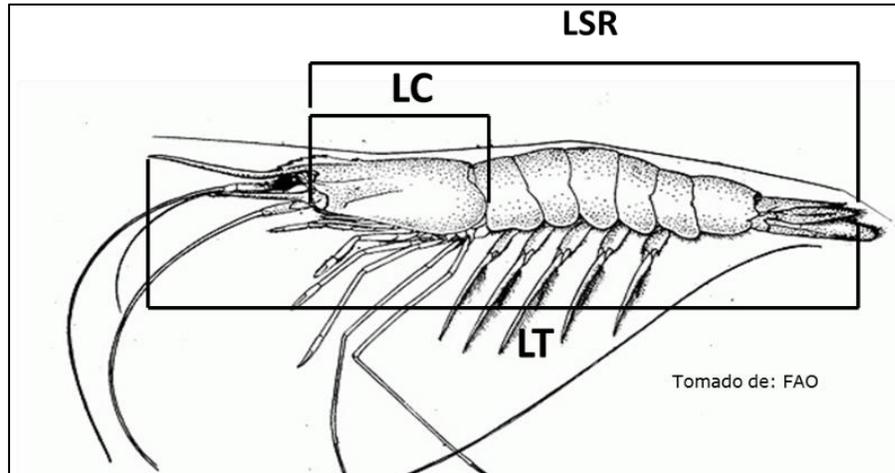
### 3.3 Toma de muestras

Entre marzo de 2018 y agosto de 2019 (18 meses), se analizaron muestras de individuos de *X. kroyeri* de las capturas con changas que operan en el GdS con una frecuencia quincenal, lo cual permitió completar el ciclo anual para el presente estudio.

### 3.4 Actividades en laboratorio

Los ejemplares se seleccionaron al azar dentro de las capturas para tener una muestra representativa de la composición de tamaños observada en cada fecha. Datos biométricos (longitud total (LT), longitud del cefalotórax (LC), longitud sin rostro (LSR) y peso individual) (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.) y reproductivos (sexo y madurez sexual) se registraron de cada individuo. La longitud del cefalotórax fue comprendida entre la espina preorbital y el margen posterior del cefalotórax, en cambio para la longitud sin rostro se usó la distancia entre la espina preorbital y la punta del telson. Las mediciones fueron realizadas con un calibrador digital (0.1 mm). El peso individual fue registrado con una balanza digital (0.01 g).

La relación longitud-peso se determinó en cada muestreo quincenal linealizando los datos por lo que efectuó su análisis mediante regresión lineal, calculando los valores de  $a$  y  $b$  de la ecuación  $\log(W) = \log(a) + b * \log(L)$  (Froese, 2006), donde  $W$  es el peso total en gramos,  $L$  la longitud en mm,  $a$  es el intercepto y  $b$  es el coeficiente de alometría. El coeficiente de determinación  $R^2$  se empleó como medida de bondad de ajuste. Se calcularon los intervalos de confianza (95%) para  $b$  y se realizaron pruebas  $t$  de student para probar si el tipo de crecimiento es isométrico en cada fecha (Sparre y Venema, 1997). Los análisis se efectuaron en planillas de cálculo MS Excel. Las relaciones entre la longitud y el peso es un tema fundamental en la evaluación pesquera, porque la variación en la relación en el tiempo puede revelar efectos de la pesca sobre la estructura de la población. El valor de la pendiente ( $b$ ) es un indicador del tipo de crecimiento que exhibe la especie (Márcano et al., 2002).



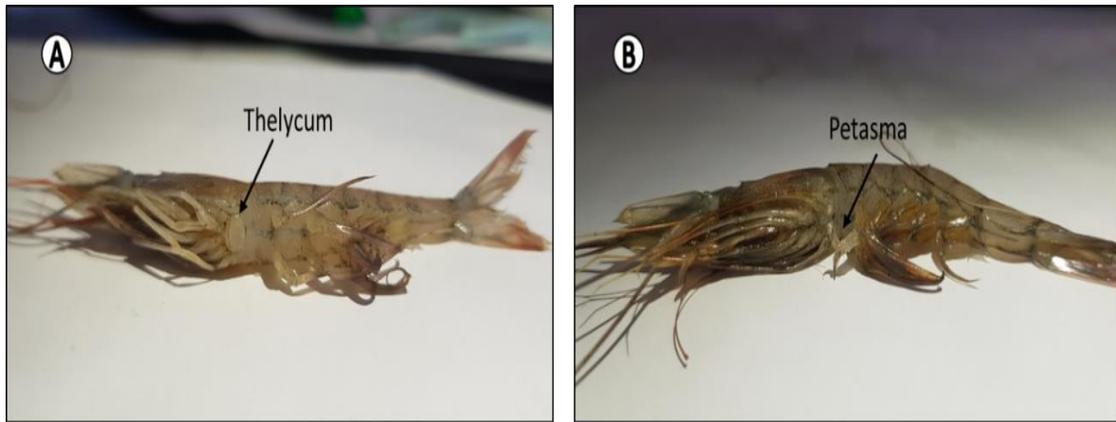
**Figura 2.** Datos biométricos registrados en los individuos de *Xiphopenaeus kroyeri*. Longitud total (LT), longitud sin rostro (LSR) y longitud del cefalotórax (LC) (Modificado de FAO, 2021).

La proporción sexual se calculó como la relación entre el número de hembras y machos para cada periodo de muestreo. El sexo fue determinado por la presencia de petasma (machos) o presencia de thelycum (hembras) (**Figura 3**). El estado de madurez sexual de las hembras se estableció según la coloración y espacio que ocupa la gónada en el abdomen y en el cefalotórax (Carpenter, 2002). En machos se definió el estadio sexual con la presencia o ausencia de semen en los espermatóforos (Motta-Alves y Rodríguez, 1977).

El bienestar promedio de los individuos en cada periodo de muestreo se analizó mediante el factor de condición relativo ( $K_{rel}$ ) que compensa el cambio de la forma en los camarones a medida que aumenta su longitud individual (Le Cren, 1951). Si el resultado es igual a uno, el peso observado del individuo es igual al peso promedio de los individuos de su misma longitud (Duarte, et al., 2015), a saber:

$$K_{rel} = \frac{w}{a * L^b}$$

Donde a y b se obtuvieron de la relación longitud-peso estimada en la fecha respectiva.



**Figura 3.** Estructuras sexuales externas presentes en adultos del camarón tití *Xiphopenaeus kroyeri*. A) Thelycum en la hembra. B) Petasma del macho.

La longitud de madurez ( $L_{50}$ ), se estimó tomando como maduros los individuos en fases de madurez III y IV para hembras (**Figura 4**) y II para machos. Se ajustó un modelo logístico a la variable respuesta binomial (maduro-inmaduro) de la forma (Hoydal et al., 1982):

$$FM_{(L)} = \frac{1}{(1 + e^{(a-b)*L})}$$

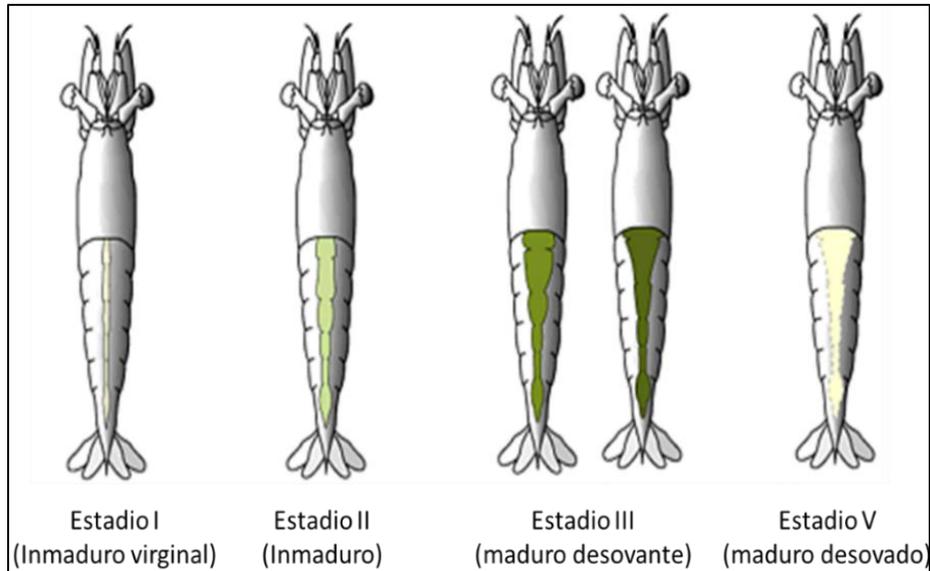
Donde  $FM_{(L)}$  es la fracción de individuos maduros por clase de longitud,  $L$  la marca de clase del intervalo de longitud,  $a$  y  $b$  son la pendiente e intersección de la ojiva de madurez que se obtuvieron por ajuste con el procedimiento de modelos lineales generalizados (McCullagh y Nelder, 1984).

La longitud de madurez se calculó como:

$$L_{50} = \frac{a}{b}$$

Los intervalos de confianza (95%) de la longitud de madurez se estimaron mediante el método del percentil de bootstrap ( $n=5000$ ), el cual permite eliminar posibles sesgos

derivados de las estimaciones de intervalos de confianza cuando se asume distribución normal (Efron y Tibshirani, 1994). Este análisis fue realizado en el software R.



**Figura 4.** Escala de madurez según la coloración y espacio ocupado en el abdomen de *Xiphopenaeus kroyeri*. (modificado de FRDC, 2003).

Las propuestas de medidas de manejo se basaron en los resultados obtenidos en los diferentes análisis. Se tomaron como referencia medidas de manejo propuestas para la misma especie o especies similares en el Pacífico colombiano y Brasil. En estas se tuvo en cuenta la estación de picos reproductivos y el reclutamiento de juveniles (Castro et al., 2005; Almeida et al., 2012; Heckler et al., 2014; AUNAP, 2016; Grabowski et al., 2016; Lopes et al., 2017; Musiello-Fernandes et al., 2018).

## 4. RESULTADOS

La longitud total fue medida a 6101 individuos de *Xiphopenaeus kroyeri*: 2645 hembras (43,4%) y 3456 machos (56,6%); varió entre 38 y 129 mm en las hembras y 26 a 115 mm en los machos. El peso total se determinó a este mismo número de individuos encontrando hembras de 0,27 g a 11,9 g y machos de 0,1 g a 8,1 g.

La relación longitud-peso indicó predominancia de crecimiento isométrico en las hembras; aunque también se presentó en los primeros meses del 2018 crecimiento alométrico negativo y sólo en tres fechas se presentó alometría positiva. En los machos fue igual el número de fechas con crecimiento isométrico y con alometría negativa, en tanto que sólo una ocasión presentaron crecimiento alométrico positivo. Para el caso de sexos combinados predominó la isometría y existió presencia de alometría positiva en dos ocasiones (

Tabla 1).

En general, los machos dominaron la proporción sexual (1:1,25), aunque se registraron fechas donde las hembras presentaron mayor proporción. En mayo de 2018 se presentó un máximo de hembras (1:0,32) en contraste a junio de 2019 donde se detectó un máximo de machos (1:2,38) (**Figura 5**).

El factor de condición relativa fue poco variable, aunque en marzo y abril los individuos analizados presentaron una condición relativa mayor tanto en hembras como en machos. El factor de condición relativa en todos los muestreos dio como resultado el promedio de los datos superior a uno, esto quiere decir que los camarones cuentan con buena fuente de alimentación; aunque los intervalos de confianza nos indican que no hubo diferencia significativa de uno (**Figura 6 y 7**).

**Tabla 1.** Parámetros de la relación longitud (LT, mm) – Peso (g) de hembras (H), machos (M) y para sexos combinados (C) de *Xiphopenaeus kroyeri*.

Fecha	Sexo	a	Linf	Lsup	b	Linf	Lsup	Alometría	P	n	Rango
16-mar-18	H	1,8E-05	7,3E-06	4,2E-05	2,73	2,53	2,93	-	0,011	55	48-108
	M	4,9E-05	2,5E-05	9,8E-05	2,47	2,31	2,63	-	0,000	81	52-91
	C	2,3E-05	1,3E-05	4,1E-05	2,66	2,52	2,80	-	0,000	136	48-108
12-abr-18	H	7,8E-07	4,1E-07	1,5E-06	3,37	3,23	3,51	+	0,000	94	56-126
	M	7,8E-06	2,9E-06	2,0E-05	2,86	2,63	3,08	Isométrico	0,197	93	57-97
	C	2,0E-06	1,2E-06	3,4E-06	3,16	3,04	3,28	+	0,009	187	56-126
28-abr-18	H	2,0E-05	7,8E-06	5,2E-05	2,68	2,46	2,90	-	0,005	81	60-115
	M	3,5E-05	1,4E-05	9,0E-05	2,54	2,32	2,76	-	0,000	104	61-95
	C	1,9E-05	1,0E-05	3,6E-05	2,69	2,54	2,83	-	0,000	185	60-115
05-may-18	H	1,2E-05	5,7E-06	2,7E-05	2,80	2,62	2,97	-	0,023	75	67-121
	M	2,2E-05	4,1E-06	1,2E-04	2,66	2,27	3,05	Isométrico	0,083	24	64-96
	C	1,3E-05	6,7E-06	2,5E-05	2,78	2,64	2,93	-	0,005	99	64-121
31-may-18	H	8,3E-06	4,1E-06	1,7E-05	2,90	2,74	3,05	Isométrico	0,189	34	55-115
	M	1,7E-05	9,1E-06	3,3E-05	2,73	2,58	2,87	-	0,000	45	57-104
	C	1,0E-05	6,5E-06	1,6E-05	2,85	2,74	2,95	-	0,004	79	55-115
14-jun-18	H	1,2E-05	5,4E-06	2,7E-05	2,82	2,64	2,99	-	0,042	72	63-119
	M	8,8E-05	4,8E-05	1,6E-04	2,37	2,24	2,51	-	0,000	91	67-109
	C	3,3E-05	2,1E-05	5,3E-05	2,59	2,49	2,70	-	0,000	163	63-119
29-jun-18	H	6,0E-06	4,0E-06	9,0E-06	2,98	2,88	3,07	Isométrico	0,674	97	39-111
	M	6,7E-06	4,8E-06	9,4E-06	2,96	2,88	3,04	Isométrico	0,358	95	26-100
	C	5,8E-06	4,5E-06	7,4E-06	2,99	2,93	3,05	Isométrico	0,789	195	26-111
24-jul-18	H	4,2E-06	2,5E-06	7,2E-06	3,05	2,92	3,17	Isométrico	0,464	67	52-120
	M	6,8E-06	3,7E-06	1,3E-05	2,93	2,79	3,08	Isométrico	0,368	75	53-92
	C	5,7E-06	3,9E-06	8,4E-06	2,98	2,89	3,07	Isométrico	0,589	142	52-120
15-ago-18	H	1,8E-05	2,4E-06	1,3E-04	2,73	2,28	3,19	Isométrico	0,230	20	67-93
	M	7,0E-06	1,3E-07	3,9E-04	2,94	2,01	3,87	Isométrico	0,879	7	71-86
	C	1,4E-05	3,0E-06	6,5E-05	2,79	2,44	3,14	Isométrico	0,225	27	67-93

31-ago-18	H	4,9E-06	3,0E-06	8,0E-06	3,01	2,90	3,13	Isométrico	0,789	71	55-118
	M	4,6E-06	2,6E-06	8,4E-06	3,02	2,89	3,16	Isométrico	0,730	65	35-97
	C	4,5E-06	3,2E-06	6,3E-06	3,03	2,95	3,11	Isométrico	0,416	136	35-118
30-sep-18	H	7,3E-06	4,6E-06	1,2E-05	2,93	2,82	3,04	Isométrico	0,191	60	56-111
	M	1,5E-05	9,3E-06	2,5E-05	2,77	2,66	2,88	-	0,000	121	55-103
	C	1,1E-05	8,0E-06	1,6E-05	2,83	2,75	2,91	-	0,000	181	55-111
15-oct-18	H	3,5E-06	1,8E-06	6,9E-06	3,11	2,95	3,26	Isométrico	0,176	28	48-102
	M	7,3E-06	4,7E-06	1,1E-05	2,94	2,83	3,04	Isométrico	0,222	43	51-89
	C	5,3E-06	3,7E-06	7,8E-06	3,01	2,92	3,10	Isométrico	0,828	71	48-102
15-nov-18	H	5,6E-07	2,4E-07	1,3E-06	3,44	3,25	3,63	+	0,000	39	60-120
	M	1,1E-06	4,3E-07	3,0E-06	3,30	3,07	3,52	+	0,010	51	52-103
	C	9,6E-07	5,1E-07	1,8E-06	3,33	3,19	3,47	+	0,000	90	52-120
30-nov-18	H	6,3E-06	3,2E-06	1,3E-05	2,97	2,81	3,13	Isométrico	0,712	64	52-99
	M	2,3E-05	8,4E-06	6,4E-05	2,68	2,44	2,91	-	0,009	52	59-86
	C	1,1E-05	6,3E-06	1,8E-05	2,85	2,73	2,98	-	0,021	116	52-99
15-dic-18	H	2,2E-06	9,4E-07	5,0E-06	3,19	2,99	3,38	Isométrico	0,058	52	44-99
	M	9,5E-06	4,7E-06	1,9E-05	2,86	2,69	3,02	Isométrico	0,091	88	53-83
	C	4,9E-06	2,8E-06	8,4E-06	3,01	2,88	3,14	Isométrico	0,893	140	44-99
03-ene-19	H	4,1E-06	2,3E-06	7,4E-06	3,05	2,92	3,19	Isométrico	0,425	67	56-113
	M	1,2E-05	6,8E-06	2,2E-05	2,81	2,67	2,94	-	0,007	53	59-94
	C	6,8E-06	4,5E-06	1,0E-05	2,94	2,85	3,04	Isométrico	0,224	120	56-113
16-ene-19	H	6,1E-06	3,6E-06	1,0E-05	2,95	2,84	3,07	Isométrico	0,447	37	40-114
	M	6,4E-06	3,8E-06	1,1E-05	2,95	2,82	3,07	Isométrico	0,376	68	53-93
	C	6,4E-06	4,5E-06	9,1E-06	2,94	2,86	3,02	Isométrico	0,162	105	40-114
05-feb-19	H	3,3E-06	1,9E-06	5,8E-06	3,09	2,96	3,21	Isométrico	0,178	43	41-121
	M	1,3E-05	6,3E-06	2,6E-05	2,78	2,62	2,94	-	0,007	55	40-111
	C	6,5E-06	4,1E-06	1,0E-05	2,93	2,83	3,04	Isométrico	0,213	98	40-121
15-feb-19	H	8,0E-06	4,7E-06	1,3E-05	2,90	2,78	3,02	Isométrico	0,103	47	47-121
	M	2,2E-05	1,2E-05	4,3E-05	2,66	2,51	2,82	-	0,000	62	41-104
	C	1,2E-05	8,0E-06	1,8E-05	2,81	2,72	2,90	-	0,000	109	41-121
07-mar-19	H	2,6E-06	1,3E-06	5,2E-06	3,19	3,03	3,35	+	0,020	42	64-107
	M	1,0E-05	5,3E-06	2,0E-05	2,88	2,73	3,03	Isométrico	0,123	64	56-103
	C	6,2E-06	3,8E-06	1,0E-05	3,00	2,88	3,11	Isométrico	0,937	106	56-107

30-mar-19	H	8,2E-06	2,7E-06	2,5E-05	2,90	2,65	3,15	Isométrico	0,410	54	68-114
	M	1,3E-05	4,1E-06	4,1E-05	2,79	2,53	3,06	Isométrico	0,127	42	56-101
	C	1,1E-05	5,2E-06	2,2E-05	2,84	2,68	3,00	Isométrico	0,051	96	56-101

29-abr-19	H	4,4E-06	2,3E-06	8,4E-06	3,02	2,88	3,17	Isométrico	0,746	42	57-117
	M	1,0E-05	5,2E-06	2,0E-05	2,84	2,69	3,00	-	0,044	72	57-96
	C	6,9E-06	4,3E-06	1,1E-05	2,93	2,82	3,03	Isométrico	0,183	114	57-117
10-may-19	H	5,2E-06	2,9E-06	9,2E-06	3,00	2,87	3,13	Isométrico	0,951	57	68-121
	M	1,4E-05	6,8E-06	2,7E-05	2,78	2,62	2,94	-	0,008	61	60-99
	C	7,1E-06	4,8E-06	1,1E-05	2,93	2,84	3,02	Isométrico	0,140	118	60-121
01-jun-19	H	3,7E-06	2,1E-06	6,5E-06	3,08	2,95	3,21	Isométrico	0,205	48	52-109
	M	1,6E-05	7,5E-06	3,4E-05	2,74	2,57	2,92	-	0,005	66	55-104
	C	6,9E-06	4,3E-06	1,1E-05	2,94	2,83	3,05	Isométrico	0,276	114	52-109
22-jun-19	H	1,2E-05	3,1E-06	4,2E-05	2,84	2,54	3,14	Isométrico	0,275	16	64-88
	M	3,3E-05	1,6E-05	6,5E-05	2,60	2,43	2,76	-	0,000	38	60-97
	C	2,7E-05	1,5E-05	4,8E-05	2,64	2,51	2,78	-	0,000	54	60-97
16-jul-19	H	4,2E-06	2,2E-06	8,3E-06	3,05	2,90	3,20	Isométrico	0,521	54	48-99
	M	8,9E-06	5,0E-06	1,6E-05	2,88	2,74	3,02	Isométrico	0,083	48	49-89
	C	6,5E-06	4,3E-06	9,9E-06	2,95	2,85	3,05	Isométrico	0,315	102	48-99
06-ago-19	H	7,3E-06	4,4E-06	1,2E-05	2,92	2,80	3,04	Isométrico	0,167	61	44-114
	M	8,7E-06	3,5E-06	2,2E-05	2,88	2,67	3,10	Isométrico	0,274	68	56-86
	C	8,0E-06	5,1E-06	1,2E-05	2,90	2,80	3,00	Isométrico	0,054	129	44-114

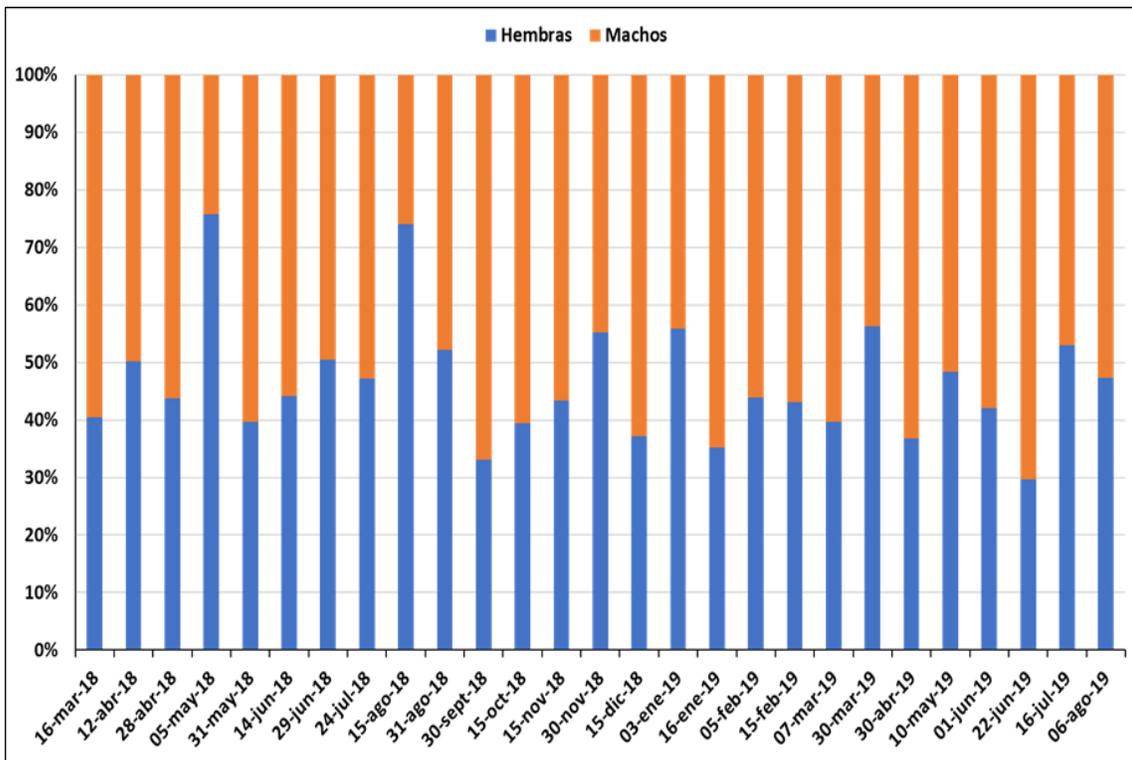


Figura 5. Cambios temporales en la proporción de sexos de *Xiphopenaeus kroyeri*.

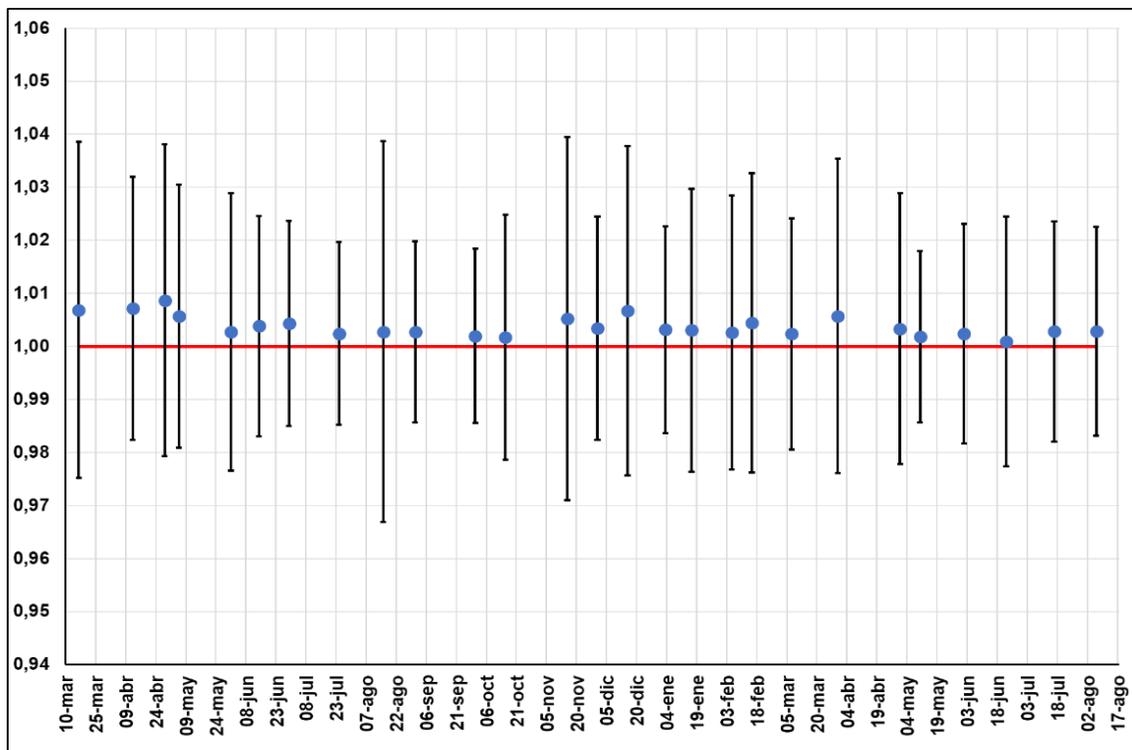
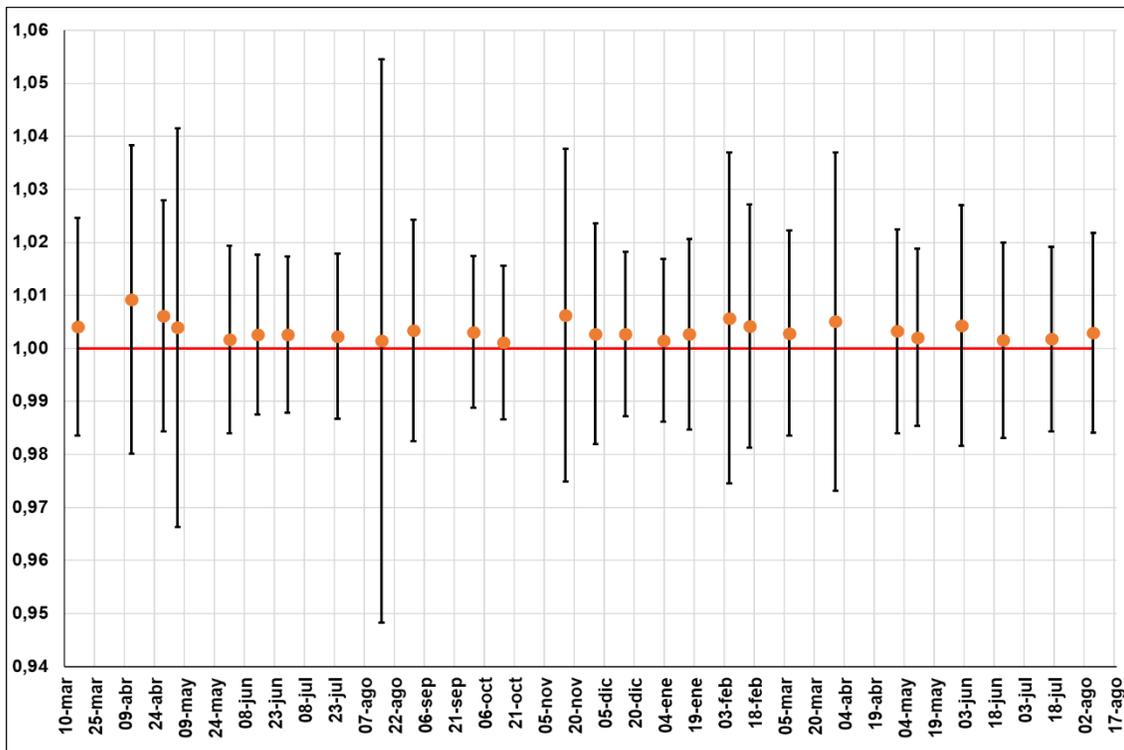


Figura 6. Variabilidad temporal de promedio del factor de condición relativo ( $K_{rel}$ ) para hembras.



**Figura 7.** Variabilidad temporal de promedio del factor de condición relativo ( $K_{rel}$ ) para machos.

En todos los meses de muestreo se observaron individuos maduros, pero predominaron las hembras inmaduras. Los mayores porcentajes de madurez se observaron el 28 de abril de 2018 (52%), 15 de agosto de 2018 (45%), 7 de marzo de 2019 (41%) y 1 de junio de 2019 (46%) (**Figura 8**)., En contraste, la mayoría de los machos estuvieron maduros a lo largo del estudio; sólo el 16 de marzo de 2018, predominaron individuos inmaduros (57,0%) (**Figura 9**).

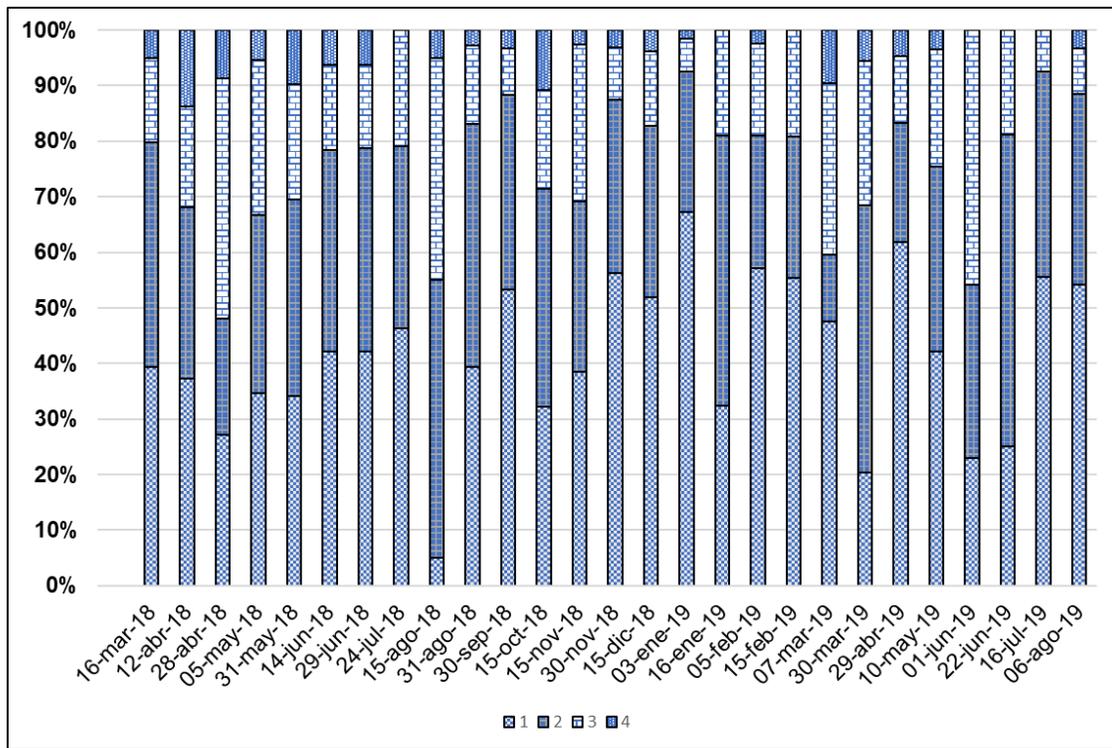


Figura 8. Histogramas de la proporción de estados de madurez en hembras de *Xiphopenaeus kroyeri*.

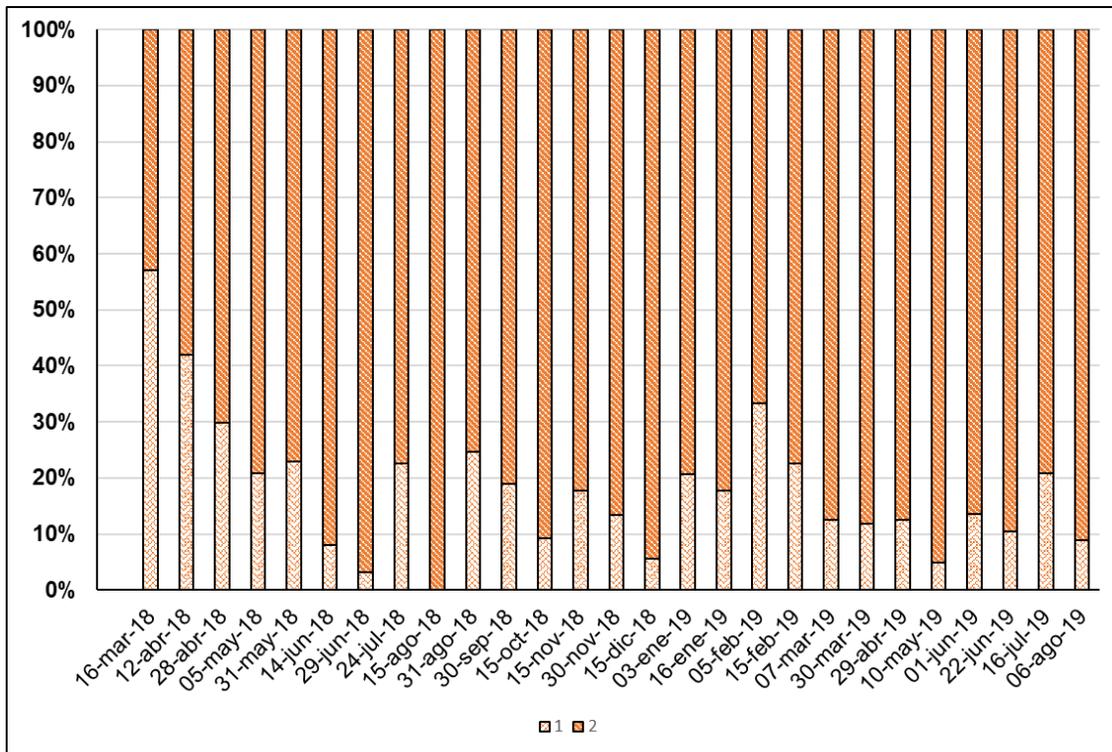


Figura 9. Histogramas de la proporción de estados de madurez en machos de *Xiphopenaeus kroyeri*.

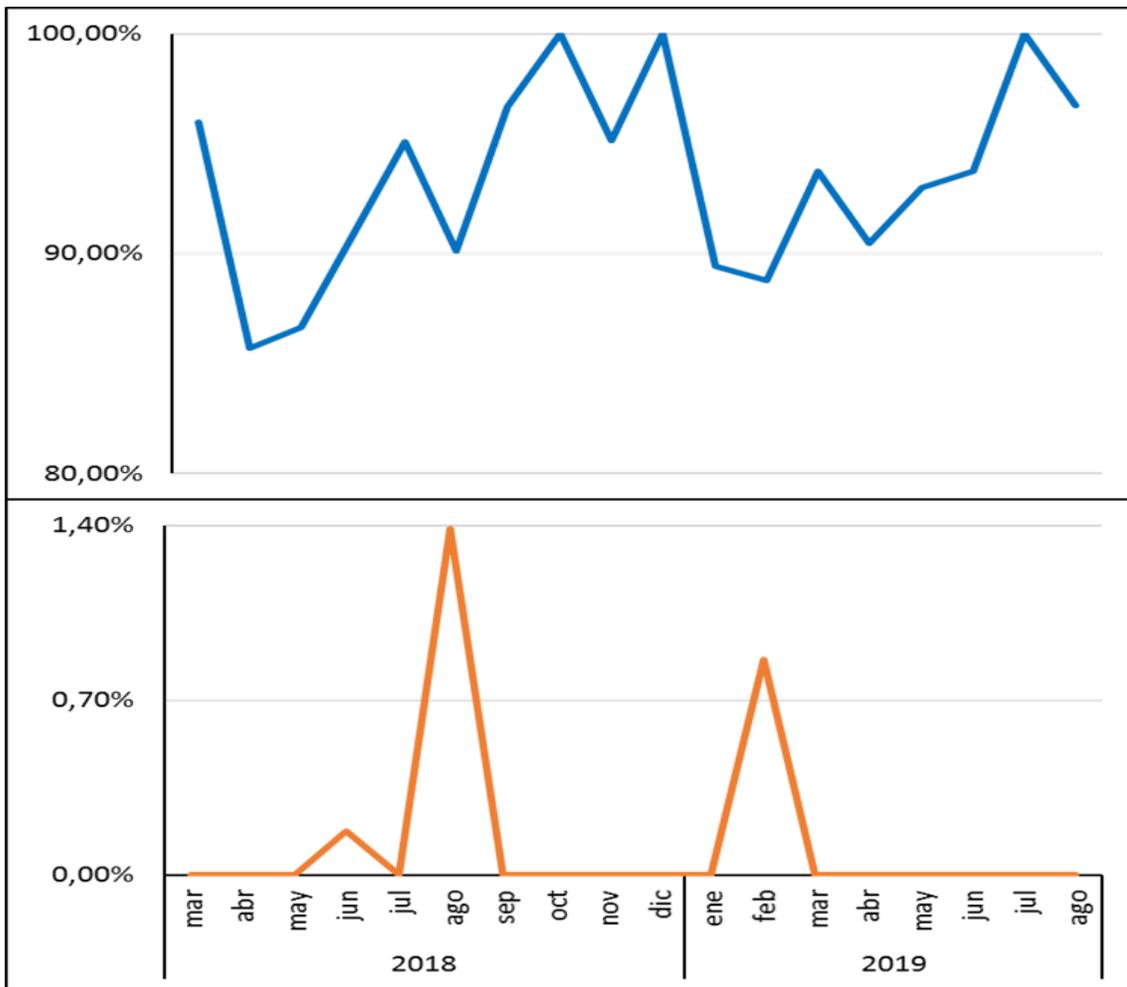
La longitud de madurez ( $L_{50}$ ) fue estimada para hembras y machos por separado, dando como resultado 105 mm y 44 mm, respectivamente (**Tabla 2**). Para sexos combinados los límites dieron resultados errados por la distribución de los datos.

**Tabla 2.** Longitud de madurez sexual ( $L_{50}$ ) de hembras y machos de *X. kroyeri*. Intervalos de confianza del 95%:  $L_{inf}$  = Límite inferior,  $L_{sup}$  = Límite superior, medidas en mm

Sexo	Intercepto (b)	Pendiente (a)	$L_{50}$	$L_{inf}$	$L_{sup}$
Hembras	-5,11	0,048	105	103	106
Machos	-2,61	0,059	44	43	50

Entre marzo de 2018 y agosto del 2019, una fracción elevada de las hembras capturadas presentaron una longitud inferior a la longitud de madurez, particularmente de octubre a diciembre de 2018, indicando el periodo de mayor reclutamiento al arte en la población evaluada. Para el caso de los machos predominó la presencia de individuos con longitud superior a la longitud de madurez (**Figura 10**).

Las medidas de manejo identificadas en la literatura (**Tabla 3**) que pueden proponerse con base en los resultados obtenidos son: una veda temporal en los meses donde se capturan la mayor proporción de hembras inmaduras (**Figura 7**) y cuando se capturan la mayor cantidad de hembras por debajo de la longitud de madurez (**Figura 10**), considerando que observan una longitud de madurez superior a la de los machos.



**Figura 10.** Porcentaje de hembras y machos con longitud menor que la longitud de madurez.

**Tabla 3.** Medidas de manejo observadas en la literatura.

Medida de manejo propuesta	Información necesaria	Referencia
Veda	Periodos de madurez y reclutamiento	Mora O. (1988)
Veda	Periodos de madurez y reclutamiento	Núñez G. y Wakida A. T. (2003)
Veda	Periodo de reclutamiento	Fernández et al. (2011)
Veda	Periodos de madurez	Wakida K. (2012)
Área marina protegida AMP	Zonas de desove y crecimiento	Almeida et al., 2012

## 5. DISCUSIÓN

En las hembras predominó el crecimiento isométrico lo cual indica que crecen a la misma tasa tanto en longitud como en peso. Solo entre marzo y junio se observó crecimiento alométrico negativo y en algunos meses aislados (abril y noviembre de 2018) presentó alometría positiva. Este resultado contrasta con lo observado en el norte y sur de Brasil donde las hembras de esta especie presentaron un crecimiento alométrico negativo (Branco, 2005; López, et al., 2014;) y crecimiento alométrico positivo (Fernández et al., 2011) respectivamente. En los machos predominó el crecimiento alométrico negativo y el crecimiento isométrico (solo en una fecha muestreada se observó alometría positiva). Previamente, en el norte y sur de Brasil, se encontró en machos de esta especie alometría negativa en su crecimiento (Branco, 2005; Fernández et al., 2011; López, et al., 2014).

Las hembras mostraron una ocurrencia algo menor que los machos en el stock capturable de *Xiphopenaeus kroyeri* del Golfo de Salamanca, con un promedio de ocurrencia de 1:1,25; similar a lo registrado al sur de Brasil donde en general los machos presentaron incidencia ligeramente mayor que las hembras, pero, a lo largo de los meses fue variable la presencia de hembras y machos (Branco, 2005). Contrario al patrón observado anteriormente en *Xiphopenaeus kroyeri* y otras especies de camarones peneidos que exhibieron mayor frecuencia en hembras (Santos et al., 2008; Semensato y Di Benedetto, 2008; Correa y Martinelli, 2009; López, et al., 2014; Da Silva et al., 2018).

El índice de condición relativa promedio fue poco variable, aunque mostró valores más elevados en marzo y abril para ambos sexos; estos meses corresponden al final de la época de surgencia estacional e inicio de la época de calmas (lluvias) observada en la región que significaría un periodo favorable para la fisiología de los camarones (López et al., 2011; Almeida et al., 2012; García et al., 2013; Grabowski et al., 2014; Da Silva et al., 2016; Davanzo et al., 2017). En épocas de lluvia el GdS recibe descargas de aguas continentales pertenecientes al río Toribio y Córdoba (Duarte et al., 2013).

La mayor proporción de hembras estuvieron inmaduras durante los meses de muestreo, en cambio, los machos presentaron un elevado porcentaje de individuos maduros a lo largo del estudio. No obstante, se encontraron individuos maduros, tanto de hembras como de machos, permanentemente, lo cual sugiere un amplio período de desove a lo largo del año. En efecto, se ha encontrado que las especies de invertebrados que habitan en los océanos tropicales presentan reproducción y reclutamiento continuos durante todo el año debido a la poca variabilidad de las condiciones ambientales en especial la temperatura del agua (King, 2007; Fonteles Filho, 2011). Sin embargo, se pueden registrar períodos de intensa actividad reproductiva para varias especies de crustáceos; principalmente asociados al inicio de temporadas de surgencias y cambios repentinos de temperaturas (Gulland y Rothschild, 1981; Fonteles Filho, 1989; Almeida, 2012). En *X. kroyeri* se ha observado un patrón de reproducción polimodal con picos anuales primarios y secundarios en Sirinam (Rodríguez, 2014), norte de Brasil (Santos y Freitas, 2000) y sur de Brasil (Branco, 1999).

En promedio, las hembras fueron más grandes que los machos ya que el dimorfismo sexual relacionado con el tamaño del cuerpo es común en los camarones peneidos, cuyas hembras son más grandes y pesadas que los machos (Boschi, 1963; Hartnoll, 1982). En las hembras, el cefalotórax y el abdomen más grandes pueden corresponder al desarrollo del ovario y la producción de ovocitos, los cuales caracterizan el aumento de la fertilidad (Gab-Alla et al., 1990). La longitud de madurez de los machos de *X. kroyeri* en el presente estudio resultó ser menor a la registrada en otras regiones. Solo en la región de Espírito Santo de Brasil se informó una longitud similar. Por el contrario, la longitud de madurez de las hembras fue superior a la encontrada en estudios previos, solo siendo superada por lo obtenido en Rio de Janeiro en Brasil (Tabla 4). Este resultado plantea la posibilidad de que la población observe una segregación espacio-temporal entre machos y hembras que provoque una mayor incidencia de la pesquería sobre los machos en la zona de pesca muy costera, reduciendo su longitud de madurez (Santos et al., 2006; Fonteles Filho, 2011; Castilho et al., 2015; Da Silva, 2018).

**Tabla 4.** Tallas de primera madurez sexual reportadas en la literatura para el camarón tití *Xiphopenaeus kroyeri* L<sub>50</sub> (mm).

Región	Machos	Hembras	Referencia	n
Golfo de Salamanca (Colombia)	44	105	Presente estudio	6101
Santa Catarina (Brasil)	74	90	Branco et al. (1999)	3965
Santa Catarina (Brasil)	73	79	Branco (2005)	6990
Espírito Santo (Brasil)	45	69	Eutrópio et al. (2013)	1266
Rio de Janeiro (Brasil)	66	109	Fernández et al. (2011)	21055
Barra del Colorado (Costa Rica)	52	67	Naranjo-Elizondo (2018)	775

En el golfo de Salamanca, la presencia de camarones en todas las clases de tallas durante todo el año sugiere pulsos regulares de reclutamiento. Esta contribución de reclutas a la población y al stock, permite la presencia de especímenes inmaduros a lo largo del año (Castilho, 2008; Branco et al., 2013). El reclutamiento y periodos reproductivos son los parámetros de población principalmente aplicado para definir temporadas de veda de camarones de aguas someras y aguas profundas en el Pacífico colombiano (Álvarez-León, 2017). Estos, son los mismos parámetros usados en medidas de manejo para esta pesquería en la costa brasileña (Santos et al., 2006; Fernández et al., 2011).

En el presente estudio, se encontró la mayor proporción de hembras inmaduras y pequeñas (longitud inferior a la de madurez) en el segundo semestre del año, lo cual confirma lo registrado previamente en el área de estudio (Cortés, 1991). Estos resultados sugieren que una temporada de veda de pesca para *X. kroyeri* en el golfo de Salamanca implementada en la segunda mitad del año favorecería el reclutamiento de la especie, ya que existe una elevada captura de juveniles a lo largo del año y evidencia una sobrepesca de crecimiento en la población explotada en el golfo de Salamanca, con lo cual se pone en riesgo su capacidad de renovación.

## 6. CONCLUSIONES

Las hembras de *Xiphopenaeus kroyeri* presentaron un crecimiento isométrico a lo largo del año en el área oriental del golfo de Salamanca. Los machos, por el contrario, observaron crecimiento isométrico y alométrico negativo de manera alternada en los meses del año. No obstante, la poca variabilidad temporal de la condición relativa sugiere que tienen buena fuente de alimentación.

El análisis temporal de los estados de madurez macroscópica muestra que el Golfo de Salamanca se caracteriza por ser un área de crecimiento, reproducción y reclutamiento de la especie con presencia regular de especímenes inmaduros y maduros de ambos sexos.

Se encontró una diferencia sustancial de las longitudes de madurez entre sexos de esta especie. Las hembras presentan una longitud de madurez sustancialmente más elevada, por lo cual las capturas efectuadas con redes de arrastre de fondo en golfo de Salamanca, estuvieron dominadas por hembras inmaduras.

El presente estudio brinda los siguientes insumos para medidas de manejo de *X. kroyeri* en el Golfo de Salamanca:

- i) Dada la evidencia de mayor proporción de individuos inmaduros y con longitudes menores a la longitud de madurez en el segundo semestre del año, en ese periodo puede evaluarse la implementación de una veda con el fin de proteger el reclutamiento de la población.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Anillo, R. 2012. Evaluación experimental del efecto de la utilización de dispositivos reductores de fauna acompañante en la pesca artesanal de camarón por arrastre “changas” en el golfo de Salamanca, mar caribe de Colombia. (Pregrado). Universidad del Magdalena.
- Almeida A C, Baeza J A, Fransozo V, Castilho A L, Fransozo A. 2012. Reproductive biology and recruitment of *Xiphopenaeus kroyeri* in a marine protected area in the Western Atlantic: implications for resource management. *Aquatic Biology*, 17 (1): 57–69, <http://dx.doi.org/10.3354/ab00462>.
- Álvarez-León, R. 2017. Las Vedas como regulación del aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos de las aguas dulces, estuarinas y marinas en Colombia. *Summa Iuris*. 4. 287. 10.21501/23394536.2330.
- Araúz, D. 2008. Caracterización de las pesquerías industrial y artesanal del Camarón y Langosta en Panamá. Proyecto GCP/RLC/150/SWE OSPESCA – FAO– SUECIA.
- AUNAP 2016. Res. 001889 de 01 noviembre del 2016. "Por la cual se establece la veda para el Camarón de Aguas Someras y Profundas en el Océano Pacífico colombiano, como medida de ordenamiento y se adoptan medidas de control y vigilancia para el cumplimiento de la misma". <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/11/Resoluci%C3%B3n-1889-de-2016-veda-camar%C3%B3n.pdf>
- Blanco, J. 1988. Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta. Caribe colombiano. Tesis M. Sc. Universidad nacional de Colombia. Bogotá. 50 p.
- Boschi, E. E., 1963. Los camarones comerciales de la familia Penaeidae de la costa atlántica de América del Sur, Mar del Plata. *Boletim Biología Marina, Mar de Plata*, 3: 1-39.
- Branco, J. O., 2005. Biología e pesca do camarão sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Brasil. de Zool.* 22(4), 1050-1062.
- Branco, J. O., M. J. Lunardon-Branco, F. X. Souto & C. R. Guerra, 1999. Estrutura populacional do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí- Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian archives of biology and technology*, 42: 115-126.
- Branco, J. O., Santos, I. R., Barbieri, E., Santos, M. C. F.; Rodrigues-Filho, J. L. 2013. Distribuição espaço-temporal das capturas do camarão sete-barbas na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 39, n. 3, p. 237-250.

- Broadhurst, M. K., Millar, R. B., Spach, H. L., Colombo, N. 2016. Damage and mortality of juvenile seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) discarded in a tropical artisanal trawl fishery. – ICES Journal of Marine Science 73(9), doi: 10.1093/icesjms/fsw064.
- Carpenter, K. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volumes 1, 2 & 3. FAO Species identification guide for fishery purposes and American Society of Ichthyologist and Herpetologist. Spec. Publ., Rome, 2, 127 pp.
- Castilho A. L., Bauer R. T., Freire F. A. M., Fransozo V., Costa R. C., Grabowski R. C., Fransozo A., 2015. Life span and reproductivedynamics of the commercially important sea bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeoidea): synthesis of a 5-year study. Journal of Crustacean Biology 35, 1–11
- Castilho, A. L. 2008. Reprodução e recrutamento dos camarões Penaeoidea (Decapoda: Dendrobranchiata) no litoral norte do estado de São Paulo. Tese apresentada ao curso de Pós-graduação do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, p. 114.
- Castro, R. H., Costa, R. C., Fransozo, A., Mantelatto, F. L. M. 2005. Estructura poblacional de la gamba marina *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Penaeoidea) en el litoral de São Paulo, Brasil, Scientia Marina 69: 105-112.
- Conand, C., Byrne, M., 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. Marine Fisheries Review, v. 55, n. 4, p. 1-13.
- Correa, A. B., Martinelli J. M., 2009. Composição da população do camarão-rosa *Farfante penaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1936) no estuário do Rio Curuçá, Pará, Brasil. Revista Científica da UFPA, 7: 1-18.
- Cortés, M. L., 1991. Aspectos reproductivos del camarón *Xiphopenaeus Kroyeri* (Heller) en Costa Verde, Ciénaga (Caribe colombiano). Caldasia, [S.I.], v. 16, n. 79, p. 513-517, jul. 1991. ISSN 2357-3759.
- Costa, R. C., Fransozo, A., Melo, G., Freire, F. 2003. Clave ilustrada para identificación de los camarones Dendrobranchiata del litoral norte del estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotrópica 3(1).
- Cuello, F. (Ed). 2013. Evaluación del efecto ecológico de la pesca artesanal de camarón en el ecosistema del golfo de salamanca y experimentación de medidas de mitigación. Informe Técnico Final. Universidad del Magdalena, Colciencias, Santa Marta, 507 p.
- Da Silva, E. R., Sancinetti, G. S., Fransozo, A., Azevedo, A., Da Costa, R. C. 2015. Reproduction and recruitment of the Seabob shrimp: a threatened exploitation species in southeastern of Brazil. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 41(1): 157-172.
- Da Silva, E. R., Sancinetti, G. S., Fransozo, A., Azevedo, A., Da Costa, R. C. 2016. Abundance and spatial-temporal distribution of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae): an exploited species in southeast Brazil. Brazilian Journal of Biology. v. 76, n. 03. pp. 764-773.

- Da Silva, S.L.R., Santos, R.C., Costa, R.C., Hirose, G.L., 2018. Growth and population structure of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda: Penaeidae) on the continental shelf of Sergipe, Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 40 (1),81–92.
- Dall, W., Hill, B. J., Rothlisberg, P. C., Staples, D. J., 1990. The biology of the Penaeidae. *Adv. Mar. Biol.* 27, 489.
- Davanzo, T., Hirose, G., Herrera, D., Fransozo, A., Costa, R. 2017. Does the upwelling phenomenon influence the population dynamics and management of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae)? *Hydrobiology.* 795. 1-17.
- Duarte, L. O. Castillo-Navarro, H. Rojas, A. Castro, E. 2015. Variabilidad temporal de relaciones biométricas y de la condición del Bonito, *Thunnus atlanticus*, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe de Colombia. *Atlas biológico pesquero de la reserva de biosfera Seaflower.* 160 p.
- Duarte, L. O., Diaz-Vesga, R., Cuello, F., Manjarrés. L. 2013. Cambio estacional en la fauna acompañante de la pesquería artesanal de arrastre de camarón del Golfo de Salamanca, mar Caribe de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18(2): 319-328.
- Dumont, L. F. C., D’Incao, F., Santos, R. A., Maluche, S., Rodrigues, L. F. 2007. Ovarian development of wild pink prawn (*Farfantepenaeus paulensis*) females in northern coast of Santa Catarina State, Brazil. *Nauplius*, 15(2), 65-71.
- Efron, B., Tibshirani, R. J. 1994. An introduction to the bootstrap. CRC press. 430 pp.
- Espinal, C. Martínez, H. Rodríguez, F. 2005. La Cadena Del Camarón De Pesca En Colombia: Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agro-cadenas Colombia.
- Eutrópio, F., Falleiros, F., Ferreira, P., Krohling, W., 2013. Population parameters of the shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Penaeidae), caught by artisanal fisheries in Anchieta, Espírito Santo State. *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* v. 35, n. 2, p. 141-147.
- FAO, 2021s.f. Species Fact Sheets. *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). FAO FishFinder. The Species Identification and Data Programme. Recuperado el 15 de julio de 2021 de: <http://www.fao.org/fishery/species/2600/en>
- Fernández, L., Silva, A. C., Jardim, L. P., Keunecke, K. A., Di Benedetto, A. P. 2011. Growth and recruitment of the atlantic seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (heller, 1862) (Decapoda, penaeidae), on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Crustaceana*, 84: 1465-1480.
- Fonteles Filho, A. A., 2011. Oceanografía, biología e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. 2a edição. Ceará: Expressão Figura e Editora.
- Fonteles Filho, A.A., 1989. Recursos pesqueiros: biología e dinâmica populacional: 1-296. (Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza).

- FRDC, 2003. High Quality Eggs and Nauplii for the Australian Prawn Industry. FRDC Project No 95/166. Townsville, p.5. <https://www.frdc.com.au/Archived-Reports/FRDC%20Projects/1995-166-DLD.pdf>.
- Froese, R., 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and fisheries*. 5: 86-91.
- Froese, R., 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology* 22:241-253.
- Gab-Alla, A. F., Hartnoll, R. G., Ghobashy, A. F., Mohammed, S. Z., 1990. Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Marine Biology* 107: 417-426.
- García Benítez, J., Flores Nava, A., 2016. Contribución de la pesca artesanal a la seguridad alimentaria, el empleo rural y el ingreso familiar en países de América del Sur (pp. 30 - 36). Santiago de Chile: FAO.FAO, 2000. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. ISBN 92-5-304492-6, Roma.
- García C. B., Duarte L. O., Ramírez G., 2013. Fisiografía y oceanografía del golfo de Salamanca (mar Caribe, Colombia). En: Melgarejo LM, García-Ramírez CB (Eds.) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 200 p.
- Gillett, R., 2008. Global study of shrimp fisheries. By FAO Consultant Fiji. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome. ISBN 978-92-5-106053-7.
- Gonçalves, M. M., 1997. Características biológicas e bioquímicas do crustáceo Penaeidae *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), capturados no litoral de São João da Barra, RJ, 1: 1- 105. (Dissertation, Center for Bioscience and Biotechnology, universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes).
- Grabowski, R. C., Negreiros-Fransozo, M. L., Castilho, A. L., 2016. Reproductive ecology of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) in a coastal area of Southern Brazil. *Chin. J. Ocean. Limnol.* 34, 125–135. <https://doi.org/10.1007/s00343-015-4279-3>
- Grabowski, R. C., Simões, S. M., Castilho, A. L., 2014. Population structure, sex ratio and growth of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) from coastal waters of southern Brazil. In: Wehrtmann IS, Bauer RT (Eds) Proceedings of the Summer Meeting of the Crustacean Society and the Latin American Association of Carcinology, Costa Rica, July 2013. *ZooKeys* 457: 253–269. doi: 10.3897/zookeys.457.6682
- Graça-Lopes, R., Santos, E. P., Severino-Rodrigues, E., Braga, F. M. S., Puzzi, A., 2007. Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão sete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) no litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 33: 63-84.
- Gulland, J. A., Rothschild, B. J., 1981. Penaeid shrimps: their biology and management. (fishing news books, farnham, surrey).

- Hartnoll, R. G., 1982. Growth. In: D. BLISS (ed.), The biology of Crustacea, 2: 111-185. (Academic Press, New York).
- Heckler, G. S., Lopes, M., Simões, S., Shimizu, R. M., Da Costa, R., 2014. Annual, seasonal and spatial abundance of the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Decapoda, Penaeidae) off the Southeastern coast of Brazil. Anais da Academia Brasileira de Ciências 86(3): 1337-1346.
- Holthuis, L. B., 1980. Camarones y langostinos del mundo. Un catálogo anotado de especies de interés para la pesca. Catálogo de especies de la FAO, v.1, Sinopsis de pesquerías de la FAO 125(1): 1- 271.
- Hoydal, K., Rørvik, C., Sparre, P., 1982. Estimation of effective mesh sizes and their utilization in assessment.
- King, M. G., 1997. Fisheries biology, assesment and management. Fishing news books. Osney Mead, Oxford, England., pp. 341.
- Le Cren, E. D., 1951. The length–weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol. 20, 201–219.
- Lopes D. F., Frédoú F. L., Silva E., Calazans N., Peixoto S., 2017. Reproductive cycle of seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea, Penaeidea) from the northeast coast of Brazil. Invertebr Reprod Dev. 61(3):1–5.
- Lopes D. F., Silva E. F., Peixoto S. R. M., Fredou F. L., 2014. Population biology of seabob-shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) captured on the south coast of Pernambuco state, Northeastern Brazil. Brazilian Journal of Oceanography 62, 331–340.
- López, Á., Criales, M., García, C., 2001. Postlarvas y juveniles de camarones *Farfantepenaeus spp* y *Xiphopenaeus kroyeri* en la boca de la barra (Ciénaga Grande de Santa Marta), caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR, 30(1), 177-198.
- Marcamo, L., Altuve, D., 2002. Biometría y talla de primera madurez de Tonquicha, *Cynosción maicensis*, de la costa norte de la península de Paria, estado Sucre, Venezuela. Zootecnia Trop., 20 (1):83-109
- McCullagh, P., Nelder, J. A., 1984. Generalized linear models. Ann. Statist. 12 (4), 1589–1596.
- Mora O., 1988. Hacia la recuperación y manejo del camarón blanco (*Penaeus [Lithopenaeus] occidentalis* street) en el Pacífico. Trianea (Act. Cient. Tecn. INDERENA). 2:529-535.
- Motta-Alves, M. I., Rodríguez, M. M., 1977. aspectos de la reproducción de camarones Seabob *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Decapoda, macrura) en el Estado de costa Ceará. Ciencias Marinas Archivo, Ceará, 17 (1): 29-35.

- Musiello-Fernandes, J., Zappes, C., Hostim-Silva, M., 2018. Small-scale fisheries of the Atlantic seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*): Continuity of commercialization and maintenance of the local culture through making public policies on the Brazilian coast. *Ocean and Coastal Management*. 155. 76-82. 10.1016/j.ocecoaman.2018.01.033.
- Naranjo-Elizondo B., 2018. Desarrollo de investigaciones dirigidas a la pesquería artesanal de Camarón de la comunidad de Barra del Colorado, Caribe norte. Informe final. INCOPESEA.
- Núñez G., Wakida A. T., 2003. Efecto de las vedas del 2000 y 2001 sobre la población y la pesca de camarón siete barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) de Campeche, México. In: Wakida A, Solana R, Uribe J (eds.), *Memorias de III Foro de camarón del Golfo de México y del Mar Caribe*. Instituto Nacional de la Pesca, SAGARPA, pp. 24-27.
- Rico-Mejía F., Rueda M., 2011. Manual para la pesca artesanal responsable de camarón en Colombia: adaptación de la red suripera. INVEMAR, COLCIENCIAS, INCODER. Serie de publicaciones generales del INVEMAR No. 51. Santa Marta, Colombia. 25p.
- Rodríguez, A., 2014. Ecology and dynamics of The Atlantic Seabob Shrimp (*Xiphopenaeus Kroyeri*) In Suriname based on fisheries data and local ecological knowledge. Master. Ghent University.
- Santos, E. P., Valentini, H., Neiva, G. S., Mello, J. T. C., 1973. Curva de rendición de camarón-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER), da Baía de Santos y adjacências, *Boletim do Instituto de Pesca* 2: 67-71.
- Santos, J. L., Severino-Rodrigues E., Vaz-Dos-Santos, A. M., 2008. Estrutura populacional do camarão-branco *Litopenaeus schmitti* nas regiões estuarina e marinha da baixada santista, São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34: 375-389.
- Santos, M. C. F., Coelho P. A., Porto, M. R., 2006. Sinopse das informacoes sobre biología e pesca do camarão-sete-barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), no nordeste do Brasil. *Boletim Tecnico Cientifico CEPENE*, 14: 141-178.
- Santos, M. C. F., Freitas, A. E. T. S., 2000. Pesca e biología dos peneideos (Crustacea: Decapoda) capturados no municipio de Barra de Santo Antonio (Alagoas, Brasil). *Boletim Tecnico Cientifico CEPENE*, 8: 73-98.
- Santos, M. C. F., Ivo, C.T.C. 2000. Pesca, biología y economía popular de Camarão *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea, Decápoda, Penaeidae) Capturado en Frente ao Município de Caravelas (Bahía - Brasil), *Boletim Técnico Científico do CEPENE* 8: 131-164.

- Semensato, X., Di Benedetto, A., 2008. Population dynamic and reproduction of *Artemesia longinaris* (Decapoda, Penaeidae) in Rio de Janeiro State, southeastern Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 34: 89-98.
- Sparre, P., Venema, S. C., 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 306.1 Rev. 2: 420 pp.
- Vasconcelos, M., Gasalla, M., 2001. Capturas de pesca y la capacidad de carga de los ecosistemas marinos en el sur de Brasil, *Investigación pesquera* 50: 279-295.
- Vazzoler, A. E. A. M., 1996. *Biología de la reproducción de peixes teleósteos: teoría y práctica*. Brasilia: CNPq; Nupélia.
- Wakida A. T., Galindo Cortes G., Gonzalez Cruz A., Alvarez López B., Nuñez Márquez G., Rojas González R. I., Monroy García C., Eréndira Sandoval M., Quintero. 2012. Fundamento técnico para el establecimiento de vedas para la pesca de camarón en el Golfo de México y Mar Caribe. SAGARPA-INAPESCA. 47 p.
- Wenner, A. M., Fusaro, C., Oaten, A., 1974. Size at onset of sexual maturity and growth rate in crustacean populations. *Canadian Journal of Zoology*, v. 52, n. 9, p. 1095-1106.