

PESQUERÍA Y CONDICIÓN BIOLÓGICA DEL CAMARÓN *Cryphiops caementarius* (MOLINA, 1782) EN RÍOS DE AREQUIPA- PERÚ, 2016-2018

FISHERY AND BIOLOGICAL CONDITIONS OF THE SRIMP *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) IN RIVERS OF AREQUIPA, PERU (2016-2018)

Kristhian Pinazo B.

Angela Incio P.¹Sarita Campos L.¹

RESUMEN

PINAZO K, INCIO A, CAMPOS S. 2020. Pesquería y condición biológica del camarón *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en ríos de Arequipa-Perú, 2016-2018. *Bol Inst Mar Perú*. 35(1): 37-48.- Se reportan aspectos pesqueros y biológicos del camarón *Cryphiops caementarius* con base en prospecciones efectuadas en los ríos Majes-Camaná y Ocoña, en el periodo enero 2016 - octubre 2018. El método más empleado durante la época disponible para la pesca fue "buceo con luz artificial". El esfuerzo pesquero presentó valores estables entre 1,7 y 2,5 horas de faena diaria; los mayores valores de CPUE se registraron en diciembre. Se observaron ejemplares de mayor talla que fueron machos, disminución de talla promedio anual para ambos sexos y aumento de ejemplares juveniles. La proporción sexual estuvo en equilibrio durante la época reproductiva (estación cálida), favoreciendo a los machos durante los demás meses. La madurez gonadal en hembras mostró un patrón similar para ambos ríos con dos periodos bien definidos, uno de octubre a marzo, registrando una elevada actividad reproductiva y otro de abril a setiembre, con inactividad gonadal. El IGS presentó mayores valores de octubre a enero; la frecuencia de ovígeras fue superior de enero a marzo. A su vez, se analizó la relación lineal múltiple de los valores promedio mensuales de las variables biológico-pesqueras del recurso y físicas del medio hídrico, con una correlación positiva entre temperatura y frecuencia de hembras y ovígeras, y relación negativa entre el caudal y la CPUE.

PALABRAS CLAVE: camarón, aspectos biológicos, pesquería

ABSTRACT

PINAZO K, INCIO A, CAMPOS S. 2020. Fishery and biological conditions of the shrimp *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) in rivers of Arequipa, Peru (2016-2018). *Bol Inst Mar Peru*. 35(1): 37-48.- Surveys conducted in the Majes - Camaná and Ocoña rivers, between January 2016 - October 2018, provided information on the fishery and biological aspects of the shrimp *Cryphiops caementarius*. "Diving with artificial light" was the most used method during the fishing season. The fishing effort varied between 1.7 and 2.5 hours of daily fishing; highest CPUE were recorded in December. Larger specimens were males, the mean annual size decrease for both sexes and increases in juvenile specimens. The sex ratio was in balance during the breeding season (warm season), favoring males in the remaining months. Gonadal maturity in females showed a similar pattern for both rivers with two well defined periods, one from October to March, recording high reproductive activity and another from April to September, with gonadal inactivity. The GSI showed higher values from October to January; the frequency of ovigerous females was higher from January to March. Also, the multiple linear relationship of the monthly mean values of the biological - fishery variables of the resource and the physics of the water environment were analyzed, with a positive correlation between temperature and frequency of females and ovigerous females, and a negative ratio between the flow rate and the CPUE.

KEYWORDS: shrimp, biological aspects, fisheries

1. INTRODUCCIÓN

El camarón *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decápoda, Palaemonidae) es un macro invertebrado endémico y predominante de ecosistemas fluviales de la vertiente occidental de los Andes. Su distribución ha sido descrita desde el río Taymi, Lambayeque (6°32'S) hasta los ríos del norte de Chile (32°55'S) (MERUANE *et al.*, 2006).

En el Perú representa una especie de gran importancia biológica, económica y cultural, cuyas mayores densidades poblacionales se concentran

1. INTRODUCTION

The river shrimp *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda, Palaemonidae) is a macroinvertebrate endemic and predominant in fluvial ecosystems of the Andean western slope. Its distribution has been described from the Taymi river, Lambayeque (6°32'S) to the rivers of northern Chile (32°55'S) (MERUANE *et al.*, 2006).

It is a species of great biological, economic, and cultural importance in Peru, whose highest population densities are concentrated in the rivers

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Camaná, Los Cerrillos I (Mz Y, Zona A), Samuel Pastor, Arequipa. kfpbeltran@hotmail.com, kfpbeltran@gmail.com

en los ríos de la Región Arequipa, donde recae cerca del 80% de la producción nacional (YÉPEZ, 2009).

Debido a su demanda comercial en el mercado nacional, el recurso es sometido a intensa actividad extractiva, con procesos de explotación clandestina en zonas de reserva (zona estuarina), uso de métodos ilícitos de captura, captura de ejemplares por debajo de la talla mínima de captura (TMC) establecida en 70 mm de LT (R.M. Nro. 209-2001-PRODUCE) y/o durante la época de veda reproductiva que se da de diciembre a marzo (R.M. Nro. 312-2006-PRODUCE). A esto se suman las alteraciones del hábitat por actividades antrópicas, incidiendo en la disponibilidad del recurso, tamaño de las poblaciones y talla promedio, siendo casi inexistentes en los ríos y cuencas menores (WASIW y YÉPEZ, 2015).

Frente a este panorama, se han establecido medidas de manejo pesquero estableciendo las condiciones para la actividad extractiva, las mismas que presentan deficiencias en su cumplimiento, debido a que el río como ecosistema fluvial constituye un sistema abierto, de libre acceso e incontrolable para la pesca (YÉPEZ, 2009) dificulta la fiscalización y sanción a quienes incumplan estas consideraciones, resultando complicado la recolección de información y estimación de niveles de extracción.

La mayoría de estudios sobre esta especie están referidos a determinar condiciones óptimas para el establecimiento de sistemas artificiales de cultivo (MERUANE *et al.*, 2006) siendo escasos los que abarcan temas sobre biología y etología en su medio natural.

En este sentido, a partir de la información recolectada, en la actividad de seguimiento a la pesquería del camarón, por el IMARPE se analiza la variación temporal de la actividad pesquera (captura, esfuerzo y CPUE) y biológica (composición por tallas, proporción sexual y condición reproductiva) y su relación con parámetros físicos (temperatura, caudal y nivel del río) con el fin de aportar información para el manejo sostenible del recurso.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El ámbito de estudio se ubica en la cuenca medio-baja de los ríos Majes-Camaná y Ocoña, Arequipa. Teniendo en consideración la gradiente altitudinal de la distribución del camarón, ambos ríos fueron divididos en cinco estratos altitudinales; el primero comprendido de 0 a 50 msnm (destacando la zona de mayor reproducción y presión pesquera) y los siguientes con amplitud de 200 msnm (Majes-Camaná) y 150 msnm (Ocoña) (Fig. 1).

of the Arequipa Region, where nearly 80% of the national production is located (YÉPEZ, 2009).

The resource is undergoing intense extraction activity given its commercial demand in the national market, with clandestine exploitation processes in reserve areas (estuary zone), the use of illegal extraction methods, the catching of specimens below the minimum catch size (MCS) established at 70 mm TL (R.M. No. 209-2001-PRODUCE) and/or during the reproductive ban from December to March (R.M. No. 312-2006-PRODUCE). Furthermore, habitat alterations (anthropogenic origin) have an impact on the availability of the resource, population size, and mean size, which is almost non-existent in the rivers and smaller basins (WASIW & YÉPEZ, 2015).

In this context, fisheries management measures have been implemented, establishing the conditions for the extractive activity, which have shortcomings in their compliance, since the river as fluvial ecosystem constitutes an open system, with free access and uncontrollable for fishing (YÉPEZ, 2009) which prevents the control and sanctioning of those who do not comply with these considerations, complicating the collection of information and estimation of extraction levels.

Most studies on this species aim to determine optimal conditions for the establishment of artificial culture systems (MERUANE *et al.*, 2006) and few cover topics of biology and ethology in the wild.

From the information collected, in the monitoring activity of the shrimp fishery, by IMARPE we analyzed the temporal variations of the fishing activity (catch, effort and CPUE) and biological (size composition, sexual ratio and reproductive condition), as well as its relation with the physical parameters (temperature, flow and river level) to provide information for the sustainable management of the resource.

2. MATERIAL AND METHODS

The study area is located in the mid-low basin of the Majes-Camaná and Ocoña rivers, Arequipa. Based on the altitudinal gradient of the river shrimp distribution, both rivers were divided into five altitudinal strata; the first comprised from 0 to 50 masl (highlight the area of greatest reproduction and fishing stress) and the following with amplitude of 200 masl (Majes-Camaná) and 150 masl (Ocoña) (Fig. 1).



Figura 1.- Estaciones de muestreo por estrato altitudinal para el seguimiento pesquero del camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña. 2016-2018

Figure 1. Sampling stations per altitudinal stratum for monitoring shrimp fisheries in the Majes - Camaná and Ocoña rivers. 2016-2018

Dentro de cada estrato altitudinal se delimitaron estaciones de muestreo en base a la zona de jurisdicción de cada Organización Social de Pescadores Artesanales (OSPA) ejecutándose registros mensuales *in situ* de las capturas (kg) y el esfuerzo (tiempo efectivo de pesca) mediante observación directa de las faenas de pesca. Asimismo, se realizó la recolección de muestras para los aspectos biométricos y biológicos. Durante los meses de veda reproductiva (enero-marzo) se recolectaron muestras mediante pescas exploratorias con “atarraya”.

Para la biometría del total de captura *in situ* se tomó al azar una muestra representativa de 120 individuos o el total de individuos si la muestra era pequeña. Se registró la longitud total (LT), longitud cefalotorácica (LC) tomadas al milímetro inferior, con un vernier metálico 0,1 mm de precisión. El muestreo biológico, realizado con 60 de los 120 individuos muestreados biométricamente, incluye el peso total (PT) y de abdomen (PA), por medio de una balanza de 0,01 g de precisión. El sexo se identificó por observación directa de los gonoporos en las coxas del 3er. par de periópodos en hembras y 5to. en machos. Asimismo, se registró información complementaria como la falta de apéndices y presencia de hembras en estado ovígera.

Sampling stations were defined within each altitudinal stratum based on the area of jurisdiction of each Social Organization of Artisanal Fishermen (OSPA in Spanish), and monthly *in situ* records of catches (kg) and effort (effective fishing time) were made through direct observation of fishing operations. Samples were also collected for biometric and biological aspects. Samples were collected during the reproduction ban (January-March) through exploratory fishing with cast nets.

For the biometrics of the total *in situ* catch, a representative sample of 120 individuals was taken at random or the total number of individuals if the sample was small. The total length (TL), cephalothorax length (CL) taken to the nearest millimeter, was recorded with a 0.1 mm precision metal vernier. The biological sampling carried out with 60 of the 120 individuals biometrically sampled, includes the total weight (TW) and the abdomen weight (AW), using a 0.01 g precision scale. Sex was identified through direct observation of gonopores in the coxas of the third pair of periopods in females and fifth pair in males. Complementary information was also recorded, such as the lack of appendages and the presence of ovigerous females.

Se registraron los valores de captura (kg) y esfuerzo (horas efectivas de captura) diferenciados por método de pesca, con lo cual se determinaron los valores de CPUE (captura por unidad de esfuerzo) como índice de abundancia relativa, expresados en kg/h.

The values of catch (kg) and effort (effective hours of catch) differentiated by the fishing method were recorded, thus determining the CPUE (catch per unit of effort) values as a relative abundance index, expressed in kg/h.

Las longitudes fueron agrupadas cada 5 mm, y se calculó el porcentaje de ejemplares menores a la TMC (7 mm de LT). Se determinó la proporción sexual y se aplicó el test estadístico de Ji-cuadrado. El desarrollo gonadal se determinó mediante escala macro y microscópica desarrollada por VIACAVA *et al.* (1978). Se realizó el cálculo del IGS (BUITRÓN *et al.*, 2011). Se complementó el análisis temporal de parámetros pesqueros y biológicos contrastados con parámetros de temperatura, caudal y profundidad del río, obtenidas de los datos en línea del portal del SENAMHI para las estaciones correspondientes a cada río. Se ejecutó un análisis exploratorio de datos, con uno de normalidad de Kolmogorof-Smirnof, correlación de Spearman y regresión múltiple para cada variable biológica en función a las variables físicas, haciendo uso del programa R.

The lengths were grouped every 5 mm, and the percentage of specimens smaller than the MCS (7 mm TL) was estimated. The sex ratio was determined and the chi-square statistical test was applied. Gonadal development was determined through a macroscopic and microscopic scale developed by VIACAVA *et al.* (1978). The estimation of the GSI was carried out (BUITRÓN *et al.*, 2011).

The time analysis of fishing and biological parameters was complemented with temperature, flow, and depth parameters of the river, obtained from the online data of the SENAMHI website for the stations corresponding to each river. An exploratory data analysis was carried out, with a Kolmogorof-Smirnov normality analysis, Spearman correlation, and multiple regressions for each biological variable according to the physical variables using the R software.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTS AND DISCUSSION

Aspectos pesqueros.- Durante el periodo 2016-2018 y de abril a diciembre, a lo largo de los ríos Majes-Camaná y Ocoña, se registró el predominio del “buceo con luz artificial”. La tendencia de la captura de este método en ambos ríos, sugiere incrementos a partir de setiembre con valores más altos en diciembre. Los valores del esfuerzo, representados por horas efectivas de faena, se mantuvieron estables en rango de 1,7 y 2,5 h. Para el río Ocoña durante octubre 2018 se registró una turbidez anómala en su cauce, cambiando al método de “atarraya” (Fig. 2, barra naranja).

Fishery aspects.- The predominance of the “diving with artificial light” method along the Majes-Camaná and Ocoña rivers from April to December was recorded between 2016-2018. This catching method’s pattern in both rivers suggests increases from September onwards with higher values in December. The effort values, represented by effective fishing hours, remained stable in the range of 1.7 and 2.5 h. Anomalous turbidity was recorded in the Ocoña river in October 2018, so the cast net method was used (Fig. 2, orange bar).

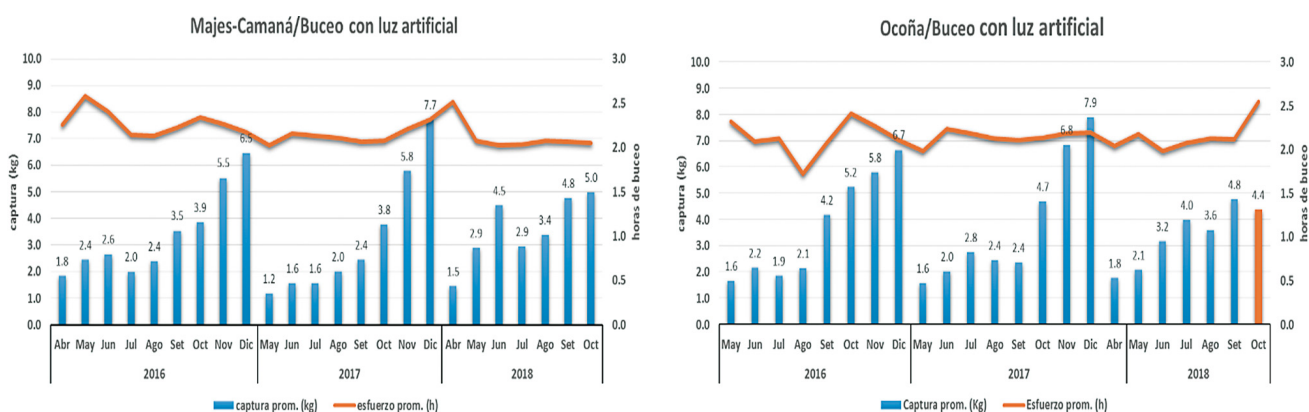


Figura 2.- Variación mensual de la captura (kg) y el esfuerzo (h) pesquero del camarón de río, método de buceo, en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 2. Monthly variation in catch (kg) and effort (h) of river shrimp, diving method, in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

La variación mensual de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) promedio para ambos ríos muestra predominio del método "atarraya" de enero a marzo, con CPUE inferior a 1,3 kg/h y con tendencia decreciente hacia marzo, cuando se registran los mayores niveles de caudal (m³/s) y alta turbidez. Según VIACAVA *et al.* (1978) durante la época de veda el esfuerzo pesquero tiende a disminuir, pero no se anula, hecho corroborado durante la investigación. En los meses posteriores se registró predominio del "buceo con luz artificial" cuyos valores promedio de CPUE se incrementaron alcanzando mayor valor en diciembre entre 3 y 3,6 kg/h, cuando los caudales son menores. A su vez, hubo extracción con "izangas" (prohibido debido a la baja selectividad) en el río Ocoña de abril a junio, variando de 0,04 a 0,2 kg/día/izanga. BALTAZAR y COLÁN (2014) sugieren CPUE promedio de 0,46 y 0,40 kg/día/izanga para dos zonas de pesca del río Mala durante la época de mayor caudal (diciembre a marzo) (Fig. 3).

Estructura de tallas.- La composición por tallas de los dos ríos en estudio fue diferente para ambos sexos, con mayor frecuencia de machos en la fracción adulta, no registrándose hembras con tallas superiores a 121 mm de LT, similar a lo reportado por VIACAVA *et al.* (1978), YÉPEZ y BANDÍN (1996) y WASIW y YÉPEZ (2015), quienes señalaron la existencia de diferencias marcadas entre tallas mínimas y máximas por sexo, siendo los machos de mayor talla. Se evidencia reducción paulatina en las tallas promedio del 2016 al 2018, menores tallas en el río Majes-Camaná con 70,3 (hembras) y 79,9 (machos) mm de longitud total, debido a la intensa actividad extractiva dirigida a ejemplares de mayores tallas, al incremento de la accesibilidad a zonas de pesca (WASIW y YÉPEZ, 2015), a la contaminación directa e indirecta y pesca ilegal, con reducción en las tallas máximas en las zonas más altas. La frecuencia de individuos juveniles fue mayor en hembras, incrementándose del 2016 al 2018 cuando se registró el mayor valor de 52,2% para Majes-Camaná y 46,7% para Ocoña (Fig. 4).

The monthly variation of the mean catch per unit of effort (CPUE) for both rivers shows the predominance of the cast net method from January to March, with CPUE below 1.3 kg/h with a decreasing pattern towards March, when the highest flow levels (m³/s) and high turbidity are recorded. According to VIACAVA *et al.* (1978) during the closed season, fishing effort is reduced but not canceled, a fact that was verified throughout the research. The predominance of the "artificial light diving" method was recorded in the following months, with mean CPUE values increasing, reaching a higher value between 3 and 3.6 kg/h in December when flows are lower. There was also extraction with traps (prohibited given its low selectivity) in the Ocoña River from April to June, varying from 0.04 to 0.2 kg/day /trap. BALTAZAR & COLÁN (2014) suggest a mean CPUE of 0.46 and 0.40 kg/day/trap for two fishing areas on the Mala river during the high-flow season (December to March) (Fig. 3).

Size structure.- The size composition of the two rivers was different for both sexes, with males being more frequent in the adult fraction and no females recorded with sizes greater than 121 mm TL, which is similar to what was reported by VIACAVA *et al.* (1978), YÉPEZ & BANDÍN (1996), and WASIW & YÉPEZ (2015), who indicated the existence of noticeable differences between minimum and maximum sizes by sex, with the males being larger.

There is evidence of a gradual reduction in mean sizes from 2016 to 2018, smaller sizes in the Majes-Camaná river with 70.3 (females) and 79.9 (males) mm in total length, as a result of intense extraction activity directed at larger specimens, increased accessibility to fishing areas (WASIW & YÉPEZ, 2015), direct and indirect pollution, and illegal fishing, with a reduction in maximum sizes in the higher areas. The frequency of juvenile individuals was higher in females, increasing from 2016 to 2018 when the highest value of 52.2% was recorded for Majes-Camaná and 46.7% for Ocoña (Fig. 4).

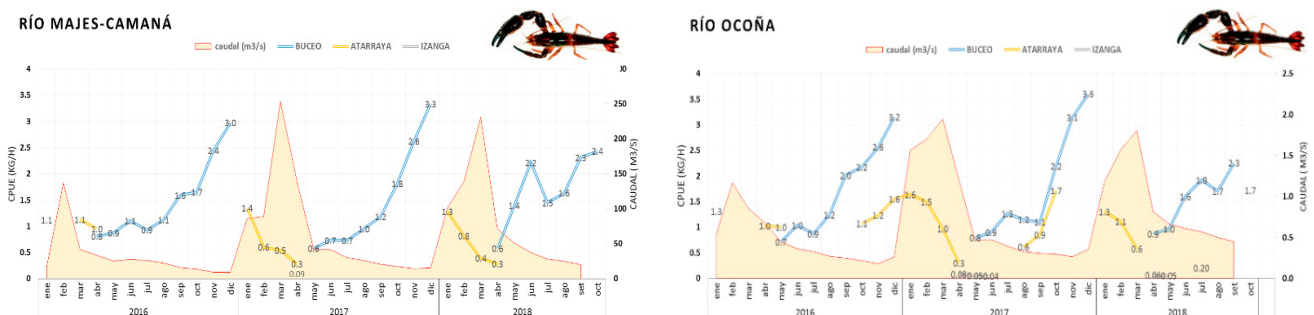


Figura 3.- Variación anual de la CPUE del recurso camarón de río, en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 3. Annual variation of the CPUE of the river shrimp resource in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

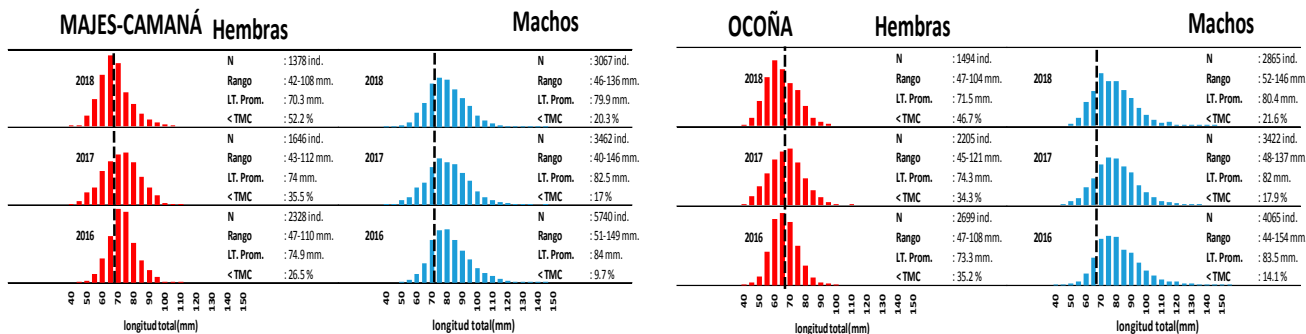


Figura 4.- Composición de tallas anual de hembras y machos del camarón de río, en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 4.- Annual size composition of male and female river shrimp in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

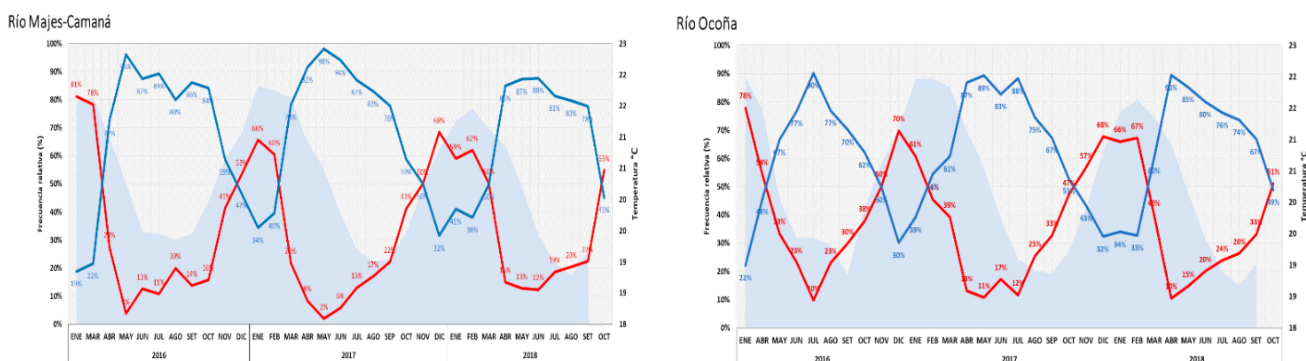


Figura 5.- Variación anual de proporción sexual del camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 5. Annual variation in the sex ratio of shrimp in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

Proporción sexual.- Se evidenció un patrón similar para ambos ríos, con predominio de hembras de diciembre a febrero, asociado a mayor actividad reproductiva, invirtiéndose el predominio desde marzo-abril a favor de los machos, alcanzando valores de 98% en mayo y julio, con proporción de 50,7M/1H en mayo 2017 en el río Majes-Camaná. Resultados similares han sido reportados en meses de escasa actividad reproductiva, cuando la proporción sexual favorece a los machos, la cual puede variar con la época, rango altitudinal y movimiento migratorio de la especie (ELÍAS, 1960; BAHAMONDE y VILA, 1971; AITKEN, 1979). Este mismo patrón fue registrado en otros palemonídeos como *Macrobrachium vollenhovenii* (TOMBARAPAGHA & EBERE, 2013) *Palaemon paucidens* (KIM et al., 2008) con una proporción sexual en favor de los machos.

Las mayores proporciones de hembras están directamente relacionadas con la temperatura, mostrando incremento desde octubre en meses cálidos y un marcado descenso a partir de marzo en meses templado-fríos (Fig. 5).

Sex ratio.- A similar pattern was evident for both rivers, with a predominance of females from December to February, associated with a greater reproductive activity, reversing the predominance from March-April in favor of males, reaching values of 98% in May and July, with a ratio of 50.7M/1F in May 2017 in the Majes-Camaná river. Similar results have been reported in months of scarce reproductive activity when the sex ratio favors males, which can vary with the season, altitudinal range, and migratory movement of the species (ELÍAS, 1960; BAHAMONDE & VILA, 1971; AITKEN, 1979). This same pattern was recorded in other palemonids such as *Macrobrachium vollenhovenii* (TOMBARAPAGHA & EBERE, 2013) *Palaemon paucidens* (KIM et al., 2008) with a sex ratio favoring males.

The highest ratios of females are directly related to temperature, showing an increase from October (in warm months) and a noticeable decrease from March (in temperate-cold months) (Fig. 5).

Madurez gonadal.- En el periodo 2016 – 2018 las hembras de ambos ríos presentaron un comportamiento reproductivo similar con dos periodos bien definidos. El primero asociado al periodo cálido desde octubre hasta marzo, en el cual se registró predominio de hembras en fase IV (máxima madurez) con mayor intensidad en enero, tratándose del mes más importante para la reproducción, y en menor grado en fase III (madurez intermedia) y fase V (post-desove), evidenciando la elevada actividad reproductiva y desarrollo gonadal, lo que corresponde al patrón biológico de reproducción de la especie (VIACAVA *et al.*, 1978). El segundo periodo estuvo comprendido desde abril hasta octubre, con predominio de hembras en fase II (madurez incipiente) tal y como reportaron WASIW y YÉPEZ (2015). No obstante, durante este periodo hubo una importante fracción de hembras con ovarios en fase IV en la parte baja de ambas cuencas (zona estuarina) en agosto 2017 y 2018, coincidiendo con la temperatura más baja (alrededor de 19 °C), fenómeno que puede estar relacionado a otro evento reproductivo de menor intensidad asociado a la variación de ese parámetro (Fig. 6).

Gonadal maturity.- The females of both rivers showed similar reproductively behavior between 2016 - 2018 with two well-defined periods. The first one was associated with the warm period from October to March, when females were predominant in stage IV (maximum maturity) with greater intensity in January, the most important month for reproduction, and to a lesser degree in stage III (intermediate maturity) and stage V (post-spawning), demonstrating the high reproductive activity and gonadal development, which corresponds to the species' biological pattern of reproduction (VIACAVA *et al.*, 1978). The second period was from April to October, with a predominance of females in stage II (incipient maturity) as reported by WASIW & YÉPEZ (2015). Nevertheless, there were a significant fraction of females with ovaries in stage IV in the lower part of both basins (estuarine zone) in August 2017 and 2018, coinciding with the lowest temperature (around 19 °C), a phenomenon that may be related to another reproductive event of lower intensity associated with the variation of that parameter (Fig. 6).

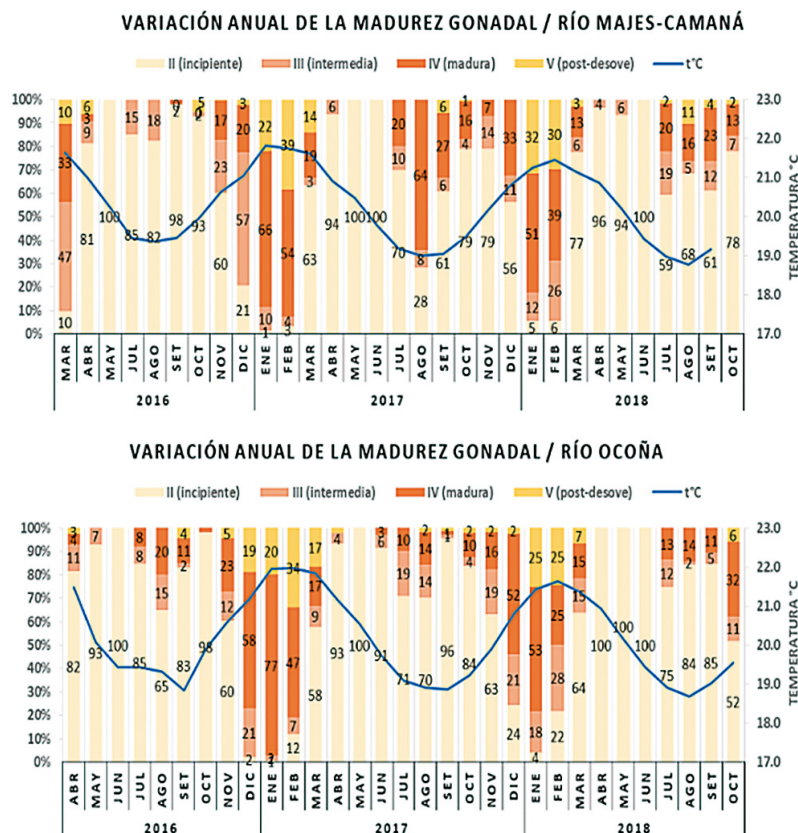


Figura 6.- Variación anual de madurez gonadal en hembras de camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 6. Annual variation of gonadal maturity in female shrimp in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

Índice gonadosomático.- La variación temporal del índice gonadosomático muestra un patrón similar para ambos ríos y, al igual que la madurez gonadal se encuentra relacionado con la temperatura, diferenciándose un incremento de octubre a enero, mes cuando se obtuvieron los mayores valores, disminuyendo progresivamente hasta abril – junio cuando se estiman los valores más bajos asociados a un periodo de reposo; posterior a esto se evidencia un incremento considerable en agosto, relacionado a hembras con ovarios maduros en zonas bajas, mes cuando se registran las temperaturas más bajas (Fig. 7).

En *Palaemon paucidens* (KIM *et al.*, 2008) evidenciaron los mayores valores de IGS principalmente en los meses previos a la mayor frecuencia de ovígeras; similar a lo reportado en este trabajo.

Frecuencia de ovígeras.- En ambos ríos, durante el periodo 2016-2018, se registraron mayores frecuencias de ovígeras en los meses cálidos de enero y marzo que se corresponden con el periodo de veda (asociado a picos de temperatura); posterior a esto, las frecuencias disminuyeron hasta 0% en mayo y junio (asociado a la menor proporción de hembras) cuando se produce descenso en la temperatura.

Gonadosomatic index.- The time variation of the gonadosomatic index shows a similar pattern for both rivers and, as gonadal maturity is related to temperature, with an increase from October to January, when the highest values were obtained, decreasing progressively until April-June when the lowest values associated with a rest period are estimated; after this, a considerable increase is shown in August, related to females with mature ovaries in low areas, which is the month when the lowest temperatures are recorded (Fig. 7).

KIM *et al.* (2008) evidenced the highest GSI values for *Palaemon paucidens* mainly in the months previous to the highest frequency of ovigerous females; similar to what was reported in this work.

Frequency of ovigerous females.- Higher frequencies of ovigerous females were recorded in both rivers between 2016-2018 in the warm months of January and March which correspond to the closed season (associated with temperature peaks); after this, frequencies decreased to 0% in May and June (associated with the lower ratio of females) when the temperature drops.

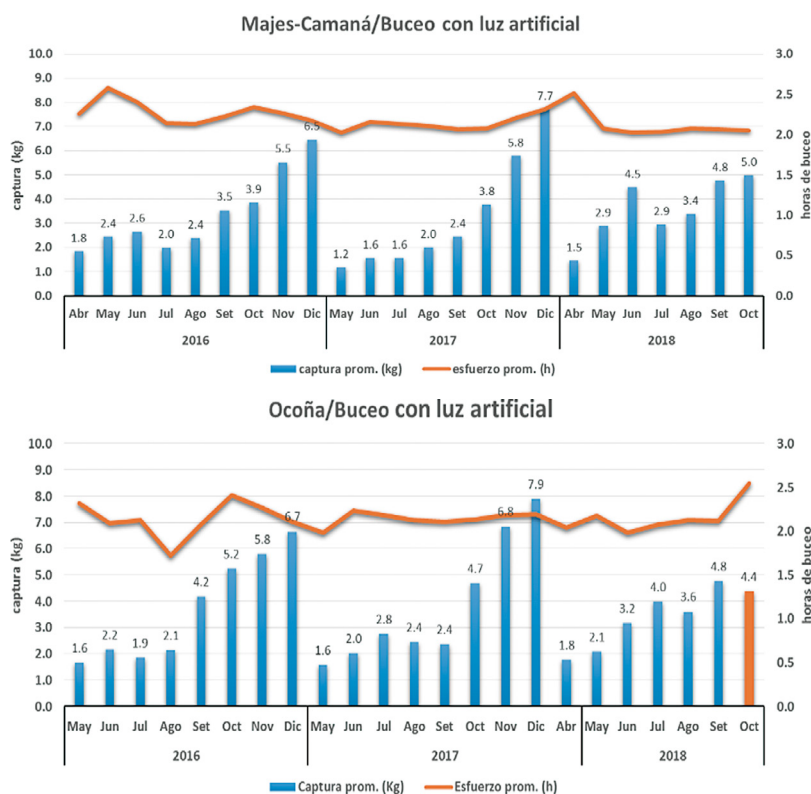


Figura 7.- Variación temporal del IGS para hembras de Camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 7. Time variation of the GSI for female shrimp in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

Se identificó un importante incremento de ovígeras únicamente en estratos bajos en agosto de 2017 – 2018 (~40%) para Majes-Camaná y 2016 – 2017 (~20%) para Ocoña. Los resultados obtenidos sugieren un esfuerzo reproductivo de mayor intensidad en la parte baja probablemente como respuesta a la fuerte actividad extractiva mediante métodos ilícitos de captura (WASIW y YÉPEZ, 2015) y sobre todo en ejemplares por debajo de la TMC que son los que se encuentran principalmente en la zona baja. Cabe resaltar que HARTMANT (1958) y VIACAVAL *et al.* (1978) mencionan que es posible encontrar hembras ovígeras durante todo el año, principalmente de setiembre a abril, cuya mayor frecuencia puede estar asociada a periodos de lluvia (BALTAZAR y COLÁN, 2014).

Relación entre variables abióticas y bióticas

Los valores promedio mensuales de los parámetros físicos del medio y pesquero-biológicos del recurso camarón durante el periodo de estudio no alcanzaron los supuestos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) ni homocedasticidad (Test de Levene) en ambos ríos ($p < 0,01$); por tal motivo, se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas para establecer relaciones entre variables (Fig. 8).

Mediante la matriz de correlación de Spearman, se observó mayor correlación positiva entre la temperatura (°C) y la frecuencia de hembras, frecuencia de ovígeras, hembras con gónadas en estadio de madurez avanzada e IGS y una relación negativa con hembras en madurez incipiente (Fig. 9).

A significant increase of ovigerous females was identified only in the lower stratum in August 2017 - 2018 (~40%) for Majes-Camaná and in 2016 - 2017 (~20%) for Ocoña. The results obtained suggest a higher reproductive effort in the lower part probably as a response to the strong extractive activity through illegal catching methods (WASIW & YÉPEZ, 2015) and especially in specimens below the MCS which are mainly found in the lower zone. HARTMANT (1958) and VIACAVAL *et al.* (1978) report that it is possible to find ovigerous females throughout the year, mainly from September to April, whose greater frequency may be associated with rainy periods (BALTAZAR & COLÁN, 2014).

Relationship between abiotic and biotic variables

The mean monthly values of the physical and fishery/biological parameters of the river shrimp resource over the study period did not reach the assumptions of normality (Kolmogorov-Smirnov) or homoscedasticity (Levene test) in both rivers ($p < 0.01$); therefore, non-parametric statistical tests were used to establish relationships between variables (Fig. 8).

A greater positive correlation between temperature (°C) and frequency of females, frequency of ovigerous females, females with advanced maturity gonads and GSI, and a negative relationship with early maturing females was observed through the Spearman’s correlation matrix (Fig. 9).

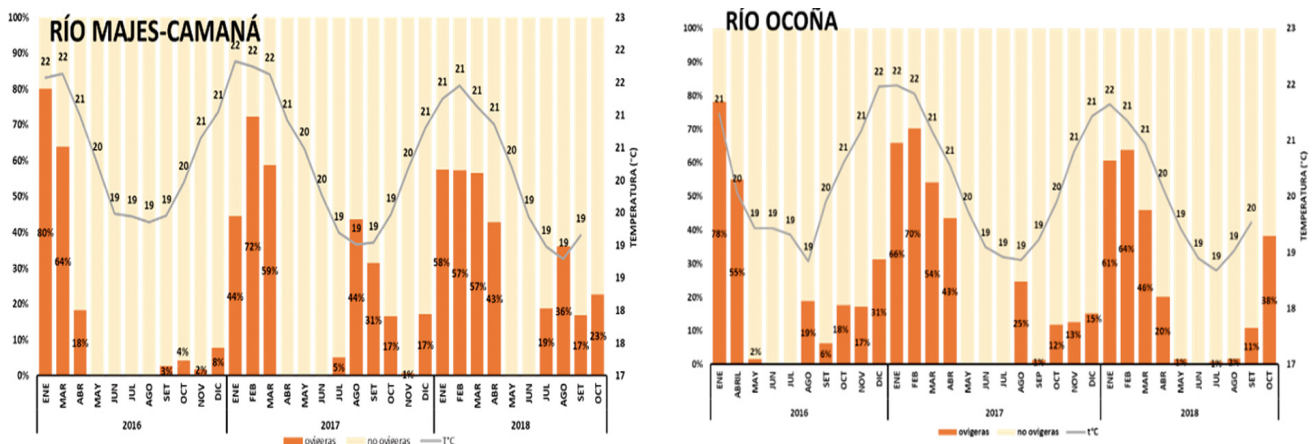


Figura 8.- Variación temporal de la frecuencia de ovígeras de camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 8. Time variation in the frequency of ovigerous shrimps in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

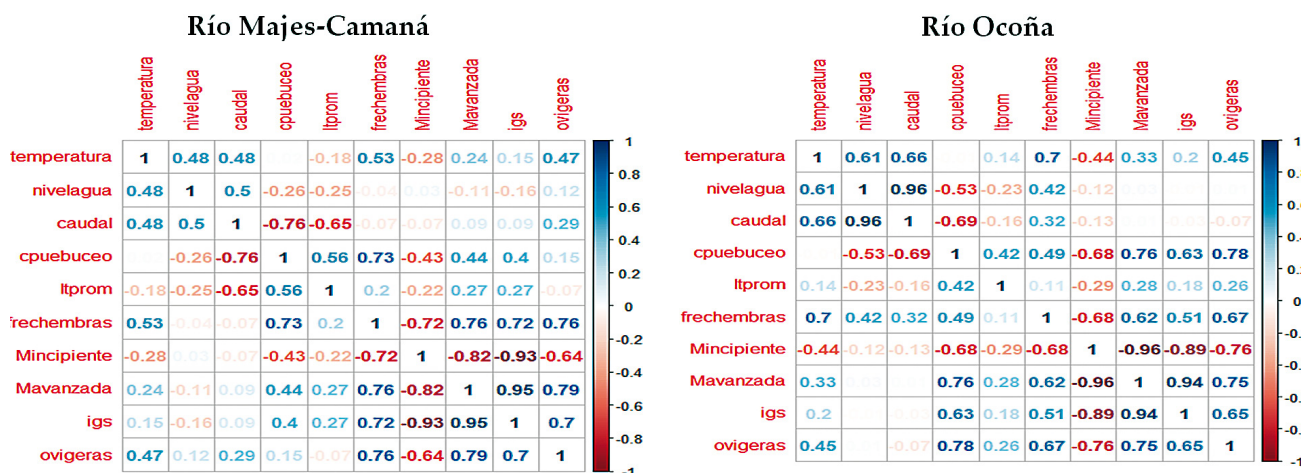


Figura 9.- Matriz de correlación de Spearman para variables físicas y biológico-pesqueras del camarón en los ríos Majes – Camaná y Ocoña, periodo 2016-2018

Figure 9. Spearman's correlation matrix for physical and biological-fishing variables of the shrimp in the Majes - Camaná and Ocoña rivers (2016-2018)

El nivel del agua (m), presentó relación negativa con el CPUE por el método de buceo y la LT promedio y, positiva para la frecuencia de hembras.

The water level (m), showed a negative relation with the CPUE through the diving method and the mean TL, and positive for the frequency of females.

El caudal (m³/s) ejerció una fuerte relación negativa con el CPUE por el método de buceo y con la LT promedio. Cortés (1999) c. p. MERUANE *et al.* (2006) sostenía que diferentes grados de pluviosidad provocarían periódicamente cambios en la dinámica poblacional de esta especie, arrastrando río abajo a los individuos durante épocas lluviosas; reduciendo la efectividad a los aparejos de pesca con el incremento del caudal.

The flow (m³/s) had a strong negative relationship with the CPUE through the diving method and with the mean TL. Cortés (1999) cited by MERUANE *et al.* (2006) argued that different degrees of rainfall would periodically cause changes in the population dynamics of this species, by dragging individuals downstream during rainy seasons and reducing the effectiveness of fishing gear with increased flow.

Mediante un modelo lineal múltiple se determinó una relación lineal numérica entre las principales variables biológicas-pesqueras y las variables físicas del ambiente hídrico.

A numerical linear relationship between the main biological-fishery variables and the physical variables of the water environment was determined through a multiple linear model.

Para el río Majes-Camaná todos los modelos estimados tienen un coeficiente de determinación aceptable (tienen buena capacidad explicativa), además que los coeficientes en conjunto son estadísticamente significativos (p-value<0,05), a excepción del que posee como término dependiente al IGS. Para la significancia individual, los coeficientes en el modelo de regresión muestran que el nivel del agua (m) presenta la menor significancia estadística (*).

All the estimated models for the Majes-Camaná river have an acceptable determination coefficient (they have good explanatory capacity), and the coefficients as a whole are statistically significant (p-value<0.05), except for the one that has the GSI as a dependent term. The regression model's coefficients show that the water level (m) has the least statistical significance (*).

Se puede interpretar que, para la CPUE el incremento de 1 °C en la temperatura acarreará un incremento en 0,38 kg/h y el incremento de 1 m³/s provocará una reducción de 0,03 kg/h y la LT promedio decrecerá en 0,04 mm con el aumento de 1 m³/s. Con el incremento de 1 °C en el medio hídrico, la frecuencia de hembras y de ovigeras se

Thus, an increase of 1 °C in temperature will result in an increase of 0.38 kg/h for CPUE and an increase of 1 m³/s will result in a reduction of 0.03 kg/h and the mean TL will decrease by 0.04 mm with the increase of 1 m³/s. The frequency of females and ovigerous females will increase by 22.03% and 12.7% respectively with an increase of 1°C in the

Tabla 1.- Coeficientes de los modelos de regresión múltiple para variables biológico-pesqueras (dependiente) con factores físicos del medio (independientes) de los ríos Majes – Camaná y Ocoña

Table 1. Coefficients of multiple regression models for biological fishery variables (dependent) with physical factors of the environment (independent) of the Majes-Camana and Ocoña Rivers

Río	variable dependiente	(Intercept)	temperatura (°C)	nivel agua (m)	caudal (m³/s)	Multiple R-squared	p-value global
Majes-Camaná	CPUE(buceo)	-4,6972	0,38249*	-0,4550	-0,03496***	52,0900	0,0025
	LT promedio	73,2783	0,3336	0,5530	-0,0373**	29,6000	0,0186
	frecuencia hembras	-3,9464	0,2203***	-0,16064*	-0,0006	57,0700	0,0000
	IGS	-5,4118	0,3623	-0,6237	0,0021	14,1500	0,2571
	frecuencia de ovigeras	-2,3255	0,12698*	-0,0832	0,0014	39,1200	0,0027
Ocoña	CPUE(buceo)	-11,5480	0,725**	3,9490	-0,056**	54,5900	0,0022
	LT promedio	68,9831	0,4987	-3,6222	0,0195	46,1800	0,7405
	frecuencia hembras	-2,3695	0,12207***	0,2280	-0,0004	77,0300	0,0000
	IGS	-7,3270	0,4280	0,5130	-0,0050	16,2100	0,1966
	frecuencia de ovigeras	-2,4936	0,1447**	0,0248	-0,0010	33,7500	0,0123

*Var.dependiente = $\beta + \beta$ temperatura + β nivel agua + β caudal + ε
 codigos de significancia **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05

incrementará en 22,03% y 12,7% respectivamente. MERUANE *et al.* (2006) señalan a la temperatura como uno de los más importantes, ya que este factor cumpliría un rol vital en su distribución a lo largo de los ríos (Tabla 1).

Para el río Ocoña, únicamente los modelos referidos al CPUE, frecuencia de hembras y de ovigeras presentaron una capacidad explicativa aceptable. Para la CPUE, el incremento de 1 °C trae consigo un aumento de 0,73 kg/h y una unidad de caudal ocasiona una reducción de 0,06 kg/h, la frecuencia de hembras y de ovigeras se incrementan con el aumento de 1 °C en 12,2 y 14,5%, respectivamente.

Estos resultados fortalecen las consideraciones del comportamiento migratorio de la especie, el cual se encuentra fuertemente asociado al ciclo de vida y este, a su vez, al ciclo hídrico. En el período de estiaje (menor caudal) se genera la migración hacia zonas superiores (reclutamiento); en el periodo de avenida (mayor temperatura y caudal que facilitan movimientos migratorios aguas abajo) favorecen la reproducción (ROME *et al.*, 2009).

4. CONCLUSIONES

A lo largo del 2016, 2017 y 2018, en ambos ríos en estudio, se determinó un progresivo incremento en los niveles de extracción del recurso con mayores valores en diciembre, el esfuerzo aplicado (horas) se mantuvo constante.

water environment. MERUANE *et al.* (2006) indicate that temperature is one of the most important factors since it plays a key role in their distribution along rivers (Table 1).

The models referring to CPUE, frequency of females, and ovigerous females were the only ones that showed an acceptable explanatory capacity for the Ocoña River. An increase of 1 °C results in an increment of 0.73 kg/h for the CPUE and a unit of flow results in a reduction of 0.06 kg/h. The frequency of females and ovigerous females rises with an increase of 1 °C by 12.2 and 14.5%, respectively.

These results strengthen the considerations of the species' migratory behavior, which is strongly associated with the life, and water cycles. Whereas migration towards higher areas (recruitment) is generated in the dry season (lower flow); reproduction is favored in the wet season (higher temperature and flow facilitating downstream migratory movements) (ROME *et al.*, 2009).

4. CONCLUSIONS

A progressive increase in the extraction levels of the resource (with the highest values in December) was determined throughout 2016, 2017, and 2018 in both rivers under study, the effort applied (hours) remained constant.

El método de captura más utilizado a lo largo de los dos ríos en estudio fue “buceo con luz artificial”, con un CPUE (kg/h) mayor en diciembre, siendo reemplazado en condiciones de turbidez (verano) por el método de “atarraya”.

La composición total de tallas evidenció una mayor fracción de machos a tallas mayores, y mayor fracción pre-comercial en hembras, con progresiva reducción en los valores de LT promedio a lo largo de los años.

El patrón de proporción sexual indica predominio de hembras a menores tallas, a bajas altitudes y en la estación de verano.

El análisis de madurez gonadal del recurso para los ríos Majes – Camaná y Ocoña; mostró un incremento de hembras con gónadas en fase IV (madurez avanzada), III y V (maduración intermedia y post desove) en la época de verano; el resto del año predominaron hembras con ovarios en estadio de maduración incipiente (II). Se determinó mayor incidencia de ovígeras en los primeros estratos altitudinales y en la estación de verano.

Se evidenció una fuerte asociación de la temperatura con el incremento de la CPUE y las frecuencias de hembras y ovígeras; el incremento del caudal influyó negativamente en la CPUE.

“Artificial light diving” was the most used catching method along the two rivers studied, with a higher CPUE (kg/h) in December, being replaced in turbid conditions (summer) by the cast net method.

Total size composition showed a greater fraction of males at larger sizes, and greater pre-commercial fraction in females, with a progressive reduction in mean TL values over the years.

The pattern of sex ratio indicates the predominance of females at smaller sizes, at lower altitudes, and in the summer.

The gonadal maturity analysis of the resource in the Majes - Camaná and Ocoña rivers showed an increase of females with gonads in stages IV (advanced maturity), III, and V (intermediate maturity and post-spawning) in the summer; females with ovaries in incipient maturity stage (II) predominated the rest of the year. A higher incidence of ovigerous females was determined in the first altitudinal strata and the summer.

There was a strong association of temperature with increased CPUE and frequencies of females and ovigerous females; the increased flow had a negative influence on CPUE.

REFERENCIAS / REFERENCES

- AITKEN R. 1979. Población y explotación del camarón de río (*Cryphiops caementarius*) Molina, 1872 (Natantia, Palaemonidae) en el río Majes-Camaná 1976-1977. Tesis Doctoral. Univ. Nac. de Trujillo, Perú. 51 pp.
- BALTAZAR P, COLÁN C. 2014. Algunos aspectos biológicos pesqueros de *Cryphiops caementarius* “Camarón de río” (Molina, 1782) en la cuenca baja del río Mala. Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur. Científica. 11(1).
- BAHAMONDE N, VILA I. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. Biol. Pesq. 5: 3-60.
- BUITRÓN B, PEREA A, MORI J, SÁNCHEZ J, ROQUE C. 2011. Protocolo para estudios sobre el proceso reproductivo de peces pelágicos y demersales. Inf Inst Mar Perú. 38(4): 373-378.
- CORTÉS S. 1999. Consideraciones sobre la biología poblacional del camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius* Molina 1782) durante épocas de mediana pluviosidad y de sequía extrema en el río Choapa IV Región. Tesis de Biología Marina, Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 68 pp.
- ELÍAS J. 1960. Contribución al comportamiento del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina) Decapoda: Palaemonidae. Pesca y Caza. 10: 84-106.
- HARTMANN G. 1958. Apuntes sobre la biología del camarón de río, *Cryphiops caementarius* (Molina) Palaemonida, Decapoda. Rev. Pesca y Caza. 8: 15-28.
- KIM J C, MA C W, OH C W, PAIK S G. 2008. Reproduction and growth of the freshwater prawn, *Palaemon paucidens* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. J Environ. Biol. Mar. 29(2): 163-168.
- MERUANE J A, MORALES M C, GALLEGUILLOS C A, RIVERA M A, HOSOKAWA H. 2006. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae): historia natural y cultivo. Gayana. 70(2): 280-292.
- ROME N E, CONNER S L, BAUER R T. 2009. Delivery of hatching larvae to estuaries by an amphidromous river shrimp: tests of hypotheses based on larval moulting and distribution. Freshwater Biology. 54: 1924-1932.
- TOMBARAPAGHA K, EBERE E. 2013. Reproductive biology of African river prawn *Macrobrachium vollenhovenii* (Crustacea, Palaemonidae) in the lower Taylor Creek, Niger Delta, Nigeria. Ecologia Balkanica. 5(1): 49-56.
- VIACAVA M, AITKEN R, LLANOS J. 1978. Estudio del camarón en el Perú. Bol Inst Mar del Perú 3(5): 165-232.
- WASIW J, YÉPEZ V. 2015. Evaluación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en ríos de la costa sur del Perú. Rev. Inv. Vet. Perú. 26(2): 166-181.
- YÉPEZ V. 2009. Consideraciones acerca de la distribución y extracción del recurso «camarón» en ríos de la costa Peruana. Pesca. 101(7-8): 9-11.
- YÉPEZ V, BANDÍN R. 1996. Estimación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Natantia, Palaemonidae) en los ríos Ocoña, Majes – Camaná y Tambo. Inf Prog Instituto del Mar del Perú. 43: 3-31.