

CAMARÓN DE RÍO *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) CONDICIÓN REPRODUCTIVA DURANTE DICIEMBRE 2017 - ABRIL 2018 EN RÍOS DE AREQUIPA

REPRODUCTIVE CONDITION OF FRESHWATER SHRIMP *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) IN AREQUIPA RIVERS FROM DECEMBER 2017 TO APRIL 2018

Angela Incio P¹
Kristhian Pinazo B¹

Sarita Campos L¹
Marco Quiroz R¹

RESUMEN

INCIO A, CAMPOS S, PINAZO K, QUIROZ M. 2020. Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) condición reproductiva durante diciembre 2017 - abril 2018 en ríos de Arequipa. *Bol Inst Mar Perú*. 35(1): 49-59.- El camarón de río (*Cryphiops caementarius*), es un recurso de los ríos costeros del Perú que soporta una pesquería comercial. Frente a escasos estudios sobre su biología reproductiva y con el propósito de aportar información para el manejo sostenible de su pesquería, se realizó un análisis de la variación mensual y altitudinal de su condición reproductiva, analizando la proporción sexual, el desarrollo gonadal y fecundidad del recurso en los ríos Majes-Camaná y Ocoña, los que fueron sectorizados en cinco estratos altitudinales. En ambos ríos se determinó el predominio de machos a mayores tallas, con proporción sexual de 1M: 0,82H para Majes-Camaná y 1M: 0,97H para Ocoña, esta relación favoreció a hembras solo en enero y febrero. El mayor valor de IGS para hembras se obtuvo en enero, con predominio de hembras maduras en todos los estratos hasta febrero, disminuyendo en marzo. El mayor porcentaje de ovígeras para Ocoña fue 68,8% en enero, y para Majes-Camaná 73,3% en febrero. Se evidenció una relación directa de la fecundidad con la talla y la altitud. Se identificó enero y febrero como los meses de máxima actividad reproductiva en los cinco estratos altitudinales.

PALABRAS CLAVE: *Cryphiops caementarius*, condición reproductiva, manejo, fecundidad

ABSTRACT

INCIO A, CAMPOS S, PINAZO K, QUIROZ M. 2020. Reproductive condition of freshwater shrimp *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) in Arequipa Rivers from December 2017 to April 2018. *Bol Inst Mar Peru*. 35(1): 49-59.- The freshwater shrimp (*Cryphiops caementarius*), is a resource of the Peruvian coastal rivers that supports a commercial fishery. An analysis of the monthly and altitudinal variation of their reproductive condition was carried out, given the scarcity of studies on their reproductive biology and to provide information for the sustainable management of its fishery, by analyzing the sex ratio, gonadal development, and fertility of the resource in the Majes-Camaná and Ocoña rivers, which were divided into five altitudinal strata. The predominance of larger males was determined in both rivers, with a sex ratio of 1M: 0.82F for Majes-Camaná and 1M: 0.97F for Ocoña, this ratio favored females only in January and February. The highest GSI value for females was obtained in January, with predominantly mature females in all strata until February, then decreasing in March. The highest percentage of ovigerous females for Ocoña was 68.8% in January and for Majes-Camaná it was 73.3% in February. A direct relationship between fertility and size and altitude was evident. January and February were identified as the months in which the reproductive activity was at its highest in the five altitudinal strata.

KEYWORDS: *Cryphiops caementarius*, reproductive condition, management, fertility

1. INTRODUCCIÓN

El recurso camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda, Palaemonidae) es una especie de importancia biológica y económica en todo su rango de distribución, desde el río Chancay-Lambayeque (6°32'S) en Perú, hasta el litoral norte de Chile (30°S) (BAHAMONDE y VILA, 1971). En Perú constituye uno de los principales recursos hidrobiológicos que soporta una pesquería comercial. Se considera que existen poblaciones significativas en tres ríos de la costa centro (Pativilca, Mala y Cañete) (BALTAZAR y COLÁN, 2014) pero el 80% del recurso

1. INTRODUCTION

The freshwater shrimp *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda, Palaemonidae) is a species of biological and economic importance throughout its range, from the Chancay-Lambayeque river (6°32'S) in Peru to the northern coast of Chile (30°S) (BAHAMONDE & VILA, 1971). It is one of the main hydrobiological resources that support a commercial fishery in Peru. The existence of significant populations in three rivers of the central coast (Pativilca, Mala, and Cañete) is considered (BALTAZAR & COLÁN, 2014) but 80%

¹ IMARPE, Laboratorio Costero de Camaná. Angela.incio@gmail.com

se distribuye principalmente en la costa de la región Arequipa, al sur del Perú, principalmente en los ríos Ocoña, Majes-Camaná y Tambo (YÉPEZ, 2009).

Debido a su elevada demanda comercial en el mercado nacional, es sometido a una fuerte presión pesquera, que, junto a las alteraciones antrópicas del hábitat, han provocado un impacto negativo en el reclutamiento, impidiendo la adecuada renovación de stocks, presentando bajas densidades en ríos de cuencas menores de la vertiente occidental (YÉPEZ y BANDÍN, 1998; BALTAZAR y COLÁN, 2014).

Los estudios existentes sobre el recurso se han realizado durante la época disponible para pescar cuando la actividad reproductiva es baja y la proporción sexual favorece a los machos. En Perú, se han realizado varios estudios sobre aspectos biológicos y poblacionales en los principales ríos del centro y sur del país (YÉPEZ y BANDÍN, 1998; YÉPEZ, 2009; ZACARÍAS y YÉPEZ, 2015) siendo escasos aquellos que abarquen aspectos reproductivos (VIACAVA *et al.*, 1978; BALTAZAR y COLÁN, 2014). Por tal motivo, en el presente estudio se realizó un análisis de las variaciones espaciales y temporales de la condición reproductiva y fecundidad del recurso en su medio natural, durante el periodo de reproducción en las principales cuencas de la región Arequipa con la finalidad de aportar información para el manejo sostenible de este recurso y determinar los principales parámetros biológicos que refuercen el inicio y término del periodo de veda.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las cuencas de los ríos Majes-Camaná y Ocoña de la Región Arequipa, las cuales fueron divididas en cinco estratos altitudinales; el primero comprendido de 0 a 50 msnm y los siguientes con amplitud de 200 msnm (Majes-Camaná) y 150 msnm (Ocoña) (Fig. 1).

Se delimitaron estaciones de muestreo dentro de cada estrato altitudinal, considerando 7 para Majes-Camaná y 6 para Ocoña, distribuidas de 21 hasta 733 msnm, basados en la zona de jurisdicción de cada Organización Social de Pescadores Artesanales (OSPA) (Tabla 1).

Para los análisis de aspectos biológicos, se recolectó 2.812 individuos, por estrato por mes, registrando datos de la longitud total (LT) longitud cefalotorácica (LC), peso total (PT) y de abdomen (PA) tomando en consideración la falta de apéndices y presencia/ausencia de ovígeras.

of the resource is distributed mainly in the coast of the Arequipa Region, in southern Peru, mainly in the Ocoña, Majes-Camaná, and Tambo rivers (YÉPEZ, 2009).

The resource is undergoing strong fishing pressure, given its high commercial demand in the national market, which, together with the anthropogenic alterations of the habitat, affected the recruitment, preventing the adequate renewal of stocks, presenting low densities in rivers of smaller basins of the western slope (YÉPEZ & BANDÍN, 1998; BALTAZAR & COLÁN, 2014).

Available studies on the resource have been carried out when fishing is allowed, the reproductive activity is low and the sex ratio favors males. Several studies on biological and population aspects have been carried out in the main rivers of central and southern Peru (YÉPEZ & BANDÍN, 1998; YÉPEZ, 2009; ZACARÍAS & YÉPEZ, 2015) and only a few cover reproductive aspects (VIACAVA *et al.*, 1978; BALTAZAR & COLÁN, 2014). Therefore, this study analyzed the space and time variations of the reproductive condition and fertility of the resource in its natural environment during the reproduction period in the main basins of the Arequipa Region to provide information for the sustainable management of this resource and to determine the main biological parameters that reinforce the beginning and end of the closure period.

2. MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in the basins of the Majes-Camaná and Ocoña rivers in the Arequipa Region, which were divided into five altitudinal strata; the first comprised from 0 to 50 masl and, the following with amplitude of 200 masl (Majes-Camaná) and 150 masl (Ocoña) (Fig. 1).

Sampling stations were defined within each altitudinal stratum, including 7 for Majes-Camaná and 6 for Ocoña, distributed from 21 to 733 masl, based on the area of jurisdiction of each Social Organization of Artisanal Fishermen (OSPA in Spanish) (Table 1).

A total of 2,812 individuals per stratum and month were collected for biological analysis. Data on total length (TL), cephalothorax length (CL), total weight (TW), and abdominal weight (AW) were recorded, considering the lack of appendages and the presence/absence of ovigerous females.



Figura 1.- Estaciones de muestreo por estrato altitudinal del monitoreo de *Cryptiops caementarius*, ríos Majes – Camaná y Ocoña. Diciembre 2017-abril 2018

Figure 1. Sampling stations per altitudinal stratum of *C. caementarius*, Majes - Camaná and Ocoña rivers. December 2017-April 2018

Tabla 1.- Estaciones de muestro por estrato altitudinal de los ríos Majes – Camaná y Ocoña. Diciembre 2017 - abril 2018

Table 1. Sampling stations per altitudinal stratum of the Majes - Camaná and Ocoña rivers. December 2017 - April 2018

Río	Estrato altitudinal Codigo	Amplitud (msnm)	Nombre de Asociación	Zona de pesca	Altitud (msnm)	Coordenadas Geograficas Latitud Sur	Longitud Oeste
Majes-Camaná	E1-C	0-50	Puente Camaná	Puente Camaná	35	16°35'20,9"	72°44'0,1"
			San Gregorio	fte san gregorio	47	16°34'08,93"	72°43'40,62"
	E2-C	51-250	Sonay	Fte Sonay	146	16°29'42,4"	72°36'1,6"
			Socso	Fte Socso	185	16°28'12,1"	72°33'27"
	E3-C	251-450	Corire	San Lorenzo	438	16°13'14,9"	72°27'37,4"
		Virgen De Chapi	Puente Huancarqui	610	16°4'41,9"	72°28'53,6"	
		Santa Rosa	Huatiapilla	733	15°58'21,3"	72°27'57,2"	
Ocoña	E1-O	0-50	Puente Ocoña	Puente Ocoña	21	16°25'7,9"	73°0'0,7"
			Mollebamba	Los Olivos	54	16°22'28,4"	73°7'41,7"
	E2-O	51-200	Huarangal-Huantay	Dique Huarangal	112	16°16'53,8"	73°8'14,1"
			Surita	Fte Surita	204	16°11'23"	73°9'38,3"
	E3-O	201-350	Piuca	Fte Piuca	372	16°0'24,2"	73°10'27,1"
		IQUIPI	Alto Molino	501	15°55'42,1"	73°8'14,4"	

El sexo fue determinado por observación directa de los gonoporos en las coxas de los periópodos (tercer par en hembras y quinto par en machos) y la fase de madurez gonadal se asignó según la escala macroscópica descrita por VIACAVA *et al.* (1978) quienes consideran cinco fases de desarrollo gonadal para hembras: I (inmaduro), II (maduración

Sex was determined by direct observation of the gonopores in the coxas of the periopods (third pair in females and fifth pair in males) and the gonadal maturity stage was assigned according to the macroscopic scale described by VIACAVA *et al.* (1978) who considered five stages of gonadal development for females: I (immature), II (incipient

incipiente), III (maduración intermedia), IV (máxima madurez) y V (post-desovantes) y 4 para machos: I (inmaduro), II (en maduración), III (maduro), IV (post expulsantes), validándolo microscópicamente mediante histología por método de congelación y tinción con Hematoxilina-Eosina.

El porcentaje de juveniles fue determinado a través de la frecuencia de individuos cuya longitud fue inferior a los 70 mm de LT (Talla mínima de captura, R.M. N° 209-2001-PRODUCE).

La proporción sexual, se determinó como coeficiente a través de la razón: número de hembras/número de machos por rango de talla (cada 5 mm) y la frecuencia relativa por sexo para ambos ríos, empleando la prueba del Chi-cuadrado (X^2 Cal) Zar (1974) citado en TRESIERRA y CULQUICHICÓN (1993):

$$X^2 \text{ Cal} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Donde:

X^2 Cal: Ji - Cuadrado calculado

O: número observado de machos/hembras

E: número esperado de machos/hembras

Se determinó el Índice Gonadosomático (IGS) (Vazzoler 1982, c.p. BUITRÓN *et al.*, 2011) mediante la siguiente expresión:

$$IGS = \frac{Pg}{Pt} * 100$$

Donde:

Pg: Peso de la gónada

Pt: Peso total

La fecundidad se estimó en 370 hembras (166 en Majes-Camaná y 204 para Ocoña), correspondientes a los meses de febrero, marzo y abril, con tallas comprendidas entre 43 y 110 mm de LT. El cálculo de este parámetro biológico se realizó mediante la aplicación del método gravimétrico, para lo cual se extrajo y pesó la masa ovígera en una balanza analítica (0,00001 gr de precisión) seleccionándose tres submuestras de entre 0,02 y 0,03 g, las cuales se contaron y promediaron. La fecundidad se calculó con la siguiente ecuación (HERNÁNDEZ *et al.* 2012):

$$F = n * \frac{G}{g}$$

maturity), III (intermediate maturity), IV (maximum maturity), and V (post-spawning) and 4 for males: I (immature), II (maturing), III (mature), IV (post-expelling). It was validated microscopically through histology by the freezing method and staining with Hematoxylin-Eosin.

The percentage of juveniles was determined by the frequency of individuals whose size was less than 70 mm TL (Minimum catch size, R.M. No. 209-2001-PRODUCE).

The sex ratio was determined as a coefficient through the ratio: number of females/number of males per size range (every 5 mm) and the relative frequency per sex for both rivers, using the Chi-square test (X^2 Cal) Zar (1974) cited in TRESIERRA & CULQUICHICÓN (1993):

$$X^2 \text{ Cal} = \sum \frac{(O - E)^2}{E}$$

Where:

X^2 Cal: Calculated Chi-Square

O: observed number of males/females

E: expected number of males/females

The Gonadosomatic Index (GSI) (Vazzoler 1982, cited by BUITRÓN *et al.*, 2011) was determined by the following formula:

$$GSI = \frac{Gw}{Tw} * 100$$

Where:

Gw: Gonad weight

Tw: Total weight

Fertility was estimated at 370 females (166 in Majes-Camana and 204 for Ocoña), corresponding to February, March, and April, with sizes between 43 and 110 mm TL. The gravimetric method was used to determine this biological parameter by extracting and weighing the ovigerous mass on an analytical balance (0.00001 g precision), selecting three subsamples of between 0.02 and 0.03 g, which were counted and averaged. Fertility was estimated through the following equation (HERNÁNDEZ *et al.* 2012):

$$F = n * \frac{G}{g}$$

Donde:

F: fecundidad

n: número de huevos en la submuestra

G: peso total de la masa ovígera

g: peso de la submuestra

Para ambos ríos, todos los aspectos biológicos fueron analizados considerando la variación altitudinal y temporal, incluyendo los meses de diciembre de 2016 y abril de 2017.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estructura de tallas del camarón en el río Majes-Camaná evidenció predominio de machos a mayores tallas. La distribución de frecuencias en machos varió de 40 a 146 mm de LT, con promedio en 84,99 mm y 10,2% de juveniles. Las hembras estuvieron comprendidas entre 43 y 112 mm de LT, con promedio en 75,26 mm y mayor frecuencia de juveniles (35,45%) (Fig. 2A). En el río Ocoña, también hubo mayores frecuencias de machos a mayores tallas, los cuales presentaron un rango de 48 a 137 mm de LT, promedio en 87,50 mm y 3,0% de juveniles. El rango de tallas de las hembras estuvo comprendido entre 45 y 107 mm de LT, promedio en 78,66 mm y 20,97% menor a la TMC (Fig. 2B). De los 1183 individuos analizados para el río Majes - Camaná, 536 (45,61%) fueron hembras y 647 (54,69%) machos; mientras que en el río Ocoña de 1638 individuos, 806 (49,21%) fueron hembras y 832 (50,79%) machos, ajustándose al esperado de 1:1, no presentando diferencias significativas ($p < 0,05$).

Mensualmente en el río Majes-Camaná hubo una elevada proporción de hembras de diciembre 2017 a febrero 2018, con mayores frecuencias en enero; y marcado predominio de machos a partir de marzo; en Ocoña se observó tendencia similar, mostrando mayor proporción de hembras en los primeros estratos (E1-O y E2-O) de diciembre a marzo, e incremento en la frecuencia de machos a partir de marzo en estratos superiores (Fig. 3). La elevada proporción de hembras durante los meses de mayor actividad reproductiva es una característica que comparte con otros Palaemonidae (CARVALHO, 1978; MOSSOLIN & BUENO, 2002).

Where:

F: fertility

n: number of eggs in the subsample

G: total weight of the ovigerous mass

g: subsample weight

All biological aspects were analyzed for both rivers considering the altitudinal and time variation, including December 2016 and April 2017.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The size structure of the freshwater shrimp in the Majes-Camaná River showed a predominance of males at larger sizes. Male frequency distribution ranged from 40 to 146 mm TL, with a mean of 84.99 mm and 10.2% of juveniles. Females were between 43 and 112 mm TL, with a mean of 75.26 mm and a higher frequency of juveniles (35.45%) (Fig. 2A). There were also higher frequencies of males at larger sizes in the Ocoña River, which ranged from 48 to 137 mm TL, averaging 87.50 mm and 3.0% juveniles. The size range of the females was between 45 and 107 mm TL, averaging 78.66 mm and 20.97% smaller than the MCS (Fig. 2B). Among the 1183 individuals analyzed for the Majes - Camaná River, 536 (45.61%) were female and 647 (54.69%) were male; while in the Ocoña River, out of 1638 individuals, 806 (49.21%) were female and 832 (50.79%) were male, which is in line with the expected 1:1 ratio, with no significant differences ($p < 0.05$).

There was a high ratio of females from December 2017 to February 2018 in the Majes-Camaná River, with higher frequencies in January; and a noticeable predominance of males from March onwards; a similar pattern was observed in Ocoña, with a higher ratio of females in the first strata (E1-O and E2-O) from December to March, and an increase in the frequency of males from March onwards in upper strata (Fig. 3). The high ratio of females during the peak reproductive months is a feature shared by other Palaemonidae (CARVALHO, 1978; MOSSOLIN & BUENO, 2002).

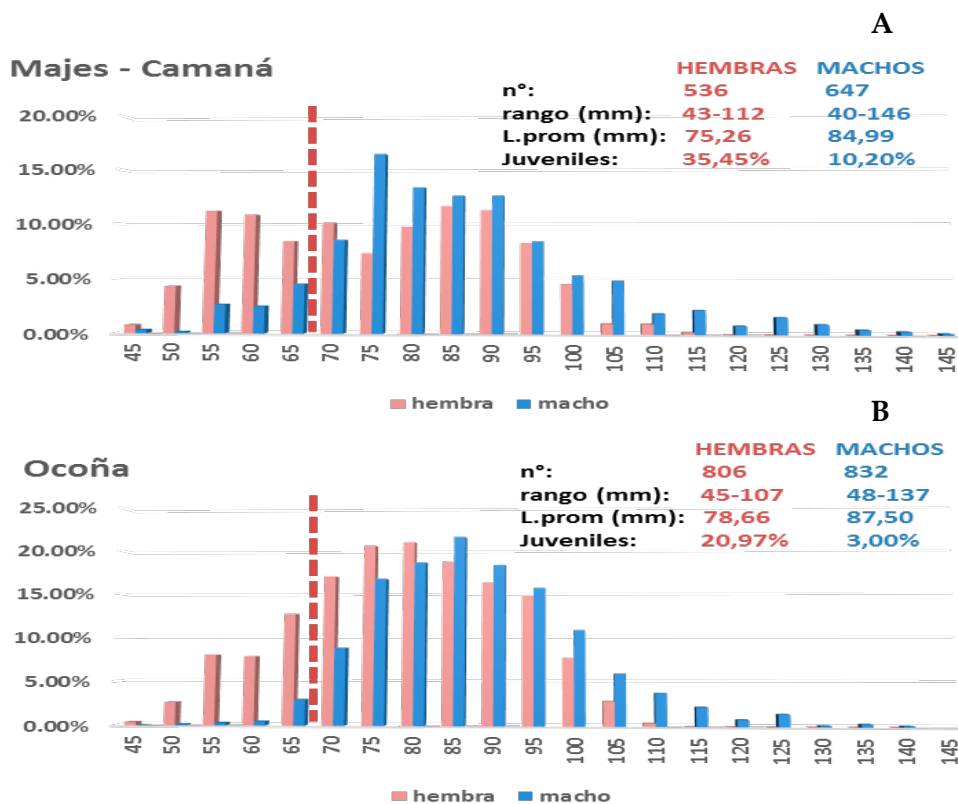


Figura 2.- Composición de tallas por sexo de *Cryphiops caementarius*, ríos (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña. Diciembre 2017 a abril 2018

Figure 2. Size composition by sex of *Cryphiops caementarius*, (A) Majes-Camana, (B) Ocoña rivers. December 2017 to April 2018

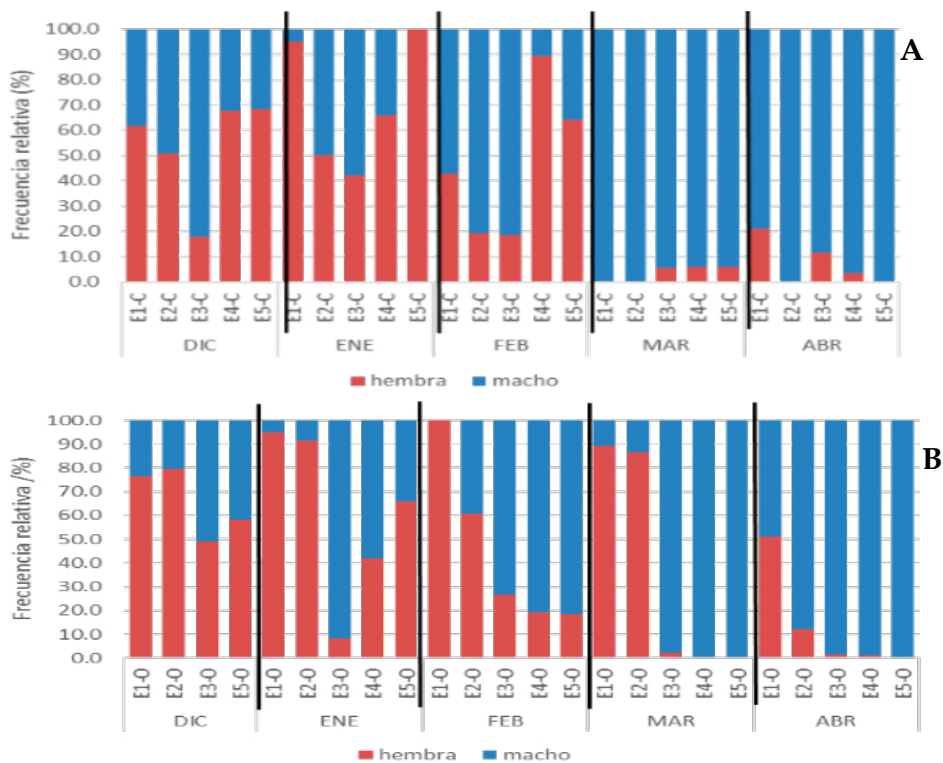


Figura 3.- Variación espacio-temporal de la proporción sexual de *Cryphiops caementarius*, ríos (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña. Diciembre 2017 a abril 2018

Figure 3. Space-time variation in sex ratio of *C. caementarius*, (A) Majes-Camana, (B) Ocoña rivers. December 2017 to April 2018

En ambos ríos, se evidenció la migración de las hembras hacia las zonas bajas para realizar el desove, lo cual ha sido descrito también por ELÍAS (1960), VIACAVA *et al.* (1978) y YÉPEZ (2009) con presencia en todos los estratos, lo cual no sucede de abril a noviembre. La elevada frecuencia de hembras en estratos altos podría estar asociada a condiciones ambientales óptimas para la reproducción.

En diciembre el IGS presentó grandes diferencias entre ríos, principalmente debido a que en Majes-Camaná este índice fue elevado solo en los primeros estratos (de 0 a 250 msnm), manteniendo esta tendencia en enero y febrero; mientras que en Ocoña el IGS fue elevado en todos los estratos, sobre todo en los superiores, con valores entre 2,2% y 3,6%, siguiendo el mismo patrón en los meses posteriores. No obstante, en marzo, el IGS fue mayor en estratos altos en Majes-Camaná y en estratos bajos en Ocoña (Fig. 4). Estos resultados evidenciaron que en ambas cuencas la máxima actividad reproductiva se dio en enero, coincidiendo con lo establecido por HARTMANN (1958), VIACAVA *et al.* (1978), YÉPEZ y BANDÍN (1998); además de concordar con la época de veda reproductiva ya establecida.

There was evidence of female migration to lowland areas for spawning in both rivers, which has also been described by ELÍAS (1960), VIACAVA *et al.* (1978), and YÉPEZ (2009) with presence in all strata, which is not the case from April to November. The high frequency of females in upper strata may be associated with optimal environmental conditions for reproduction.

The GSI presented great differences between rivers in December, mainly because this index was high in Majes-Camana only in the first strata (from 0 to 250 masl) and maintained this pattern in January and February, while the GSI in Ocoña was high in all strata, especially in the upper ones, with values between 2.2% and 3.6%, maintaining the same pattern in the following months. Nevertheless, the GSI was higher in the upper strata in Majes-Camaná and the lower strata in Ocoña in March (Fig. 4). These results show that in both basins the maximum reproductive activity occurred in January, coinciding with what was established by HARTMANN (1958), VIACAVA *et al.* (1978), YÉPEZ & BANDÍN (1998); besides coinciding with the established ban reproductive.

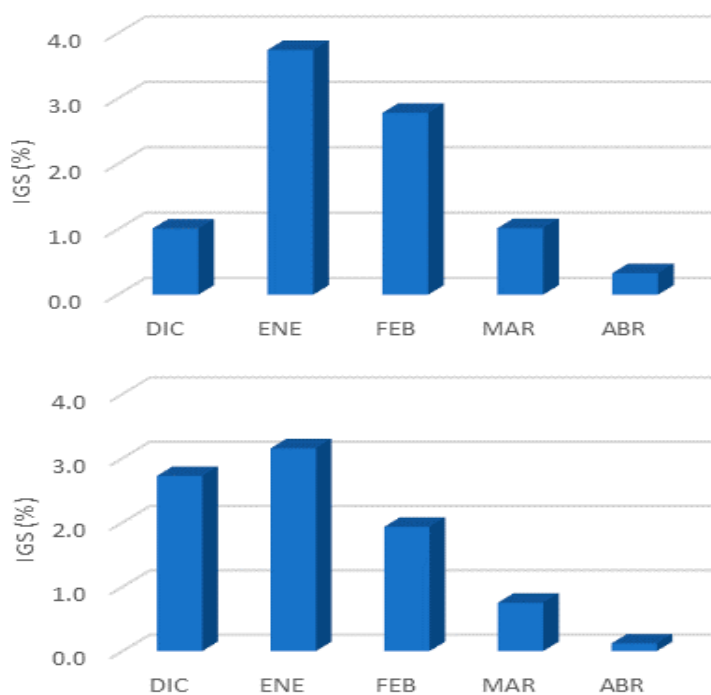


Figura 4.- Variación mensual del IGS en hembras de *Cryphiops caementarius* en los ríos (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña. Diciembre 2017 a abril 2018

Figure 4. Monthly variation of the GSI in female *C. caementarius* in the (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña rivers. December 2017 to April 2018



Figura 5.- Variación espacio-temporal de las fases de madurez gonadal en hembras de *Cryphiops caementarius*, ríos (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña. Diciembre 2017 a abril 2018

Figure 5. Space-time variation of gonadal maturity stages in female *Cryphiops caementarius*, (A) Majes-Camana, (B) Ocoña rivers. December 2017 to April 2018

En cuanto a la frecuencia relativa por fase de madurez gonadal, durante diciembre, en el río Majes-Camaná predominaron hembras en fase IV en estratos bajos y en fase III a partir del estrato E3-C. En los meses siguientes predominaron gónadas en fase IV y V; mientras que, en marzo, las gónadas en fase II fueron más frecuentes en los estratos bajos, extendiéndose a todos los estratos en abril (Fig. 5A).

A diferencia de lo encontrado en Majes-Camaná, en el río Ocoña se registraron hembras en fase IV a partir de diciembre en la mayoría de los estratos. En enero, predominó la fase IV y en febrero aumentó el porcentaje de hembras en fase V. Posteriormente, hubo un paulatino incremento de hembras en fase II en marzo y abril (Fig. 5B).

In December, the relative frequency per gonadal maturity stage in the Majes-Camaná River was dominated by females in stage IV in the lower strata and stage III from stratum E3-C. Stage IV and V gonads predominated in the following months; while in March, stage II gonads were more frequent in the lower strata and extended to all strata in April (Fig. 5A).

Stage IV females were recorded in most strata in the Ocoña River from December onwards, unlike what was found in Majes-Camaná. Stage IV predominated in January, and in February the percentage of stage V females increased. Subsequently, there was a gradual increase in stage II females in March and April (Fig. 5B).

La frecuencia de ovígeras en el río Majes-Camaná no guardó relación con la talla, mientras que en Ocoña hubo predominio de éstas en los rangos de talla más bajos (40 – 50 mm de LT).

The frequency of ovigerous females in the Majes-Camaná River was not related to size, while there was a predominance of ovigerous females in the lower size ranges in Ocoña (40 - 50 mm TL).

El río Majes – Camaná en diciembre presentó frecuencias de ovígeras inferiores al 30% y únicamente en los estratos bajos, distinto a lo observado en Ocoña donde estas llegaron a representar 70%. En enero ambos ríos presentaron el mayor porcentaje, aumentando a casi 60% en enero en Majes-Camaná, y a casi 90% en Ocoña, principalmente en estratos bajos. Posteriormente, en febrero y marzo la frecuencia de ovígeras continuaron en incremento en estratos altos en Majes-Camaná siendo escasa en abril; mientras que en Ocoña las frecuencias superaron el 50% en todos los estratos; para ausentarse a partir de marzo en estratos altos, manteniéndose en los estratos bajos hasta abril (Fig. 6).

The Majes-Camaná River presented frequencies of less than 30% of ovigerous females in December, and only in the lower strata, unlike what was observed in Ocoña, where they represented 70%. Both rivers presented the highest percentage in January, increasing to almost 60% in January in Majes-Camaná, and almost 90% in Ocoña, mainly in the lower strata. Then, the frequency of ovigerous females continued to increase in February and March in the upper strata in Majes-Camaná, but remained low in April, while in Ocoña the frequencies exceeded 50% in all the strata, and from March onwards they were absent in the upper strata, remaining in the lower strata until April (Fig. 6).

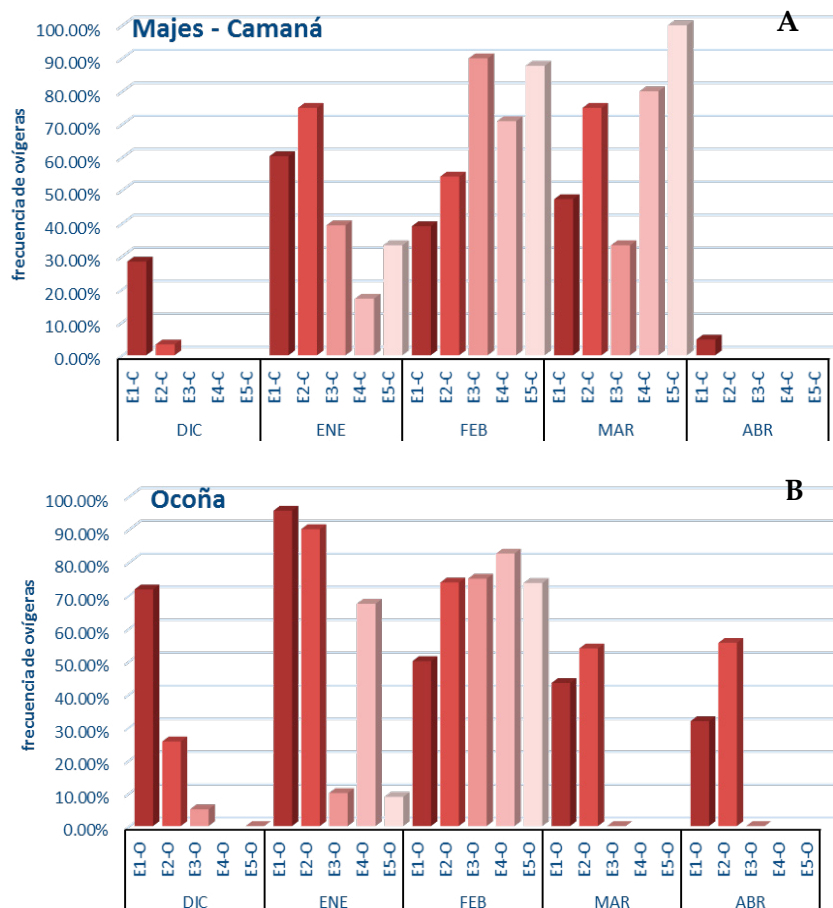


Figura 6.- Variación espacio temporal de la frecuencia de ovígeras del camarón, ríos (A) Majes-Camaná, (B) Ocoña. Diciembre 2017 a abril 2018

Figure 6. Space-time variation in the frequency of berried females in freshwater shrimp, (A) Majes-Camana, (B) Ocoña rivers. December 2017 to April 2018

Los resultados obtenidos fueron similares a los reportados por VIACAVA *et al.* (1978) y YÉPEZ y BANDÍN (1998). Por medio de la frecuencia mensual de ovígeras se determinó para el río Majes – Camaná mayor proporción de hembras grávidas en febrero (73,33%), mientras que, en el río Ocoña las mayores frecuencias se encontraron en enero (68,80%), evidenciando un adelanto del pico de desove.

Cabe resaltar que en este estudio se registraron ovígeras en las estaciones de mayor altitud, difiriendo a lo descrito por otros autores como ELIAS (1960), quien indica que el desove y eclosión son exclusivos de la zona estuarina.

Se determinó una fecundidad parcial de 520 a 37.460 huevos/hembra para Majes – Camaná y de 800 a 32.200 huevos/hembra para Ocoña.

En ambos ríos la fecundidad y la talla presentaron una relación directa debido al mayor tamaño de ovarios y capacidad torácica para llevar más huevos (NAZARI *et al.*, 2003), con variabilidad del número de huevos promedio por hembra de un mismo rango de talla, similar a lo reportado por BALTAZAR y COLÁN (2014), con mayores valores promedio en el río Ocoña.

El valor mínimo promedio de fecundidad en Majes-Camaná fue de 1.700 huevos en el rango de talla de 45 mm de LT, y de 3.300 huevos en el de 60 mm en Ocoña; y un valor máximo promedio de 21.000 huevos en el rango de 100 mm para Majes-Camaná y, bordeando los 28.000 huevos en el rango de 110 mm en Ocoña, valores similares fueron reportados por PORTUGAL *et al.* (2003), BALTAZAR y COLÁN (2014) y Castro (1966) c.p. BAHAMONDE y VILA (1971).

La relación entre el número de huevos y la LT presentó un ajuste lineal positivo, donde el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0,5849 en Majes-Camaná y de 0,4350 en Ocoña, debido a la alta variabilidad del número de huevos por rango de talla. En el trabajo realizado por BALTAZAR y COLÁN (2014), el R^2 fue de 0,8614 en el que solo se consideraron hembras con huevos en fases I y II, resultados similares se obtuvieron para *Macrobrachium amazonicum* (AYA y VELASCO, 2013).

4. CONCLUSIONES

Se determinó los meses de enero y febrero como los de mayor actividad reproductiva para los cinco estratos altitudinales.

De los parámetros analizados el porcentaje de ovígeras fue el principal indicador del inicio de la actividad reproductiva.

The results obtained were similar to those reported by VIACAVA *et al.* (1978) and YÉPEZ & BANDÍN (1998). Based on the monthly frequency of ovigerous females, the highest ratio of pregnant females was determined for the Majes-Camaná River in February (73.33%), while in the Ocoña River the highest frequencies were found in January (68.80%), thus showing an advance of the spawning peak.

It is worth noting that ovigerous females were recorded in this study at the upper strata stations, which differs from what other authors have described such as ELIAS (1960), who indicates that spawning and hatching are exclusive to the estuarine zone.

Partial fertility of 520 to 37,460 eggs/female was determined for Majes - Camaná and 800 to 32,200 eggs/female for Ocoña.

Fertility and size were directly related in both rivers because of the larger size of the ovaries and the thoracic capacity to carry more eggs (NAZARI *et al.*, 2003), with variability in the mean number of eggs per female in the same size range, similar to what was reported by BALTAZAR & COLÁN (2014), with higher mean values in the Ocoña River.

The minimum mean fertility value in Majes-Camaná was 1,700 eggs in the 45 mm TL range, and 3,300 eggs in the 60 mm TL range in Ocoña; and a maximum mean value of 21,000 eggs in the 100 mm range for Majes-Camaná and, bordering on 28,000 eggs in the 110 mm range in Ocoña, these values were similarly reported by PORTUGAL *et al.* (2003), BALTAZAR & COLÁN (2014) and Castro (1966) cited by BAHAMONDE & VILA (1971).

The relationship between egg number and TL showed a positive linear adjustment, where the coefficient of determination (R^2) was 0.5849 in Majes-Camaná and 0.4350 in Ocoña, given the high variability of egg number by size range. In the work carried out by BALTAZAR & COLÁN (2014), the R^2 was 0.8614 and only females with eggs in stages I and II were considered, similar results were obtained for *Macrobrachium amazonicum* (AYA & VELASCO, 2013).

4. CONCLUSIONS

January and February were determined as the months of greatest reproductive activity for the five altitudinal strata.

The percentage of ovigerous females was the main indicator of the start of reproductive activity.

REFERENCIAS / REFERENCES

- AYA E, VELASCO Y. 2013. Fecundidad y fertilidad de *Macrobrachium amazonicum* (Héller 1862) (Decapoda, Palaemonidae) del Piedemonte Llanero Colombiano. *Revista MVZ Córdoba*. 18(3): 3373-3780.
- BAHAMONDE N, VILA I. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. *Biol. Pesq.* 5: 3-60.
- BALTAZAR P, COLÁN C. 2014. Algunos aspectos biológicos pesqueros del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en la cuenca baja del río Mala. Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas. Universidad Científica del Sur. 11(1): 30-44.
- 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): 373-384.
- CARVALHO H A. 1978. Ciclo Sexual de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Decapoda): Relações com Fatores Abióticos e Ciclo de Intermudas. Ph.D. Thesis. Universidade de São Paulo. 199 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) Palaemonidae, Decapoda. *Rev. Pesca y Caza*. 8: 15-28.
- HERNÁNDEZ V, MUÑOZ H, MADRID J, CHÁVEZ D. 2012. Fecundidad del camarón blanco *Litopenaeus vannamei* de la plataforma continental de Sinaloa, México. *Rev. Ciencia Pesquera*. 20(2): 17-21.
- MOSSOLIN E C, BUENO S L S. 2002. Reproductive biology of *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae) in São Sebastião, Brazil. *Journal of Crustacean Biology*. 22(2): 367-376.
- NAZARI E, SIMOES-COSTA M, MULLER M, AMMAR D, DIAS M. 2003. Comparisons of fecundity, egg size, and egg mass volume of the freshwater prawns *Macrobrachium potiuna* and *Macrobrachium olfersi* (Decapoda, Palaemonidae). *Journal of Crustacean Biology*. 23(4): 862-868.
- PORTUGAL S, VARGAS J, VEGA E. 2003. Utilización del rotífero *Brachionus plicatilis* en los primeros estadios del cultivo larval del camarón de río *Cryphiops caementarius*. Facultad de Pesquería. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú. Trabajo presentado al II congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003. (<http://www.civa2003.org>): 837-850 pp.
- TRESIERRA A, CULQUICHICÓN Z. 1993. Biología pesquera. Trujillo. Perú. 432 pp.
- VIACAVA M, AITKEN R, LLANOS J. 1978. Estudio del camarón en el Perú. *Bol Inst Mar Perú*. 3(5): 161-232.
- YÉPEZ V. 2009. Consideraciones acerca de la distribución y extracción del recurso "camarón" en ríos de la costa peruana. *Revista Pesca*. 9-11 pp.
- YÉPEZ V, BANDÍN R. 1998. Estimación poblacional del camarón *Cryphiops caementarius* en los ríos Ocoña, Majes - Camaná y Tambo, octubre 1997. *Inf Prog Inst Mar Perú* 77: 1-25.
- ZACARÍAS S, YÉPEZ V. 2015. Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782), en la costa centro - sur del Perú, 2007. *Inf Inst Mar Perú*. 42(3): 398-415.