

ALGUNOS ASPECTOS BIOLÓGICOS PESQUEROS DE *Cryphiops caementarius* "CAMARÓN DE RÍO" (MOLINA, 1782) EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO MALA

SOME BIOLOGICAL ASPECTS OF FISHERY *Cryphiops caementarius* "SHRIMP RIO" (MOLINA, 1782) ON THE GROUND RIVER BASIN MALA

Paul M. Baltazar Guerrero¹ y César Colán¹

RESUMEN

Se describen diversos aspectos biológicos pesqueros del camarón de río (*Cryphiops caementarius*) en la cuenca del río Mala (región Lima). Se evaluó la captura de camarones, entre diciembre de 2012 y marzo de 2013, en las zonas de La Capilla, San Juan de Correviento y Aymara. El mayor porcentaje de lo capturado correspondió a las hembras, de las cuales entre el 60% y el 85% fueron halladas en estado ovígero. La fecundidad se estimó sobre la base del análisis de los huevos portados en 207 hembras; los rangos de tallas y pesos estuvieron comprendidos entre los 40 y 100 mm y los 5 y 27 g, respectivamente. La fecundidad individual fue de 1,480 y 17,952 huevos. La presencia de postlarvas y juveniles (10 a 40 mm) se registró durante diez meses consecutivos, a excepción de enero y febrero. El periodo de mayor presencia de postlarvas (15 mm) se presentó en junio, julio y marzo, mientras que los juveniles de 25 mm tuvieron una mayor presencia en abril, mayo y junio; y los de 35 mm en marzo, en setiembre, noviembre y agosto. Se estima conveniente proteger el stock de camarón de río durante el período de máxima portación de huevos (diciembre-marzo) y las capturas no deben estar centradas en las hembras ovígeras.

Palabras claves: *Cryphiops caementarius*, fecundidad, río Mala, embriones, larvas

ABSTRACT

Biological fishing aspects of river shrimp *Cryphiops caementarius* in Mala River (Region Lima) are described. Shrimp catch between December (2012) and March (2013) was evaluated (in areas of the Capilla, San Juan de Correviento and Aymara). The highest percentage of catch corresponded to females, which were among the 60% to 85% in ovigerous state. Fecundity was estimated on the basis of the analysis of eggs carried in 207 females, the ranges of height and weight were between 40 and 100 mm and 5 and 27 g, respectively. Individual fecundity was 1,480 and 17,952 eggs. The presence of PL and juvenils (10-40 mm) was recorded during ten consecutive months, except January and February. The period of most presence of post larvae (15 mm) occurred in June, July and March, juveniles of 25 mm had a greater presence in April, May and June and 35 mm in March, September, November and August. It is convenient to protect the river shrimp stock during the period of maximum carrying eggs (December to March) and catches should not be centered in ovigerous females.

Key words: *Cryphiops caementarius*, fertility, Rio Mala, embryos, larvae

¹ FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y BIOLÓGICAS, UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

INTRODUCCIÓN

En la región Lima se ubican 12 ríos, de los cuales nueve son permanentes (Pativilca, Supe, Huaura, Chancay, Chillón, Rímac, Lurín, Mala y Cañete) y tres con discurrecimiento eventual (Fortaleza, Chilca y Omas); solo en tres de ellos existe una pesquería del *Cryphiops caementarius* durante todo el año (Pativilca, Mala y Cañete). Se desconocen las estadísticas de captura al no existir registro en el sector pesquería.

La Universidad Científica del Sur cuenta con un Centro de Investigación Acuícola en el distrito de Calango, ubicado en el margen derecho (de este a oeste) del río Mala, a 24 km de Mala y a 90 km al sur de Lima. Este centro cuenta con estanques de dimensiones variadas, que van desde los 360 a 990 m³.

Diversas instituciones han tratado de realizar cultivos experimentales y comerciales del *Cryphiops caementarius* en estanques, con supervivencias a nivel de engorde del 40% y a nivel de larvas a postlarvas (PL), de menos del 3% (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10). De estos resultados se desprende que el cultivo de esta especie aún no es económicamente rentable.

Por otro lado, la alta demanda, la falta de ordenamiento pesquero, la desorganización, el uso de métodos de captura inadecuados (canastas, izangas y veneno) y la alta contaminación de los ríos llevan a que exista un fuerte impacto negativo sobre este recurso, lo que afecta los reclutamientos y, por ende, disminuye la población natural del camarón de río en las diversas cuencas camaroneras. Una forma de mitigar este impacto ha sido el repoblamiento entre cuencas o intercuenas, principalmente con semillas provenientes de los ríos Camaná y Ocoña.

En este contexto, el presente estudio estuvo orientado a conocer diversos aspectos del ciclo reproductivo de este recurso, como la determinación de la fecundidad, la época de portación de embriones, la determinación del estado de desarrollo embriológico de los huevos y la obtención de larvas.

MATERIALES Y MÉTODOS

CAPTURA DE CAMARONES EN ÉPOCA DE VEDA

Entre diciembre de 2012 y marzo de 2013, se realizaron monitoreos de la captura del camarón de río en el curso inferior del río Mala, entre los centros poblados de Aymara y La Capilla. El área de estudio cubrió los puntos de mayor concentración de puestas de trampas fijas, llamadas "canastas". Para sectorizar la información, se establecieron tres puntos de muestreo:

Zona 1: Capilla
(12° 31' 18,3S" - 76° 30' 01,4" W)

Zona 2: San Juan de Correviento
(12° 31' 45"S - 76° 34' 35" W)

Zona 3: Aymara
(12° 31' 47,3" S - 76° 33' 59" W)

Los muestreos se realizaron al momento de desactivar las "izangas", y se tomó en cuenta la proporción sexual, el número de animales y el peso de lo capturado.

CAPTURA DE LOS REPRODUCTORES

Los ejemplares fueron extraídos del río Mala, a la altura del distrito de Calango (12° 31' 33,69" S - 76° 34' 13,65" W), entre marzo y diciembre de 2012 y 2013, en etapa de PL y juveniles. Estos fueron capturados manualmente y empleando trampas con carnada, para luego ser

transportados al Centro de Investigación Acuícola de Calango (CIAC), de la Universidad Científica del Sur. Allí fueron medidos (longitud total, del rostrum al telson: $24,2 \pm 2,9$ mm) y pesados (peso total: $0,3 \pm 0,1$ g), para posteriormente ser colocados en los estanques de engorde de 650 m^2 , a una densidad de 5 ejemplares. m^{-2} . Al cabo de siete meses de engorde (noviembre), en 2012 se separaron alrededor de 1500 ejemplares (1250 hembras y 250 machos), y en el 2013, 2200 ejemplares (1700 hembras y 500 machos). Estos ejemplares fueron trasladados a un estanque de 300 m^2 , donde los machos alcanzaron una talla de $113,3 \pm 8,5$ mm y un peso de $68,2 \pm 15,6$ g, y las hembras, $4,0 \pm 11,1$ mm y $13,4 \pm 5,6$ g. Durante la siembra se evidenció que las hembras no se encontraban ovadas ni impregnadas con espermátóforos, pero se consideró que estas se encuentren en estadios de madurez sexual III y IV, y los machos en estadio de intermuda. El estadio de madurez sexual se determinó según Moreno et al. (11) y el estadio de muda según Reyes y Luján (12).

IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO EMBRIONARIO

La identificación de los estadios embrionarios o de madurez de los huevos fue hecha en 207 hembras ovígeras, mediante el uso de un microscopio compuesto marca Nikon. La determinación del estado de madurez de los embriones se efectuó de acuerdo con la coloración de los huevos (13) y los patrones morfológicos (14).

OBTENCIÓN DE LARVAS

Entre noviembre y marzo de los años 2012 y 2013, los reproductores seleccionados fueron puestos en los estanques de 300 m^2 . Se logró que las hembras se aparearan

y fueran impregnadas, y cuando los embriones se encontraron en estadio III (de color cristal), las hembras fueron nuevamente separadas en bandejas (40 L) de eclosión, con temperaturas de $26 \pm 1,0$ °C y concentración de oxígeno de $8 \pm 1,0$ mg. L^{-1} . Posteriormente, cuando eclosionaron las larvas (zoea I), previa aclimatación, fueron trasladadas y sembradas cerca de la desembocadura del río Mala.

EVALUACIÓN DE LA FECUNDIDAD

Para la estimación de la fecundidad, se utilizaron hembras con huevos en estados iniciales de desarrollo embrionario (principalmente, estados I y II). Las hembras analizadas se sumergieron en una solución de NaOH 8N, durante un período de 20 a 30 minutos, para liberar la masa ovígera de los pleópodos y separar los huevos. El recuento de huevos se efectuó en cápsulas plásticas de área conocida ($8,92 \text{ cm}^2$), donde se distribuyó la masa ovígera con estiletes. Con un estereoscopio, se cuantificó directamente el número de huevos presentes en un área de $3,2 \text{ cm}^2$ de cada cápsula, lo que representa aproximadamente el 36% del total de huevos. La estimación del número de total de huevos (NTH) fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$NTH = \frac{A}{B} * Nth$$

Donde:

NTH = Número total de huevos

A = Área total de la capsula que equivale a $8,92 \text{ cm}^2$

B = Área donde se realizó la cuenta de huevos ($3,2 \text{ cm}^2$)

Nth = Cantidad de huevos en la submuestra

La fecundidad (F) se expresó en función de las variables (V): longitud total (Lt) y el peso (P), de acuerdo con la expresión alométrica $F = a \cdot V^b$ (15), donde a y b son parámetros. La expresión fue transformada logarítmicamente a la ecuación $\log_{10}(F) = \log_{10}(a) + b \cdot \log_{10}(V)$, para identificar datos atípicos, explorar el efecto año a través de un análisis de covarianza (Ancova) y estimar los parámetros de la ecuación.

Para establecer el rango de tallas que contribuye mayoritariamente al aporte teórico de nuevas crías a la población, se empleó la metodología según Karlovac (16), que consiste en multiplicar la frecuencia relativa de las hembras de cada rango de talla, por la fecundidad calculada en la marca de clase correspondiente. Este método permite determinar la fecundidad media individual y evaluar cambios en la fecundidad poblacional en el tiempo, de acuerdo con variaciones que se produzcan en la estructura de tallas de las hembras.

Se realizaron regresiones segmentadas con el modelo lineal, potencial y exponencial, usando el programa Statistica 8.0. El objetivo fue identificar el tamaño (Lt), al cual se obtiene la mayor diferencia entre pendientes al dividirse la

distribución de datos en dos (punto de inflexión). Se obtuvieron dos líneas de regresión: la superior (con el grupo de las Lt mayores) y la inferior (con el grupo de las Lt menores). El método de ajuste fue el de mínimos cuadrados.

RESULTADOS

PESQUERÍA

En el periodo de estudio se revisaron un total de 60 "canastas", distribuidas entre los centros poblados de Aymara y La Capilla, con un promedio de 20 canastas al mes y una contabilidad de 45 a 60 canastas/puestas/mes. Las puestas de las "canastas", por lo general, se inician en la quincena de diciembre y se extienden hasta casi fines de marzo, meses que coinciden con el crecimiento del volumen de agua en el río Mala. Suelen ser colocadas en las tardes (16:00 - 18:00 horas) y retiradas en las mañanas (5:00 - 6:00 horas). Las mayores capturas se dieron en la zona de La Capilla, con 1,16 kg.canasta⁻¹, y con pesos promedios de 69 g en los machos⁻¹. En San Juan de Correviento, la captura promedio fue de 0,46 kg por canasta⁻¹ y en Aymara, de 0,40 kg por canasta⁻¹; en ambos casos con machos de peso promedio de 40 g, y hembras entre 8 y 25 gr (Fig. 1).

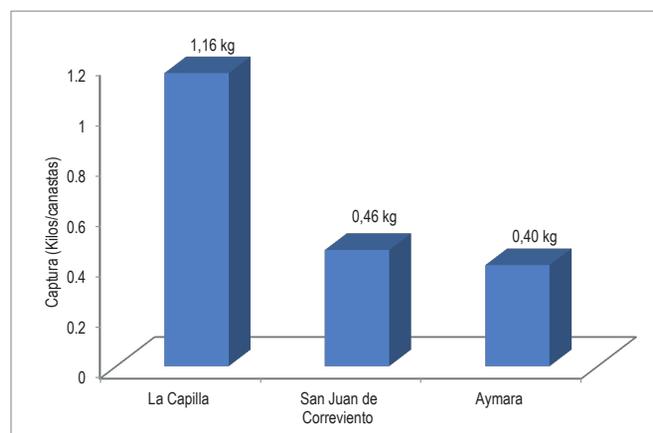


FIGURA 1. CAPTURA DEL CAMARÓN DE RÍO (*CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*) POR "CANASTAS" EN DIFERENTES PUNTOS DEL RÍO MALA.

El mayor porcentaje de lo capturado correspondió a hembras, con las mayores proporciones en enero (87,7%) y diciembre (82,4%), y disminuyendo hacia marzo (60,2%). Del total, entre el 60 al 85% se encontraban en estado de ovígeras (Fig. 2).

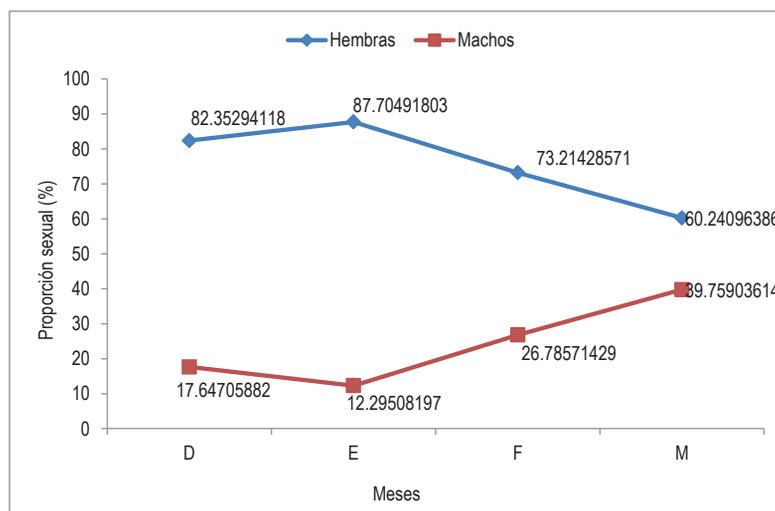


FIGURA 2. PROPORCIÓN SEXUAL DEL CAMARÓN DE RÍO (*CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*) CAPTURADO CON "CANASTAS" EN EL RÍO MALA.

Los que se dedican a la captura de camarón de río son, principalmente, agricultores y realizan la actividad de pesca como una segunda opción de ingreso económico, y no forman parte de una organización social. El producto capturado es comercializado en restaurantes de la zona y el precio varía entre 30 y 40 soles el kilo.

ESTADOS DE DESARROLLO EMBRIONARIO

Para el estudio del desarrollo embrionario, se analizaron 207 hembras ovígeras provenientes de los estanques de cultivo y de las capturas realizadas en el río Mala. En cuanto al desarrollo de los huevos, estos se almacenan en el abdomen, son retenidos por setas ubicadas en los pleópodos y están adheridos entre sí por una masa mucilaginosa. Son ligeramente ovoides, con un eje mayor de 0,7 mm alcanzando a medir hasta 1,6 mm en el momento de la eclosión. El color de

los huevos presenta generalmente tonalidades de rojo vino a café claro; solo en un par de ocasiones se presentaron huevos de color verde claro (Fig. 3A). El color del huevo se pierde conforme se desarrolla el embrión, hasta ser casi transparente al momento de la eclosión (Fig. 3G). Con respecto a la ontogenia de la especie, se han observado siete estadios de maduración embrionaria, a los que se les calculó el diámetro medio de cada estadio de desarrollo y su correspondiente desviación estándar, y se observó un incremento gradual del diámetro en función del avance del desarrollo embrionario, con las siguientes características:

Estadio I: Huevo de forma circular, intensamente pigmentado de coloración naranja, sin diferenciación de estructuras. El vitelo es de apariencia granulosa, ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo y está distribuido uniformemente por toda la superficie. En

este estado se inicia la diferenciación celular. Presenta un diámetro promedio de $0,59 \pm 0,03$ mm (Fig. 3B).

Estadio II: Se observan principios de segmentación del cuerpo, con una menor pigmentación. En el polo animal aparecen los rudimentos embrionarios, que darán origen posteriormente a la anténula, antena y mandíbula. El embrión presenta un diámetro máximo promedio de $0,61 \pm 0,06$ mm (Fig. 3C).

Estadio III: Con blastoporo y primordio embrionario, el cual se alarga en forma de media luna, se observan globos oculares con pigmentación negra y ovalada al borde del vitelo. El embrión tiene forma circular, con un diámetro promedio de $0,64 \pm 0,008$ mm (Fig. 3D).

Estadio IV: Pigmentación ocular bien marcada hacia el interior del vitelo, en forma de una semiluna, pigmentación roja cerca de los ojos. Abdomen y tubo digestivo en el centro. Se inicia el desarrollo de las antenas, por debajo de los ojos. El diámetro máximo promedio es de $0,68 \pm 0,008$ mm (Fig. 3E).

Estadio V: Embrión de forma ovalada, el vitelo disminuye un 50%. Globo ocular con pigmentación negra y forma ovoide alargada; cerca de los ojos y en la parte abdominal se observan cromatóforos esféricos de color rojo. Se observan

con nitidez y de color trasparente los pleópodos, antenas y anténulas con setas, así como dos lóbulos redondeados que darán origen al telson. El diámetro promedio mayor es de $0,73 \pm 0,009$ mm (Fig. 3F).

Estadio VI: Pigmentación ocular oscura de forma globoidal ligeramente alargada. Se hace visible el rostrum, ligeramente redondeado. Presencia de cromatóforos esféricos en posición dorsal, en el tercer segmento abdominal. Los pereiópodos son segmentados y presentan setas terminales. El telson triangular presenta setas en su borde terminal. El diámetro promedio máximo es de $0,79 \pm 0,008$ mm (Fig. 3G).

Estadio VII: Globo ocular de forma esférica y facetado. Se observan cromatóforos de coloración rojiza, de formas esféricas con ramificaciones, distribuidos cerca de los ojos. En el tercer segmento abdominal, se ven antenas, pereiópodos y telson. Embrión casi transparente, que en la cabeza presenta manchas amarillas (vitelo) y se encuentra a punto de eclosionar. Se observa nítidamente la diferenciación del cefalotórax y el abdomen. En este estado, se puede observar movimiento de las antenas, pereiópodos y abdomen. Embrión ovalado, con un diámetro promedio máximo de $0,83 \pm 0,007$ mm (Fig. 3H).

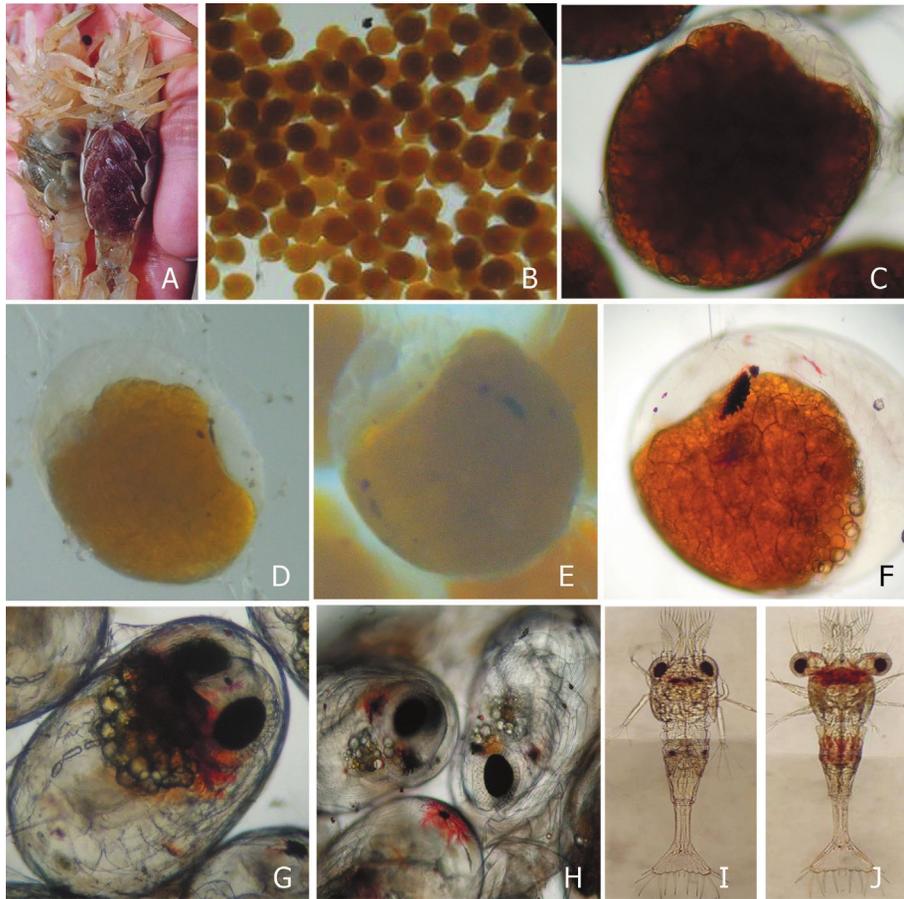


FIGURA 3. ESTADOS DE DESARROLLO EMBRIONARIO Y PRIMEROS ESTADIOS LARVALES DEL *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*: A) HEMBRAS RECIENTEMENTE FERTILIZADAS; B) ESTADO I (10X); C) ESTADO II (40X); D) ESTADO III (40X); E) ESTADO IV (40X); F) ESTADO V (40X); G) ESTADO VI (40X); H) ESTADO VI (40X); I) ZOEIA I; J) ZOEIA II.

ZOEIA 1

En el cefalotórax se ubican los ojos, que son sésiles y de color negro; el rostrum, con presencia de una espina rostral larga y delgada; anténulas y antenas birramosas, y presencia de reserva vitelina. El abdomen, con dos a tres cromatóforos, presencia de exopoditos torácicos y telson de forma triangular, con 13 setas en su borde terminal (Fig. 3I). La longitud total promedio de la larva es de $2,08 \pm 0,12$ mm.

ZOEIA 2

Ojos pedunculados, rostrum con dos espinas epigástricas en desarrollo, dos

cromatóforos en forma de estrella cerca de los ojos. El exopodito tiene cuatro setas plumosas y el endopodito presenta seis segmentos articulados. El telson, en su base, es casi lineal, con 16 setas (Fig. 3J). Longitud total de la larva: $2,46 \pm 0,22$ mm.

SIEMBRA DE LARVAS

Luego de 20 a 25 días de incubación, se logró obtener larvas en estadio I, las cuales fueron sembradas cerca a la desembocadura del río Mala. Se obtuvieron en el 2012 alrededor de $10\ 189\ 926 \pm 1.979$ y en 2013, $13\ 858\ 300 \pm 2.950$ larvas en total.

FECUNDIDAD

La fecundidad del camarón de río se estimó sobre la base del análisis de los huevos portados en un total de 207 hembras, cuyos rangos de tallas y pesos estuvieron comprendidos entre 31 y 100 mm y 5 y

27 g, respectivamente. En este rango, se determinó una fecundidad individual comprendida entre 1480 y 17 952 huevos (tabla 1). Se observó una alta variabilidad en el número de huevos portados por las hembras de una misma talla corporal (Fig. 4).

TABLA 1. RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD TOTAL Y EL NÚMERO DE HUEVOS PORTADOS DE *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*.

Longitud (mm)	Rango número de huevos	Promedio número de huevos	SD	Número de ejemplares examinados
31 - 40	2,320	1,042		1
41 - 50	1,480	1,417		1
51 - 60	1.876 - 6.775	3,405	502	25
61 - 70	1.677 - 9.500	5,162	758	57
71 - 80	4.496 - 14.680	8,542	1,041	67
81 - 90	10.000 -16.800	12,561	1,241	48
91 - 100	13.800 - 17.952	16,302	1,624	8

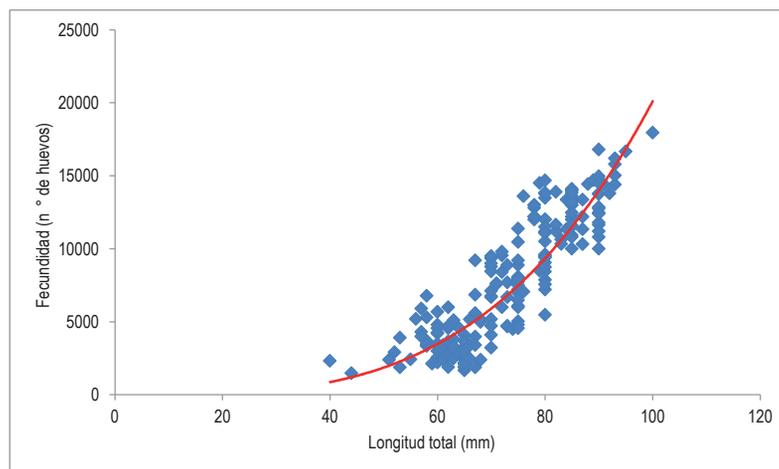


FIGURA 4. RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD TOTAL DE LAS HEMBRAS Y EL NÚMERO DE HUEVOS DE *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*.

De acuerdo con los diferentes modelos matemáticos empleados para definir la relación entre la longitud total, el peso total y el número total de huevos que portan las hembras, y al considerar la suma de las diferencias al cuadrado entre los

valores observados y calculados (D2) y el coeficiente de determinación muestral (r) (tabla 2), se determinó que el modelo exponencial presentó el mejor ajuste, representado por la siguiente ecuación: $NTH = 0,0270Lt^{3,434}$

TABLA 2. ESTIMADOS DE A, B, R Y D², EN LOS DISTINTOS MODELOS UTILIZADOS PARA ESTABLECER LA FUNCIÓN FECUNDIDAD-TALLA DEL *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*.

Modelo	a	b	r	D ²
Lineal	16,838.9229	337.7098	0.8811	4,091,370
Potencial	0.0071	3.2256	0.8547	3,852,208
Exponencial	363.7689	0.0408	0.8614	4,141,681

Se determinó que, para el periodo 2012-2013, cada hembra habría aportado un promedio de 8.117 ± 2.013 postlarvas a la población del río Mala. Además, se encontró que los ejemplares

comprendidos entre los 71 y 90 mm de Lt contribuyen con el 72% de los nuevos individuos. La producción de postlarvas por ejemplar en los restantes rangos de tallas contribuye con el 28% (tabla 3).

TABLA 3. APORTE DE POSTLARVAS POR RANGO DE TALLAS DEL *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*, MEDIANTE EL MÉTODO DE KARLOVAC (1953).

Longitud (mm)	Número de hembras	Fecundidad observada	Número total de huevos	SD	Aporte crías (%)	Aporte acumulado (%)
31 - 40	1	2,320	2,320	0	0.14	0.14
41 - 50	1	1,480	1,480	0	0.09	0.23
51 - 60	25	3,832	95,806	32,118	5.70	5.93
61 - 70	57	4,260	242,825	121,553	14.45	20.38
71 - 80	67	9,074	607,969	181,186	36.18	56.56
81 - 90	48	12,618	605,649	70,764	36.04	92.61
91 - 100	8	15,530	124,242	11,102	7.39	100.00
Total	207		1,680,291	416,723	100.00	
			8,117	2,013		

RECLUTAMIENTO DE PL

La presencia de PL y juveniles (10 a 40 mm) en el río Mala se registró durante diez meses consecutivos, a excepción de enero y febrero. El periodo de mayor

presencia de PL (15 mm) se dio en junio, julio y marzo, mientras que los juveniles de 25 mm tuvieron una mayor presencia en abril, mayo y junio; y los de 35 mm, en marzo, setiembre, noviembre y agosto (Fig. 5).

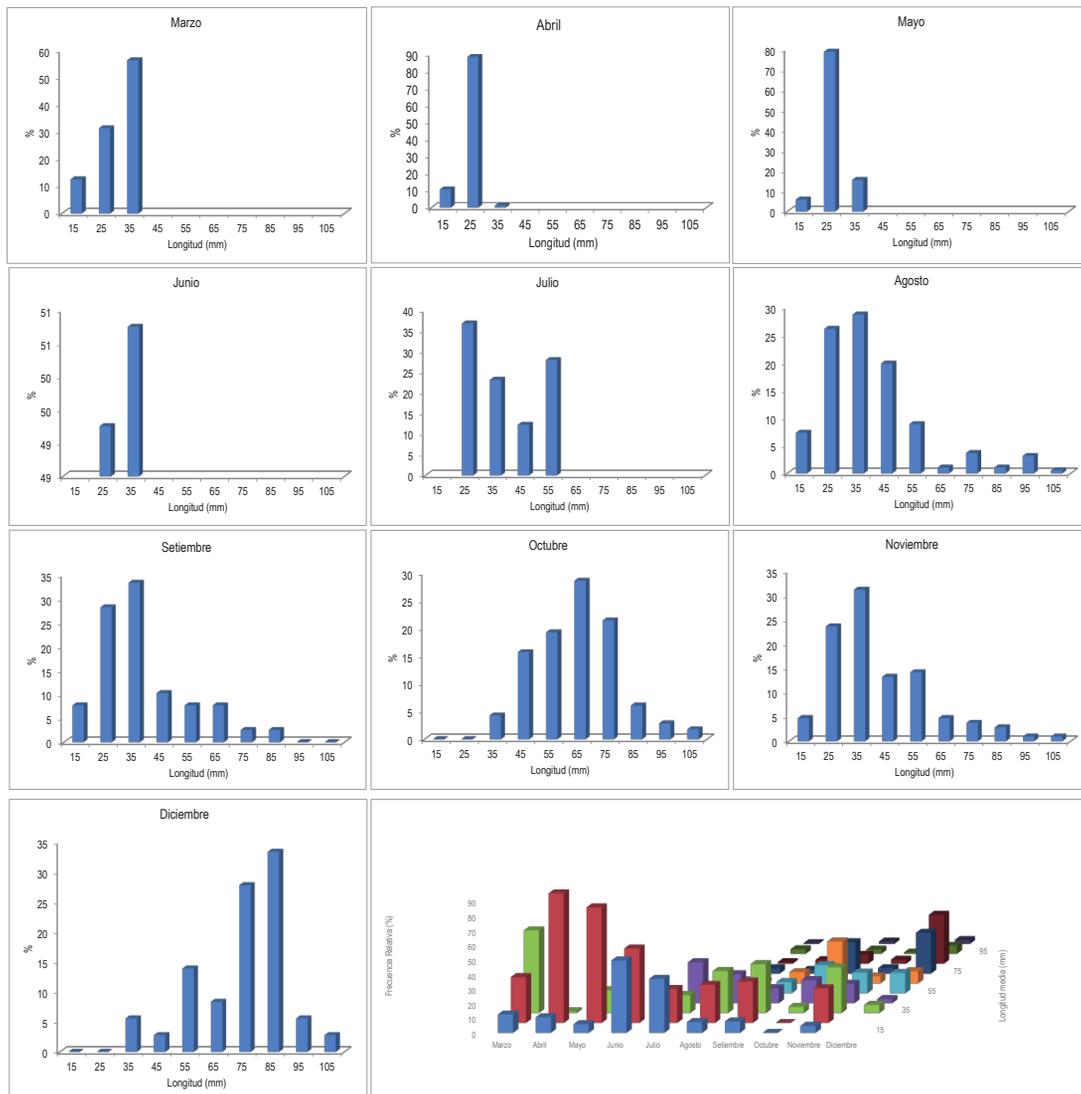


FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE TALLAS DEL *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*, EN EL RÍO MALA, 2013.

DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El régimen hidrológico del río Mala se caracteriza, generalmente, por ser irregular y de carácter torrencioso en sus inicios. Se alimenta principalmente de las precipitaciones estacionales que ocurren en su parte alta, concentrándose las descargas durante 3 o 4 meses al año, principalmente de diciembre a marzo, periodo durante el cual se estima que discurre del 60% al 70%

del escurrimiento total anual y durante el resto del año mantiene un volumen bajo. Esto condiciona una estacionalidad en la producción pesquera del *C. caementarius*, definida por la interacción entre la pluviosidad y la alteración de los niveles de los ríos, relacionado directamente con el ciclo reproductivo del camarón de río.

Dicho ciclo está tipificado por períodos bien marcados, de los cuales depende el proceso migratorio del camarón, lo que

da origen a los fenómenos conocidos como "subienda" y "bajanza", "subienda de postlarvas" y "bajanza de hembras ovígeras", que influyen directamente en los volúmenes de producción; por lo tanto, la dinámica natural del río se convierte en el principal elemento regulador de la actividad pesquera, siempre y cuando se deje de capturar al camarón de río y se respeten las vedas dadas por el Ministerio de la Producción; hecho que no se cumple, dado que la mayoría de pescadores y agricultores de la zona

capturan a los camarones que bajan a desovar al estuario, de los cuales entre el 80% y el 90% son hembras ovígeras. Con ese fin, emplean canastas denominadas izangas (Fig. 6), arte de pesca que se encuentra prohibido por Produce. Por otro lado, no existen reportes de la pesquería del camarón en este río. Esto debido a que la pesca de esta especie es mayoritariamente artesanal e informal, no organizada ni sujeta a supervisión por las autoridades competentes.



FIGURA 6. ARTES DE PESCA PROHIBIDOS PARA LA CAPTURA DEL *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*, DENOMINADOS "CANASTAS", EN EL RÍO MALA.

Las mayores capturas se obtuvieron en La Capilla, San Juan de Correviento y Aymara, lugares que se encuentran en el curso bajo del río, entre los 468 y 186 m. s. n. m. Si se tiene en cuenta que el camarón de río tiene una distribución altitudinal hasta los 2000 m. s. n. m. (17) y las mayores abundancias se encuentran en los estratos altitudinales superior y medio (18), es probable que las capturas en estas zonas sean mayores a las obtenidas en este trabajo.

A pesar que se encontró la presencia de PL y juveniles durante casi todo el año, su cantidad fue muy escasa a fines de primavera e inicios del verano (8,2%). Sin embargo, si se consideran los meses en que el porcentaje mensual fue superior

al 50%, se observa que el período principal de mayor aporte de semillas comprendió seis meses, de marzo a agosto. Cabe señalar que, entre marzo y junio, los aportes llegaron a ser del 100%. En consecuencia, esta especie tendría varios períodos de desoves en un año y el hecho de que se presente un alto porcentaje de PL y juveniles en los periodos indicados, guardaría una estrecha relación con la intensidad de desove que se presenta en los meses de verano (19). Es probable que entre diciembre y marzo exista subienda de postlarvas o juveniles; el hecho es que no hemos podido visualizarlo, debido a que el caudal del río se incrementa y nuestros captadores son arrastrados por la corriente. Estas observaciones coinciden

con Viacava et al (3), quien señala que existe desoves durante todo el año, con un máximo en noviembre-marzo, por lo que existiría PL que constantemente están subiendo río arriba.

El potencial reproductivo se estimó como el número de huevos que las hembras pueden producir en cada período de desove. De acuerdo con esto, se determinó que la cantidad de huevos portados en cada rango de talla es muy variable. Al respecto, estudios realizados en ríos chilenos detallan valores mayores a los obtenidos en este trabajo (20, 21), hembras de 22 a 23 mm de longitud cefalotorácica (LC) pueden portar entre 15 000 y 22 000 huevos, y hembras con tallas de 33 a 36 mm de LC portan alrededor de 33 000 a 36 000 huevos, hembras de tallas entre 34-48 mm de Lt (22) pueden portar 3 000 huevos y para tamaños de 100-108 mm de Lt, la fecundidad llega a 67 050 huevos (23).

Asimismo, para el río Majes se estima una fecundidad que varía de 1000 a 2000 huevos en tallas de 40 a 48 mm, y de 55 000 a 60 000 huevos para el rango de talla de 110 a 115 mm (24). Las cifras mostradas difieren de las determinadas en el presente trabajo, lo que podría indicar una clara subestimación o sobrestimación de la fecundidad, debido a razones metodológicas.

Los valores determinados en este trabajo son muy superiores a los registrados para especímenes provenientes de río Pativilca (Lima), estimándose una fecundidad media de 1819 huevos en hembras de 31 mm de Lt (10). Los ejemplares provenientes del río Lacramarca (Áncash), criados en cautiverio y alimentados con dietas naturales, mostraron una fecundidad entre 355 a 2627 huevos en hembras de 52 mm de longitud total (25).

En la presente investigación se ha tenido especial cuidado para determinar la fecundidad en hembras con huevos en los primeros estados de desarrollo, cuando la pérdida de huevos es nula o escasa. Por esto mismo, es posible que el número de huevos portados disminuya en función del tiempo y por ende el número de larvas liberadas. En consecuencia, es posible que la función determinada en esta ocasión, pueda sobreestimar la fecundidad si se aplica al final del período de portación.

La ecuación determinada para la relación talla-fecundidad a través del modelo exponencial, permite deducir que la fecundidad del *C. caementarius* es relativamente similar a otras especies de esta misma familia (26, 27, 28). Además, es conocida la relación inversa que existe entre la fecundidad y el tamaño de los huevos, característica observada en numerosas especies dulceacuícolas, tanto de peces como de crustáceos. Esto último se observó también en esta especie, en que su elevada fecundidad coincide con el reducido tamaño de sus huevos (0,59 a 0,83 mm de diámetro).

Con respecto a la escala del estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos y a los patrones morfológicos es similar a lo descrito por otros investigadores (13, 14). Con respecto al periodo embrionario, se ha observado que, a temperatura de 24 °C, este duró entre 22 y 23 días (3); a 25 °C duró entre 25 y 28 días (14); y a 26 °C, los embriones eclosionaron a los 17 días (29). En la presente investigación, cuando se trabajó a temperaturas de agua de 26 °C, eclosionaron entre los 18 y 25 días. Nuestros resultados no difieren mucho de las investigaciones antes mencionadas y se puede concluir que la temperatura acelera el desarrollo embrionario. Cabe indicar que estos resultados podrían estar influenciados por variantes de temperatura durante el

día, dado que no se colocó termostatos a las hembras en incubación.

Los archivos de las direcciones regionales y del Viceministerio de Pesquería dan cuenta que, desde 1989 hasta el 2009, de los ríos Camaná y Ocoña se trasladaron más de 5 millones de juveniles de camarón de río. De estos, el 80% provino del río Camaná, y sirvieron para realizar repoblamiento intra e intercuenca en los ríos Sama, Locumba, Caravelí, Vitor, Acari, Camaná, Ocoña parte alta, Majes, Río Grande (Ica), Cañete, Tambo de Mora, Lurín y Pativilca.

De los resultados de esta investigación, se concluye que de 1700 hembras se pueden lograr alrededor de 13 a 17 millones de larvas/puesta. Si consideramos una tasa de "desaparecimiento" (muerte por depredación, por causas genéticas, aspectos ambientales, entre otros) del 98%, se obtienen aproximadamente 277 000 a 350 000 PL/puesta, con lo cual se estaría repoblando el río Mala. Por otro lado, hay que tener en cuenta que, a la fecha, no existe aún tecnología para la producción masiva de semillas del *C. caementarius*, a lo que se suman la pesca indiscriminada (en épocas de veda, pesca con veneno y uso de pesticidas) y la contaminación urbana y minera, factores que afectan negativamente y ocasionan disminuciones en la población natural.

Es lógico pensar que cualquier población explotada en forma constante y sin que se tomen las medidas de conservación, acabará por colapsar (30). Una forma de evitarlo es realizando repoblamiento con larvas, según la metodología descrita en este trabajo. La estrategia que se plantea para estas comunidades camaroneras sería mantener reproductores e inducir a la reproducción, obtener las larvas, sembrarlas cerca de la desembocadura del río y hacerles un seguimiento a través de las capturas que realizan los pescadores camaroneros. Por otro lado,

habría que estimar previamente lo que capturan, con lo cual se determinaría si estos repoblamiento son realmente beneficiosos para las comunidades artesanales camaroneras y les ayuda a mejorar su calidad de vida.

Con todos estos resultados, se pueden señalar diversos aspectos que mejorarían la administración y manejo de este recurso. De acuerdo con esto, se estima conveniente proteger el stock de camarón de río durante el período de máxima portación de huevos (diciembre-marzo) y vigilar que las capturas no se centren en las hembras ovígeras. Consecuentemente, se recomienda disminuir o restringir las operaciones de pesca comercial durante el período de mayor actividad reproductiva, y establecer mayores controles y dar capacitación a las comunidades pesqueras artesanales camaroneras. Es necesaria la acción conjunta de autoridades del sector, investigadores y comunidades asentadas a lo largo de la ribera del río Mala, así como la concientización de los lugareños acerca de la importancia del cuidado del recurso vivo y del medio que lo sustenta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas; al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Científica del Sur, por el apoyo para realizar la presente investigación; a la Comunidad de Correviento, por el apoyo logístico y la calidad humana que nos permitió participar con ellos en la pesca del camarón y recorrer parte de la ribera del río Mala.

En especial, agradecen la colaboración de la ingeniera Jacqueline Palacios León, y los biólogos Luis Hoyos Mayta y Violeta Valdivieso, por sus valiosos comentarios y sugerencias para mejorar el presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elías HJ. La crianza del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). Documenta 1972; 23-4, 42-9.
2. Hernández JE. La crianza camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). Documenta 1972; 23-4, 42-9.
3. Viacava M, Aitken R, Llanos J. Estudio del camarón en el Perú 1975-1976. Bol. Inst. Mar. del Perú 1978; 3 (5): 161-232.
4. Kukulis M y San Juan H. Cultivo de camarones de río (*Cryphiops caementarius*) (Molina, 1782) en estanques. Antofagasta: Inst. de Inv. Ocean. Universidad de Antofagasta, 1979; 87 pp.
5. Meruane J, Rivera M, Morales M y Galleguillos C. Desarrollo de una tecnología para la producción de larvas y postlarvas del camarón del norte *Cryphiops caementarius* (Decapoda, Palaemonidae) en hatchery. En Memorias Cortas IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura, Chile: Univ. Católica del Norte, 1996.
6. Baltazar P y Muñoz A. Cultivo del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1972) en laboratorio y estanques de pre-cría, en el Centro de Acuicultura Tambo de Mora, Ica. IX Reunión Científica del Instituto de Ciencias Biológicas "Antonio Raymondi". Lima: UNMSM, 2000; 42 pp.
7. Baltazar P, Bobadilla J, Arteaga J y Uribe R. Cultivo experimental del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1972) en el Centro de Acuicultura Tambo de Mora, Chincha, Perú. VI Congreso Ecuatoriano de Acuicultura, V Congreso Latinoamericano de Acuicultura y Exposición. 2001. Libro de Resúmenes.
8. Baltazar P, Bobadilla M y Uribe R. Cultivo del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el centro de acuicultura Tambo de Mora, Chincha, Perú. XV Reunión Científica del Instituto de Ciencias Biológicas Antonio Raymondi (ICBAR-UNMSM), Lima; p. 86. Libro de Resúmenes.
9. Muñoz CA. Cultivo en estanques del camarón de río *Cryphiops caementarius*, Centro Acuícola Catahuasi, Yauyos. Conferencia dentro del curso "Producción de semillas, cultivo, engorde, repoblamiento del camarón de río Camaná". Arequipa: Gerencia Regional de Producción GORE.
10. Romero Camarena RH, Zelada MC, Álvarez VJ. Producción larval del camarón de río (*Cryphiops caementarius*) en condiciones de laboratorio, Huacho, Perú. Revista Infinitum 2013; III (1): 35-40.
11. Moreno JE, Méndez CA, Meruane JA, Morales MC. Descripción histológica y caracterización de los estados de madurez gonadal de hembras de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae). Lat. Am. J. Aquat. Res. 2012; 40 (3): 668-78.

12. Reyes AWE y Luján MHL. Estados y subestados del ciclo de muda del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina, 1872) (Crustacea: Decápoda: Palaemonidae). CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>), 808-17.
13. Elías HJ. Reproducción del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). Tesis de Bachiller en Ciencias Biológicas, UNMSM, 1964; 21 pp.
14. Yavar C y Dupre E. Desarrollo embrionario del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) en condiciones de laboratorio. Rev. Biol. Trop. 2007; 55 (Supl. 1): 15-24.
15. Somers KM. Characterizing size-specific fecundity in crustaceans. In Wenner A y Kuris A. (eds.) Crustacean Issues 1991; 7: 357-79.
16. Karlovac O. An ecological study of *Nephrops norvegicus* (L.) on the high Adriatic. Izv. Jirib. biol. Eksped. "Hvar" 1953; 5 (2c): 50 pp.
17. Hartmann G. Apuntes sobre la biología del camarón de río, *Cryphiops caementarius* (Molina) Palaemonidae, Decapoda. Rev. Pesca y Caza 1958; 8: 15-28.
18. Zacarías RS y Yépez PY. Monitoreo poblacional de camarón de río estimación de abundancia de adultos en ríos de la costa centro sur. Informe IMARPE. 2008. Disponible en http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_26_informe_2007_camaron_de_rio_web.pdf (acceso 23 de septiembre de 2013).
19. Pezo Silvano CN. Dinámica poblacional de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) camarón de río, en el río Cañete - Perú. FCB-UNMSM, Tesis para optar al grado académico de magíster en Recursos Acuáticos, 2010; 66 pp.
20. Norambuena R. Antecedentes biológicos de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el estero "El Culebrón" (Crustacea, Decápoda, Palaemonidae). Biol. Pesq. Chile 1977; 9: 7-19.
21. Meruane JA, Morales MC, Galleguillos CA, Rivera MA, Hosokawa H. Experiencias y resultados de investigaciones sobre el camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decápoda: Palaemonidae): historia natural y cultivo. Gayana 2006; 70 (2), 200-92.
22. Rocha GL. Cultivo de larvas de camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en laboratorio con alimento vivo. Tesis para optar al título de Ingeniero Pesquero, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Pesquerías, 1985; 49 pp.
23. Bahamonde N y Vila I. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. Biología Pesquera 1971; 5: 3-60.
24. Elías HJ. Contribución al conocimiento del camarón de río. Pesca y caza. Lima: 1960; 10: 84-106.

25. Bazán M., Gámez S y Reyes W. Rendimiento reproductivo de hembras de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) mantenidas con alimento natural. Rev. Per. Biol. 2009; 16 (2): 191-3.
26. Grazian C, Chunga CK, De Donato M. Comportamiento reproductivo y fertilidad de *Macrobrachium carcinus* (Decapoda: Palaemonidae) en Venezuela. Rev. Biol. Trop. 1993; 41 (3): 657-65.
27. Ponce PJ, Arana MA, Cabanillas BH, Esparza LH. Bases biológicas y técnicas para el cultivo de los camarones de agua dulce nativos del Pacífico Americano *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) y *M. americanum* (Bate, 1968). CIVA 2002; 534-46
28. Espinosa CL, Vargas CM, Guzmán AM, Nolasco SN, Carrillo FO, Chong CO, Vega VF. Biología y cultivo de *Macrobrachium tenellum*: estado del arte. Hidrobiológica 2011; 21 (2): 99-117.
29. Reyes AW, Gámez DS, Luján MH. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo de embriones de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae) incubados in vitro. Revista AquaTIC 2008; (28): 1-7.
30. Pauly D, Christensen V, Guénette S, Pitcher T, Sumaila R, Walters C, Watson R, Zeller D. Towards sustainability in world fisheries. Nature 2002; 418 (8): 689-95.

RECIBIDO: 03/03/2014
ACEPTADO: 11/04/2014

AUTOR: PAUL M. BALTAZAR GUERRERO
CORRESPONDENCIA: pbaltazar@cientifica.edu.pe