

EXPERIENCIAS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIONES SOBRE
EL CAMARON DE RIO DEL NORTE *CRYPHIOPS CAEMENTARIUS*
(MOLINA 1782) (DECAPODA: PALAEMONIDAE):
HISTORIA NATURAL Y CULTIVO

*EXPERIENCES AND RESULTS OF RESEARCHES ON
THE NORTHERN FRESHWATER PRAWN CRYPHIOPS CAEMENTARIUS
(MOLINA 1782) (DECAPODA: PALAEMONIDAE):
NATURAL HISTORY AND AQUACULTURE*

Jaime A. Meruane¹, María C. Morales, César A. Galleguillos,
Miguel A. Rivera & Hidetsuyo Hosokawa²

¹Departamento de Acuicultura, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Larrondo 1281, Coquimbo, Chile.

²Laboratory of Fish Nutrition, Faculty of Agriculture, Kochi University, Monobe, Nankoku 783-8502, Japan.

RESUMEN

Cryphiops caementarius (Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae), denominado camarón de río del norte (Fig. 1), es la única especie de la familia representada en Chile y su distribución geográfica está restringida a los ríos de la costa occidental de Perú y Chile desde los 10°S hasta los 32° 55'S. En Chile, esta especie habita principalmente los ríos y quebradas que drenan las aguas de los contrafuertes cordilleranos y estuvo protegida durante un largo tiempo por una veda total. Sin embargo, la explotación clandestina con extracción desmedida se mantuvo por años, llevando a la reducción del tamaño de las poblaciones de este decápodo y a la disminución de la talla de los ejemplares extraídos. El deterioro de este recurso renovable motivó a la autoridad a revisar la normativa vigente y decretar el año 1986 una nueva disposición que impide la extracción del recurso desde el 1 de diciembre y hasta el 30 de abril de cada año. Estas normativa aumentó el interés por conocer las etapas del ciclo biológico de esta especie. Desde los primeros trabajos sinópticos, numerosos han sido los intentos que se sucedieron en Perú y Chile y que han tenido como objeto estudiar su biología, reproducción, condiciones bioecológicas, hábitat, composición poblacional, migraciones, desarrollo larval y algunos realizados para intentar su cultivo artificial. Todos los estudios realizados, tanto en Perú como en Chile, son conducentes a conocer y comprender aspectos básicos y tecnológicos destinados a aportar para el establecimiento de sistemas artificiales de cultivo, que permitan reducir la presión extractiva que se realiza sobre el recurso intentando reemplazarla por una producción artificial de juveniles. Esta revisión pretende incluir la mayor cantidad de información disponible, con el propósito de reunir en una sola publicación aquellos aspectos que permitan sentar bases sólidas para comprender su comportamiento y poder reproducir artificialmente a la especie con fines de conservación y acuicultura.

PALABRAS CLAVES: *Cryphiops caementarius*, camarón de río, biología, ecología, larvas, cultivo.

ABSTRACT

Cryphiops caementarius (Molina 1782) (Decapoda: Palaemonidae) the northern freshwater prawn (Fig. 1) is the only species in the family represented in Chile. Its geographical distribution is confined to the rivers of the occidental coast of Peru and Chile from 10°S to 32° 55'S. This freshwater prawn in Chile inhabits the rivers and ravines that mainly brought waters from the Andes mountains. The species was protected in Chile during a long time by a total interdiction. However, the clandestine exploitation with an excessive extraction produced a reduction of the population size of this prawn and the reduction of the size of the extracted animals. The damage caused on this resource encouraged the authorities to review the current regulations, proclaiming a decree during 1996 with a new disposition that banned the

extraction of this resource from December the 1st until April 30th each year. All these regulations increased the interest to know the life cycle of this species. Since the synoptic studies, several intents have been made in Peru and Chile, to study his biology, reproduction, bioecological conditions, habitat, population composition, migrations, larval development studies and some intents of aquaculture. All these studies were oriented to know and understand basic and technological aspects to establish artificial culture systems that allow the reduction of the extractive pressure over the resource and to replace it by an artificial juvenile production. This review consider most of the available information, wich will be summarized in one publication that includes those aspects that will allow to establish a solid basis to understand the species behaviour, in order to be able to reproduce artificially the species according to conservation and aquaculture purposes.

KEYWORDS: *Cryphiops caementarius*, freshwater prawn, biology, ecology, larvae, culture.

INTRODUCCION

Los camarones marinos y dulceacuícolas cultivados a escala comercial pertenecen mayoritariamente a las familias Penaeidae y Palaemonidae, respectivamente. De la primera familia existen aproximadamente 25 especies de interés para la acuicultura y cultivados en países como: Japón, Tailandia, Taiwán, Filipinas, Indonesia, Estados Unidos, Panamá y Ecuador, mientras que las especies de camarones palaemonidos con interés comercial suman aproximadamente unas 14, cultivadas en China, Japón, India, Malasia, Singapur, México, Venezuela, Brasil, Ecuador Perú y República Dominicana (Rozas *et al.* 1991; Jalihal *et al.* 1993; New & Singholka 1985; New 1995, 2005).

Los juveniles representan la materia prima básica para iniciar la producción de camarones en cautiverio hasta la obtención de ejemplares de talla comercial, existiendo para esto tres alternativas. La primera corresponde a capturas realizadas directamente de la naturaleza, cuya metodología es artesanal, de bajo costo y aleatoria respecto al tipo de las especies capturadas. La segunda opción consiste en la obtención de juveniles a partir de cultivos en los cuales las hembras ovadas o con espermatóforo adherido han sido capturadas del ambiente natural. Finalmente, los juveniles pueden adquirirse en criaderos de engorda de camarón en los cuales se ha producido una reproducción natural de los individuos o ha existido una inseminación artificial de las hembras; en ambos casos, los individuos son madurados sexualmente en sistemas artificiales controlados (New & Singholka 1985; Rozas *et al.* 1991). De estas tres alternativas, la calidad de las larvas y juveniles obtenidos a través de los dos últimos métodos es la que hasta hoy merece la mayor confiabilidad, pues provienen de

un proceso de cultivo controlado en laboratorio, con el que se logra producir un gran número de ejemplares en un tiempo reducido, homogeneidad en el tamaño, aumento en la supervivencia de los juveniles y un normal crecimiento durante el ciclo de producción en estanques de engorda. Es así, que debido a la creciente demanda de juveniles de camarón existente entre los cultivadores, el trabajo de los laboratorios de cultivo de camarón está íntegramente dirigido a producir juveniles de óptima calidad, resultado que se logra principalmente debido al manejo técnico que opera durante la etapa de cultivo larval (Jalihal *et al.* 1993; New 1995, 2005).

Los estudios sobre el cultivo de crustáceos de importancia comercial han tenido un considerable avance en el caso de los peneidos *Litopenaeus japonicus* (Bate, 1888), *L. vannamei* (Boone 1931), *L. stylirostris* (Stimpson 1874), *L. monodon* (Fabricius, 1798) y en el palaemonido *Macrobrachium rosenbergii* (De Man 1879) (Jayachandaran 2001; New & Singholka 1985; New 1995, 2005). Dichas investigaciones están orientadas principalmente al estudio de su biodiversidad, taxonomía, biología, manejo y a solucionar los problemas del cultivo de larvas a gran escala, por ejemplo: altos índices de mortalidad como producto de la deficiente calidad del agua, enfermedades de tipo bacterianas y micóticas, así como las deficiencias en nutrición, sobre todo en las primeras etapas del desarrollo larval (New & Singholka 1985).

En los crustáceos, el hecho de presentar ciclos vitales complejos y un crecimiento discontinuo a través de procesos de mudas, ha dificultado el manejo y desarrollo de los individuos en condiciones controladas de cultivo, así como la consolidación de una tecnología adecuada adaptada a las distintas especies y a ambientes con características ecológicas diversas. En adición a esto, en general

las larvas de crustáceos, principalmente las de decápodos, pasan por estados larvales cuyos requerimientos son invariablemente diferentes a los de ejemplares adultos. Los estados larvales son normalmente pelágicos y de hábitos alimenticios fito y zooplanctónicos. En estados de juvenil y adulto se producen cambios morfológicos, fisiológicos y conductuales que los transforman en organismos neotónicos o bentónicos y con hábitos alimentarios de tipo omnívoro (Nava 1980; New & Singholka 1985; Rivera *et al.* 1987; Gil 1988; Cortés 1999). Las especies de camarones pertenecientes a la familia Palaemonidae, principalmente las del género *Macrobrachium*, han sido encontradas ocupando la mayoría de los cuerpos de agua, desde agua de mar, estuarios, ríos y hasta pozas interiores (Read 1985a). Consecuentemente con esto, se ha observado la existencia de variados patrones de desarrollo larval, pudiendo diferenciarse 5 grupos bien definidos (Jalihal *et al.* 1993) en uno de los cuales la única especie existente en Chile perteneciente a esta familia, *Cryphiops caementarius*, podría incluirse ya que presenta características larvales que en términos generales así la identifican (Tabla I, Grupo I-A).

ANTECEDENTES BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS DE LA ESPECIE

Respecto al ciclo de vida del camarón de río del norte, *Cryphiops caementarius*, es poco lo que se conoce sobre su desarrollo larval y hábitos de vida, siendo éstas las mayores dificultades con que se ha tropezado tanto en la realización de trabajos de investigación científica como en el cultivo a nivel larval, el control en laboratorio de los requerimientos ambientales y alimenticios para su adecuado desarrollo hasta la obtención de juveniles (Sanzana, 1976, Munaylla 1977, Gutiérrez, 1978, Hernández 1981, Báez *et al.* 1983, Sanzana & Báez 1983, Rivera *et al.* 1983; Rivera *et al.* 1987; Gil 1988, Meruane *et al.* 1996, Morales 1997).

La mayor parte de los estudios realizados en el medio natural están referidos a la biología y comportamiento de *C. caementarius*, señalando la existencia de una distribución diferencial de sus estados de desarrollo a lo largo de los cursos de agua en los que habita, determinada por la condición reproductiva, tamaño y sexo de los individuos; influenciada, además, por ciclos fluviales y por movimientos migratorios que los individuos realizan

en busca de condiciones físicas y químicas, que estimulen ciertos procesos en su desarrollo larval y postlarval (Bahamonde & Vila 1971, Norambuena 1977, Viacava *et al.* 1978, Hernández 1981, Rivera *et al.* 1983, 1987, Báez 1985, López *et al.* 1986, Gil 1988, Meruane & Rivera 1994). Machos maduros e inmaduros, ejemplares juveniles y hembras inmaduras presentan una mayor abundancia en zonas medias y altas de los ríos, mientras que las hembras maduras y aquellas que portan huevos se distribuyen en las zonas bajas del río, concentrándose en los últimos 20 a 30 kilómetros y en zonas cercanas a la desembocadura, siendo allí donde se produce la eclosión de los huevos (Bahamonde & Vila 1971, Norambuena 1977, Rivera *et al.* 1983, 1987, Gil 1988, Meruane & Rivera 1994). Este proceso también se ha observado en poblaciones de *C. caementarius* distribuidas en Perú (Viacava *et al.* 1978) y especies del género *Macrobrachium*, especialmente aquellas que poseen ciclos de desarrollo larval prolongado, como: *M. rosenbergii* (De Man 1879) (New 1995), *M. nipponense* (De Haan 1849), *M. acanthurus* (Wiegmann 1836), *M. carcinus* (Linnaeus 1758), *M. americanum* (Bate 1868) (Jalihal *et al.* 1993) y *M. petersi* (Hilgendorf 1879) (Read 1985b).

Las zonas estuarinas y aquellas cercanas a las desembocaduras de los ríos, donde se producen mezclas de agua, son físicamente sitios dinámicos y de rápidos cambios en las condiciones ambientales, lo que llevaría a pensar en un potencial riesgo para las larvas, reflejado en una reducción en la opción de reclutamiento y retorno al río como juveniles, así como en la supervivencia, debido a que estarían enfrentadas a un posible transporte hacia el mar, acentuándose, aún más, en el caso de especies que habitan en ríos con una conexión directa al mar (Rivera *et al.* 1987, Gil 1988, Meruane & Rivera 1994, Cortés 1999). No obstante, de acuerdo a las investigaciones en laboratorio así como en aquellas realizadas en la mayoría de los ríos en que *C. caementarius* se distribuye, se ha demostrado que los primeros estados larvales de esta especie parecen preferir aguas de baja salinidad, como lo indica el hecho que en aquellos ríos que presentan en la desembocadura acentuadas zonas de mezcla de agua y/o una directa conexión al mar, existen grandes poblaciones de esta especie en estados tempranos de desarrollo (Rivera *et al.* 1987, Morales 1997, Gil 1988, Cortés 1999). La hipótesis que se maneja para *C. caementarius* y

TABLA I. Características de camarones del género *Macrobrachium* clasificados de acuerdo al tipo de desarrollo larval en ambientes de aguas salobre y dulce.TABLE I. Characteristics of prawns of the *Macrobrachium* genus classified according to larval development type in brackish and freshwater environments.

Características	Tipo I: Prolongado/Tipo Normal		II Parcialmente Abreviado		Tipo III: Completamente Abreviado
	Grupo I-A	Grupo I-B	Grupo II-A	Grupo II-B	
HUEVOS					
Tamaño (mm)	0.40-0.65x0.55-0.95	0.70-0.90x0.80-1.20	0.80-1.40x1.0-1.90	1.30-1.70x1.60-2.35	1.45-1.70x1.80-2.40
Fecundidad (NºHuevos)	400-150.000	125-300	50-275	15-116	25-105
LARVAS					
Estados larvales	10 a 12	8 a 10	3	2	1
Nº de Mudanzas	10 a 30	-	-	-	-
Duración Ciclo Larval (días)	15-90	16-21	4-11	1-2	3-4
Primera Zoea					
Tamaño (mm)	1.70-2.50	3.30-3.80	3.15-4.90	4.70-4.92	6.80
Pereiopodos	Sólo 1º y 2º, birrameos	1º, 2º, 3º y 5º presentes, y a veces el 4º	Los 5 pares presentes, birrameos o unirrameos	Los 5 pares presentes, Unirrameos, segmentados no funcionales	Los 5 pares presentes, segmentados y funcionales
Pleopodos	Ausentes	Ausentes	Presentes y birrameos	Bien desarrollados, sólo la base con setas	Completamente funcionales con setas.
Rostro	Simple	Simple	Simple(excepto en <i>M. malayanum</i>)	Simple	Dentado
Telson					
Forma	Triangular	Triangular	Triangular	Levemente redondeado	Redondeado
Fórmula de setas	7+7	7+7	7+7 ó 18 a 28	33 a 35	22 a 24
Salinidad	8 a 35o/oo	1.0 a 13 o/oo Nauplios de Artemia en	Agua dulce	Agua dulce	Agua dulce
Alimentación	Nauplios de Artemia en	1º estados	No requiere	No requiere	No requiere
Consumo alimento	No	No	No	No	Si
ADULTOS					
Tamaño (mm)	50 a 320	25 a 55	25 a 70	25 a 45	30 a 65
Habitat natural (Jalihal <i>et al.</i> 1993)	Estuarios, parte baja y media del río	Zona media del río, pozas de agua dulce.	Ríos y pozas de agua dulce	Zonas altas de ríos, cabeceras de ríos	Zonas altas de ríos, cabeceras de ríos

otras especies en que el desarrollo larval se realiza en zonas estuarinas, es que en estos sectores ocurriría una migración vertical de las larvas con el fin de encontrar allí las condiciones de alimentación, temperatura y salinidad adecuadas que favorezcan los procesos para su desarrollo desde la eclosión de los huevos hasta el estado de juvenil. (Rivera *et al.* 1983, 1987, Gil 1988, Rivera & Meruane 1994, Morales 1997, Cortés 1999).

El proceso de distribución de larvas de *C. caementarius* en las zonas de mezcla de agua dulce y de mar, se ha observado en las desembocaduras de los ríos Elqui, Limarí y Choapa y en el estero "El Culebrón" (IV Región de Coquimbo), encontrándose larvas en el mar y a los juveniles remontando el río (Bahamonde & Vila 1971, Tello 1972, Hartmann 1958, Gil 1988, Cortés 1999). En Perú, para la misma especie, se demuestra el mismo proceso en los ríos Majes-Camaná y Pativilca (Hartmann 1958; Viacava *et al.* 1978).

Estudios sobre la estratificación salina del agua en las zonas de la desembocadura de los ríos de la IV Región se han realizado sólo en el río Limarí (30° 43.5'S, 71° 42'W) (Gil 1988), el cual presenta una desembocadura con influencia marina que se extiende por 3 a 4 kilómetros río arriba, con una importante estratificación salina del orden de 0‰ a 25-30‰. Este acontecimiento, más la presencia de larvas de *C. caementarius* en estados tempranos de desarrollo, probablemente indicaría que éstas presentarían un fenómeno de retención, específicamente en esta zona de mezcla, la que es influenciada por los movimientos del agua durante los aumentos del caudal en épocas de primavera y verano en que ha habido deshielos importantes y la lluvia invernal. Otro hecho significativo, que ocurre entre marzo y mayo, es la migración inversa de los juveniles que se mueven río arriba en las cercanías de la ribera formando agrupaciones de diferentes densidades, entre la vegetación existente (Rivera *et al.* 1987, Gil 1988, Cortés 1999).

Las interrogantes sobre los verdaderos requerimientos del cultivo larval de *C. caementarius*, principalmente referidos a la salinidad del agua durante el desarrollo larval, surgen del hecho de que es posible encontrar poblaciones de camarón de río en cursos de agua dulce que no tienen contacto con el mar, especialmente en la zona norte de Chile (río Loa) (20° 22'S). La posible explicación a este fenómeno tendría su base en la existencia de las condiciones

salinas que presentan los ríos y flujos de agua interiores de esa zona del país producto de la composición del suelo. Por otro lado, en estudios realizados con la especie *Macrobrachium petersi*, señalan que existen requerimientos mínimos de salinidad evaluados en términos de supervivencia y procesos de mudas tanto para las etapas de desarrollo larval como para la inducción a la metamorfosis. En este caso específico, la mínima salinidad para la muda al estado de zoea 2 está en el rango de 1 a 1.75‰, mientras que el mínimo requerido para la supervivencia hasta postlarva fue estimado en 8‰ y el proceso de metamorfosis presenta un requerimiento mínimo sólo de 5‰ (Read 1985b).

La extracción indiscriminada de *C. caementarius*, así como la situación en que se encuentra su medio natural debido al uso de las aguas de los ríos en actividades agrícolas y mineras, ha motivado a investigadores a la realización de estudios sobre la biología y estado de las poblaciones (Ancieta, 1950, Elias 1960, Castro 1966, Bahamonde & Vila 1971, Miranda & Weinborn 1972, Norambuena 1977, Viacava 1978, Viacava *et al.* 1982, Zúñiga *et al.* 1987, Rivera & Meruane 1994). No obstante, estudios específicos sobre el desarrollo larval y cultivo artificial de *C. caementarius*, sólo se tienen como antecedentes descripciones y experimentos de prueba a baja escala dirigidos principalmente a determinar aquellos factores ambientales adecuados para su crecimiento y desarrollo (Espinoza 1979, Hernández 1981, Luna *et al.* 1981, Vegas *et al.* 1981, Rivera *et al.* 1983, 1987, Sanzana & Báez 1983, Rocha 1985, Meruane *et al.* 1996, Galleguillos 1997, Morales 1997).

Antecedentes y cifras estadísticas de desembarque por pesca artesanal del camarón de río del norte se cuentan sólo para la III y IV Región del país y únicamente para los años 1993 y 1994 con 7 t y 5 t, respectivamente (Sernapesca 2004). Además, esta información es incierta pues aún no se dispone de un censo sobre las agrupaciones de pescadores artesanales existentes en el país que se dedican a la extracción de este recurso, ni antecedentes de alguna organización formal de sus componentes y tampoco un registro completo de las capturas y lugares de acopio de ejemplares comercializados en el mercado informal. La normativa impuesta por el Servicio Nacional de Pesca indica que existe una veda total del recurso durante los meses de diciembre a abril de cada año, mientras que desde mayo a no-

viembre existe una veda de tamaño, la cual impide extraer ejemplares menores de 3 cm de longitud cefalotorácica (LC). No obstante, la extracción ilegal del recurso se mantiene, pues las fiscalizaciones son difíciles de efectuar, debido a que su captura se realiza principalmente durante la noche mediante buceo y la instalación de trampas en sitios estratégicos del río. Andueza (1994) señala al respecto que las vedas sucesivas y totales impuestas sobre este recurso han sido aún insuficientes para incrementar la poblaciones naturales, razón por la cual surge la idea de instalar centros de cultivo, con el objeto de poder satisfacer la demanda existente y además repoblar mediante producción y posterior siembra de juveniles en los ríos del país.

SISTEMÁTICA

En Chile, *Cryphiops caementarius* (Molina 1782) es denominado vernacularmente como “camarón de río del norte”, para distinguirlo del parastacido *Samastacus spinifrons* (Philippi 1882) que recibe el nombre de “camarón de río del sur” y que habita sin interrupciones territoriales en todas las cuencas fluviales entre el río Aconcagua (32° 55' S, 71° 18' W) y la península de Taitao (46° 30' S, 74° 30' W) (Rudolph 2002).

Phylum : Arthropoda
Subphylum : Crustacea Brünnich, 1772
Clase : Malacostraca Latreille, 1802
Subclase : Eumalacostraca Grobben, 1892
Superorden : Eucarida Claman, 1904
Orden : Decapoda Latreille, 1802
Suborden : Pleocyemata Burkenroad, 1963
Infraorden : Caridea Dana, 1852
Superfamilia : Palaemonoidea Rafinesque, 1815
Familia : Palaemonidae Rafinesque, 1815
Género : *Cryphiops* Dana, 1852
Especie : *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782)

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

MORFOLOGÍA CORPORAL (FIG. 1)

El cuerpo de *C. caementarius* consta de 20 somitos distribuidos de la siguiente forma: 5 segmentos cefálicos fusionados que corresponden a la cabeza en la cual se ubican los órganos de la visión, un par de anténulas y un par de antenas, 8 segmentos fu-

sionados (toracómeros) corresponden al tórax en el cual se ubican los apéndices que se relacionan principalmente con las funciones de alimentación y locomoción, éstos son: un par de mandíbulas laterales, dos pares de maxilas, tres pares de maxilípedos y cinco pares de pereiópodos. En la zona correspondiente al abdomen se distribuyen los últimos siete somitos en los que se aprecia una clara segmentación. En los seis primeros se ubican los pleópodos (cinco pares) y el último corresponde al telson el cual está acompañado por los urópodos (Chávez *et al.* 1973, Alfaro *et al.* 1980).

La forma del cuerpo es alargada, fusiforme y con un ligero aplanamiento lateral, más evidente en los machos. El cuerpo se haya cubierto por un exoesqueleto quitinoso y endurecido por incrustaciones de carbonato de calcio, excepto en las articulaciones donde es membranoso. Presenta una intensa coloración café-verdosa oscura, tanto en la porción anterior como posterior, siendo ésta mucho más clara en las regiones laterales. El caparazón cefalotorácico es de textura lisa, pero está provisto de pelos cortos, especialmente visibles en las porciones anterolaterales, posee también finas cerdas en el borde ocular. Presenta, además, 1 a 2 dientes epigástricos detrás de la órbita del ojo (Bahamonde & Vila 1971; Chávez *et al.* 1973). El abdomen es de textura lisa y con un número reducido de setas (Bahamonde & Vila 1971).

DISTRIBUCIÓN

La distribución de la especie está limitada a los ríos costeros y a aguas continentales hasta los 2.000 ms.n.m. (Hartmann 1958). En el territorio chileno habita principalmente los ríos y quebradas que drenan las aguas de los contrafuertes altiplánicos, con pesquerías a nivel artesanal desde el río Loa por el norte hasta el río Aconcagua en su límite sur, siendo los de mayor intensidad de captura los ríos ubicados en la III y IV Región (Bahamonde & Vila 1971, Norambuena 1977, Rivera & Meruane 1994); En Perú, en casi todos los ríos de las vertientes occidentales del centro sur, disponiendo de poblaciones de gran explotación comercial en los ríos Pativilca, Majes-Camaná y Ocoña (Hartmann 1958; Viacava *et al.* 1978).

POBLACIÓN

El estudio más reciente se realizó entre los años 1992



FIGURA 1. *Cryphiops caementarius*. Ejemplar macho en vista dorsal (adaptado de Bahamonde & Vila 1971).

FIGURE 1. *Cryphiops caementarius*. Male specimen in dorsal view (adapted from Bahamonde & Vila 1971).

y 1994 en los tres ríos más importantes de la IV Región (Elqui, Limarí y Choapa) (Rivera & Meruane 1994). En éste se indica que hay predominancia de machos adultos en las zonas altas, en cambio las hembras maduras lo hacen en las zonas cercanas a la desembocadura y los individuos medianos en las zonas intermedias, por lo que corresponde a una población no homogéneamente distribuida. Entre algunos de los factores que intervienen en su dispersión, se ha sugerido 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. No ha sido posible encontrar camarones en ríos con temperaturas inferiores a los 10°C (Castro 1966), aún cuando esta especie poseería un rango termal

ajustado a las temperaturas extremas de 8 a 28°C, característico de las zonas templadas en las cuales habita, con importantes adaptaciones fisiológicas que le permiten sobrevivir a fluctuaciones acentuadas de este factor (Norambuena 1977; Bahamonde & Vila 1971; Viacava *et al.* 1978; Zúñiga & Ramos 1990).

Cortés (1999), en un estudio sobre la biología poblacional de este camarón durante épocas de mediana pluviosidad y de sequía extrema en el río Choapa (IV Región), señala que existe una diferencia en la forma y velocidad de la migración de *C. caementarius* respecto al sexo. Los machos lo harían gradualmente río arriba sin retornar y las hembras bajarían anualmente para liberar sus huevos. Sin embargo, diferentes grados de pluviosidad provocarían periódicamente cambios en la dinámica poblacional de esta especie, arrastrando río bajo a los individuos durante épocas lluviosas y obstruyendo la migración reproductiva de las hembras durante estaciones secas. Este mismo autor, menciona también que los índices de mortalidad encontrados fueron menores en hembras que en machos, lo que favorecería, la estabilidad de esta especie en ambientes climáticamente drásticos, asegurando la viabilidad de las larvas.

CICLO DE VIDA

SEXUALIDAD Y MADUREZ SEXUAL

Cryphiops caementarius es una especie heterossexual, polígamo tanto en condiciones naturales como en cautiverio. Los machos se reconocen por la presencia del orificio genital en el artejo basal del 5° par de pereiópodos, mientras que las hembras lo presentan en el tercer par (Viacava *et al.* 1978). Los estudios sobre la biología de la especie indican que el tamaño en que el camarón alcanza su madurez sexual varía en relación a su distribución geográfica, alcanzándose por lo general en el primer año de vida. Se han observado hembras ovígeras de 9 a 10 mm de longitud cefalotorácica (LC) como talla mínima de madurez sexual, aunque reportes en estudios realizados en el estero "El Culebrón" (IV Región) han encontrado de 7.2 mm de LC y en el río Limarí de 14.3 mm de LC (Norambuena 1977). En todos los casos, estos valores son mayores que los encontrados en Perú (Bahamonde & Vila 1971). Por otro lado, se registran valores de 33 a 36 mm de longitud cefalotorácica como talla máxima de ma-

durez sexual (Norambuena 1977, Alfaro *et al.* 1980).

FECUNDIDAD

La fecundidad tiene relación directa con el tamaño de los ejemplares, es así como una hembra de 22 a 23 mm de longitud cefalotorácica (LC) puede portar entre 15.000 a 22.000 huevos y hembras con tallas de 33 a 36 mm de LC portan alrededor de 33.000 a 36.000 huevos (Norambuena 1977, Alfaro *et al.* 1980). Bahamonde & Vila (1971) señalan para el río Limarí y el estero El Culebrón, ambos ubicados en la IV Región, datos sobre fecundidad de *C. caementarius* referidos al largo total (LT en cm) de los individuos capturados y que fluctúan entre 67.050 huevos para tamaños de 10-10.8 cm de LT y de 3.000 huevos por hembras de tallas entre 3.4-4.8 cm de LT (Rocha 1985).

DESOVE

Los antecedentes indican que los desoves se reproducen durante todo el año, con máximos entre enero y marzo. El desove se inicia a principios de septiembre y culmina a mediados de marzo, encontrándose los mayores porcentajes de hembras ovígeras entre los meses de noviembre a enero (Norambuena 1977, Alfaro *et al.* 1980, Rivera & Meruane 1994).

HUEVOS

Los huevos poseen un diámetro promedio de 600 μ m al inicio y 800 μ m al final del ciclo embrionario. Diferentes autores han reportado tamaños de 0.43 a 0.57 mm (Norambuena 1977) y de 0.54 a 0.84 mm (Bahamonde & Vila 1971). El desarrollo embrionario comprende 4 etapas bien definidas:

ESTADO 1: El huevo se observa totalmente pigmentado con un color rojo intenso, el vitelo está distribuido uniformemente por toda la superficie.

ESTADO 2: La cantidad de vitelo se ve más reducida, el color es rojo claro y en ambos lados del huevo, aparecen los esbozos de los ojos como manchas oscuras, sin facetas de forma elíptica.

ESTADO 3: El color es más claro, el vitelo se reduce en un 50%. Hay manchas oculares de mayor tamaño y facetadas y aparecen pequeñas manchas rojas en el área que posteriormente ocupará el cefalotórax y el abdomen.

ESTADO 4: El color es más claro, casi transparente. La larva ya está formada pudiéndose diferenciar cefalotórax de abdomen. Hay cuatro manchas de cromatóforos. En el extremo anterior del huevo existe una zona transparente que corresponde al área

de eclosión. Se observan movimientos de las láminas branquiales (Norambuena 1977, Bahamonde & Vila 1971).

LARVAS

Las larvas de *C. caementarius* al nacer poseen tamaño aproximado de 1 mm de longitud total, son transparentes y con pequeños cromatóforos de color rojo y amarillo en la zona del cefalotórax y media del abdomen. Son de hábitos pelágicos y se desplazan ayudadas por movimientos de los maxilípedos y pereiópodos. Los antecedentes indican que las larvas nacen en aguas cercanas a la desembocadura de los ríos, siendo evidente la presencia, en dicha área, de ejemplares juveniles y larvas. No obstante, existen informaciones que también pueden desarrollarse sólo en agua dulce (Bahamonde & Vila 1971, Rivera *et al.* 1983, Rivera *et al.* 1987, Gil 1988, Morales 1997).

Gil (1998), en su estudio sobre el problema de dispersión o retención de larvas de *C. caementarius* realizado en el estuario del río Limarí (IV Región) y cuyo objetivo era el de investigar la problemática sobre una especie de hábitos dulceacuícolas como adulto, pero que requiere de salinidades mayores para poder completar su desarrollo larval. En su estudio concluye que cuando las condiciones hidrográficas del río permiten la exportación de larvas hacia el mar, ellas podrían ser dispersadas hacia otras zonas. Pero para aquellos individuos que habitan ríos y esteros someros, sin un lugar de mezcla permanente, las hembras se verían obligadas a liberar sus larvas hacia el mar. En condiciones de estratificación del estuario, la retención de larvas se vería favorecida ya que éstas no requerirían salir al mar para encontrar salinidades apropiadas para su desarrollo, asegurando de esta forma un mayor reclutamiento.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO

Por poseer un exoesqueleto quitinoso el proceso de crecimiento se realiza a través de mudas. La regulación del mecanismo de desencadenamiento del proceso de muda es complejo y variado pues está influenciado por muchos factores endógenos en los que se incluyen: actividad hormonal, edad, estado de actividad reproductiva, nutrición y factores exógenos como: temperatura, luz, fotoperíodo, parasitismo, lesiones, concentración de sales y carbonato en el agua (Rocha 1985).

El proceso de muda y el período de intermuda están controlados por hormonas, es así como este último puede prolongarse considerablemente, lapso en el cual el camarón no aumenta de talla, pero los procesos fisiológicos que intervienen en el crecimiento no se detienen. Por su parte, los cambios morfológicos en las larvas comprenden la incorporación de nuevos somitos y apéndices, con la consiguiente complejidad en sus estructuras y mayor funcionalidad de las mismas (Rocha 1985).

Los estados de desarrollo larval por los que pasan los ejemplares, corresponden a estados de zoea, cuyo carácter más sobresaliente es la presencia de los exopoditos bien desarrollados de los pereiópodos que sirven para el desplazamiento. Los juveniles poseen los apéndices torácicos y abdominales perfectamente formados, perdiendo el exopodito de los pereiópodos y los pleópodos adquieren función natatoria. Los urópodos y telson también poseen una forma definida, semejante al adulto.

ANTECEDENTES DE CULTIVO

PRODUCCIÓN DE LARVAS

Los principales antecedentes del cultivo de esta especie en la etapa larval se remontan a la década de los sesenta donde se comenzó a nivel experimental los ensayos para la determinación de las condiciones óptimas de cultivo con el fin de obtener la máxima supervivencia en condiciones controladas (Norambuena 1977, Vegas *et al.* 1981, Sanzana & Báez 1983, Rivera *et al.* 1987, Meruane *et al.* 1996, Morales 1997). Los trabajos realizados en Perú y Chile determinan para *C. caementarius* las siguientes condiciones de operación y mantención del cultivo:

TEMPERATURA DEL AGUA

Algunos autores reportan temperaturas del agua que oscilan entre los 17°C a los 27°C como valores extremos para esta especie (Venturi & Vinatea 1973; Gutierrez 1978; Luna *et al.* 1981, Verastegui & Ruiz 1981), mientras que en la mayoría de los trabajos experimentales de cultivo se han realizado con temperaturas que oscilaron entre los 20°C y 25°C (Norambuena 1977, Sanzana & Báez 1983, Guadalupe 1985, Rivera *et al.* 1987, Viacava *et al.* 1978, Morales 1997).

SALINIDAD DEL AGUA

En Perú, (Gutiérrez 1978, Viacava *et al.* 1978) indi-

can para *C. caementarius* que existe una relación directa entre la supervivencia y el incremento gradual de la salinidad para valores de ésta entre 0‰ y 21.6‰. En Chile, Sanzana & Báez (1983), trabajaron con mezclas de agua dulce de pozo y agua de mar (35‰) en proporciones de 1:1, 1:2, 1:3 y 1:4, alcanzando el estado de postlarva en 115 días. Rivera *et al.* (1987) usaron en una primera experiencia valores de salinidad correspondientes a: 0, 10, 20, 30 y 40‰ encontrando la mayor supervivencia a 30‰. En un segundo experimento, en que hubo cambios graduales de salinidad durante el desarrollo larval, se logró la metamorfosis a los 220 días de cultivo (Morales 1997).

POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH)

En la mayoría de los trabajos que reportan antecedentes de análisis de pH del medio de cultivo para larvas, los valores mínimo y máximo permisibles son de 7 a 8.6, siendo el óptimo de 7.5 a 8.0 (Guadalupe 1985, Rocha 1985).

OXÍGENO DISUELTO

Los antecedentes en que se reportan valores de análisis de oxígeno disuelto en el agua de cultivo o sistemas de aeración y recambio de agua, sugieren trabajar siempre con aguas saturadas de oxígeno, considerándose como valores aceptables de 7 a 10 mg l⁻¹ (Guadalupe 1985, Rocha 1985).

AMONIO, NITRITO Y NITRATOS

Existen escasos registros claros de los máximos permisibles para el cultivo de larvas en *C. caementarius*. No obstante, en términos generales los límites máximos corresponden a: amonio 0.15 ppm; nitritos, 0.25 ppm y nitratos, 4.0 ppm (Guadalupe 1985).

DENSIDAD DE CULTIVO

En términos generales para crustáceos de los géneros *Cryphiops* y *Macrobrachium* se utilizan densidades de cultivo que van desde la 30 a 50 larvas l⁻¹. Sin embargo, también se reportan valores que van de 10 a 100 larvas l⁻¹ (Sanzana & Báez 1983, Guadalupe 1985, Rocha 1985, Rivera *et al.* 1987).

ALIMENTACIÓN

Sobre este tema, aún no se han especificado bien los requerimientos alimentarios para la especie. Larvas mantenidas en laboratorio, sin alimentación en la mayoría de los casos no lograron sobrevivir más

de 5 días, no pasando más allá de la etapa de zoea 2 (Viacava *et al.* 1978). Los antecedentes con que se cuenta indican que probablemente durante los primeros estados de desarrollo debería proporcionarse microalgas y posteriormente utilizar *Artemia* sp. También se ha probado con otro tipo de alimento vivo como: cladóceros, copépodos y anfípodos jóvenes, ya sea de poblaciones naturales o cultivados, alcanzando mayores supervivencias que en el caso de utilizar sólo microalgas (Hartmann 1958, Viacava *et al.* 1978, Rocha 1985).

Los valores máximos de supervivencia larval y la metamorfosis se ha logrado siempre al proporcionar dietas mixtas que incluyen: microalgas (*Isochrysis* sp., *Monocrysis* sp., *Nannochloris* sp. y *Tetraselmis* sp.), *Artemia* sp, suplemento de plancton marino filtrado y alimento formulado. (Munaylla 1977; Sanzana & Báez 1983; Guadalupe 1985; Rivera *et al.* 1987).

Venturi (1973), señala que juveniles del camarón de río pueden vivir completamente confinados y que aceptan muy bien alimento en forma de pellets secos, usando raciones completas cuya proteína total osciló entre un 22% y un 34%.

DURACIÓN DE LA ETAPA LARVAL Y SUPERVIVENCIA

De los trabajos de investigación realizados en *C. caementarius* muy pocos han logrado obtener postlarvas y en muchos de ellos no se reporta el estado de desarrollo alcanzado, ni el porcentaje de supervivencia.

Valencia (1982) realiza una descripción sólo hasta el estado de zoea 6, mientras que en estudios en laboratorio con alimento vivo Rocha (1985) describe el desarrollo larval hasta en estado de zoea 9, alcanzado en un período de 50 a 60 días de cultivo.

Las investigaciones y trabajos en que se ha logrado obtener postlarvas de esta especie corresponden sólo a tres autores. Munaylla (1977), quien obtuvo el primer estado de juvenil después de 18 estados de desarrollo larval en un período de 82 días. Sanzana & Báez (1983) reportan que el desarrollo larval de *C. caementarius* comprende 18 estados, incluidos 17 estados de mysis y una postlarva o megalopa, con un tiempo total de desarrollo de 115 días y con sólo 2 ejemplares que lograron la metamorfosis. Rivera *et al.* (1987), logró postlarvas en 220 días, y la descripción de los estados de desarrollo larval alcanza hasta la etapa de zoea 10, considerándola como el estado premetamórfico. Finalmente,

Meruane *et al.* (2006) obtuvo juveniles a los 61 días de cultivo con un importante aumento en la sincronía de la metamorfosis.

ENGORDA

Varios han sido los intentos por establecer a distintas escalas planteles de engorda del camarón de río del norte en Chile, de los que existen registros y todos ellos ubicados en la IV Región, se puede mencionar uno que se instaló en la ribera norte del río Limarí en la localidad de Oruro, este estuvo compuesto por 6 estanques de 20 x 50 x 1 m cada uno más un reservorio de 3.000 m² y fue producto de un aporte efectuado para absorción de mano de obra por la Comisión Nacional para la Sequía durante 1990, y como parte del proyecto Evaluación y Manejo de las Poblaciones de Camarón de Río en la IV Región financiado por CORFO-FONTEC y ejecutado por la Universidad Católica del Norte. Esta obra permitió dimensionar y evaluar la potencial utilización de reservorios utilizados únicamente para regadío como sistemas de engorda de camarones realizando en ellos un manejo poblacional, control *in situ* del comportamiento de los animales en cautiverio, su crecimiento, utilización de refugios etc. Todo el sistema también fue utilizado para servir como centro piloto demostrativo a las comunidades de pescadores de las zonas cercanas.

El Cultivo de Camarones Valle del Elqui ubicado en la localidad del Tambo (Vicuña) construyó 3 ha de estanques de distintas dimensiones y en los cuales se aplicó una tecnología más acabada y que desarrolló su producción utilizando materia prima (juveniles) provenientes de capturas del río.

Camarones Río Limarí S.A. estuvo ubicado en la ribera del río del mismo nombre cercano al Parque Nacional Fray Jorge, fue el cultivo de mayores proporciones con una superficie de 10 estanques en producción cada uno de ellos de una hectárea de tamaño. Los camarones que allí existieron fueron extraídos desde el medio natural y en este caso particular fue posible realizar algunas experiencias de utilización de refugios por parte de los camarones, tipos de alimentos y algunas observaciones biológicas tales como crecimiento y supervivencia.

En la localidad de Huentelauquén (IV Región) se realizó otro intento de cultivo bajo un proyecto con financiamiento del Fondo de Innovación Agraria (FIA), del cual se desconoce mayor información.

Como se puede observar, ninguno de ellos ni algún

otro ha resultado exitoso, básicamente debido a la carencia de un aprovisionamiento sostenido y seguro de juveniles de buena calidad, del conocimiento del manejo de poblaciones en cautiverio, de aspectos de nutrición y alimentación, de diseño de estanques apropiados, entre los más importantes.

PROYECCIONES

La masificación de los cultivos de esta especie pasa necesariamente por asegurar una producción sostenida de juveniles en cantidad y calidad y así poder proyectar la industria en el tiempo. En la actualidad toda la obtención de larvas requeridas para un potencial cultivo debe provenir necesariamente de hembras ovígeras capturadas en la naturaleza solamente en las épocas reproductivas naturales (primavera-verano). Para un escalamiento comercial y sin tener que depender exclusivamente de la naturaleza con los riesgos lógicos que esto involucra, es absolutamente necesario establecer definitivamente la metodología que apunta a la inducción artificial de la maduración sexual y la obtención de larvas durante todo el año, lo que aseguraría la continuidad de producción de juveniles y siembras programadas en los estanques de engorda de un plantel para su cultivo. En base a toda la información disponible y sus resultados, se considera de absoluta necesidad continuar con las investigaciones tendientes a solucionar una serie de interrogantes que podrían en un futuro próximo soportar el desarrollo comercial y ambientalmente ser exitoso y sustentable en el tiempo. Entre las acciones mayores que son necesarias de emprender se destacan aspectos tales como: manejo de reproductores, producción sostenida y adecuada de juveniles, alimentación y nutrición, prevención y control de enfermedades, densidades de cultivo, manejo de la calidad de agua, diseño de sistemas de engorda, técnicas de cosecha, procesos, transporte.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar un especial agradecimiento a la CORFO, a las empresas Camarones Río Limarí S.A., Camarones Valle de Elqui y a todas aquellas personas e instituciones que han hecho posible la ejecución de la mayoría de estas investigaciones.

Así mismo, a la Universidad Católica del Norte a través de su Departamento de Acuicultura, por el constante apoyo brindado para llevar adelante este tipo de acciones. Un especial agradecimiento para Exequiel González por la revisión de este manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- ALFARO, D., P. BUENO, A. MARDONES, A. NEIRA, E. SEGOVIA & E. VENEGAS. 1980. Contribución al conocimiento de *Cryphiops caementarius* (Molina 1782) en el río Loa. Seminario para optar al Título de Ingeniero (E) Acuicultura. Universidad de Chile. Instituto de Investigaciones Oceanológicas. 58 pp.
- ANCIETA, F. 1950. El camarón de río. Pesca y Caza. Lima-Perú. 7 pp.
- ANDUEZA, V. 1994. Análisis del mercado mundial de camarones y evaluación de la oferta exportable de camarón de río del norte de Chile. Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura. Universidad Católica del Norte. 144 pp.
- BÁEZ, P., J. SANZANA & J. WEINBORN. 1983. Contribución al conocimiento de la morfología larvaria de *Cryphiops caementarius*, Camarón de Río del Norte de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile. 40: 153-172
- BÁEZ, P. 1985. Fenómeno El Niño, elemento importante en la evolución del camarón de río (*Cryphiops caementarius*). Inv. Pesq. Chile. 32: 235-242.
- BAHAMONDE, N. & I. VILA. 1971. Sinopsis sobre la biología del camarón de río del norte. Biología Pesquera, Chile. 5: 3-60.
- CASTRO, C. 1966. El camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina). Est. Oceanol. Chile. 2: 11-19.
- CHÁVEZ, R., E.T. DE PARODI & J. VILLEGAS. 1973. Estudio del *Cryphiops caementarius* (Molina) (camarón de río). Revista de Investigación de la Universidad Nacional de San Agustín 2(1): 13-34.
- 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 para optar al título de Biólogo Marino. Universidad Católica del Norte. 68 pp.
- ELIAS, J. 1960. Contribución al comportamiento del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina) Decapoda: Palaemonidae. Pesca y Caza, Lima, Perú. 10: 84-106.
- ESPIÑOZA, L. 1979. Efecto de la densidad de población y el crecimiento del camarón de río *Cryphiops caementarius* Molina, mantenidos en ambientes sin refugio. Tesis Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
- GALLEGUILLOS, C. 1997. Implementación de un laborato-

- rio experimental de producción de postlarvas de camarón de río del norte (*Cryphiops caementarius*). Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura. Universidad Católica del Norte. 74 pp.
- GIL, R. 1988. Dispersión o retención: El problema de las larvas de *Cryphiops caementarius* (Crustacea: Palaemonidae) en el estuario del río Limarí – IV Región. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias del Mar. Universidad Católica del Norte. 74 pp.
- GUADALUPE, R. 1985. Ensayos en cultivo masivo de larvas de camarón de río *Cryphiops caementarius*. Tesis Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 72 pp.
- GUTIERREZ, G. 1978. Efectos de la temperatura y salinidad en la supervivencia de larvas de camarón de río *Cryphiops caementarius*. Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- HARTMANN, G. 1958. Apuntes sobre la biología del camarón de río, *Cryphiops caementarius* (Molina) Palaemonidae, Decapoda. Rev. Pesca y Caza (Min. Agric. Lima-Perú) 8: 15-28.
- HERNÁNDEZ, J. 1981. Estudio bioecológico del camarón *Cryphiops caementarius* de los ríos Huasco y Copiapó. Convenio SERPLAC III Región, Atacama y Fundación Chile. N° reg. 13699. 98 pp.
- JALIHAL, D., K.N. SANKOLLI & S. SHENOR. 1993. Evaluation of larval development patterns and the process of freshwaterization in the prawn genus *Macrobrachium* Bate, 1968 (Decapoda, Palaemonidae). Crustaceana. 65(3): 365-376.
- JAYACHANDARAN, K. 2001. Palaemonid Prawns: Biodiversity, Taxonomy, Biology and Management. Science Publishers Enfield, NH, USA. 624 pp.
- LÓPEZ, M., E. SEGOVIA & D. ALFARO. 1986. Microalgas: Su importancia como recurso alimentario del camarón de río del norte de Chile, *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782). Medio Ambiente. 8(1): 39-47.
- LUNA, T., S. HURTADO & P. HEUSSLER. 1981. Efecto de las algas y del alimento artificial en la supervivencia de larvas de camarón *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae) en laboratorio. Anales Científicos. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 23: 127-138.
- MERUANE, J., M. RIVERA, M. MORALES & C. GALLEGUILLOS. 1996. Desarrollo de una tecnología para la producción de larvas y postlarvas del camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) en hatchery. Acuicultura en Latinoamérica. A. Silva y G. Merino (Eds.). En: IX Congreso Latinoamericano de Acuicultura. 15-18 de octubre, 1996, Coquimbo, Chile. p. 158.
- MERUANE, J., M. RIVERA, C. MORALES, C. GALLEGUILLOS & H. HOSOKAWA. 2006. Juvenile production of the freshwater prawn *Cryphiops caementarius* (Decapoda: Palaemonidae) under laboratory conditions in Coquimbo, Chile. Gayana, 70 (2): 56-64.
- MIRANDA, O. & J. WEINBORN. 1972. Informe sobre Programa *Cryphiops*. Div. Pesca y Caza e IFOP. 20 pp. (Mecanografiado).
- MORALES, M.C. 1997. Desarrollo larval del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Crustacea: Decapoda) en laboratorio. Tesis para optar al Título de Ingeniero en Acuicultura. Universidad Católica del Norte. 114 pp.
- MUNAYLLA, U. 1977. Desarrollo larval del “camarón de Río” *Cryphiops caementarius* (Molina 1782): Determinación y descripción de sus estadios larvarios. Documenta. 62: 12-16.
- NAVA, H. 1980. Técnicas de cultivo de larvas del camarón de río *Cryphiops caementarius*. M. Depto. Piscicultura y Oceanología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 456 pp.
- NEW, M. & S. SINGHOLKA. 1985. Freshwater prawn farming: a manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fisheries Technical Paper 225 Rev.1, FAO, Rome, Italy. 118 pp.
- NEW, M. 1995. Status of freshwater prawn farming: A review. Aquaculture Research. 26: 1-54.
- NEW, M. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and a glance at the future. Aquaculture Research. 36: 210-230.
- NORAMBUENA, R. 1977. Antecedentes biológicos de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en el estero “El Culebrón” (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). Biol. Pesq. Chile. 9:7-19.
- READ, G. 1985a. Factors affecting the distribution and abundance of *Macrobrachium petersi* (Hilgendorf) in the Keiskamma river and estuary, South Africa. Estuar. Coast. Shelf Sci. 21: 313-324.
- READ, G. 1985b. Aspects of larval, post larval and juvenile ecology of *Macrobrachium petersi* (Hilgendorf) in the Keiskamma river and estuary, South Africa. Estuar. Coast. Shelf Sci. 24: 501-510.
- RIVERA, M., P. SCHMIEDE & J. MERUANE. 1983. Desarrollo larval del camarón de río del norte *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Crustacea: Palaemonidae), en condiciones de laboratorio. Symp. Intern. Acuicult. Coquimbo, Chile. pp 315-334.
- RIVERA, M., J. MERUANE & R. GIL. 1987. Effects of salinity and food on larval survival and metamorphosis on *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Crustacea: Palaemonidae). Reports of the Usa Marine Biological Institute, Kochi University. 9: 207-214.
- RIVERA, M. & J. MERUANE 1994. Informe Final. Proyecto Evaluación y Manejo de las Poblaciones de Camarón de Río en la IV Región. CORFO-FONTEC.
- ROCHA, G. L. 1985. 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. Fac. Pesquerías. 49 pp.
- ROZAS, J., C. BELLO, J. MACCHIAVELLO, S. ZACARIAS & L. HENRIQUE. 1991. Manual de cultivo do camarao de água doce *Macrobrachium rosenbergii* na região Sul do Brasil. Florianópolis, Universidad Federal Santa Catarina, Depto. de Aquic. 76 pp.
- RUDOLPH, E. H. 2002. Sobre la biología del camarón de río *Samastacus spinifrons* (Philippi 1882) (Decapoda, Parastacidae). Gayana 6(2): 147-159.
- SANZANA, J. 1976. Estadios larvarios del "camarón de río" *Cryphiops caementarius* (Molina) (Decapoda, Palaemonidae). Depto. Agricultura, Universidad del Norte, Arica. 4: 47-55.
- SANZANA, J. & P. BÁEZ. 1983. Desarrollo larvario de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) en condiciones de laboratorio (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult. 5(2): 347-353.
- SERNAPESCA. 2004. Anuario Estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, Valparaíso, Chile. 140 pp.
- TELLO, E. 1972. Anotaciones sobre el camarón. Rev. Documenta, Perú. 18: 5-9.
- VALENCIA, C. 1982. Ensayos de diferentes niveles de salinidad en supervivencia larval del camarón de río (*Cryphiops caementarius*) suministrada en laboratorio. Tesis. Universidad Nacional Agraria, Perú.
- VENTURI, V. & J.E. VINATEA. 1973. Comportamiento del camarón de río *Cryphiops caementarius* M. en estanques artificiales con suplemento de alimentación artificial. Programa Académico de Pesquería. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Bol. 15(2). 13 pp.
- VENTURI, V. 1973. Estudio en laboratorio del alimento concentrado y completo más conveniente para el crecimiento de camarones *Cryphiops caementarius*. Programa Académico de Pesquería. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú. Bol. 15(2). 18 pp.
- VEGAS, M., L. A. RUIZ & S. SANCHEZ. 1981. El camarón *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae): desarrollo embriológico, contenido estomacal y reproducción controlada: primeros resultados. Rev. Lat. Acui, D.F. 9: 11-28.
- VERASTEGUI, A. & L. RUIZ. 1981. Efectos de la ablación de tallos oculares en el desarrollo gonadal del camarón de río *Cryphiops caementarius*. Anales Científicos. Universidad Agraria La Molina. Lima-Perú. 23: 117-126.
- VIACAVA, M. R. AITKEN & J. LLANOS. 1978. Estudio del camarón en el Perú. Bol. Inst. Mar del Perú 3(5): 165-232.
- ZUÑIGA, O., R. RAMOS & J. REVUELTA. 1987. Policultivo de camarón de río (*C. caementarius*) y lisa (*Mugil cephalus*) en estanques. Estud. Oceanol. 6: 67-77.
- ZUÑIGA, O. & R. RAMOS. 1990. Tasa respiratoria de *Cryphiops caementarius* (Crustacea, Palaemonidae): Explicación de la migración juvenil. Biol. Pesq. 19: 19-25.

Fecha de recepción: 17.08.05

Fecha de aceptación: 22.05.06