

14 ENE 2004

00878



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE BIOLOGÍA EN ACUICULTURA



**“ Efecto del fotoperíodo en el crecimiento y supervivencia del
“ camarón de río” *Cryphiops caementarius* Molina, 1872
(Natantia, en Palaemonidae) durante la etapa
de pre - cría, en condiciones de Laboratorio”.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE BIÓLOGO ACUICULTOR**

Autores: Bach. GUERREROCABANILLAS, Delia Angélica
Bach. MORENO FERNANDEZ, Ana María

Asesora: Blgo. Pesq. ZELADA MÁZMELA, Eliana

Coasesor: Msc. MERINO MOYA, Fernando

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2 004

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**

REVISADO Y APROBADO POR LOS ASESORES:



Blgo. Pesq. Eliana Zelada Mázmela



Msc. Fernando Merino Moya

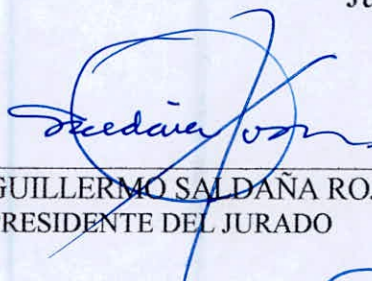
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
BIOLOGÍA EN ACUICULTURA**

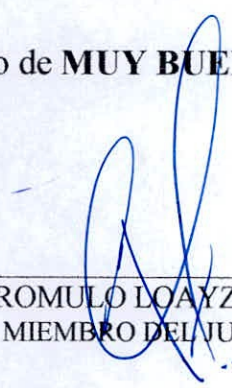


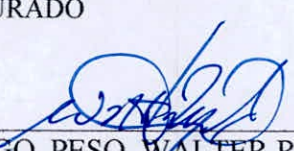
Efecto del fotoperíodo en el crecimiento y supervivencia del “camarón de río” *Cryphiops caementarios* Molina, 1982 (Natantia, Palaemonidae) durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio.

Sustentados por las Bachilleres:
GUERRERO CABANILLAS , Delia Angélica
MORENO FERNÁNDEZ, Ana María

Aprobado por Unanimidad con el Calificativo de **MUY BUENO** por el
Jurado Evaluador:


MSC. GUILLERMO SALDAÑA ROJAS
PRESIDENTE DEL JURADO


MSC. ROMULO LOAYZA AGUILAR
MIEMBRO DEL JURADO


BLGO. PESQ. WALTER REYES AVALOS
MIEMBRO DEL JURADO

DEDICATORIA

Para Irene y Enrique, mis queridos padres; por su invaluable sacrificio, abnegación, cariño y confianza que hicieron posible la culminación de uno de mis más grandes anhelos, ser profesional.

A todos mis hermanos, que son el ejemplo de lucha y esperanza, por todo el apoyo brindado para la culminación de mi ideal.

Delia Angélica

DEDICATORIA

A esa sonrisa fresca e inocente mirada feliz, que día a día ilumina mis mañanas; un pequeño cuyo amor me hace artífice de superar cualquier obstáculo y construir las metas más grandes de mi vida: Ángel Sebastián, mi hijo.

A mis padres, que supieron entregarme amor y comprensión en algunos momentos difíciles de mi vida.

Ana María

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento sincero por el asesoramiento del presente trabajo a la Blga. Pesq. Eliana Zelada Mázmela y al M Sc. Fernando Merino Moya.

Al Blgo. Pesq. Fernando Méndez Arteaga, Presidente de la Empresa de Producción Artesanal y Servicios “J.P.”, y a la Universidad Nacional del Santa por el financiamiento del presente proyecto.

Al Dr. Manuel Fukushima Nagaoka, por la valiosa información bibliográfica brindada.

A la Mg. Rosa Llanos Vargas, por las facilidades otorgadas en la adquisición de materiales para la ejecución del presente estudio de tesis.

Al Blgo. Pesq. Walter Reyes Avalos, por las recomendaciones y aportes brindados en la elaboración de la presente tesis.

A la Mg. América Odar Rosario, por las recomendaciones y aportes brindados en la elaboración del tratamiento estadístico del proyecto e informe de tesis.

A nuestras inseparables amigas, Luz Angélica Gamboa Flores y Ana María Cano Angeles por su valiosa colaboración y apoyo en la ejecución del proyecto.

A cada uno de los profesores de la Escuela de Biología en Acuicultura por sus enseñanzas y apoyo durante nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tratamientos empleados en experiencias “Efecto del Fotoperíodo en el crecimiento del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio”, entre octubre y diciembre del 2000	10
Tabla 2 Análisis de varianza usada en la experiencia “Efecto del Fotoperíodo en el crecimiento del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio”, entre octubre y diciembre del 2000.....	11
Tabla 3 Valores promedios obtenidos en la crianza del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio sometidos a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.....	12
Tabla 4 Crecimiento del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> expresado en longitud total promedio (mm) a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3) durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000..	17

Tabla 5	Crecimiento del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> expresado en peso promedio individual (g) a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3) durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000.	18
Tabla 6	Índice de Conversión y Conversión Alimenticia del alimento suministrado al “camarón de río” <i>C. caementarius</i> en los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.....	19
Tabla 7	Registro de la supervivencia (%) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3) durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000.	19
Tabla 8	Análisis de varianza de la longitud total promedio(mm) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> sometidos a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.	20
Tabla 9	Análisis de varianza del peso individual promedio(g) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> sometidos a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.	20

Tabla 10 Análisis de varianza de la supervivencia (%) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> sometidos a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.	21
Tabla 11 Resultado de la Prueba de DUNCAN aplicado al peso promedio individual (g) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.	21
Tabla 12 Resultado de la Prueba de DUNCAN aplicado a la longitud total promedio (mm) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> para probar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.	22
Tabla 13 Valores Promedio del registro de factores físicos-químicos del agua, en el crecimiento del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre cría, en condiciones de laboratorio entre octubre y diciembre del 2000.	17

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 01 Curva de crecimiento en longitud total promedio (mm) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre-cría, según los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), en condiciones de laboratorio entre octubre y diciembre del 2000.	13
FIGURA 02 Curva de crecimiento en peso promedio individual (g) del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> durante la etapa de pre-cría, según los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), en condiciones de laboratorio entre octubre y diciembre del 2000.	14
FIGURA 03 Curva de supervivencia del “camarón de río” <i>C. caementarius</i> , sometido a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000. . . .	15

RESUMEN

El trabajo de Tesis se ejecutó entre los meses de octubre y diciembre del 2000, con el objetivo de evaluar el efecto del fotoperíodo en el crecimiento del “camarón de río” *Cryphiops caementarius* (Molina, 1872) durante la etapa de pre-cría en condiciones de laboratorio. Para el efecto se sembraron juveniles de *C. caementarius* a una densidad de 15 Ind.acuario⁻¹, de 13 mm de longitud total y 0,03 g de peso promedio individual, procedentes del río Lacramarca. Se usó acuarios de 30 litros de capacidad, cubiertos con fundas de plástico de color negro y descubiertos sólo la parte superior al ser expuestos a la luz. A 25 cm de distancia vertical de los acuarios se colocaron fluorescentes de 40 watts e intensidad lumínica de 30 lux. El alimento suministrado fue balanceado para langostino de la firma Nicovita con 30% de nivel proteico, a una tasa y frecuencia de alimentación del 8 % al 4 % y cinco (05) veces al día, respectivamente. El grupo experimental lo constituyeron tres (03) tratamientos fotoperiódicos: 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), con tres (03) repeticiones cada uno. Los muestreos biométricos fueron quincenales. El tratamiento fotoperiódico de 00L:24O(T3) *C. caementarius* presenta mejor crecimiento a $p < 0,05$ y conversión alimenticia. Las supervivencias registradas fueron de 93,3 % (T1); 79,9 % (T2) y 73,3 % (T3) no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos fotoperiódicos a $p > 0,05$.

CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	i – ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	7
III. RESULTADOS	12
IV. DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

I. INTRODUCCIÓN

La vida de los organismos está condicionada por una serie de parámetros, como temperatura, oxígeno, nutrientes, luz, entre otros; De estos, la luz desempeña un importante rol como inductor en la conducta de los animales, teniendo implicancia en las migraciones, función de orientación e influyendo además en los hábitos de alimentación, pues, la mayoría de los grupos de organismos usan los números de horas del día o de la noche en el marco de un ciclo luz-oscuridad, para regular sus ciclos estacionales de actividad especialmente morfológica y reproductiva (Zanuy & Carrillo, 1987). Sehgal *et al.* (2001), añaden que la luz como factor del entorno tiene la capacidad de sincronizar el ritmo biológico. A este aspecto sincronizador, se le conoce como ritmo circadiano, que es un regulador biológico significativo en virtualmente todas las criaturas vivientes.

La palabra circadiano proviene del latín *circa* que significa ‘*alrededor de*’ y *diano* que significa ‘*día*’; y tal como indica la etimología su período está alrededor de un día; es decir, son patrones de actividad que ocurren en un ciclo de 24 horas (Serra & Grabulosa, 2000), mientras que Wilson (1989), considera que sus límites normales son de 20–28 horas. Estos ritmos tienen gran importancia adaptativa, ya que reflejan los cambios del mundo externo en el medio interno, preparando al organismo para cambios ambientales programados o predecibles.

La mayoría de especies de la acuicultura exhiben un ciclo de actividad diurna, pero algunas son activas en las noches. Darío (1986), y Martínez (1993), aseguran que *Macrobrachium rosenbergii* es un organismo de fototaxismo negativo por encontrársele en mayor actividad en la noche, asimilando mejor el alimento y bajando

de esta forma su dosificación al aprovechar más eficientemente el alimento balanceado. De igual manera Icochea *et al.* (1988), demostraron que el consumo de oxígeno y ritmo respiratorio de *Cryphiops caementarius*, se incrementó progresivamente a partir de las veinte (20:00) horas, alcanzando su nivel máximo alrededor de las tres (03:00) horas y manteniéndose hasta las cuatro (04:00) horas, en que se inicia su descenso hasta llegar a un mínimo aproximadamente a las trece (13:00) horas. Al mismo tiempo Vinatea (1982), añade que el fotoperíodo ejerce influencia sobre el ritmo respiratorio y cuya periodicidad, coincide con las fases noche – día.

Se asume entonces que dependiendo de la especie, existe una alimentación circadiana en los camarones adultos, que se incrementa en horas de la tarde y / o noche. Robertson *et al.* (1993) y McTigue & Sélter (1989 *in* Molina *et al.*, 2000), en *Penaeus vannamei* y en *P. setiferus* respectivamente, encontraron una conducta alimenticia diurna y nocturna; mientras que Dall(1986); Reymond & Lagardere(1990) y Cuzon *et al.* (1982)(*in* Molina *et al.*, 2000), en *P. esculentus*, en *P. japonicus* y en *P. monodon* respectivamente, observaron una alimentación preferentemente nocturna. Así mismo, se ha encontrado en estos animales, que ciertos fenómenos biológicos, desde bioquímicos relacionados con la concentración de proteínas, aminoácidos libres, ácidos grasos, pigmentos y secreción de enzimas digestivas; hasta otros, como la actividad alimenticia, ocurren rítmicamente alrededor de la misma hora (De Coursey, 1983 & Hernández-Cortez *et al.*, 1998 *in* Molina *et al.*, 2000). Nolasco (1998 *in* Molina *et al.*, 2000) en crustáceos y Heilman & Spieler (1999 *in* Molina *et al.*, 2000) en peces, reportan y hacen referencia a varios autores que señalan una sincronización diaria de la alimentación como una estrategia para incrementar la producción en acuicultura.

Es decir la duración diaria del fotoperíodo juega un papel importante en el ritmo circadiano de la actividad enzimática. Gonzales *et al.* (1995 *in* Molina *et al.*, 2000), determinaron que en organismos adultos de *P. schmitti* y *P. notialis* la tripsina, quimotripsina y proteasas generales tienen un ritmo bifásico con una separación aproximada de doce horas entre los dos picos.

El estudio de parámetros bioecológicos de *C. caementarius*, así como de su pesquería, nos ha permitido hacer un seguimiento a través del tiempo; habiéndose podido definir que el volumen de la pesquería ha ido disminuyendo debido la mayor utilización del hábitat de la especie y al incremento del esfuerzo de captura (Viacava *et al.*, 1978). Estas causales, consideradas inevitables en función del desarrollo del país, básicamente por la construcción de centros hidroenergéticos y el uso de los ríos como receptores de desechos principalmente de la minería, hacen que se tienda cada vez más a deteriorar el ambiente acuático determinando como lógica consecuencia, la disminución de población de *C. caementarius*. Los efectos derivados de esta disminución tienen una trascendencia capital dada la importancia socio – económica de la especie, en razón de lo cual se hace latente la necesidad de recurrir a la crianza bajo condiciones controladas, como principal alternativa para compensar e incrementar la producción camaronera.

En nuestro medio, la producción de juveniles de *C. caementarius*, ha sido lograda en eclosería piloto (Guerra *et al.*, 1986). Sin embargo, mantener juveniles en cautiverio implica realizar un adecuado manejo de los parámetros de calidad de agua, una densidad de estabulación apropiada y un correcto empleo del alimento balanceado. Este último aspecto, se lograría con un conocimiento del fotoperíodo adecuado para

suministrar alimento, valiéndonos de las preferencias nocturnas en las búsquedas del mismo.

En relación con el crecimiento del “camarón de río” *C. caementarius*, no existe un conocimiento verdaderamente sistematizado y coherente; faltan trabajos orientados específicamente a determinar aspectos de su alimentación, reproducción y factores ambientales. Se nota también la deficiencia en el conocimiento y comprensión de la conducta del camarón frente a diversos tipos de estímulos como el fotoperíodo y la temperatura del agua.

La tasa de alimentación en las empresas camaroneras, está basada en su mayoría en tablas para calcular las raciones diarias a partir de un porcentaje de la biomasa y del peso promedio de los camarones presentes en el estanque, las cuales no consideran ni los hábitos de alimentación ni el estado fisiológico por el que atraviesa el camarón. El costo del alimento balanceado puede representar además hasta el 50% del gasto de producción, dependiendo del sistema de cultivo utilizado, especie, manejo, calidad de agua y tipo de alimento, por lo que es relevante encontrar estrategias de alimentación que permitan ajustar las tablas de alimentación, considerando el marcado efecto que tienen el ciclo de la muda y el ritmo circadiano sobre la actividad de las enzimas digestivas y el correspondiente aprovechamiento del alimento consumido, para disminuir los gastos generados por este rubro (Molina & Piña, 1999 *in* Molina *et al.*, 2000).

Teniendo como marco referencial lo anteriormente expuesto, en razón de lo cual se hace latente la necesidad de investigar los parámetros biológicos, tendiendo a la

optimización de éstos y basándose en el manejo adecuado de las condiciones fisiológicas de *C. caementarius*.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué efecto ejercerá el fotoperíodo en el crecimiento y supervivencia del “camarón de río” *Cryphiops caementarius* sometidos a tratamientos fotoperiódicos de 12L:12O, 06L:18O y 00L:24O durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del fotoperíodo en el crecimiento y supervivencia del “camarón de río” *Cryphiops caementarius* Molina (1872) durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio.

OBJETIVO ESPECIFICO

Determinar el crecimiento en función del peso y longitud; y la supervivencia en cada uno de los tratamientos experimentales.

FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

- Durante la pre-cría de juveniles de *Cryphiops caementarius* en condiciones de laboratorio y sometidos a tratamientos fotoperiódicos de 12L:12O, 06L:18O y 00L:24O, se obtendrá mayor crecimiento y supervivencia en el tratamiento con fotoperíodo de 00L:24O.

Variables :

Variable Condicional (VC)

- Acuarios de vidrio de 30 litros de capacidad
- Alimento balanceado para langostinos tipo engorde (30% proteína)
- Tasa y frecuencia de alimentación.

Variables Independientes (VI)

Condiciones Fotoperiódicas:

- T1 : 12L : 12O
- T2 : 06L : 18O
- T3 : 00L : 24O

Variables Dependientes (VD)

- Crecimiento
- Supervivencia.

capacidad. Los camarones se identificaron mediante la clave propuesta por Méndez (1981); y posteriormente, fueron colocados en acuarios, por 15 días, para su adaptación a las condiciones fotoperiódicas y a la tasa y frecuencia de alimentación. Para iniciar la experiencia se sembró 15 ind.acuario⁻¹.

3.3. Tasa y Frecuencia de Alimentación

La tasa de alimentación fue tomada en base a los resultados de ingesta de alimento del ensayo previo a la ejecución del proyecto, iniciándose con el 8% del total de su biomasa, descendiendo hasta el 4% al final de la experiencia. Se usó alimento balanceado Nicovita para langostinos tipo engorde, con 30% de proteína. La ración de alimento diario se estimó aplicando la fórmula dada por (Zendejas, 1992):

Ración de Alimento.día⁻¹(g) = (Ds) x (S) (P) x (A), donde:

Ds = densidad de siembra (ind.acuario⁻¹)

S = sobrevivencia (%)

P = peso promedio del camarón (g)

A = tasa de alimentación (%)

La frecuencia de alimentación para los tres tratamientos fue como se detalla a continuación:

09:00 horas 20% de la ración diaria

13:30 horas 20% de la ración diaria

18:00 horas 20% de la ración diaria

22:30 horas 20% de la ración diaria

03:00 horas 20% de la ración diaria

El Índice de Conversión (IQ) y la Conversión Alimenticia (Q), se trabajó con las fórmulas citadas por Lovell (1987).

3.4. Registro Biométrico

Previa a la estabulación y utilizando un carcinómetro graduado al 0,1 cm se midió la longitud total (mm), desde la parte anterior del rostrum hasta la parte posterior del telson. El peso total se obtuvo mediante una balanza digital Denver Instrument Company de 0,01 g de sensibilidad, mientras que el peso individual se obtuvo promediando el peso total de organismos estabulados por acuario. Estas actividades se repitieron cada 15 días para determinar el crecimiento.

A las 08:00 horas de cada día se extrajeron diariamente los organismos muertos para determinar la supervivencia, y se retiraron y registraron el número de exuvias presentes, para determinar la ocurrencia de mudas. La manipulación de los camarones se realizó con una red de malla fina.

3.5. Monitoreo de la Calidad de Agua

El registro diario de la temperatura se realizó a las 06:00, 12:00, 18:00 y 00:00 horas, mediante un termómetro digital laser RAYTEK de 0,1°C de precisión. Semanalmente se determinó el oxígeno disuelto en el agua y el pH, mediante un oxímetro digital de 0,1 mg^l⁻¹ de precisión y cintas de pH, respectivamente.

Cada quince días, se renovó el 30% del volumen de agua, lo que significó una renovación de aproximadamente 1,5 litros por día. El aire fue insuflado mediante un Blower COLE PARMER de 1/16 HP, con un flujo inicial de 82 ml seg⁻¹, tomado vía probeta invertida.

Los residuos de alimento así como las heces, se extrajo a diario por sifoneo durante las primeras horas de la mañana.

3.6. Diseño de contrastación

En la experiencia se empleó el diseño de estímulo creciente, trabajándose con 3 grupos experimentales (tratamientos) con tres repeticiones cada uno. matriz W=3 x 3, tal como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos empleados en la experiencia ‘Efecto del fotoperíodo en el crecimiento del “camarón de río” *C. caementarius*, durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio.

Tratamientos Luz: oscuridad	Repeticiones	Individuos por acuario	Nivel proteico del alimento(%)
T1 = 12 L : 12 O (testigo)	r1 r2 r3	15	30
T2 = 06 L : 18 O	r1 r2 r3	15	30
T3 = 00 L : 24 O	r1 r2 r3	15	30

3.7. Diseño Estadístico

Los datos obtenidos en la presente experiencia fueron sometidos a una prueba de normalidad simple (distribución normal). En tanto, que los datos de supervivencia que no fueron sometidos a la prueba de normalidad por tener un N<30, se los trató con la estadística paramétrica y no paramétrica, siendo esta

última la décima del signo para observaciones pareadas tomado de Walpole y Myers (1992).

Para el tratamiento estadístico paramétrico se empleó el diseño experimental Completamente al Azar (Arroyo, 1984) con el siguiente esquema de análisis de varianza (tabla 2). El análisis de medias entre tratamientos, se determinó a través de la prueba de Duncan (Arroyo, 1984) con un nivel de significancia de 5%.

Tabla 2. Análisis de Varianza usada en la experiencia “Efecto del fotoperíodo en el crecimiento del “camarón de río” *C. caementarius*, durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio”.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Experiencia
Tratamiento	$t - 1$	2
Error o residuo	$r (t - 1)$	6
Total	$r . t - 1$	8

- Prueba de Hipótesis para el crecimiento:

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_a: T_1 < T_2 < T_3$$

- Prueba de Hipótesis para la supervivencia:

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_a: T_1 < T_2 < T_3$$

3.7. Evaluación Final de la Experiencia

Se realizó a los 75 días de crianza de crianza, momento en que se contó los individuos para determinar el porcentaje de supervivencia final, así como se registro la longitud total de todos los sobrevivientes, el peso individual y total de toda la población para determinar el crecimiento.

IV. RESULTADOS

El camarón de río *C. caementarius* presentó mayor crecimiento en el tratamiento 00L:24O (tabla 3), los que fueron obtenidos de las tablas 4 y 5 donde se han registrado los datos de crecimiento tanto en peso como en longitud durante el periodo de investigación. Se observa en la figura 1, que los camarones han crecido en longitud de 13 mm a 20,4 mm en el tratamiento 3 (00L:24O), a 19,50 mm en el tratamiento 2 (06L:18O) y a 18,97 mm en el tratamiento 1 (12L:12O). De igual forma ocurre con el crecimiento en peso (fig.2), donde hay un crecimiento de 0,003 g a 0,16 g en el tratamiento 3 (00L:24O), a 0,13 g en el tratamiento 2 (06L:18O) y a 0,12 g en el tratamiento 1 (12L:12O). Al someter el ANVA a estos datos observamos en las tablas 8 y 9 que hay diferencia significativa en al menos un tratamiento y posteriormente en las tablas 11 y 12, la prueba de Duncan le otorga superioridad tanto en peso como longitud al tratamiento 3. El índice de conversión al final de la experiencia fue de 0,41 para los tratamientos 1 y 2, y 0,48 para el tratamiento 3. Obteniendo el tratamiento 3 una conversión alimenticia de 2,08 a diferencia de los tratamientos 1 y 2 que han alcanzado 2,46 y 2,41 en los tratamientos 1 y 2 respectivamente, lo que indicaría un mejor índice de conversión y conversión alimenticia en el tratamiento fotoperiódico 00L:24O (tabla 6).

Con respecto a la supervivencia, la tabla 7 muestra un descenso en la población a partir de los 30 días de iniciada la experiencia, pero finalmente la tabla 3 presenta valores porcentuales que van desde 73,3% en el tratamiento 3, 79,9% en el tratamiento 2 y 93,3% en el tratamiento 1 (fig.3). Tanto la estadística Paramétrica como no Paramétrica indican que no existe diferencia significativa, es decir el fotoperíodo no estaría ejerciendo efecto en la supervivencia de los camarones (tabla 10).

Los valores registrados de los parámetros fisico-químicos (tabla 13), fueron 20,2°C y 21,0°C temperatura del agua y del aire respectivamente; 9,3 mg^l-¹O₂ y pH 7,0.

Tabla 3 Valores promedios obtenidos en la crianza del camarón de río” *C. caementarius* durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio sometido a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O (T1), 06L:18O (T2) y 00L: 24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.

PARÁMETROS	Unidades	TRATAMIENTOS		
		T ₁	T ₂	T ₃
		12L:12O	06L:18O	00L: 24O
Peso individual:				
Inicial	g	0,03	0,03	0,03
final	g	0,12	0,13	0,16
Incremento en peso	g	0,09	0,10	0,13
Varianza (S ²)		0,00	0,00	0,00
Error estándar (Sd)		0,01	0,01	0,02
Longitud total:				
inicial	mm	13,00	13,00	20,4
final	mm	18,97	19,50	7,40
incremento en longitud	mm	93,30	6,50	73,30
Varianza (S ²)		1,89	2,67	2,48
Error estándar (Sd)		1,37	1,63	1,58
Supervivencia:				
	%	93,30	79,90	73,30
Varianza (S ²)		1,00	7,00	4,00
Error estandar (Sd)		1,00	2,65	2,00

L = Luz

O = Oscuridad

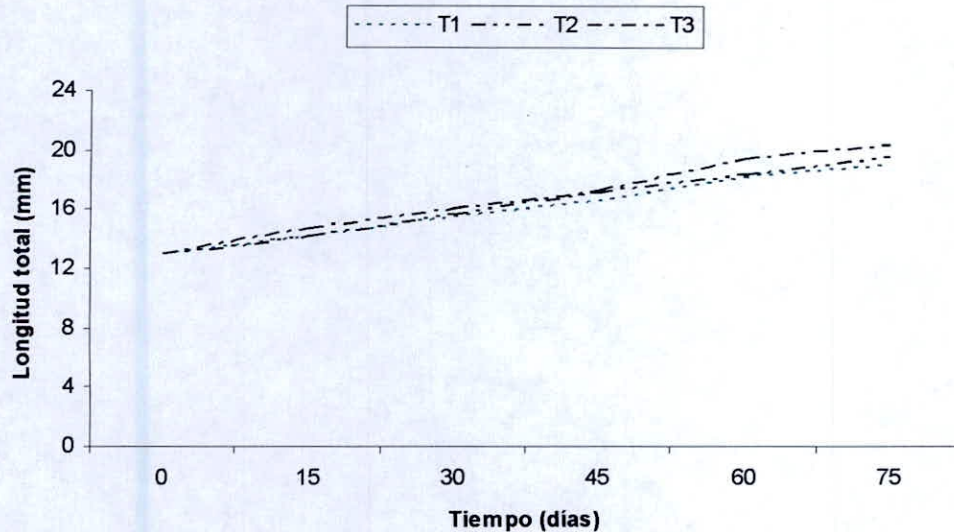


Fig. 1 Curva de crecimiento en longitud total promedio (mm) del "camaron de río" *Cryphiops caementarius*, según los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L: 18 O (T2) y 00L: 24 O (T3), entre octubre y diciembre del 2000.

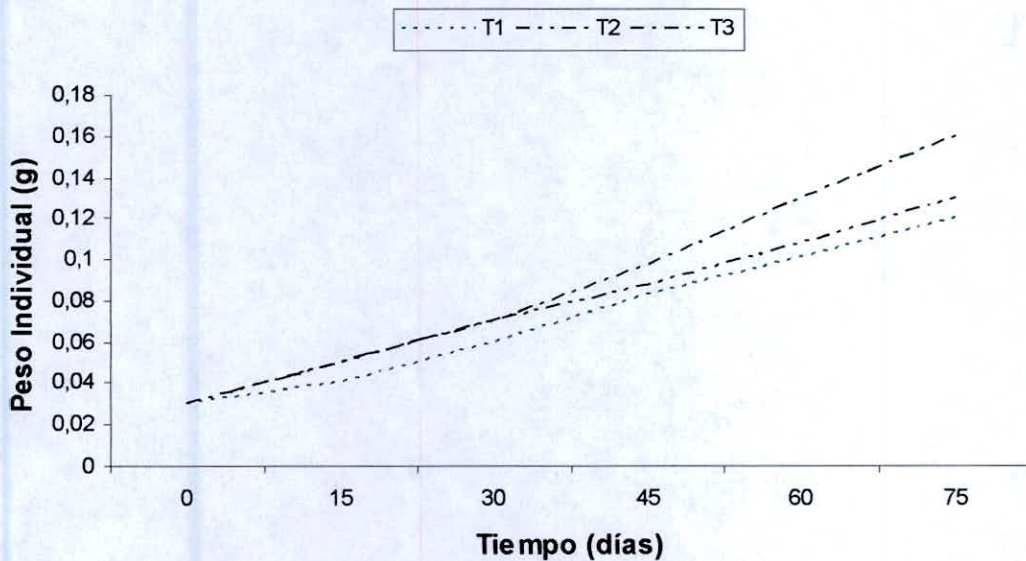


Fig. 2 Curva de crecimiento en peso promedio individual (g) del "camarón de río" *Cryphiops caementarius*, según los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L: 18O (T2) y 00L: 24O (T3), entre octubre y diciembre del 2000.

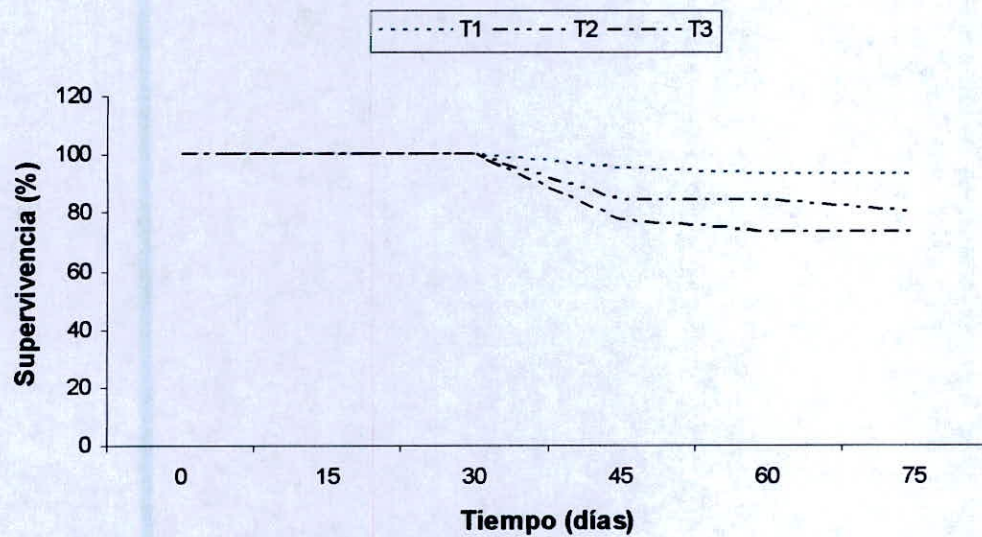


Fig. 3. Curva de Supervivencia del “camarón de río” *C. caementarius*, sometido a diferentes tratamientos fotoperiódicos de 12L:12O (T1), 06L:18O (T2) y 00L:24O (T3), entre octubre y diciembre del 2000.

Tabla 4 Crecimiento del “camarón de río” *C. caementarius* expresado en longitud promedio total (mm) a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L: 24O(T3) durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000.

Tratamientos		Tiempos (días)					
		0	15	30	45	60	75
T ₁	12L:12O	13,0	14,1	15,5	16,6	18,2	18,97
T ₂	06L:18O	13,0	14,2	15,7	17,1	18,4	19,5
T ₃	00L:24O	13,0	14,7	16,0	17,2	19,4	20,4

L = Luz

O = Oscuridad

Tabla 5 Crecimiento del “camarón de río” *C. caementarius* expresado en peso promedio individual (g) a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O (T1), 06L:18O (T2) y 00L: 24O(T3), durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000.

Tratamientos		Tiempos (días)					
		0	15	30	45	60	75
T ₁	12L:12O	0,03	0,04	0,06	0,083	0,101	0,12
T ₂	06L:18O	0,03	0,05	0,07	0,088	0,108	0,13
T ₃	00L:24O	0,03	0,05	0,07	0,097	0,130	0,16

L = Luz

O = Oscuridad

Tabla 6 Índice de Conversión y Conversión Alimenticia del alimento suministrado al “camarón de río” *C. caementarius* en los tratamientos fotoperiódicos 12L:12O(T1), 06L:18O(T2) y 00L:24O(T3), entre octubre y diciembre del 2000.

Tratamientos		Alimento Suministrado (g)	Incremento en peso (g)	Índice de Conversión (IQ)	Conversión Alimenticia (Q)	$\frac{IQ}{\text{día}}$
T ₁	12L:12O	0,221	0,09	0,41	2,46	0,005
T ₂	06L:18O	0,241	0,10	0,41	2,41	0,005
T ₃	00L:24O	0,250	0,12	0,48	2,08	0,006

L = Luz

O = Oscuridad

Tabla 7 Registro de la supervivencia (%) del “camarón de río” *C. caementarius* a diferentes tratamientos fotoperiódicos 12L:12O (T1), 06L:18O (T2) y 00L:24O(T3) durante la etapa de pre-cría, en condiciones de laboratorio, entre octubre y diciembre del 2000.

Tratamientos		Tiempos(días)					
		0	15	30	45	60	75
T ₁	12L:12O	100	100	100	95,5	93,3	93,3
T ₂	06L:18O	100	100	100	84,4	84,4	79,9
T ₃	00L:24O	100	100	100	77,8	73,3	73,3

L = Luz

O = Oscuridad

V. DISCUSIÓN

La marcada fotofobia de *C. caementarius* (Vinatea, 1982), hizo presagiar que si se la sometía a diferentes regímenes fotoperiódicos, respondería positivamente al crecimiento, teniendo en cuenta que el organismo se alimenta todo el tiempo que es expuesto a la oscuridad (Ayvar, 1982; Cendes, 1986 y Martínez, 1993). Evidentemente, se obtuvo mayor crecimiento en el tratamiento 00L:24O (fig 1 y 2, tablas 3, 4 y 5), resultados que son similares a los reportados para *M. rosenbergii*, cuyo crecimiento fue mayor en un régimen de 00L:24O (Withyachumnarnkul *et al.*, 1990).

La respuesta positiva y gradual de *C. caementarius* bajo el efecto del fotoperíodo, con respecto al crecimiento podría haber obedecido básicamente a la modificación circadiana de aspectos fisiológicos fundamentales, como frecuencia respiratoria y cardíaca, movimiento, así como de la actividad enzimática digestiva. La facultad de los organismos a responder a períodos constantes y / o cotidianos de luz y oscuridad diferentes al habitual, basado en sus preferencias de conducta, demuestran que es posible una modificación de su reloj biológico interno o reloj circadiano. Se desconoce como se comunica con el resto del organismo pero se sabe que en los vertebrados la glándula pineal funciona fundamentalmente, para detectar cambios en los niveles de iluminación que les sirven para ajustar el reloj interno con el ciclo real de luz / oscuridad o día / noche, a través de la secreción de melatonina (Serra & Grabulosa, 2000), molécula que se ha conservado evolutivamente y que esta relacionada con la percepción de la información fotoperiódica en todos los organismos vivos, encontrándose en los ojos o pedúnculos oculares, lóbulos ópticos o cerebro (Withyachumnarnkul, 1992), y que se sintetiza a partir de la serotonina (Wilson, 1989). Drenkard de Cabaña (2002), añade que

en los vertebrados, la melatonina es secretada en los períodos de oscuridad y una de sus más importantes funciones es inducir al sueño reparador y que juntamente con su precursor serotonina, alternan respectivamente en un ciclo de oscuridad y luz.

En crustáceos Withyachumnarnkul (1992), señala que el órgano de Bellonci de los Isópodos muestra similitudes ultraestructurales y bioquímicas con la glándula Pineal y Prosser (1968), indica que el órgano de Bellonci es análogo al órgano X de los crustáceos decápodos, sugiriéndose entonces la analogía de este órgano X (complejo órgano X glándula del seno) con la glándula Pineal.

Escamilla (com. pers.), señala que en investigaciones preliminares sobre la presencia de serotonina en la hemolinfa de *Procambarus clarkii* en función del fotoperíodo en un ciclo de 24L:00O, advirtió que la serotonina presentaba dos picos, correspondiendo a horas de la noche el pico más elevado, haciendo suponer que durante el día los camarones presentan melatonina, horas en que son menos activos y que tendría actuación en el sistema nervioso. En trabajos realizados en crustáceos, Calderón *et al.* (2001), hace mención que la serotonina es además un neurotransmisor y neuromodulador en todos los crustáceos, participando en una variedad de funciones como la facilidad de transmisión neuromuscular, la percepción mecánica e inducción de patrones de conducta. Wilson (1989), al respecto acota que esta sustancia estaría potenciando el efecto excitatorio producido por la acetilcolina en el ganglio cardíaco de los crustáceos, evitando su hidrólisis por la acetilcolinesterasa. Maynard (1960), señala que se presenta en la transmisión sináptica neuronal haciéndola más eficiente, manifestándose en una aceleración del ritmo cardíaco y respiratorio, lo que explicaría porque el camarón es activo y busca alimento durante la noche. Icochea *et al.* (1988), también demostró a través del consumo de

oxígeno y ritmo respiratorio que el nivel máximo de actividad de *C. caementarius* la presenta de 03h a 04h, iniciándose el pico a las 20h y descendiendo totalmente a las 13h.

Por observaciones realizadas en el presente trabajo, el comportamiento de ingestión del alimento por los organismos al inicio de la experiencia fue similar para los tres tratamientos fotoperiódicos, pero aproximadamente a los treinta días de iniciado el ensayo, la ingestión entre tratamientos marcó diferencia, al extremo que frente a la cantidad de alimento suministrado, se notó una mejor conversión alimenticia al final de experiencia, por parte del grupo de individuos del tratamiento 00L:24O (tabla 6). Sticney (1994), corrobora que la alimentación en la oscuridad puede conducir a un mejor crecimiento y eficiencia en la conversión alimenticia. No se analizó la variación de la actividad enzimática; empero, Wormhoudt (1980 *in* Carrillo & González, 1998), realizó un estudio de los ritmos circadianos de las enzimas digestivas en *Palaemon serratus*, encontrando que la amilasa, fosfatasa, proteasas, fosfodiesterasas, DNAsas y algunas ARNsas presentan un comportamiento sincrónico bifásico y un período de alrededor de 12 horas, donde el pico más elevado se da entre las 24h a 02h, añadiendo que ya tiene esa tendencia bifásica en juveniles. Nolasco *et al.*, (1997 *in* Nolasco, 1998), corrobora señalando que en experimentos llevados a cabo en estanques de cultivo comercial con *P. californiensis*, se encontró también un comportamiento bifásico con una mayor actividad enzimática (proteasas, amilasas y lipasas) en horarios tarde – noche, con un pico de actividad predominante al atardecer. Molina *et al.* (2000), aducen que la duración cotidiana del fotoperíodo en este grupo taxonómico, juega un papel importante en el ritmo circadiano de la actividad enzimática. Y en este caso, se podría asumir hipotéticamente una sincronización monofásica de éste ritmo en el grupo de individuos del tratamiento

fotoperiódico 00L:24O, resultados que demostrarían la existencia de un ritmo circadiano, y sugiriendo además que en este grupo, el sistema sincronizador está muy desarrollado.

Respecto a la supervivencia, no se ha observado efecto estadísticamente significativo del fotoperíodo en *C. caementarius* (fig 3, tabla 7 y 10), a diferencia del “camarón de agua dulce” *M. rosenbergii* que sí incrementa su supervivencia cuando es mantenido a un régimen de 00L:24O (Withyachumnarkul *et al.*, 1990 *in* Sticney, 1994). Las mortalidades que se presentaron en el presente trabajo, posiblemente se deben a la manipulación durante los muestreos, ya sea porque se tomaron muestras cuando estaban por mudar o recientemente mudados y por fugas, sobre todo en el tratamiento 00L:24O por estar este permanentemente tapado.

VI. CONCLUSIONES

- El "camarón de río " *Cryphiops caementarius* durante la pre-cría de 75 días, presentó mayor crecimiento en el tratamiento 00L:24O con 0,16 g de peso y 20,4 mm de longitud, comprobándose estadísticamente que hay diferencia significativa entre el tratamiento 00L:24O con los tratamientos 12L:12O y 06L:18O, a un nivel de significancia del 5%.
- El "camarón de río " *Cryphiops caementarius* durante la pre-cría de 75 días, presentó una supervivencia de 93,3%; 79,9% y 73,3% para los tratamientos 12L:12O , 06L:18O y 00L:24O respectivamente, no observándose diferencias significativas con respecto al fotoperíodo a $p < 0,05$.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio en *C. caementarius* para determinar la fluctuaciones de la actividad enzimática circadiana, así como de las fluctuaciones de serotonina y melatonina en la hemolinfa, en relación al fotoperíodo.
- Utilizar semilla procedente de un laboratorio en todo trabajo de investigación, con el fin de garantizar una homogeneidad en la muestra.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAYA, G. & A. Guerra. 1976. *Especies de camarones de los ríos norteños del Perú y su distribución*. Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica. Ministerio de Pesquería. Lima, Perú.
- AYVAR, F. 1982. *Pruebas Comparativas de raciones balanceadas de diferentes niveles de proteína en la crianza de camarones de río (*Cryphiops caementarius*) en ambientes cerrados*. Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- ARROYO, R. 1984. *Curso de Estadística Aplicada a la Investigación: Diseños Experimentales*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 160 p.
- BAHAMONDE, N. & I. Vila. 1971. *Sinopsis sobre la Biología del Camarón del Norte*. *Biología Pesquera* (5) : 3 – 60.
- CADENA, E. 2000. *Relación entre el Ciclo de la Muda y la Actividad de las Enzimas Digestivas y su Efecto en la Tasa de Alimentación y el Crecimiento del Juvenil *Penaeus vannamei**. Tesis para optar el Título de Acuicultor. Univ. Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- CALDERON, G.; L. Rodríguez & H. Aréchiga. 2001. Incremento en la síntesis de 5-hidroxitriptamina inducido por exposición a fotoperíodos largos durante el invierno en el pedúnculo ocular del acocil. *In XLIV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas*. Respyn (eds.) 2:1-4.

- CARRILLO, O. & R. Gonzáles. 1998. Control de la digestión en camarones. *In* IV Simposium de Nutrición Acuícola, I parte. La Paz, Baja California Sur, México. 15 p.
- CENDES, 1986. *Alimentación y Nutrición de Camarones*. Servicio de Información Técnica. Guayaquil, Ecuador. 115 p.
- CHÁVEZ, R. E. De Parodi & J. Villegas. 1973. Estudio del Camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). Ministerio de Pesquería. *Documenta* (30):1-28.
- DARÍO, R. 1986. Determinación para el uso de fertilizantes. *In* Aquanet. Colombia. 30 p.
- DRENKARD DE CABAÑA, M. 2002. *Iluminación Artificial en Criaderos de Chinchillas*. Informe a la Asociación de Criadores de Chinchillas. Santa Fé, Colombia.
- ELÍAS, J. 1972. La crianza del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). *Documenta* (23 & 24): 42-49.
- ELÍAS, J. 1974. La crianza del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina). *Documenta* (47 & 48): 36-45.
- FONDEPES. 1999. Centro de Acuicultura. *In* *Memoria Anual*, Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. Lima , Perú.

- GUERRA, A; & A. Gómez; W. Reyes & E. Velásquez. 1986. *Obtención de juveniles de camarón de río **Cryphiops caementarius** Molina (1872) en eclosería piloto.* Resumen VII Congreso Nacional de Biología. 25-31 de Mayo. Arequipa, Perú. 34 pp.
- ICOCHEA, E. Culquichicón, Z. & B. Veneros, 1988. *Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio del "camarón de río" **Cryphiops caementarius**.* Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.
- LOVELL, R. 1987. Requerimientos minerales de los peces. *In Nutrición en Acuicultura.* Espinosa de los Monteros & Labarta (eds.) Vol. II. Edit. Industrias Gráficas España, S.L. Madrid, España. pp. 302.
- MAYNARD, T. 1960. Metabolism and Growth. *In The Physiology of Crustacea.* Waterman (eds.) Vol. I, Department of Zoology, Yale University Academic Press, New York and London.
- MARTÍNEZ, R. 1993. *Camaronicultura.* AGT Editor, S.A. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. México. 232p.
- MÉNDEZ, M. 1981. Claves de Identificación y Distribución de los langostinos y camarones (Crustáceos: Decápoda) del mar y ríos de la Costa del Perú. *Bol. Inst.Mar.Perú* 5(13): 73-81.

- MOLINA, C., E. Cadena & F. Orellana. 2000. *Alimentación de Camarones en Relación a la Actividad Enzimática como una Respuesta Natural al Ritmo Circadiano y Ciclo de la Muda*. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas. Guayaquil, Ecuador.
- MUNAYLLA, U. 1977. Supervivencia larval del “camarón de río” *Cryphiops caementarius* (Molina). *Documenta* (30): 13-16.
- NOLASCO, H. 1998. Actividad enzimática digestiva, ritmos circadianos y su relación con la alimentación del camarón. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, México. 18 p.
- PROSSER, L. 1968. Cromatóforos y cambios de color. *In Fisiología Comparada*. Prosser & Brown (eds.). Segunda edición. Editorial Interamericana, S.A. México D.F., México. pp. 558.
- SEHGAL, A.; J. Williams, H; Su; A. Bernards & J. Field. 2001. *Nueva Vía Ayuda a Comprender los Ritmos Circadianos*. Instituto Medico Howards Hughes.
- SERRA, J. M. & I. GRABULOSA 2000. Los Ritmos Circadianos. *Bol. s/n. Noticias de Investigación Howard Huettes*. Cal, U.S.A. 4 p.
- STICNEY, R. 1994. *Principies of Aquaculture*. Edit. Jhon / Wiley Sons, INC. Canadá 502p.

- VEGAS, M. 1973. *Simposio: El Desarrollo de la Piscicultura en el Perú*. Programa Académico de Pesquería, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- VEGAS, M. & S. Sánchez. 1974. *El contenido estomacal del camarón de río en las cascadas de Barranco*. *In* Avances en el Estudio de crustáceos de agua dulce, realizados por la Universidad Nacional Agraria "La Molina", Lima, Perú.
- VEGA, F; H. Nolasco; R. CIVERA; R. GONZALES & M. OLIVA. 2000. *Alternativa para la Alimentación del Camarón en Cultivo: El Manejo de la Muda*. Grupo de Biotecnología Marina, Universidad de La Habana. Cuba.
- VENTURI, V. & E. Vinatea. 1971. *Comportamiento del camarón de río **Cryphiops caementarius** (Molina) en Estanques Artificiales y con suplemento de Alimentación Artificial*. Edit. Studium. Lima, Perú.
- VENTURI, V. 1972. *Cultivo de Camarones en Estanques: Bioecología Crianza-Repoblación*. Primera edición. Edit. Studium Lima, Perú.
- VENTURI, V. 1973. *Estudio en Laboratorio del Alimento concentrado y completo más conveniente para el crecimiento de camarones de río **Cryphiops caementarius** (Molina)*. Edit. Studium. Lima, Peru.
- VIACAVA, M; R. Aitken & J. Llanos. 1978. Estudio del camarón en el Perú. *Bol. Inst. Mar del Perú* 3 (5):160-232.



14 ENE 2004

00878

- VINATEA, J. 1982. *Acuicultura Continental: Peces, Artemias, Daphnias, Camarones y Langostinos*. Edit. Studium, Lima, Perú. pp. 158-190.
- WALPOLE, R. & R. MYERS. 1992. *Probabilidad y Estadística*. Cuarta Edición. Edit. McGraw-Hilly Interamericana de México, S.A., D.F. México. pp. 345-346.
- WILSON, J. 1989. *Fundamentos de Fisiología Animal*. Edit. Limusa. Primera edición. México, pp. 546-571.
- WITHYACHUMNARNKUL, B.; POOLSANGUAN, B. & POOLSANGUAN, W. 1990. Continuous darkness stimulates body growth of giant freshwater prawns, *Macrobrachium rosebergii* de man. *Chronobiol. Int.* 7: 93-67.
- WITHYACHUMNARNKUL, B. 1992. N-acetiltransferase and melatonin levels in the optic lobe of giant freshwater prawns, *Macrobrachium rosebergii* de man. *Comp. Biochem Physiol.* 102a:703-707.
- ZANUY, S. & M. Carrillo. 1987. La Reproducción de los teleósteos y su aplicación en acuicultura. *In* Reproducción en Acuicultura. Instituto de Acuicultura de Torre de la Sal (C.S.I.C), Ribera de Cabanes, Castellón, España.
- ZENDEJAS, J. 1992. *Nutrición de camarón y manejo de la Alimentación*. *In* Memorias VII Simposio Latinoamericano de Acuicultura, II Encuentro Venezolano sobre Acuicultura Barquisimeto, Venezuela.