

Maduración, muda y crecimiento de hembras del camarón de río *Cryphiops caementarius* con ablación del pedúnculo ocular, en condiciones de laboratorio

*Maturation, moulting and growth of females prawn *Cryphiops caementarius* with eyestalk ablation, in laboratory conditions.*

Reyes-Avalos, Walter¹; Gladis Melgarejo-Velásquez, Gladis²; Rojas-González, Elizabeth²

RESUMEN

El objetivo fue estudiar la maduración, muda y crecimiento de hembras de *C. caementarius* con ablación del pedúnculo ocular. Se emplearon 25 hembras con ovarios en estado II y en muda C y D₁: 5 hembras con pedúnculos oculares intactos; 10 con ablación de un solo pedúnculo ocular y 10 con ablación de ambos pedúnculos oculares. El experimento duró 98 días y abarcó época no reproductiva. La ablación unilateral no afectó la maduración ovárica ni la duración del ciclo de muda, solo ocasionó reducido crecimiento por muda (4% en LC) y moderada mortalidad (40%). En cambio la ablación bilateral ocasionó maduración temprana (25 días), menor duración del ciclo de muda (22 días), mayor crecimiento por muda (8% en LC), alta mortalidad (65%) y cambios en la relaciones de las medidas morfológicas. La ablación unilateral y bilateral no alteraron la duración de los estados de muda AB ni C, pero la ablación bilateral redujo la duración del estado D principalmente la división D₁'.

Palabras clave: Ablación, maduración, muda, crecimiento, camarón.

ABSTRACT

The aim was to determine the effects of ablation unilateral and bilateral eyestalk, in maturation, moult and growth female *C. caementarius*. Twenty-five females were used with ovaries in stage II and in moult C and D₁: five females with eyestalk intact, ten with ablation of a single eyestalk and ten with ablation of both eyestalks. The experiment lasted 98 days and covered non-reproductive season. The unilateral ablation did not affect neither the ovary maturity nor cycle moult; caused only reduced growth by moult (4% in LC) and moderate mortality (40%). Instead ablation bilateral caused early maturation (25 days), shorter cycle moult (22 days), higher growth by moult (8% in LC), high mortality (65%) and changes in relationships of the morphometric measures. The unilateral and bilateral ablation did not alter the duration of the molting stages AB or C, but bilateral ablation reduced the duration of state D division mainly D₁'.

Key Words: Ablation, maturation, moult, growth, prawn.

Presentado el 19 de noviembre 2009, Aprobado el 15 de marzo de 2010.

INTRODUCCIÓN

Cryphiops caementarius es el camarón de los ríos costeros del Perú que soporta pesquería comercial¹ y cuya reproducción en su ambiente natural es fluctuante, con un máximo entre Noviembre a Marzo², situación que limita el cultivo comercial, pues para ello se requieren de reproductores maduros durante el año. En este sentido, los estudios biológicos de la especie, solo describen aspectos importantes de la reproducción y el desarrollo^{3,4,5}, sin embargo, poco se ha avanzado en el manejo de reproductores en cautiverio.

Para inducir la maduración ovárica en crustáceos que tienen reproducción estacional se aplican diversos métodos como implantación de ganglios⁶, mediante control ambiental^{7,8}, por aplicación de hormonas⁹ y

generalmente por ablación del pedúnculo ocular¹⁰. La ablación de uno de los pedúnculos oculares ocasiona maduración precoz en especies de *Penaeus*^{11,12}; en cambio en *C. caementarius*, no causa efecto ni en la reproducción ni en la muda¹³, pero la ablación de ambos pedúnculos oculares produce un efecto favorable sobre el desarrollo ovárico y el crecimiento¹⁴, sin embargo no se ha estudiado el efecto específico sobre la muda y la reproducción en sucesivas ecdisis, ni las alteraciones biométricas del crecimiento por muda, lo cual es de importancia para selección de reproductores.

La ablación de los pedúnculos oculares permite retirar las neurohormonas que inhiben la maduración gonadal y la muda¹⁵ lo que ocasiona aceleración de estos procesos, dependiendo de cual de ambos domina en el momento de la extirpación¹⁶. En este sentido muchas de las funciones que incluyen

reproducción, comportamiento y procesos metabólicos están afectadas por la fisiología del ciclo de muda¹⁷ la cual depende de la especie y del estado del animal. En este sentido, la ablación peduncular produce alteraciones en la maduración ovárica, en el ciclo de muda y en el crecimiento de los camarones.

El objetivo fue conocer la maduración, muda y el crecimiento de hembras de *C. caementarius* con ablación unilateral y bilateral del pedúnculo ocular, en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Camarones adultos de *C. caementarius*, fueron capturados del río Lacramarca (09°07'70" LS y 78°34'20" LW) comprensión de la Provincia del Santa, Departamento de Ancash y transportados al laboratorio donde fueron estabulados en acuarios durante una semana; luego fueron seleccionadas 25 hembras con ovarios en estado II de madurez y en estados de muda C y D₁. Las medidas de los camarones fueron 5,2 ± 0,1 g de peso total; 50,3 ± 1,2 mm de longitud total (escotadura post orbital hasta el extremo posterior del telson) y 13,2 ± 0,3 mm de longitud cefalotorácica (LC= escotadura postorbital hasta el extremo posterior de la línea media dorsal del cefalotórax). El sexo de los camarones fue determinado por la separación de las coxas del quinto par de periópodos¹⁸.

El experimento se realizó entre los meses de Setiembre y Diciembre del 2005; es decir dos semanas de invierno y doce semanas de primavera. Se emplearon 9 acuarios de vidrio (60 x 30 x 30 cm), cada uno con tres compartimentos (600 cm²) divididos con malla plástica tipo mosquitero, lo que permitió mantener a un camarón por compartimento. El agua fue aireada a flujo constante (2 l min⁻¹). Se emplearon 5 hembras con pedúnculos oculares intactos, 10 con ablación de un solo pedúnculo ocular (ablación unilateral) y 10 hembras con ablación de ambos pedúnculos oculares (ablación bilateral). La ablación del pedúnculo ocular se realizó por corte y cauterización¹¹. El desarrollo de los ovarios se observó a través del cefalotórax². Los estadios del ciclo de muda fueron observados en el endopodito de los urópodos¹⁹. El crecimiento

por muda fue expresado como el porcentaje de incremento de la longitud del cefalotórax (% en LC) por muda, midiendo la LC de los exoesqueletos expulsados después de cada ecdisis (E). Los muestreos se realizaron tres veces por semana, durante tres ciclos de muda. Para los cálculos no se consideró la primera muda después de la ablación.

Los camarones fueron alimentados *Ad libitum* con carne de almeja (*Semele solida*) y pescado seco salado (*Trachurus* sp). La limpieza de los acuarios se realizó diariamente antes de cada alimentación. Los cambios de agua (30% del volumen total) se realizaron semanalmente. La temperatura del agua fue chequeada diariamente y quincenalmente se determinó pH, oxígeno disuelto, CO₂ y dureza total²⁰. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza simple y a la prueba de amplitud múltiple de Duncan, con 5% de significancia; además, se realizaron análisis de correlación y de regresión²¹.

RESULTADOS

Maduración: Las hembras con pedúnculos oculares intactos y las con ablación unilateral no maduraron durante los 98 días del experimento; excepto, una con ablación unilateral que maduró a los 29 días. En cambio las con ablación bilateral maduraron en 25 días, cuyos estados II y III del ovario demoraron 11,2 ± 5,6 y 10,5 ± 3,8 días, respectivamente y el estado IV 3,8 ± 1,0 días. Todas las hembras con ovarios IV realizaron muda pre nupcial y fueron ovíferas pero los huevos no fueron fecundados por falta de camarones machos en condiciones para reproducción. La maduración de las hembras con ablación ocurrió en Setiembre y Octubre, cuando la temperatura del agua fue de 18,6 ± 0,5°C. En Noviembre la temperatura del agua fue de 20,4 ± 0,6°C y en Diciembre de 21,5 ± 0,9°C.

Muda: La duración del ciclo de muda en las hembras de *C. caementarius* con ablación bilateral fue de 22,6 días, significativamente (p<0.01) menor que las hembras con ablación unilateral que demoraron 27 días (Tabla 1). Solo en las hembras con ablación bilateral se observó cambio del color de su cuerpo hacia un tono más claro y además ellas tuvieron mayor actividad locomotriz e incremento del apetito.

Tabla 1. Duración (Días± DE) de las ecdisis sucesivas en hembras de *C. caementarius* con pedúnculos oculares intactos y con ablación unilateral y bilateral.

Hembras	Ecdisis 1		Ecdisis 2		Ecdisis 3		Total ciclos de muda		Duración Promedio
	n	Duración	n	Duración	n	Duración	N	%	
	Intactas	5	27,8 ± 3,9	3	27,0 ± 2,6	2	28,2 ± 2,5	10	
Ablación unilateral	8	28,6 ± 5,1	6	27,5 ± 3,7	3	27,7 ± 3,2	17	50,0	27,9 ± 4,1 ^a
Ablación bilateral	6	23,3 ± 3,5	3	21,0 ± 2,6	-	-	9	26,5	22,6 ± 3,3 ^b

DE = Desviación estándar. Valores con letras en superíndice iguales en una columna indican que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

En los tratamientos no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en postmuda, intermuda ni en premuda reciente e intermedia hasta D_1''' . Sin embargo, diferencia significativa ($p < 0,05$) fue observada solo en la duración de premuda tardía D_2 de aquellos camarones con

ablación unilateral y bilateral en relación con el control. Además, con los datos obtenidos fue posible calcular los días que faltan para la ecdisis a un estado de muda del camarón (Tabla 2).

Tabla 2. Duración de los estados, subestados y divisiones del ciclo de muda de hembras de *C. caementarius*, con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

Estados, subestados y divisiones del ciclo de muda	Hembras con pedúnculos oculares intactos				Hembras con ablación peduncular unilateral				Hembras con ablación peduncular bilateral			
	Duración		Días para la ecdisis		Duración		Días para la ecdisis		Duración		Días para la ecdisis	
	n	Días±DE	%	n	Días±DE	%	n	Días±DE	%	n	Días±DE	%
AB	8	4,8±0,9	17,4	27,6	17	4,63±1,3	16,5	27,3	9	3,8±0,9	16,8	22,6
C	8	2,5±1,1	9,1	22,8	13	2,8±1,1	10,4	23,0	6	2,4±0,7	10,6	18,8
D	4	20,3±1,6	73,5	20,3	89	20,0±1,3	73,1	20,2	45	16,4±1,0	72,6	16,4
Do	4	2,9±1,4	10,5	20,3	15	3,8±1,6	13,9	20,2	7	2,7±1,1	11,9	16,4
D ₁	8	6,1±3,6	22,1	17,4	17	5,4±1,9	19,7	16,4	10	4,0±1,8	17,7	13,7
D ₁ '	8	4,9±1,6	17,8	11,3	18	5,0±1,4	17,9	11,0	10	3,9±1,6	17,3	9,7
D ₁ ''	8	3,6±1,7	13,0	6,4	15	2,8±1,0	9,3	6,0	9	2,6±0,5	11,5	5,8
D ₁ '''	8	1,5±0,5 ^a	5,4	2,8	17	2,0±1,1 ^b	7,2	3,2	8	2,2±1,2 ^b	9,7	3,2
D ₂	8	1,3±0,7	4,7	1,3	7	1,2±0,5	5,0	1,2	1	1,0±0,0	4,4	1,0
D ₃	8	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--
D ₄	-	--	--	--	--	--	--	--	-	--	--	--

DE: Desviación estándar. Valores con letras en superíndice iguales en una fila indican que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$).

La ablación unilateral y bilateral no alteró significativamente los estados de postmuda AB ni el de intermuda C. En los camarones con ablación bilateral hubo disminución significativa ($p < 0,05$) de la duración del estado D en relación con los otros tratamientos (Fig. 1). La ablación unilateral y bilateral no afectó el inicio de la premuda (Do) ni la premuda D₃.

En cambio hubo una reducción significativa ($p < 0,05$) en la duración del subestado D₁ en aquellos camarones con ablación bilateral. Sin embargo, la duración del subestado D₂ fue significativamente ($p < 0,05$) mayor en las hembras con ablación unilateral y bilateral en relación con el control (Fig. 2).

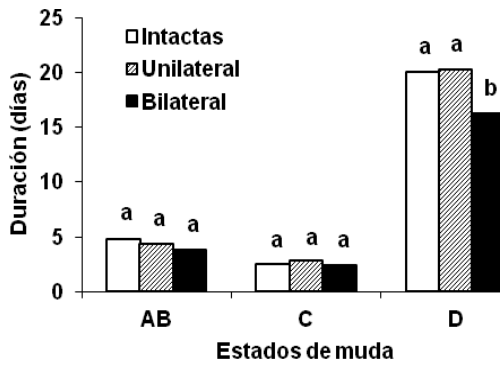


Fig. 1: Duración de los estados del ciclo de muda de hembras de *C. caementarius*, con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

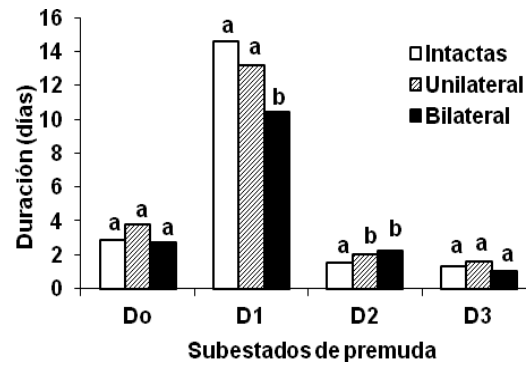


Fig. 2: Duración de los subestados de premuda de hembras de *C. caementarius*, con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

La duración de las divisiones del subestado D₁ fue diferente entre tratamientos. La ablación bilateral solo produjo reducción significativa ($p < 0,05$) de la división D₁'. En

cambio en las otras divisiones no hubo diferencias significativas, pero se observó tendencia a disminuir en mayor proporción con la ablación bilateral (Fig. 3).

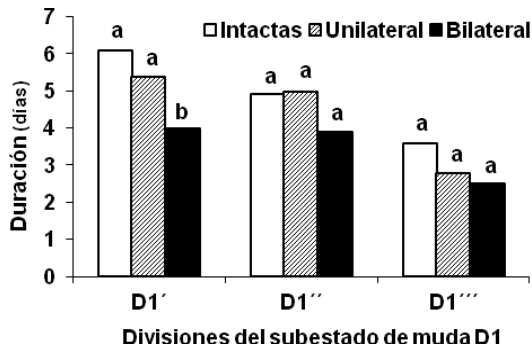


Fig. 3: Duración de las divisiones del subestado D₁ del ciclo de muda de hembras de *C. caementarius*, con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

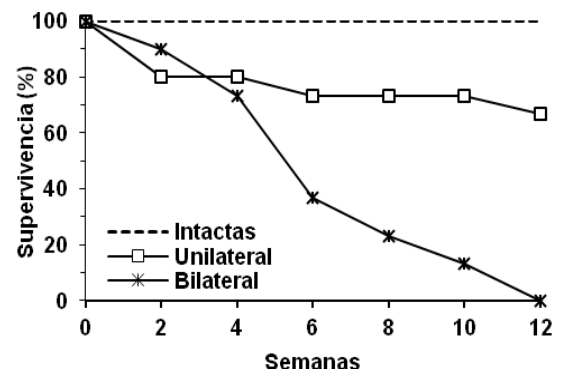


Fig. 4: Variación de la supervivencia de hembras de *C. caementarius* con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

No hubo mortalidad de las hembras intactas. Durante las dos primeras semanas, las hembras ablacionadas en estado D₁ murieron durante la ecdisis. A partir de la sexta semana se observó disminución significativa de la supervivencia de las hembras con ablación bilateral desde 36% hasta 0%; y las con ablación unilateral se mantuvo en 70%

(Fig. 4). Las causas de la mortalidad de hembras con ablación bilateral fueron por muerte repentina (50%), durante la ecdisis (30%) y por canibalismo del macho (20%). La ablación unilateral ocasionó muerte durante la ecdisis (20%) y por canibalismo del macho (10%).

Crecimiento: El crecimiento por muda de las hembras fue diferente entre tratamientos con alta significancia ($p < 0,01$). Las hembras con pedúnculos oculares intactos crecieron el 2% en LC, las con ablación unilateral el 4% en LC y las con ablación bilateral crecieron el 8%

en LC (Fig. 5). En las hembras intactas el 50% de las ecdisis produjeron crecimiento; en las con ablación unilateral solo el 87,5% produjeron crecimiento y en aquellas con ablación bilateral el 100% crecieron luego de cada ecdisis.

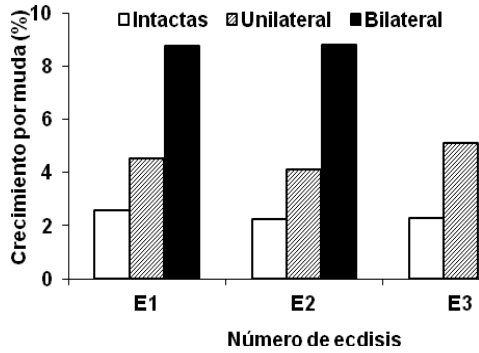


Fig. 5: Crecimiento por muda (% de incremento de la longitud del cefalotórax) en relación con las ecdisis (E) sucesivas de hembras de *C. caementarius* con pedúnculos oculares intactos y con ablación peduncular unilateral y bilateral.

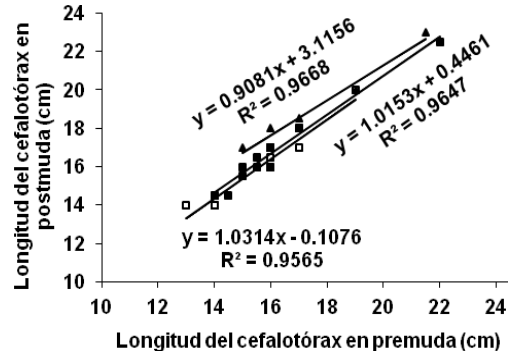


Fig. 6: Relación entre la longitud del cefalotórax en premuda y la longitud del cefalotórax en postmuda de hembras de *C. caementarius* con pedúnculos intactos (□), con ablación unilateral (■) y ablación bilateral (▲).

La relación entre la longitud del cefalotórax en premuda (LC_i) y la longitud en postmuda (LC_i) se ajustó a una regresión lineal (Fig. 6), con alta correlación para las hembras intactas ($r=0,9780$), con ablación unilateral ($r=0,9823$) y con ablación bilateral ($r=0,9833$). De igual

manera, la relación entre la LC_i y la duración del ciclo de muda, también se ajustó a una regresión lineal (Fig. 7), con bajas correlaciones en las hembras intactas ($r=0,4888$), con ablación unilateral ($r=0,6159$) y con ablación bilateral ($r=0,2616$).

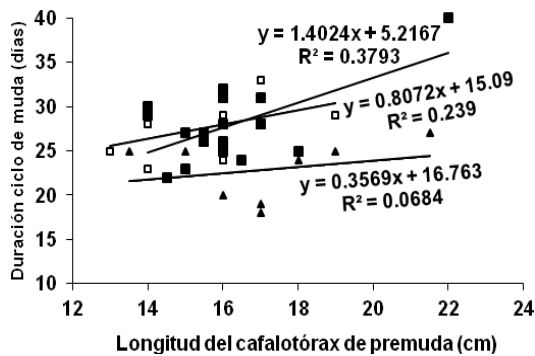


Fig. 7: Relación entre la longitud del cefalotórax en premuda y la duración del ciclo de muda de hembras de *C. caementarius* con pedúnculos intactos (□), con ablación unilateral (■) y ablación bilateral (▲).

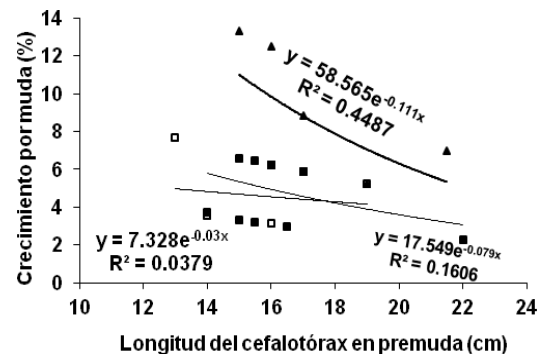


Fig. 8: Relación entre la longitud del cefalotórax en premuda y el crecimiento por muda de hembras de *C. caementarius* con pedúnculos intactos (□), con ablación unilateral (■) y ablación bilateral (▲).

La relación entre la LC_i y el crecimiento por muda, se ajustó a una regresión exponencial negativa (Fig. 8), con baja correlación para las hembras intactas ($r= -0,1948$), con ablación unilateral ($r= -0,4008$) y con ablación bilateral ($r= -0,6699$).

Los parámetros químicos del agua de los tratamientos no tuvieron variación significativa durante el período experimental, siendo el oxígeno de $6,77 \pm 0,04 \text{ mg l}^{-1}$, no hubo CO_2 , el pH fue de $7,79 \pm 0,25$ unidades y la dureza total fue de $187,9 \pm 2,9 \text{ mg l}^{-1}$.

DISCUSIÓN

En condiciones de laboratorio y en época no reproductiva las hembras de *C. caementarius* con pedúnculos oculares intactos y las con ablación unilateral no mostraron signos de maduración ovárica ni fue afectada la duración del ciclo de muda a pesar del incremento de la temperatura del agua (18° a 21°C) en los dos últimos meses, lo cual corrobora lo encontrado en la misma especie¹¹; habiéndose sugerido que el pedúnculo ocular remanente compensa la producción de hormonas que retardan la vitelogénesis y la muda¹⁵. Sin embargo, la maduración ovárica de una sola hembra con ablación unilateral fue contrario a lo reportado en la misma especie¹¹ y en *M. rosenbergii*²². Es probable que factores intrínsecos condicionaron la maduración de la hembra, pues en la época del estudio es menor la actividad reproductiva^{1,2}.

En cambio, la ablación bilateral ocasionó rápida maduración ovárica (25 días) y menor duración del ciclo de muda (22 días) en *C. caementarius*, similar a lo reportado en la misma especie¹², además la despigmentación del cuerpo, sugieren falta de control hormonal pues el pedúnculo ocular es fuente de hormonas que inhiben la vitelogénesis, la muda, y controlan la dispersión de pigmentos, entre otras¹⁵.

La ablación del pedúnculo ocular unilateral o bilateral no alteró la duración de los estados de postmuda AB ni el de intermuda C, lo que sugiere ser una estrategia fisiológica de los camarones en estas condiciones de alteración hormonal, pues ellas deben de reponerse del gasto energético producto de la ecdisis y luego acumular suficientes reservas nutricionales que les permita soportar la subsiguiente maduración o la muda. En cambio, la ablación bilateral ocasionó significativa disminución de la duración del estado D, lo que indica una inminente participación de la hormona de la muda²³.

En los camarones con ablación bilateral, la menor duración de la premuda fue en el subestado D₁ y principalmente en la división D₁' lo que indica que estos serían los principales momentos de activa participación de hormonas que aceleran los procesos metabólicos para conducir al animal hasta la ecdisis, habiéndose reportado en crustáceos la acción de una quitinasa y una fosfatasa en la

endocutícula²³, de la N-acetil glucoamidasasa B en la degradación de quitina durante el ciclo de muda²⁴ y de remoción de calcio para almacenamiento en el estómago²⁵, que ocasionan que el exoesqueleto sea cada vez más delgado¹⁹; de ahí que cuando los camarones alcanzaron los estados D₂, D₃ y AB ellos no se alimentaron durante siete días, lo cual puede ser de utilidad para calcular la ración diaria a proporcionar a los camarones en cultivo²⁶.

El mayor crecimiento por muda de *C. caementarius* fue obtenido en camarones ablacionados; es decir, las hembras con ablación unilateral y bilateral crecieron dos y cuatro veces más (4 y 8% en LC, respectivamente) que las hembras con pedúnculos oculares intactos (2 % en LC). Sin embargo, en la misma especie, la ablación bilateral ocasiona el doble de crecimiento por muda¹² y de igual manera en *C. granulatus*²⁷; en cambio en adultos de *Nephrops norvegicus* es del 4% en LC y en juveniles del 9% en LC²⁸. Es probable que el mayor crecimiento obtenido con ablación bilateral en nuestra especie sea por el tipo de alimento empleado, dado la mayor actividad locomotriz que le permitió buscar e ingerir más alimento para satisfacer sus necesidades energéticas, pues como ha sido reportado en *M. rosenbergii*, la ablación produce aceleraciones hormonales y metabólicas²².

Además, la ablación bilateral ocasionó que haya una distribución equitativa de nutrientes tanto para maduración ovárica como para el crecimiento, al observarse ambos procesos en un mismo ejemplar, pero que con el tiempo estas condujeron a la muerte por causas desconocidas y durante la ecdisis, probablemente por las alteraciones fisiológicas de la ablación. En cambio, en las con ablación unilateral solo el 87,5% de las ecdisis produjeron crecimiento y solo una hembra maduró, y en las hembras intactas el 50% de las ecdisis produjeron crecimiento pero ninguna maduró. La falta de crecimiento de algunas hembras podría ser causa del cautiverio que afecta los procesos fisiológicos²⁸ aunque también existen mudas sin incremento de talla o peso²⁹.

Con fines prácticos se ha establecido valores del coeficiente *b* para definir el tipo de crecimiento en crustáceos decápodos²⁹ como el crecimiento geométrico progresivo ($b > 1,05$), el crecimiento geométrico regresivo ($1,05 > b > 0,95$) y el crecimiento aritmético ($b < 0,95$). El

crecimiento por muda de los camarones con pedúnculos oculares intactos y con ablación unilateral fue del tipo geométrico regresivo para la relación LC_i con la LC_f ($b = 1,0314$ y $1,0153$ respectivamente), lo cual significa que el incremento de la LC_f decrece con la LC_i . Similar relación, fue encontrado en *N. norvegicus*²⁸ y en *Artemesia longinaris*³⁰.

Sin embargo, en la relación LC_i y la duración del ciclo de muda, los coeficientes b no son claros probablemente por el tamaño de muestra, aunque las tendencias de las curvas indican que la duración del ciclo de muda aumenta con la LC_i . En cambio, la ablación bilateral alteró completamente las relaciones entre la LC_i y la LC_f , y entre la LC_i y la duración del ciclo de muda, en donde la regresión fue del tipo aritmético ($b = 0,9081$ y $0,3569$, respectivamente), es decir que el crecimiento de la LC_f y la duración del ciclo de muda en estas hembras fueron independientes de la LC_i . De igual manera la relación entre la LC_i y el crecimiento por muda, que se ajusta a una regresión exponencial negativa, demuestra una pronunciada disminución del crecimiento por muda en individuos de mayor LC_i . Es conveniente ampliar el número de hembras para obtener mejores ajustes en los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

La ablación unilateral del pedúnculo ocular en hembras de *C. caementarius* no afectó la maduración ovárica (29 días) ni la duración del ciclo de muda (28 días), solo ocasionó reducido crecimiento (4% en LC) y moderada mortalidad (40%). En cambio, la ablación bilateral ocasionó maduración temprana (25 días), menor duración del ciclo de muda (22 días), mayor crecimiento (8% en LC), alta mortalidad (65%), pero alteró las relaciones morfométricas de los camarones.

La ablación unilateral y bilateral del pedúnculo ocular no alteró la duración de los estados de muda AB ni C, pero la ablación bilateral redujo la duración del estado D, principalmente la división D_1' .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yépez V, Bandín R. Evaluación del recurso camarón de río *Cryphiops caementarius* en los ríos Ocoña, Majes-Camaná y Tambo, Octubre 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú. 1997; 77: 3-25.

2. Viacava M, Aitken R, Llanos L. Estudio del camarón de río en el Perú. 1975-1976. Bol. Inst. Mar Perú. 1978; 3 (35): 161-232.
3. Lip GB. Primera madurez sexual del camarón de río *Cryphiops caementarius* Molina, 1782 (Natantia, Palaemonidae) en el río Moche. Tesis Bachiller. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 1976.
4. Vegas M, Ruiz L, Vega A, Sánchez S. El camarón *Cryphiops caementarius* (Palaemonidae): desarrollo embriológico, contenido estomacal y reproducción controlada. Primeros resultados. Rev. Lat. Acui. 1981; 19: 11-23.
5. Álvarez CG. Efectos de temperatura y salinidad en el desarrollo de los primeros estados larvales de *Cryphiops caementarius* (Molina, 1782) (Decapoda: Palaemonidae). Tesis. Universidad Católica del Norte. Chile. 1998.
6. Yano I, Tsukimura B, Nweeney JN, Wyban JA. Induced ovarian maturation of *Penaeus vannamei* by implantation of lobster ganglion. J. World Aquaculture Soc. 1988; 19 (4): 204-209.
7. Hoang T, Lee SY, Keenam CP, Marsden GE. Effect of light intensity on maturation and spawning of ablated female *Penaeus merguensis*. Aquaculture. 2002; 209: 347-358.
8. Díaz AC, Souza LC, Cuartas EI, Petriella AM. Growth molt and survival of *Palaemonetes argentinus* (Decapoda, Caridea) under different light-dark condition. Iheringia, Sér. Zool., Porta Alegre. 2003; 93 (3): 249-254.
9. López LS, Medesani DA, Rodríguez EM. Inducción de la maduración ovárica en hembras prepúberes del cangrejo *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda: Brachyura). En II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>). 2003: 735-742.
10. Oliveira PS, Correa AM. Avaliação do efeito de serotonina (5-HT) e da monoablacão do pedúnculo ocular na inducção sa maturacão avariana de *Penaeus penicillatus* (Alcock, 1905). Rev. Brasil. Biol. 1999; 59 (2): 351-359.
11. Halder DD. Induced maturation and breeding of *Penaeus monodon* Fabricus under brackish water pod condition by eye-stalk ablation. Aquaculture. 1978; 15: 171-174.
12. Aktas M, Kumlu M. Gonadal maturation and spawning of *Penaeus semisulcatus* (Penaeidae: Decapod). Tr. J. of Zoology. 1999; 23: 61-66.

13. Reyes WE, Pilco M, Olórtegui K. Efecto de la ablación unilateral del pedúnculo ocular en la maduración ovárica y en el ciclo de muda de *Cryphiops caementarius* Molina 1872 (Decapoda, Palaemonidae), en laboratorio. En I Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2002 (<http://www.civa2002.org>). 2002: 681-687.
14. Verástegui A, Ruiz L. Efectos de la ablación de tallos oculares en el desarrollo gonadal del camarón de río *Cryphiops caementarius*. Anales Científicos UNALM XXIII. 1985: 117-126.
15. Huberman A. Shrimp endocrinology. A review. Aquaculture. 2000; 191: 191-208.
16. Sardá F. La reproducción de los crustáceos. Fisiología: factores de regulación de la reproducción. Potencial reproductivo. En Espinoza J, Labarta U (Edit.). Reproducción en acuicultura. Edit. Industria Gráfica España, S.A. Madrid. 1987: 251-295.
17. Hickman CP, Robert LS, Larson A. Zoología. Principios integrales. Edit. Mc.Graw-Hill. Interamericana de España, S.A. 1994: 539-542.
18. Guerra A. Biología reproductiva de *Macrobrachium gallus* Holthuis, 1952 (Decapoda, Palaemonidae). Trabajo de Habilitación. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 1974.
19. Reyes WE, Luján H. Estados y subestados del ciclo de muda del "camarón de río" (*Cryphiops caementarius* Molina, 1872) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). En II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>). 2003: 808-817.
20. Fukushima M, Sifuentes G, Saldaña G, Castillo G, Reyes J, Shimokawa L. Métodos limnológicos. Dpto. Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 1982.
21. Steel RG, Torrie JH. Bioestadística: principios y procedimientos. 2da. Edic. Mc Graw-Hill. Interamericana de México, S.A. 1988.
22. Pérez MA, Luna J. Efecto de la ablación unilateral del pedúnculo ocular sobre el balance energético de juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea: Palaemonidae). Universidad Ciencia y Tecnología. 1995; 4 (1): 10-17.
23. Van Wormhoudt A, Bellon-Humbert C. 1996. Base biológicas del cultivo de crustáceos: Muda. En Barnabé G. (Ed.). Base biológicas y ecológicas de la acuicultura. Edit. Acribia. p. 237-249.
24. Peters G, Saborowski R, Buchholz F, Mentlein R. 1999. Two distinct forms of the chitin-degrading enzyme N-acetyl-β-D-glucosamidase in the Antarctic krill: specialists in digestion and moult. Marine Biology 134: 697-703.
25. Wheatly M, Zhang Z, Weil JR, Rogers JV, Stiner LM. 2001. Novel subcellular and molecular tools to study Ca²⁺ transport mechanisms during the elusive moulting stage of crustaceans: Flow cytometry and polyclonal antibodies. J. Exp. Biol.. 204: 959-966.
26. Vega-Villasante F, Nolasco-Soria H, Civera-Cerecedo R, González-Valdés R, Oliva-Suárez M. Alternativa para la alimentación del camarón en cultivo: El manejo de la muda. En Cruz-Suárez LE, Ricque-Marie D, Tapia-Salazar M, Olivera-Novoa MA, Civera-Cerecedo R. (Eds.) Avances en nutrición acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola, 19-22 Noviembre, 2000. Mérida, Yucatán.
27. Zapata V, López L, Rodríguez E. Inducción de crecimiento en juveniles del cangrejo *Chasmagnathus granulatus* (Decapoda: Brachiura). En II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. CIVA 2003 (<http://www.civa2003.org>). 2003: 971-977.
28. Sardá F. Estudio de la edad, crecimiento y frecuencia de muda, en cautividad, de *Nephrops norvegicus* (L.) del mar de Catalán. Inv. Pesq. 1985; 49 (2): 139-154.
29. Petriella AM. Estudio sobre la fisiología de la muda del camarón *Artemesia longinaris* Bate. II. Crecimiento y frecuencia de muda. Rev. Lat. Acui. 1986; 29: 11-21.
30. Petriella AM, Boschi EE. Crecimiento en crustáceos decápodos: resultados de investigaciones realizadas en Argentina. Invest. Mar. Valparaíso. 1997; 25: 135-157.

Correspondencia: Walter E. Reyes Avalos
Dirección: Ca. Chiclayo 256 Urb. Aranjuez. Trujillo. Perú.
Cel. 989993299
Email: wreyes_avalos@yahoo.com