

# INDUCCION DE MUDA EN *Cancer plebejus* Poëppig, 1836 (DECAPODA, BRACHYURA) MEDIANTE EXTIRPACION DE PEDUNCULOS OCULARES A DISTINTOS RANGOS DE TEMPERATURA.

LAURA I. WEBER<sup>1</sup> Y EDUARDO TARIFEÑO<sup>2</sup>

**ABSTRACT.** Weber L. & E. Tarifeño. 1995. Moulting induction in *Cancer plebejus* Poëppig, 1836 (Decapoda, Brachyura) by eyestalk ablation at different temperatures. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 30(2): 179-197.

Monthly samples of *Cancer plebejus* Poëppig, 1836, taken from May to December of 1983, inside the Concepcion Bay (Central Chile) showed a winter reproductive season for both sexes, together with a spring moulting period. Sex ratios for each month with the exception of May were biases to males. Two eyestalk ablation experiments were done on *C. plebejus* at the following temperatures: 14-15 °C, 16-18 °C, and 21-23 °C. The percentage of animals that reached either stage D<sub>4</sub> or E, the time taken to reaching the stage, and the average weight increments per week were recorded. A factorial ANOVA showed that there were effects of temperature, eyestalk ablation, and their interaction on the average weight reached by the animals of each set at a certain time. None of the control individuals reached stages D<sub>4</sub> or E. Within the extirpated groups, the highest percentage of animals (50%) that reached either of these stages in a minimum time (4th 5th week post-operation) was observed at 16-18°C; in this group the rate of average weight increase (0.17% of the initial weight per day) was significantly higher than in the controls. At 14-15°C the animals showed the highest rate of average weight increase (0,24% d<sup>-1</sup>), but the lowest percentage of moulting animals (15%) and the longest time to reaching stage D<sup>4</sup> or E. Temperatures of 21-23°C were not favorable, because at the end of the experiment the individuals showed a rate of average weight increase not significantly different from those of the controls.

*Key words:* Cancridae, Physiology, Growth, Ecdysis, Temperature.

**RESUMEN:** Weber L. & E. Tarifeño. 1995. Inducción de muda en *Cancer plebejus* Poëppig, 1836 (Decapoda, Brachyura) mediante extirpación de pedúnculos oculares a distintos rangos de temperatura. *Revista de Biología Marina, Valparaíso* 30(2) : 179-197.

A partir de muestras de la jaiba, *Cancer plebejus* Poëppig 1836, obtenidas en la Bahía de Concepción (Chile Central) desde mayo hasta diciembre de 1983, se determinó un período reproductivo invernal y para ambos sexos una estación de muda en primavera. La proporción sexual mensual fue favorable a los machos con la excepción de mayo. Se realizaron dos experiencias de extirpación de pedúnculos oculares sobre *C. plebejus* a los siguientes rangos de temperatura: 14-15°C, 16-18°C, 21-23°C. Para cada grupo se

1) Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

Dirección actual: The University of Liverpool, Port Erin Marine Laboratory, Port Erin, Isle of Man, U.K.

2) Facultad de Ciencias, Universidad Católica Sma. Concepción, Concepción, Chile.

Dirección actual: Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile. (Dirección para correspondencia).

determinaron los porcentajes de individuos que alcanzaron algunos de los estados D<sub>4</sub> o E, el tiempo tomado en alcanzarlos y los incrementos promedios de peso por semana. Un ANOVA factorial mostró que existe efecto de la temperatura, extirpación y de su interacción sobre los incrementos promedios de peso por grupo a un determinado tiempo. Ninguno de los individuos controles alcanzó algunos de los estados D<sub>4</sub> ó E. Dentro de los grupos de extirpados, el más alto porcentaje de animales mudando (50%) se observó a la temperatura de 16-18°C a un mínimo de tiempo (4a.-5a. semana post-extirpación), con una tasa de incrementos promedios de peso (0,17% del peso inicial por día) significativamente mayor a la de los controles. A pesar que el grupo sometido a 14-15°C mostró la mejor tasa de incrementos promedios de peso (0,24% día<sup>-1</sup>), éste presentó el menor porcentaje de individuos mundanos (15%) y al mayor tiempo. La temperatura de 21-23°C no fue favorable, ya que a fines de la experiencia este grupo mostró una tasa de incrementos promedios de peso no significativamente diferente de los controles.

Palabras claves: Cancridae, Fisiología, Crecimiento, Ecdisis, Temperatura.

## INTRODUCCION

El ciclo de muda de los crustáceos corresponde a un ciclo periódico de cambios fisiológicos, que incluyen la acumulación de reservas, la renovación del exoesqueleto y por lo tanto, el crecimiento. La clasificación del ciclo de muda en cinco principales estados: (A) Recién mudado, (B) caparazón blando, (C) duro, (D) proecdisis o promuda, (E) ecdisis o muda, dada a conocer por Drach (1936, 1939), fue la primera en ser convencionalmente aceptada como aplicable a todos los decápodos con exoesqueleto grueso y bien mineralizado (Passano 1960). Cada uno de estos estado mayores de muda son divididos a su vez en subestados, los cuales pueden variar levemente de un grupo taxonómico a otro (Passano 1960, Vigh & Fingerman 1985).

En los crustáceos branquiuros, de acuerdo a la clasificación nombrada previamente, el estado C (duro) incluye un subestado C<sub>4</sub>, que corresponde a la "intermuda" propiamente tal, cuya duración es un 30% del ciclo total y en la cual se produce la mayor acumulación de reservas energéticas con una activa alimentación. En el inicio de la promuda (D), durante el subestado D<sub>6</sub>, se activa el órgano-Y con la consiguiente liberación de la hormona Crustaecdisona, iniciándose una

activa acumulación de Ca<sup>++</sup> y glicógeno en la epidermis con la continuación de la acumulación de reservas en el hepatopancreas iniciada en el estado C. La formación del nuevo exoesqueleto, como también la formación de espinas comienzan en el subestado D<sub>1</sub>. La acumulación de reservas termina en el subestado D<sub>2</sub> con el cese de la alimentación. Se presume que un estímulo es enviado al sistema nervioso central a través de receptores sensoriales de presión ubicados en la epidermis, que probablemente responderían a la presión mecánica ejercida por la distensión del hepatopancreas (Passano 1960), iniciándose la producción de la exocutícula y la reabsorción del antiguo exoesqueleto (D<sub>3</sub>). El último subestado de la proecdisis (D<sub>4</sub>) se caracteriza por la ruptura de las suturas ecdisiales. La ecdisis (E) comienza con una fase pasiva, con un incremento en la presión osmótica de la sangre producto de una mayor concentración de proteínas y lípidos, provocando una brusca absorción de agua. Esto produce la ruptura del viejo revestimiento quedando expuesta la nueva capa permeable, aumentando la presión hidroestática en el lumen del tubo digestivo. Finalmente, esta agua pasa a la hemolinfa doblando el volumen de los fluidos corporales con la consiguiente activa liberación por rompimiento del antiguo exoesqueleto. Previo al inicio de la

ecdysis se observa una gran absorción de oxígeno, ya que aún siendo esta última etapa activa y de un gran consumo de energía, la actividad respiratoria se detiene completamente debido a que las superficies respiratorias son incapaces de funcionar durante este proceso, restaurándose inmediatamente de finalizada la muda. La siguiente etapa, recién mudado ( $A_1$ ), se caracteriza por dos subestados  $A_1$  y  $A_2$ . En el primero ( $A_1$ ) la absorción de agua continúa y se inicia la calcificación de la exocutícula. El  $A_2$  se caracteriza principalmente por la continuación de la mineralización. El estado B (blando) comienza con el inicio de la secreción de la endocutícula ( $B_1$ ), y continúa en el  $B_2$  con el endurecimiento de las quelas y el inicio del crecimiento del tejido que sigue hasta el  $C_4$ . Otros autores han ajustados este patrón general a otras especies basándose en aspectos morfológicos como las variaciones de la cutícula, epidermis y setogénesis en los pleópodos (Vigh & Fingerman 1985, Rahman & Subramonian 1989) y urópodos (Kurup 1964).

Los órganos relacionados al control hormonal de la muda en los crustáceos son el Órgano-Y y el Órgano-X. El Órgano Y, ubicado en la base de las máxilas, produce y almacena la hormona de la muda, Ecdisona, la cual es un ecdisteroide (Bliss & Welsh 1952) sintetizado a partir del colesterol obtenido de la dieta (Anger & Darwirs 1981, Fingerman 1987). El complejo Órgano-X-glándula del seno, ubicado en los pedúnculos oculares de aquellas especies que los tienen (Passano 1960, Fingerman 1987), produce y almacena la hormona de inhibición de la muda (MIH), un probable neuropéptido (Rao 1965, Webster & Dirksen 1991), estructuralmente relacionado a las vasopresinas (Mattson & Spaziani 1985) que reprime la ecdisteroidogénesis (Freeman & Bartell 1976;

Freeman & Costlow 1979; Webster & Keller 1986; Webster & Dirksen 1991).

La técnica de extirpación de pedúnculos oculares ha sido utilizada en numerosos trabajos con el fin de inducir la muda y por lo tanto el crecimiento (Kurata 1962, Mauviot & Castell 1976, Johns 1981, Molineaux & Shirley 1988, Koshio *et al.* 1990, Chu & Chow 1992).

Se ha comprobado que factores ambientales como la temperatura acortan significativamente el tiempo de intermuda dentro de los rangos óptimos para la especie (Templeman 1936, Kurata 1962, Fowler *et al.* 1971, Shlüter 1979, Benayoun & Fowler 1980, Brown *et al.* 1992). El efecto de la salinidad y de la luz es mínimo si es que llegan a tener alguno (Kurata 1962, Hartnoll 1982) y se ha encontrado que la salinidad tiene mayor efecto sobre el éxito en mudar y la supervivencia (Johns 1981, Brown *et al.* 1992, Rouse & Kartamulia 1992).

La mayoría de las especies de la familia Cancridae son de importante valor comercial o bien son potencialmente explotables (Anderson & Ford 1976, Carroll 1982, Briggs & Mushacke 1982, Latrouite & Morizur 1988. *Cancer plebejus* Poepig 1836, es una especie de fondos arenosos y fangosos (Retamal & Yañez 1973) que se distribuye desde Ancón, Perú hasta Isla Picton, Chile (Retamal 1981). En Bahía de Concepción al sur de Chile, es un recurso abundante y de valor comercial.

El estudio de la inducción de muda en especies de interés económico es de primera importancia para el desarrollo de futuros programas de cultivo. Por esta razón el objetivo del presente trabajo es conocer el efecto de la extirpación de pedúnculos ocula-

res a diferentes rangos de temperatura sobre el ciclo de muda de la jaiba, *Cancer plebejus*.

#### MATERIALES Y METODOS

Se recolectaron seis muestras de la jaiba, *Cancer plebejus* Poepig 1836, durante el

período mayo-diciembre de 1983, en el interior de Bahía de Concepción (36°S, 73°W), Chile. Se utilizó una red de arrastre operada desde una lancha artesanal a lo largo de una transecta desde el Faro Belén hasta el muelle de la COSAF, en Penco, entre 8 a 10 m de profundidad. (Fig. 1).

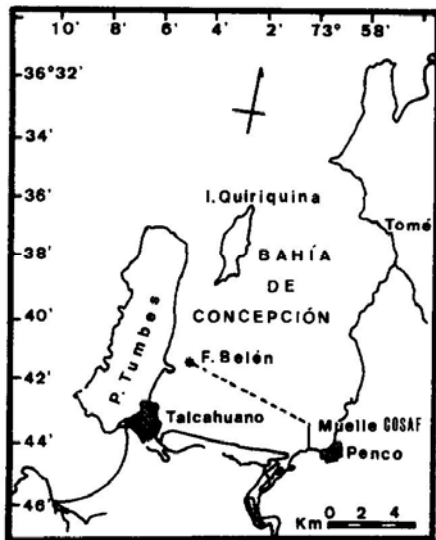


Figura 1: Área de muestreo de la jaiba, *Cancer plebejus* dentro de la Bahía Concepción (Chile Central). (---) línea de transecta del arrastre.

En cada muestra se cuantificaron los individuos de cada sexo, y las hembras ovíferas. Se determinó el estado del ciclo de muda en el cual se encontraban: A, recién mudado; B, blando y C, duro, según Drach (1936, 1939). El estado A fue reconocido por

el exoesqueleto descalcificado y blando como una fina membrana; el estado B se distingue por un exoesqueleto como cáscara delgada y fina que a la mayor presión con el dedo pulgar es quebrado; y el estado C, se caracteriza por un exoesqueleto duro, rígido y grueso,

imposible de quebrar sin utilizar un instrumento apropiado.

Se realizaron dos experiencias simples consecutivas cuyo protocolo experimental se describe en la Tabla 1. En ambas experiencias los individuos fueron mantenidos con aireación permanente en tanques de 45 litros de capacidad, con agua de mar filtrada (10 micrones) la cual fue renovada cada 48 h. Los ejemplares fueron alimentados diariamente con la almeja *Mulinia edulis* King, 1831, y el mitilido *Mytilus chilensis* Hupe, 1854, y sus pesos fueron controlados

semanalmente. Durante la primera experiencia se observaron dos problemas: una cierta dificultad por parte de los individuos en liberar su exoesqueleto y un cierto grado de canibalismo especialmente sobre los individuos recién mudados. Por lo tanto, en la segunda experiencia, con el fin de facilitarle a los individuos el proceso muda, se acondicionaron los acuarios con fondo de arena esterilizada a alta presión durante 20 minutos cada 15 días. Para evitar el canibalismo se implementó un sistema de enrejado, que mantuvo a cada individuos aislado de los otros.

Tabla 1: Experimentos de extirpación de pedúnculos oculares a distintos rangos de temperatura en la jaiba, *C. plebejus*. Protocolo experimental.

CARACTERÍSTICAS	EXPERIMENTO 1	EXPERIMENTO 2
Fecha de inicio-término	31/5/83-31/8/83	21/9/83-7/12/83
Duración	92 días	85 días
Temperatura acuarios	14-15 °C	16-18°C
Grupo control	C1:5 Hembras 5 machos	C2:4 Hembras 4 Machos
Grupo experimental	E1:14-15 °C 10 Hembras 10 Machos	E2:16-18 °C 4 Hembras 4 Machos E3:21-23 °C 4 Hembras 4 Machos

La significancia de las proporciones sexuales a lo largo del año se evaluó con la prueba del Chi-cuadrado.

El efecto de la extirpación de pedúnculos oculares y de las diferentes temperaturas sobre el ciclo de muda fue estimado por medio de: a) los incrementos porcentuales de peso (% del peso inicial), b) los porcentajes de individuos que alcanzaron algunos de los estados de muda D<sub>4</sub> ó E, y c) el tiempo pro-

medio por grupo requerido para alcanzar algunos de estos estados.

Los análisis estadísticos para los incrementos en peso sólo fueron posibles de realizar considerando la variación observada hasta el día 30 post-extirpación, ya que la supervivencia en el grupo E<sub>2</sub>, después del día 30, fue demasiado baja para ser representativa. Se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA), Modelo I, de dos factores (Zar 1974) para determinar el efecto del tiempo y

de la temperatura entre los grupos extirpados mantenidos a temperatura 16-18°C y 21-23°C de la experiencia 2.

Se utilizó un ANOVA Modelo I de tres factores (Zar 1974) para determinar el efecto tiempo, temperatura y extirpación entre los dos grupos (control y extirpado) de la experiencia 1, mantenidos a temperatura de 14-15°C, y los grupos control y extirpados mantenidos a temperatura de 16-18°C de la experiencia 2. Las tendencias de los incrementos de peso en el tiempo se estimaron mediante regresiones lineales, Modelo I (Zar 1974) definiendo los coeficientes de regresión como las tasas (% día<sup>-1</sup>) promedios de incrementos de peso por grupo. Finalmente, se realizó una prueba t de Student para la comparación de los coeficientes de regresión entre los grupos ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Durante el período de muestreos se observó una proporción de machos siempre superior a las hembras, con la sola excepción de mayo en que la proporción de sexos fue 1:1. El resto del año fue superior el número de machos (2:1) elevándose aun mas en noviembre (3:1) ( $P < 0,05$ ).

Se verificó un período reproductivo invernal (Fig. 2) con una proporción de hembras ovíferas superior al 20% en agosto, descendiendo a un 3% a fines de septiembre. Posteriormente, en primavera se observó un período de muda tanto para machos como para hembras con un máximo aproximado de 30% en noviembre (Tabla 2).

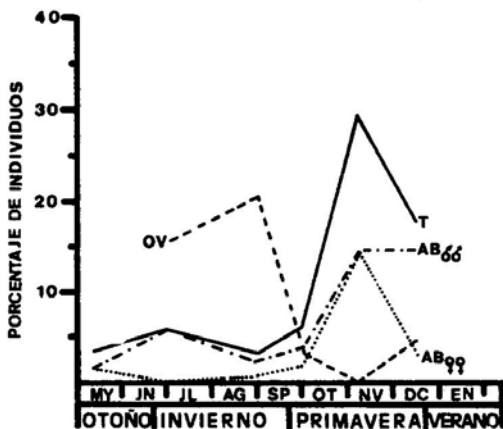


Figura 2: Variaciones durante el período mayo-diciembre de 1983 de los porcentajes de hembras ovíferas (OV) y de los estados recién mudado y blando (AB) en machos y hembras de *Cancer plebejus*, y del total de individuos en ambos estados de muda (T).

Tabla 2.: Resultados de los muestreos mensuales de *Cancer plebejus* en Bahía de Concepción durante el período mayo-diciembre de 1983.

FECHA DE MUESTREO	N	MACHOS				HEMBRAS					M:H
		%			TO-TAL	%				TO-TAL	
		A	B	C		OV	A	B	C		
11 mayo	61	0	3	97	33	-	0	4	96	28	1:1
29 junio	170	0	9	91	114	41	0	0	59	56	2:1
31 agosto	122	0	4	96	81	61	2	0	37	41	2:1
30 septiembre	181	2	3	95	122	10	2	5	83	59	2:1
8 noviembre	41	0	19	81	31	0	10	50	40	10	3:1
15 diciembre	61	5	17	78	41	15	0	10	75	20	2:1

(N) número total de individuos obtenidos por muestreo;

(A) estado de muda A (recién mudado);

(B) estado de muda B (blando);

(C) estado de muda C (duro);

(OV) ov

(M:H) proporción sexual, machos (M) y hembras (H).

Las tasas de incrementos promedios de peso de los grupos de individuos extirpados fueron significativamente mayores que aquellas de los controles ( $P < 0,05$ ) (Figs. 3 y 4), a excepción del grupo de extirpados sometidos a 21-23 °C (E3) (Fig. 5).

Los resultados de los análisis de varianza muestran que hay un efecto del tiempo, de la temperatura, de la extirpación y de la interacción temperatura-extirpación ( $P < 0,05$ ) (Tablas 3 y 4).

En ninguno de los controles se observaron individuos que alcanzaran algunos de los estados D<sub>4</sub> ó E. Sin embargo, todos los grupos extirpados mostraron algún grado de individuos mudando. El grupo de ejemplares extirpados y mantenidos a 16-18 °C (E<sub>2</sub>) mostró el mayor porcentaje de individuos que alcanzaron algunos de estos estados (75% hembras y 25 % machos) en un menor tiempo

(4a. y 5a. semana) (Tabla 5), con una tasa promedio de incrementos de peso de 0,16% día<sup>-1</sup> (Fig. 4). A pesar que los individuos del rango de 14 < 15 °C mostraron significativamente  $P < 0,05$  la mayor tasa de incrementos promedios de peso (0,24 % día<sup>-1</sup>) (Fig. 3), el porcentaje de individuos mudando (15 %) fue el más bajo de todos los grupos de extirpados y el que tomó mayor tiempo en alcanzar esa condición. La temperatura de 21-23 °C no fue favorable para los animales experimentales, ya que aún habiendo mostrado un porcentaje significativo de individuos mudando (25%) a un tiempo medio (6a. a 7a. semana) (Tabla 5), su tasa de incrementos de peso promedios fue alta sólo a comienzos de la experiencia (17 primeros días) (Fig. 5). Luego dejaron de alimentarse mostrando una tasa de incremento de peso promedio (0,07% día<sup>-1</sup>) no significativamente diferente ( $P < 0,05$ ) de los controles (Fig. 4B).

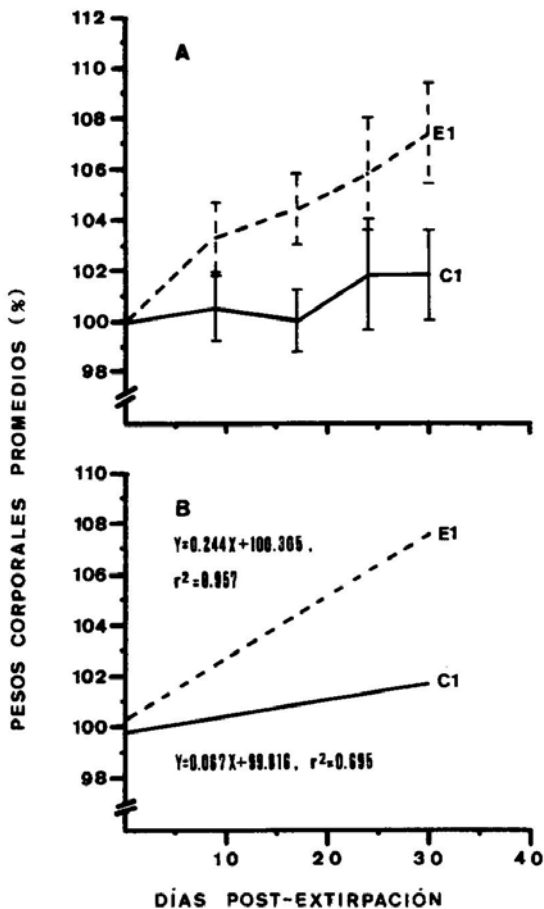


Figura 3: Variaciones de los pesos porcentuales promedios de *Cancer plebejus*, a través del tiempo post-extirpación en los controles (C<sub>1</sub>) y extirpados (E<sub>1</sub>) de la experiencia I (14-15°C). A. Medias y sus límites de confianza ( $P < 0,05$ ). B. Regresiones lineales y sus coeficientes de determinación ( $r^2$ ).



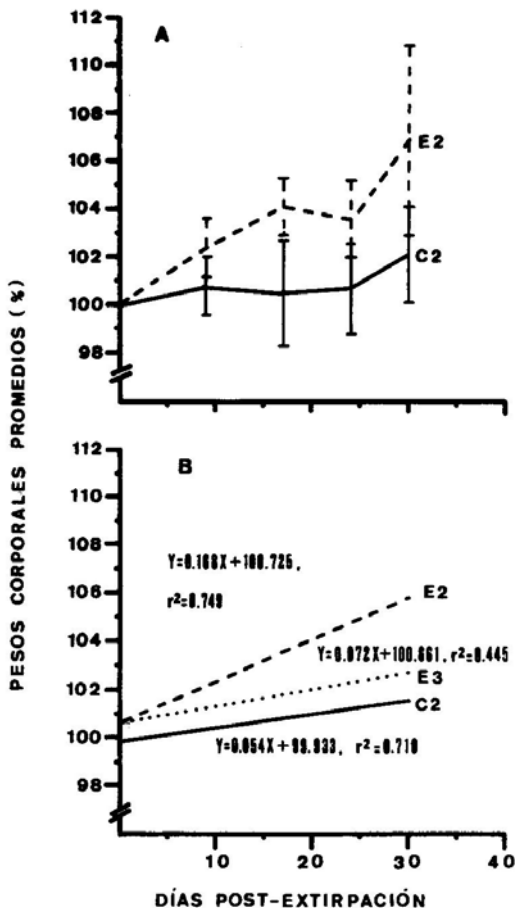


Figura 4: Variaciones de los pesos porcentuales promedio de *Cancer plebejus*, a través de tiempo post-extirpación de los controles a 16-18 °C (C<sub>2</sub>), extirpados a 16-18 °C (E<sub>2</sub>), y extirpados a 21-23 °C (E<sub>3</sub>) de la experiencia 2. A. Medias y sus límites de confianza ( $P < 0,05$ ). No se incluye E<sub>1</sub>. B. Regresiones lineales y sus coeficientes de determinación ( $r^2$ ).

Tabla 3. Resultados de un ANOVA, Modelo I, de dos factores para los efectos de la temperatura y del tiempo (1,9,17,24 y 30 días) sobre los pesos promedios de los individuos de *Cancer plebejus* de los sets de extirpados de la experiencia 2 sometidos a 16-18°C (E<sub>2</sub>) y a 21-23°C (E<sub>3</sub>).

HIPÓTESIS NULA Ho	F <sub>CALCULADO</sub>	F <sub>0.05(1),DF1,DF2</sub>	p	CONCLUSIÓN
No efecto T°	7.286	F <sub>1,56</sub> = 4.012	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto t°	11.130	F <sub>4,56</sub> = 2.542	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto T° & t°	4.077	F <sub>4,56</sub> = 2.542	<<0.05	Rechazo Ho

(T°) temperatura; (t) tiempo; (T°&t) interacción temperatura y tiempo.

Tabla 4 : Resultados de un ANOVA, Modelo I, de tres factores para el efecto de la temperatura, extirpación y tiempo (1,9,17,24 y 30 días) sobre los pesos promedios de *Cancer plebejus* de los sets de la experiencia 1 a 14-15°C: controles (C<sub>1</sub>) y extirpados (E<sub>1</sub>), y aquellos de la experiencia 2 a 16-18°C: controles (C<sub>2</sub>) y extirpados (E<sub>2</sub>).

HIPOTESIS NULA Ho	F <sub>CALCULADO</sub>	F <sub>0.05(1),DF1, DF2</sub>	P	CONCLUSION
No efecto T°	34.980	F <sub>1,171</sub> =3.89	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto EX	106.133	F <sub>4,171</sub> =2.42	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto t	32.997	F <sub>1,171</sub> =3.89	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto T°&t	122.508	F <sub>1,171</sub> = 2.42	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto EX&t	24.193	F <sub>4,171</sub> =2.42	<<0.05	Rechazo Ho
No efecto T°&Ex	6.374	F <sub>4,171</sub> =2.42	<<0.05	Rechazo Ho

(T°) temperatura; (Ex) extirpación; (t) tiempo; (T°&t) interacción temperatura y tiempo; (Ex&t) interacción extirpación y tiempo; (T°&Ex) interacción temperatura y extirpación.

La supervivencia de los individuos de los diferentes grupos estuvo muy relacionada con la muda. En ambos controles, en donde no se observaron individuos en muda, la supervivencia se mantuvo entre el 30 y 40 % a fines de cada experiencia. El grupo E<sub>2</sub> (16-18°C), que mostró el mayor porcentaje de individuos que alcanzaron algunos de los

estados D<sub>4</sub> ó E (50%) fue también el que mostró la más baja supervivencia con 12,5% ya en el día 40 (Fig. 6). Otros factores que determinaron una alta mortalidad fueron, el canibalismo en la experiencia 1 y la contaminación por bacterias y hongos fue considerable en ambas experiencias.

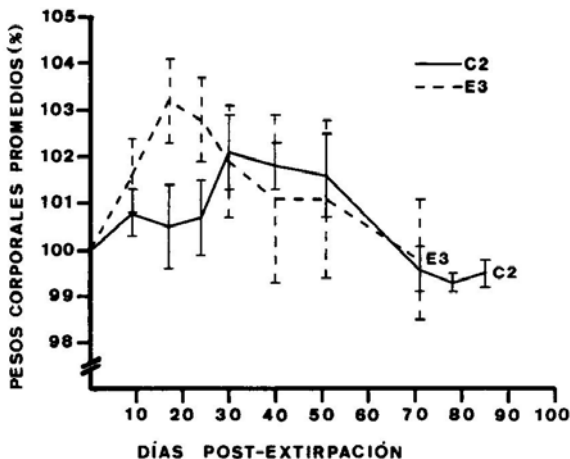


Figura 5: Variaciones de los pesos porcentuales promedios de *Cancer plebejus* a través del tiempo post-extirpación de los controles a 16-18 °C (C<sub>2</sub>) y extirpados a 21-23 °C (E<sub>3</sub>) de la experiencia 2. Medias y sus desviaciones estándar.

Once ejemplares mudaron después de iniciada la experiencia, de los cuales 2 hembras del grupo E<sub>1</sub> mudaron inmediatamente (2<sup>o</sup> a 3<sup>er</sup>. día) después de la extirpación. Estas hembras no fueron consideradas dentro de los porcentajes de aquellos que alcanzaron la ecdisis por efecto de extirpación de pedúnculos oculares. Se consideró la ecdisis de estas hembras como la consecuencia de un proceso natural de muda que ya estaba en desarrollo cuando los animales fueron capturados. Sus incrementos de peso, observados a la semana de haber mudado

fueron 12,2 % y 8,9 %, respectivamente. Ambas continuaron vivas hasta poco tiempo después de los 50 días post-extirpación. De los 9 ejemplares que mudaron pasados los primeros 10 días post-extirpación, sólo 3 hembras continuaron vivas después de la ecdisis, con incrementos en peso de 6,1 %, 9,4 % y 53,9 %. Esta última, con un altísimo incremento de peso, continuó viva por otros 15 días, llegando a alcanzar un incremento final de 65,6 % previa a su muerte cercana al día 30 del experimento (Fig. 7).

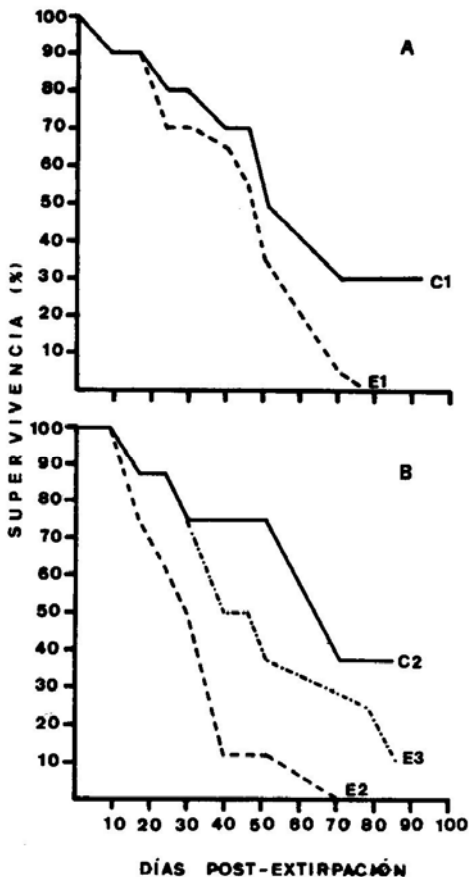


Figura 6: Supervivencia (%) post-extirpación en *Cancer plebejus*. A. Experiencia 1 (14-15 °C), controles (C<sub>1</sub>), extirpados (E<sub>1</sub>). B. Experiencia 2, controles a 16-118 °C (C<sub>2</sub>), extirpados a 16-18°C (E<sub>2</sub>) y extirpados a 21-23 °C (E<sub>3</sub>).

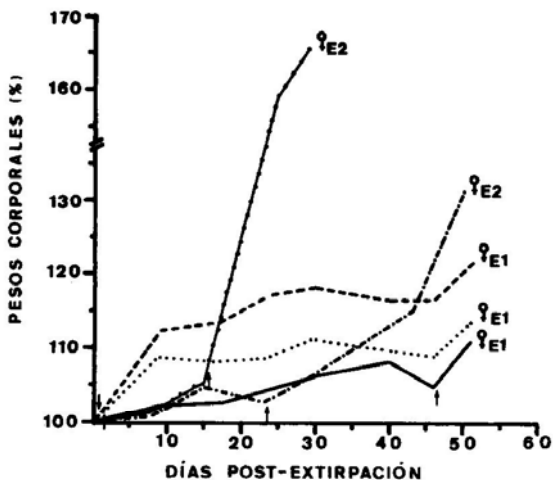


Figura 7: Individuos de *Cancer plebejus* sobrevivientes a la ecdisis. (E<sub>1</sub>) Extirpados a 14-15 °C, (E<sub>2</sub>) extirpados a 16-18 °C (∇) momento de la ecdisis.

Tabla 5. Resultados de las experiencias 1 y 2. Porcentaje de individuos que alcanzaron los estados D<sub>4</sub> y tiempo post extirpación ( ) transcurrido hasta alcanzar dichos estados.

EXPERIENCIA	SET	N	TEMPERATURA °C	ESTADOS ALCANZADOS (%)		
				OV	D4	O E
1	C1	10	14-15	20	0	----
	E1	10	14-15	40	10	7A
	E1	10	14-15	—	20	8-9
2	C2	8	16-18	20	0	----
	E2	4	16-18	0	75	4-5a
	E2	4	16-18	—	25	4-5a
	E3	4	21-23	0	0	----
	E3	4	21-23	—	50	6-7a.

## DISCUSION

Se distinguió un único período reproductivo para la jaiba, *Cancer plebejus* entre junio y septiembre de 1983 en la Bahía de Concepción, Chile. Sin embargo, existe la posibilidad de un segundo período, como ha sido señalado para *Cancer magister* y *C. gracilis* (Oresanz & Gallucci 1988) que pudiera tener lugar durante enero-febrero. También sería necesario determinar la posibilidad de la existencia o no de un segundo período de muda durante marzo-abril. Patrones bimodales de muda durante el año han sido reportados previamente para otros decápodos (Tamm & Cobb 1976, Conan 1985, Asakura 1992).

El acortamiento de la intermuda mediante extirpación de pedúnculos oculares ha sido previamente reconocida en numerosas especies de decápodos (Abramowitz & Abramowitz 1940, Smith 1940, Mauviot & Castell 1976, Molineaux & Shirley 1988, Rahman & Subramonian 1989, Koshio *et al.* 1989, Koshio *et al.* 1990, Chu & Chow 1992). Este mismo efecto se observó en este estudio para *C. plebejus*, dado que ninguno de los controles mudó durante la experiencia.

El incremento de temperatura es otro factor que ha mostrado ser de suma importancia en el aumento de la frecuencia de muda (Kurata 1962, Fowler *et al.* 1971, Cognard 1973, Anderson & Ford 1976, Shlüter 1979, Benayoun & Fowler 1980, Hartnoll 1982, Koshio *et al.* 1989, Brown *et al.* 1992.) dentro de los rangos tolerables para cada especie. Se ha observado, que el eufáusido *Meganyctiphanes norvegica* alcanza un período mínimo de intermuda a temperaturas altas, sobre las cuales normalmente encuentra en su ambiente natural, y que a temperaturas mayores a estas la duración de la intermuda

se hace independiente (Fowler *et al.* 1971). En adultos de *C. plebejus* el rango extremo de temperatura (21-23°C) utilizado en este estudio no fue favorable, ya que a pesar de haber encontrado algunos individuos en muda, a la tercera semana se comenzó a observar el efecto negativo, dejando ellos de alimentarse y mostrando una muy baja actividad. Sin embargo, el rango de 16-18°C fue el de mejores resultados en este estudio, aún siendo temperaturas superiores a las que *C. plebejus* encuentra en Bahía de Concepción (11-15°C).

Respecto al efecto de la temperatura sobre los incrementos de peso y tamaño por muda, se han observado resultados contradictorios, Anderson & Ford (1976) encontraron en *Cancer anthonyi* una reducción del incremento en tamaño por muda con el aumento de la temperatura. En *Homarus americanus*, Koshio *et al.* (1989) observaron un menor incremento de tamaño por muda a mayores temperaturas, pero que tanto controles como extirpados alcanzaban mayores pesos que individuos de la misma talla sometidos a menores temperaturas; es decir, que había una alteración de la forma. La reducción del incremento de tamaño a mayores temperaturas ha sido explicada como una consecuencia de menor tiempo para acumular reservas y de mayores tasas respiratorias (Hartnoll 1982). En *C. plebejus* los incrementos de peso promedios más altos se registraron al menor rango de temperatura (14-15°C). La mayor tasa de incrementos de peso en este grupo podría ser explicado por el hecho que estos individuos fueron capturados en mayo, período aún lejano a la estación de muda en primavera, mientras que los individuos del grupo a 16-18°C lo fueron en septiembre, período próximo al inicio de la muda. Por lo tanto, los individuos de la experiencia 2 podrían haberse encontrado en una etapa más

avanzada de la intermuda, y por lo tanto con una mayor reserva de nutrientes que los colectados en mayo (experiencia 1). Esto también permitirá explicar el mayor tiempo tomado en alcanzar alguno de los estados D<sub>4</sub> ó E por parte de los individuos extirpados y sometidos a 14-15°C.

Otro factor importante de considerar es el efecto de la extirpación de pedúnculos oculares sobre los incrementos de peso y tamaño por muda. Algunos autores han encontrado que individuos extirpados muestran un mayor peso ganado por muda que los no extirpados (Mauviout & Castell 1976, Koshio *et al.* 1989), como también tamaños mayor (Smith 1940, Abramowitz & Abramowitz 1940, Koshio *et al.* 1989, Chu & Chow 1992).

La extirpación usualmente resulta en una muda precoz (Fingerman 1987), en donde una dieta con un alto contenido de nutrientes es fundamental (Smith 1940, Bordner 1989, Koshio *et al.* 1989, 1990) para la síntesis de tejido durante la siguiente intermuda (Mauviout & Castell 1976). Cuando la dieta no ha sido un factor limitante no se han encontrado diferencias en las supervivencias entre extirpados y controles (Koshio *et al.* 1989). Todas las mortalidades atribuidas previamente a la extirpación de pedúnculos oculares (Abramowitz & Abramowitz 1940, Passano 1960) se ha comprobado que eran directa consecuencia de una inadecuada alimentación (Smith 1940, Mauviout & Castell 1976, Bordner 1989, Koshio *et al.* 1989, 1990). En general, se ha observado que, crustáceos decápodos marinos carnívoros requieren altos niveles de proteína en la ingesta. En *H. americanus*, altos niveles de proteína en la dieta son fundamentales, no así el glicógeno (Castell & Budson 1974). Estos autores sugieren que probablemente las pro-

teínas también sean utilizadas como fuente de energía, debido a los bajos niveles de glucosa encontrados en la sangre. También en camarones se han encontrado estos mismos requerimientos (Kitabayashi *et al.* 1971), así por ejemplo, *Palaemon serratus* mantiene incrementos en el crecimiento con dietas de hasta 70 % de proteínas (Forster & Beard 1973). En general, dietas con 45 % de proteína de jaiba o dietas compuestas de alta calidad nutricional con *Artemia* spp. como materia prima tienen buenos resultados en cultivos de langostas, camarones y jaibas, basados en inducción de muda mediante extirpación de pedúnculos oculares (Ebert *et al.* 1983, Bordner 1989, Koshio *et al.* 1989, 1990).

Los factores que indujeron a mortalidad en *C. plebejus* en este estudio podrían ser resueltos con sistemas de cultivo adecuados. El canibalismo, citado previamente para la familia Cancridae (Anderson & Ford 1976, Bordner 1989), podría ser evitado con un sistema de enrejado que permita el aislamiento de cada individuo. Un sistema de agua circulante es fundamental para evitar la contaminación por bacterias y hongos, característicos de sistemas de agua estancada, y evitar la contaminación por amonio.

Existe otro factor directamente relacionado a la liberación del antiguo exoesqueleto, que fue una de las principales causas de mortalidad durante la ecdisis en este estudio. Molineaux & Shirley (1982) postulan que crustáceos con los pedúnculos oculares extirpados serían incapaces de limitar la sal depositada en el exoesqueleto debido a la ausencia de un principio hormonal inhibidor de depósito de sales (SDI) que se produciría en los pedúnculos oculares y que controlaría la acción de otro principio promotor de depósito de sales (SD), producido a su vez en otro sector del crustáceo. Por

lo tanto, los individuos extirpados serían incapaces de remover el exceso de sales depositado en el antiguo exoesqueleto previo a la ecdisis, impidiendo la adecuada liberación de éste. Estos autores señalan las mayores

cantidades de calcio encontradas por Spaziani *et al.* (1982) en individuos extirpados de *Cancer antennarius* en relación a controles, como evidencia a favor de su hipótesis.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Prof. María T. López (U. de Concepción) por las sugerencias en la ejecución del trabajo; a la tripulación de la lancha "Santa Adriana" (Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Talcahuano) por su entusiasmo en la recolección del material biológico; y al Dr. Ramón Ahumada (Universidad Católica de la Santísima Concepción) por facilitarnos gentilmente información de las temperaturas de fondo de Bahía de Concepción.

#### LITERATURA CITADA

- Abramowitz, R.K. & A.A. Abramowitz. 1940. Moulting, growth, and survival after eyestalk removal in *Uca pugilator*. The Biological Bulletin 78:179-188.
- Anderson, W.R. & R. F. Ford. 1976. Early development, growth and survival of the yellow crab *Cancer anthonyi* Rathbun (Decapoda, Brachyura) in the laboratory. Aquaculture 7:267-279.
- Anger, K. & R.R. Dawirs. 1981. Influence of starvation on the larval development of *Hyas araneus* (Decapoda, Majidae). Helgoländer Meeresuntersuchung 34: 287-311.
- Asakura, A. 1992. Population ecology of the sand dwelling hermit crab *Diogenes nitidimanus* Tearo. 5. Ecological implications in the pattern of molting. Journal of Crustacean Biology 12(4):537-545.
- Benayoun, G. & S.W. Fowler. 1980. Long-term observations on the molting frequency of the shrimp *Lysmata seticaudata*. Marine Biology 59:219-223.
- Bliss, D.E. & J.H. Welsh. 1952. The neurosecretory system of brachyuran Crustacea. The Biological Bulletin 103:157-169.
- Bordner, C.E. 1989. A standard reference diet for crustacean nutrition research. V. Growth and survival of juvenile Dungeness crabs *Cancer magister*. Journal of the World Aquaculture Society 20(3):118-121.
- Briggs, P.T. & F.M. Mushacke. 1982. Characteristics of the jonah crab and rock crab in New York waters. New York Fish and Game Journal 29(2):109-126.
- Brown, S.d.; Bert, T.M.; Tweedale, W.A.; Torres, J.J. & W.J. Lindberg. 1992. The effects of temperature and salinity on survival and development of early stage Florida stone crab *Menippe mercenaria* (Say). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 157:115-136.
- Carroll, J.C. 1982. Seasonal abundance, size composition, and growth of rock crab, *Cancer antennarius* Stimpson, off Central California. Journal of Crustacean Biology 2(4):549-561.
- Castell, J.D. & S.D. Budson. 1974. Lobster nutrition: The effect on *Homarus americanus* of dietary protein levels. Journal of Fisheries Research Board of Canada 31:1363-1370.
- Chu, K.H. & W.K. Chow. 1992. Effects of unilateral versus bilateral eyestalk ablation on molting and growth of the shrimp, *Penaeus chinensis* (Osbeck, 1765) (Decapoda, Panacidea). Crustaceana 62(3):225-233.



- Gognard, C. 1973. Influence de la température sur les développements embryonnaire et postembryonnaire du copépode diaptomide *Eudiaptomus gracilis gracilis* (Saras, 1863). *Crustaceana* 24:323-331.
- Conan, G.Y. 1985. Periodicity and phasing of molting. In: Wenner, A.M. (ed.). *Crustacean Issues* 3:73-99. A.A. Balkema, Rotterdam.
- Drach, P. 1936. Le cycle parcouru entre deux mues et ses principales étapes chez *Cancer pagurus* Linné. *Comptes Rendus Hebdomadaires de l'Académie des Sciences, Paris* 202:2103-2105.
- Drach, P. 1939. Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes. *Annales de l'Institut Océanographique (Paris)* 19:103-391.
- Ebert, E.E.; Hazeltine, A.W.; Houk, J.L. & R.O. Kelly. 1983. Life history, environment, and mariculture studies of the dungeness crab, *Cancer magister*, with emphasis on the central California fishery resource. *Fish and Game Fish Bulletin* 172.
- Fingerman, M. 1987. The Endocrine Mechanisms of Crustaceans. *Journal of Crustacean Biology* 7(1):1-24.
- Forster, J.R. & T.W. Beard. 1973. Growth experiments with the prawn (*Palaemon serratus*) Pennant fed with fresh and compounded foods. *Fishery Investigations* 27(7):1-16.
- Fowler, S.W.; Small, L.F. & S. Keckes. 1971. Effects of temperature and size on molting of euphausiid crustaceans. *Marine Biology* 11:45-51.
- Freeman, J.A. & C.K. Bartell. 1976. Some effects of the molt inhibiting hormone and 20-hydroxyecdysone upon molting in grass shrimp, *Palaemonetes pugio*. *General Comparative Endocrinology* 28:131-142.
- Freeman, J.A. & J.D. Costlow. 1979. Hormonal control of apolysis in barnacle mantle tissue epidermis, in vitro. *Journal of Experimental Zoology* 210:333-345.
- Hartnoll, R.G. 1982. Growth. In: Abele, L.G. (ed.). *The Biology of Crustacea Vol 2*:111-196. Academic Press, Inc., London.
- Johns, D.M. 1981. Physiological studies on *Cancer irroratus* larvae. I. Effects of temperature and salinity on survival, development rate and size. *Marine Ecology-Progress Series* 5:75-83.
- Kitabayashi, K.; Shudo, K.; Nakamura, K. & S. Ishawa. 1971. Studies of formula feed for kuruma prawn. V. On the growth-promoting effects of protein level in a diet and reexamination of ingredients used. *Bulletin of Tokai Regional Fisheries Research Laboratory of Tokyo* 65:139-147.
- Koshio, S.; Haley, L.E. & J.D. Castell. 1989. The effects of two temperatures and salinities on growth and survival of bilaterally eyestalk ablated and intact juvenile american lobsters, *Homarus americanus*, fed brine shrimp. *Aquaculture* 76:373-382.
- Koshio, S.; O'Dor, R.K. & J.D. Castell. 1990. The effects of dietary energy levels on growth and survival of eyestalk ablated and intact juvenile lobsters *Homarus americanus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 21(3):160-169.
- Kurata, H. 1962. Studies on the age and growth of Crustacea. *Bulletin of Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory* 24:1-115.
- Kurup, N.G. 1964. The intermolt cycle of an anomuran, *Petrolisthes cinctipes* Randall (Crustacea-Decapoda). *The Biological Bulletin* 127:97-107.

- Latrouite, D. & Y. Morizur. 1988. Observations sur la croissance du tourteau *Cancer pagurus* en Manche et en Golfe de Gascogne.. Conseil International pour l'Exploration de la Mer. Comité des Mollusques et Crustacés, K: 34, 11pp.
- Mattson, M.P. & E. Spaziani. 1985. Functional relations of crab molt-inhibiting hormone and neurohypophysial peptides. *Peptides* 6:635-640.
- Mauviot, J.C. J.D. Castell. 1976. Molt- and growth-enhancing effect of bilateral eyestalk ablation on juvenile and adult american lobsters (*Homarus americanus*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 33: 1922-1929.
- Molyneaux, D.B. & T.C. Shirley. 1988. Molting and growth of eyestalk-ablated juvenile red king crabs, *Paralithodes camtschatica* (Crustacea:Lithodidae). *Comparative Biochemistry and Physiology* 91A(2):245-251.
- Oresanz, J.M. & V.F. Gallucci. 1988. Comparative study of postlarval life-history schedules in four sympatric species of *Cancer* (Decapoda: Brachyura: Cancridae). *Journal of Crustacean Biology* 8(2):187-220.
- Passano, L.M. 1960. The molting and its control. In: Waterman, T.H. (ed.). *The Physiology of Crustacea*, Vol. I, Chap. 15:473-536. Academic Press, London.
- Rahman, Md. K. & T. Subramonian. 1989. Molting and its control in the female sand lobster *Themus orientalis* (Lund). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 128:105-115.
- Rao, K.R. 1965. Isolation and partial characterization of the moult-inhibiting hormone of crustacean eyestalk. *Experiencia* 21:593-594.
- Retamal, M.A. & L.A. Yañez. 1973. Análisis cuali- y cuantitativo de los decápodos de los fondos blandos sublitorales de la Bahía de Concepción, Chile. *Gayana Zoología* 23:48pp.
- Retamal, M. 1981. Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zoología* 41:1-110.
- Rouse, D.B. & I. Kartamulia. 1992. Influence of salinity and temperature on molting and survival of freshwater crayfish (*Cherax tenuimanus*). *Aquaculture* 105:47-52.
- Schlüter, U. 1979. Über die Temperatureabhängigkeit des Wachstums und des Häutungszyklus von *Argulus foliaceus* (L.) (Branchiura). *Crustaceana* 37(1):100-106.
- Smith, R.I. 1940. Studies on the effects of eyestalk removal upon young crayfish (*Cambarus clarkii* Girard). *The Biological Bulletin* 79:145-152.
- Spaziani, E.; Ostedgaard, L.S.; Vensel, W.H. & J.P. Hegmann. 1982. Effects of eyestalk removal in crabs: relation to normal premolt. *Journal of Experimental Zoology* 221:323-327.
- Tamm, G.R. & J.S. Cobb. 1976. Diel ecdysis rhythms in juvenile lobsters *Homarus americanus*. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 33:819-821.
- Templeman, W. 1936. The influence of temperature, salinity, light and food conditions on the survival and growth of the larvae of the lobster (*Homarus americanus*). *Journal of the Biological Board of Canada* 2:485-497.
- Vigh, D.A. & M. Fingerman. 1985. Molt staging in the fiddler crab *Uca pugilator*. *Journal of Crustacean Biology* 5(3):386-396.

- Webster, S.G. & H. Dirksen. 1991. Putative molt-inhibiting hormone in larvae of the shore crab *Carcinus maenas* L.: an immunocytochemical approach. *The Biological Bulletin* **180**:65-71.
- Webster, S.G. & R. Keller. 1986. Purification, characterization and aminoacid composition of the putative moult-inhibiting hormone (MHI) of *Carcinus maenas* (Crustacea, Decapoda). *Journal of Comparative Physiology B* **156**:617-624.
- Zar, J.H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall International, Inc., London. 567 pp.

*Manuscrito recibido en octubre de 1994 y aceptado en octubre de 1995*