Determinación de los estados del ciclo de muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* Milne Edwards, 1837)*

Alvaro Elorza y Enrique Dupré

Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar
Universidad Católica del Norte, Casilla 117, Coquimbo, Chile

RESUMEN. Se caracterizan los estados del ciclo de muda de *Jasus frontalis* en base a los cambios morfológicos externos y a la formación de nuevas setas en el ápice de los pleópodos, determinando en forma aproximada los días que faltan para la ecdisis.

Al inicio del estado AB el exoesqueleto es flácido, pero a medida que transcurre el tiempo éste comienza a endurecerse. En este estado la epidermis está estrechamente asociada a la cutícula, y el lumen de la seta presenta un protoplasma granular. Durante el estado C el cefalotórax está totalmente rígido. En el estado D ocurren los mayores cambios morfológicos, asociados al reblandecimiento del caparazón y al proceso de setogénesis. Debido a esto, el estado D se divide en cinco subestados (0 a 4). En el transcurso del subestado D2, las placas branquiostegales del caparazón comienzan a reblandecerse, las cuales pueden ser fácilmente deprimidas en el subestado D4.

La determinación de características morfológicas externas detectables, constituye un método fácil, rápido y seguro, tanto para predecir la muda en *Jasus frontalis*, como para detectar hembras potenciales de ser fecundadas, y que por ende, aportarían miles de huevos a la población de langostas. Debido a esto, los resultados de esta investigación permitirían implementar una nueva medida de manejo tendiente a proteger el potencial reproductivo de esta especie. Esta medida debiera consistir en la prohibición de extraer hembras con los márgenes laterales del caparazón reblandecidos, debido a que estas hembras están sexualmente maduras y que están próximas al apareamiento y/o desove.

Palabras claves: langosta, muda, premuda, decápodos, *Jasus*.

Stages of the molting cycle of the Juan Fernández lobster (*Jasus frontalis* Milne Edwards, 1837)*

ABSTRACT. This study characterizes the stages of *Jasus frontalis*'s moult cycle in base to external morphological changes of the caparace, as well as, setal development at tip of pleopods determining, in approximated form, the days that lack for ecdysis.

At the beginning of the stage AB the exoskeleton is found soft, but it begins to harden at the end of this stage. In this stage the epidermis is narrowly associated with the cuticle and the setal lumen presents a granular protoplasm. During stage C the caparace is totally rigid. In the state D occur the most important morphological changes associated with softening of the caparace and with setal development. Due to this, the stage D is split into five substages (0 to 4). During the course of the substage D2, the plates B and C of the carapace begin to be softened, which can be easily depressed into the substage D4.

The detection of external morphological characters constitutes an easy, quick and sure method to predict the moult process in the lobster *Jasus frontalis*, as well as, to detect potential females of being fertilized, that is, females that would provide thousands of eggs to the lobster's population. Due to this, the results of this investigation would allow to implement a new managing measure, tending to protect the reproductive potential of this species. This measure should consist in the prohibition of extracting females with their caparace lateral margins soft, due to the fact that these females would be sexually mature and next to the matching and/or spawning.

Key words: lobster, moult, premoult, decapods, *Jasus*.

*Proyecto FONDECYT N° 194-1121, a cargo del Prof. Enrique Dupré M.

INTRODUCCION

La langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*) es un crustáceo decápodo endémico de las aguas oceánicas de Chile y de gran importancia comercial. Como recurso ha sido extraído en forma sostenida desde 1893, constituyéndose en una de las pesquerías más antiguas del país. Entre los años 1960 y 1994 se ha observado una clara disminución de los desembarques anuales de este recurso, a pesar de las medidas biológicas de manejo que se implementaron en la década del sesenta (Arana *et al.*, 1985; Arana y Toro, 1985; Yañez *et al.*, 1985). Estos antecedentes han hecho evidente la necesidad de realizar estudios sobre su reproducción y desarrollo, para determinar el período de apareamiento, desove y eclosión de las larvas y, por consiguiente, establecer las medidas más adecuadas para su protección.

La información sobre el ciclo de muda de los crustáceos Decápodos, y en particular de *Jasus frontalis*, es de relevante importancia para los estudios del ciclo reproductivo de esta especie, ya que ambos están controlados por los mismos sistemas hormonales. Debido a esto, en la mayoría de los crustáceos, incluidas las langostas espinosas, el apareamiento y el desove ocurre justo después de la ecdisis. (Adiyodi y Adiyodi, 1970; Meusy y Payen, 1988; Phillips *et al.*, 1980; Aiken y Waddy, 1980).

Arana y Martínez (1985) han señalado que *Jasus frontalis* muda y se reproduce una vez al año al igual que la mayoría de las langostas espinosas (Phillips *et al.*, 1980); sin embargo, Dupré (1988) basado en la duración del desarrollo embrionario de esta especie, ha sugerido la existencia de al menos dos períodos de desove.

Como el ciclo de muda y la maduración ovárica están estrechamente asociados y coordinados (Meusy y Payen, 1988; Aiken y Waddy, 1980), es necesario conocer los estados del ciclo de muda para poder predecir el momento de la ecdisis. Esto permitiría prever también el período de apareamiento y desove de las hembras, o bien, relacionar el estado de muda con la madurez de los ovarios.

Uno de los métodos más usados para determinar los estados del ciclo de muda es el descrito por Drach y Tchernigovtzeff (1967) que se basa en características generales de la morfología externa y en la condición que presentan las setas durante su desarrollo. Esta técnica ha sido adaptada y desarro-

llada ampliamente por varios autores (Andrieux, 1979; Kamiguchi 1968; Barlow y Ridgeway, 1969; Aiken, 1973; Mills y Lake, 1975) para una gran variedad de especies de crustáceos.

El presente estudio caracteriza los diferentes estados del ciclo de muda de *Jasus frontalis* en base a los cambios morfológicos externos que presentan estos organismos y a la formación de las nuevas setas en el ápice de los pleópodos, relacionando ambos procesos con el tiempo que falta para la ecdisis.

MATERIALES Y METODOS

Hembras y machos de diferentes tallas recolectadas mediante trampas en la Isla Robinson Crusoe del Archipiélago de Juan Fernández (33°40'S-78°30'W) fueron trasladados vía aérea a Coquimbo, al laboratorio húmedo de la Universidad Católica del Norte. Los ejemplares se mantuvieron en estanques de 3.000 l, con aireación y flujo constante de agua de mar microfiltrada a una temperatura de 16±1°C y se alimentaron cada dos días con pescados y moluscos frescos.

Se seleccionaron 16 hembras que presentaban setas ovíferas, a las cuales se les seccionó el ápice de 1 ó 2 pleópodos cada 10 días hasta que se produjo la ecdisis. Los ápices seccionados fueron observados y fotografiados en fresco bajo un microscopio de luz con aumento de 40x y 100x a los pocos minutos de haber sido cortados. Se determinó el grado de retracción de la epidermis (apólisis) y la formación de las nuevas setas. También se evaluó la coloración de la región ventral del abdomen, la rigidez de diferentes zonas del caparazón de cada uno de los individuos muestreados y se registró el período de tiempo transcurrido entre el corte del pleópodo y el momento de la ecdisis.

RESULTADOS

Los diferentes estados y subestados del ciclo de muda de *Jasus frontalis* pueden ser diferenciados por la retracción de la epidermis y proceso de setogénesis que ocurre en los pleópodos, así como por el grado de rigidez o ablandamiento de los márgenes laterales del cefalotórax, cuyos cambios están asociados al ciclo de muda (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de las principales características de cada uno de los estados del ciclo de muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*).**Table 1. Summary of the main characteristics of each stages in Juan Fernandez lobster (*Jasus frontalis*) molting cycle.**

Estado	Duración (*)	Días para mudar	Características cefalotorácicas	Características de los pleópodos
AB	5,5%	360	Suave y flácido, pero gradualmente comienza a endurecerse.	Epidermis asociada a la cutícula, la cual está formada sólo por la epicutícula y la exocutícula. El lumen setal presenta un protoplasma granular.
C	80%	50-340	Totalmente rígido.	Ocurre la formación de la endocutícula y de la cubierta membranosa. La epidermis continúa asociada a la cutícula. No hay apólis.
D0	2,5%	45-48	Totalmente rígido.	Comienzo de la apólis.
D1'	3%	40-42	Totalmente rígido.	Mayor retracción de la epidermis. Aparecen pequeñas invaginaciones en el lugar de las futuras setas. La epidermis se torna ondeada.
D1''	1,5%	30	Totalmente rígido.	El ápice de las setas se observa claramente. Las invaginaciones son notorias y profundas. En el pleópodo se observa claramente un doble borde (formación de la epicutícula).
D1'''	2%	25	Totalmente rígido.	Sobre la epidermis aparecen los conductos tubulares en la base de cada seta.
D2	2%	17-20	Ablandecimiento leve de los márgenes laterales (Placa C).	Mayor grado de apólis. Comienza el evertimiento de la epidermis. Aparición de las bábulas y comienzo de la formación de la exocutícula
D3	3%	10-12	Márgenes laterales blandos (Placas B y C).	Apariencia de cinta o banda por sobre la epidermis. Esto es debido a la exocutícula ya formada.
D4	0,5%	1-3	Placas B y C se separan totalmente de la placa A. Cefalotórax en general blando.	El nuevo pleópodo ya formado es fácilmente separable del pleópodo viejo.

(*) : Porcentajes respecto del ciclo de muda anual.

Estados del ciclo de muda

Estado AB o de postmuda (Fig. 1a y b). Se extiende aproximadamente desde el día 1 hasta el día 14-20 post-ecdisis. Durante este estado la epidermis se encuentra estrechamente asociada a la cutícula, la cual está formada por la epicutícula y la exocutícula. El lumen de las setas presenta un protoplasma granular. El cuerpo entero del ejemplar es blando, suave y flácido, pero gradualmente comienza a endurecerse durante el transcurso de este estado.

Estado C o de intermuda (Fig. 2). Es el estado de mayor duración, abarcando el 80% del ciclo de muda (aproximadamente 340 días). Durante el transcurso de éste, se produce la formación de la endocutícula y de la cubierta membranosa, lo que permite que el caparazón de la langosta esté totalmente rígido. La epidermis continúa estrechamente asociada a la cutícula en el ápice del pleópodo, razón por la cual no existe aún retracción de la epidermis o apólisis.

Estado D o de premuda. Durante el desarrollo de este estado ocurre el proceso de formación de nuevas setas en los pleópodos, las cuales se producen por una invaginación de la epidermis que luego evierte, como los dedos de un guante que asumen su orientación normal. Basados sobre la secuencia de la setógenes, este estado se divide en los siguientes subestados: D0, D1, D2, D3 y D4.

Subestado D0 (Fig. 3a, b y c). El comienzo de D0 se caracteriza por la retracción de la epidermis desde la cutícula. La apólisis puede iniciarse desde la punta

del ápice del pleópodo (Fig. 3a), o bien, desde la parte lateral del ápice de éste (Fig. 3b). No obstante, lo importante es que la epidermis se sigue retrayendo hasta separarse completamente de la cutícula formando una línea uniforme por debajo de ésta (Fig. 3c). Este estado se presenta aproximadamente entre 48 y 45 días pre-ecdisis.

Subestado D1. Se caracteriza por la formación de nuevas setas y se encuentra dividido en los secundarios D1', D1'' y D1'''.

D1' (Fig. 4a). Existe mayor retracción de la epidermis y los ápices de las setas nuevas son levemente visibles. En la epidermis se observan pequeñas invaginaciones en el lugar de las futuras setas, adquiriendo ésta una forma ondeada. Este estado se presenta aproximadamente entre 42 y 40 días preecdisis.

D1'' (Fig. 4b). El ápice de las setas nuevas se observa claramente en la zona retraída y la invaginación de la epidermis es bastante notoria y profunda. Además, ya se ha formado la epicutícula que da una clara apariencia de doble borde al pleópodo. En este estado, la langosta está aproximadamente a 30 días de la ecdisis.

D1''' (Fig. 4c). Es muy similar al anterior, excepto por la formación de conductos tubulares alrededor de la base de cada seta en la superficie de la epidermis. En este estado la langosta está aproximadamente a 25 días de la ecdisis.

Figura 1. Estado AB: A) Vista general del pleópodo; se observan las setas (se) y la epidermis (ep) asociada estrechamente a la cutícula (cu). 40x; B) Detalle del ápice del pleópodo; se observa el protoplasma granular (pg.) en el interior de las setas, la epidermis, la epicutícula (ec) y la exocutícula (exc). 100x.

Figure 1. Stage AB: A) General view of the pleopod; are observed setae (se) and epidermis (ep) tightly associated to the cuticle (cu). 40x; B) Detail of pleopod apex; are observed the granular protoplasm (pag.) in the inside of the setae, the epidermis, the epicuticle (ec) and the exocuticle (exc). 100x.

Figura 2. Estado C: Se han formado las otras dos capas de la cutícula, la endocutícula (en) y la cubierta membranosa (cm); la epidermis (ep) continúa estrechamente asociada a la cutícula.

Figure 2. Stage C: The other two layers of the cuticle have been formed, the endocuticle (en) and the membranous covering (cm); the epidermis (ep) keeps tightly associated to the cuticle.

Subestado D2 (Fig. 5). Este estado se caracteriza por: a) una mayor retracción de la epidermis, lo que amplía la zona retraída; b) por el evertimiento de la epidermis, lo que produce el alargamiento de las setas nuevas, las que ocupan todo el ancho de la zona retraída; y c) por la aparición de sétulas o bárbulas sobre las setas. En este estado comienza además, la formación de la exocutícula sobre el nuevo pleópodo. La langosta en este estado está aproximadamente a 17-20 días de la ecdisis.

Subestado D3 (Fig. 6a y b). Se caracteriza por encontrarse ya formada la exocutícula, la cual tiene la apariencia de una cinta o banda que corre por debajo de las setas y sobre la epidermis. En este estado, la langosta está aproximadamente a 10-12 días de la ecdisis.

Subestado D4 (Fig. 7a y b). No presenta ninguna diferencia morfológica con respecto al subestado D3. Sin embargo, el nuevo pleópodo formado es fácilmente separable del viejo pleópodo. Cuando esto ocurre, la langosta está aproximadamente entre 1 y 3 días previos a la ecdisis.

Características morfológicas externas de la premuda

La cercanía al período de muda se detecta por la pérdida de rigidez de las placas laterales del

Figura 3. Subestado DO: A) Se observa que la epidermis se ha retraído de la cutícula (Apólysis), desde el ápice del pleópodo. 40x; B) La Apólysis puede comenzar también desde la parte lateral del pleópodo. 40x; C) La epidermis (ep) se separa totalmente de la cutícula, formando una línea uniforme por debajo de ésta. 40x.

Figure 3. Sub-stage DO: A) It's observed that the epidermis has been brought back of the cuticle (Apólysis), from the pleopod apex. 40x; B) The apólysis can start also from the lateral side of the pleopod. 40x; C) The epidermis (ep) gets completely separated from the cuticle, forming an uniform line underneath.

Figura 4. Subestado D1. A) D1': aparecen pequeñas invaginaciones (I) en la epidermis, la cual adquiere una forma ondulada; el ápice de las nuevas setas (ns) es levemente visible. 40x B) D1'': El ápice de las nuevas setas es claramente visible; las invaginaciones de la epidermis son bastante notorias y profundas; se ha formado la epicutícula que da la apariencia de doble borde al pleópodo. 40x. C) D1''': aparecen los conductos tubulares (ct) en la base de cada seda. 100x.

Figure 4. Sub-stage D1. A) D1': Little invaginations appear (I) in the epidermis, which acquires and ondulated shape; the apex of the new setae (ns) is hardly visible. 40x. B) D1'': The apex of the new setae is clearly visible; the invaginations in the epidermis are quite notorious and deep; the epicuticle has been formed that gives to the pleopod the look of a double border. 40x. C) D1''': The tubular conducts appear (ct) in the base of each silk. 100x.

Figura 5. Subestado D2: Se ha ampliado la zona retraída (zr) por la evaginación de la epidermis permitiendo la salida de las nuevas setas desde su lugar de formación; sobre las nuevas setas aparecen las bárbulas (b). 100x.

Figure 5. Sub-stage D2: The brought back zone has got wider (zr) for the evagination of the epidermis allowing the new setae to go out from their formation site; over the new setae appear the barbules (b). 100x.

caparazón. Esta mayor flexibilidad la puede palpar el observador mediante una leve presión sobre dichas placas con los dedos de su mano. Las placas laterales A, B y C (Fig. 8) se ablandan a medida que el animal avanza en su premuda, siendo posible diferenciar claramente tres estados de rigidez:

Estado 1. Consiste en un leve ablandamiento de los branquiostegitos (placa C de la Fig. 8), que puede ser detectado por el observador al presionar dicha placa con sus dedos pulgar e índice. Esta primera manifestación externa de la pérdida de rigidez del caparazón de la langosta, aparece entre 17 a 20 días antes de la ecdisis (Subestado D2 del ciclo de muda).

Estado 2. Entre 10 a 12 días previo a la ecdisis (Subestado D3), las placas B y C se encuentran totalmente reblandecidas.

Estado 3. Entre 1 a 3 días antes de la ecdisis (Subestado D4), las placas B y C del caparazón pueden ser fácilmente deprimidas por una leve presión de los dedos sobre dichas placas, debido a

Figura 6. Subestadio D3: A) Vista general del pleópodo; se ha formado la exocutícula que corre como cinta o banda por debajo de la epidermis. 40x; B) Detalle de la exocutícula y zona de retracción. 100x.

Figure 6. Sub stage D3: A) General view of the pleopod; it has been formed the exocuticle that runs as a ribbon or band underneath the epidermis. 40x; B) Detail of the exocuticle and retraction zone. 100x.

que la sutura ecdisial entre las placas A y BC se encuentra totalmente descalcificada, lo que permite la separación total del branquiostegito del resto del caparazón. En este estado, todo el cuerpo de la langosta se encuentra reblandecido.

El caparazón del animal puede permanecer blando hasta 18-20 días post-muda, aún cuando éste se va endureciendo gradualmente a medida que transcurre el tiempo desde el segundo día en adelante, siendo las placas B y C las últimas en endurecerse. Es importante destacar también, que las hembras que mudaron se aparearon y desovarón entre 16 a 20 días post-muda, teniendo aún blandos los márgenes laterales de su caparazón.

Figura 7. Subestadio D4: A) Separación entre el pleópodo viejo (pv) y el pleópodo nuevo (pn) que se ha formado recientemente, simulando el momento de la ecdisis. 40x; B) Pleópodo nuevo totalmente separado del pleópodo viejo; en este punto el ciclo vuelve a comenzar. 40x.

Figure 7. Sub stage D4: A) Separation between the old pleopod (pv) and the new one (pn) that has been recently formed, simulating the ecdysis time. 40x; B) New pleopod completely separated from the old one; in this point the cycle starts again. 40x.

Coloración del abdomen en los diferentes estados de muda

La región ventral del abdomen puede presentar color púrpura, rosado o blanco, sin existir correlación con los estados del ciclo de muda.

DISCUSION

Los estados del ciclo de muda en los crustáceos son caracterizados por una serie de cambios morfológicos, fisiológicos y bioquímicos. Sin embargo, los más fáciles y rápidos de reconocer y eva-

Fig. 8 Esquema del caparazón de *Jasus frontalis* en vista lateral, con las diferentes placas que lo componen.

Figure 8. Scheme of *Jasus frontalis* caparace in lateral view, with the different component plates.

luar son los cambios morfológicos que ocurren durante el proceso de setogénesis en el estado de Premuda o estado D. La secuencia de setogénesis observada para *Jasus frontalis* concuerda básicamente con las observaciones de Drach y Tchernigovtzeff (1967) con lo descrito para otros crustáceos decápodos, tales como las langostas *Homarus americanus* (Aiken, 1973) y *Panulirus marginatus* (Lyle y Mac Donald, 1983); los camarones *Penaeus merguensis* (Longmuir, 1983), *P. chinensis* (Chu *et al.*, 1988), *P. vannamei* (Chan *et al.*, 1988); y los cangrejos *Chionoecetes opilio* (Moriyasu y Mallet, 1986) y *Astacus leptodactylus* (Van-Herp y Bellon-Humbert, 1978), entre otros. En todas estas especies los estados del ciclo de muda se suceden en forma similar.

Con respecto a los cambios que ocurren en la morfología externa del caparazón durante el estado de premuda, Aiken (1973) señala tres características externas que permiten predecir la ecdisis en las langostas: color y dureza del margen lateral del caparazón; color de la parte ventral del abdomen; y, color y dureza del quelípodo. Sin embargo, en *Jasus frontalis* la única característica externa que se puede usar es la dureza de los márgenes laterales del caparazón, debido a que esta especie no posee quelípodo, ni se detectaron diferencias en la coloración del abdomen relacionadas al estado del ciclo de muda, aún cuando se determinó que la región ventral del abdomen puede presentar color púrpura, rosado o blanco.

Una de las principales características observadas para *Jasus frontalis*, que difiere notablemente a lo encontrado para la langosta *Homarus americanus* (Aiken, 1980) y el camarón *Penaeus vannamei* (Chan *et al.*, 1988), es el tiempo de duración del estado de premuda. En *H. americanus* y en *P. vannamei* el estado D dura aproximadamente un 45% y un 52% del ciclo de muda respectivamente; en cambio, en *J. frontalis*, éste ocupa aproximadamente un 15% del ciclo. Si se considera cada subestado del estado D por separado, se encuentra que en *J. frontalis* y en *P. vannamei* los valores de cada subestado son relativamente similares, siendo el subestado D1 el de mayor duración con un 46% y 53% respectivamente del estado de premuda. En cambio, en *H. americanus* el subestado de mayor duración el subestado D0 con un 58% del estado D. No está claro a qué se deben tan grandes diferencias en el tiempo de duración del período de premuda. Sin embargo, Adiyodi y Adiyodi (1970) han señalado que la duración del estado D en la mayoría de los crustáceos decápodos es de aproximadamente un 20%, lo que concuerda básicamente con lo encontrado en *J. frontalis*.

En cuanto al proceso de setogénesis, Aiken (1973) señala que en el subestado D0 la apólisis siempre comienza por la parte apical del pleópodo, siguiendo luego por la parte lateral de éste. Sin embargo, en *Jasus frontalis* la apólisis puede comenzar tanto por la parte apical como lateral de éste. El siguiente subestado (D1) se caracteriza por la formación de la epicutícula y el subestado D2, por la formación de la exocutícula (Drach y Tchernigovtzeff, 1967; Aiken, 1980). Sin embargo, estas dos cutículas no pueden ser observadas sin la realización de cortes histológicos del exoesqueleto; no obstante, dan un aspecto claro y definido al pleópodo en formación, lo que puede ser usado para determinar dichos subestados de la premuda en forma rápida y segura. Durante el desarrollo del subestado D2, el caparazón de *J. frontalis* comienza a reblandecerse, lo que concuerda con lo señalado por Lyle y MacDonald (1983) para *Panulirus marginatus*. En el subestado D3, que se caracteriza por tener ya formada la exocutícula, ocurren una serie de procesos necesarios para la ecdisis, pero que no pueden ser visualizados en el ápice del pleópodo. Entre estos procesos está la gran reabsorción de minerales desde el exoesqueleto y la descalcificación de las suturas ecidiales (Aiken, 1980). El subestado D4, que muy pocas veces es separado del subestado D3, consiste en la culmina-

ción de los procesos señalados anteriormente y en el comienzo de los signos exuviales (Drach y Tchernigovtzeff, 1967). Es por tal razón, que en el subestado D4 se puede separar con facilidad el pleópodo viejo del nuevo, lo cual permite determinar en forma correcta dicho subestado.

La determinación de características morfológicas externas detectables, como el reblandecimiento de los márgenes laterales, constituye un método fácil, rápido y seguro, tanto para predecir la muda en la langosta *Jasus frontalis* 20 días antes de la ecdisis, como para detectar hembras potenciales de ser fecundadas, y que por ende, aportarían miles de huevos a la población de langostas. Estos resultados son de gran relevancia para la conservación de las poblaciones de langostas, ya que permitirían implementar una nueva medida de manejo tendiente a la protección del potencial reproductivo de este recurso. Esta nueva medida consistiría en la prohibición de extraer hembras que presenten los márgenes laterales de su caparazón levemente reblandecidos o blandos, ya que estas hembras están próximas a mudar, o bien, han mudado recientemente. Lo importante, es que se encuentran sexualmente maduras y próximas al apareamiento (datos no publicados) y/o desove, debido a la estrecha relación entre el ciclo de muda y la madurez ovárica (Mattson y Spaziani, 1985; Charniaux-Cotton y Payen, 1988; Meusy y Payen, 1988; Aiken, 1969; Aiken y Waddy, 1980; Adiyodi y Adiyodi, 1970). Actualmente existen cuatro medidas de regulación para la pesquería de la langosta que son: la prohibición de comercializar individuos bajo la talla de 11.5 cm de cefalotórax, la prohibición de extraer hembras ovígeras, el uso exclusivo de trampas para su captura, y la veda comprendida entre el 15 de mayo y 30 de septiembre de cada año (Arana *et al.*, 1985). La nueva medida que se propone en base a los resultados aquí obtenidos (prohibición de extraer hembras que presenten los márgenes laterales de su caparazón reblandecidos), permitiría no sólo proteger a las hembras próximas al apareamiento, sino también a aquéllas que se han apareado recientemente y que aún no portan sus huevos. Esto debido a que el desove ocurriría entre 16 a 20 días post-muda (datos no publicados), estando las langostas con los márgenes laterales de su caparazón aún reblandecidos. A este respecto, Arana y Martínez (1985) han observado la presencia de hembras ovígeras de *Jasus frontalis* con su caparazón blando, y determinaron que el mayor porcentaje de incidencia de hembras

con caparazón blando, pero sin huevos, corresponde a los meses de septiembre, octubre, diciembre y enero, cuando se realizan las mayores extracciones de este recurso.

En la actualidad, una langosta hembra de 11.5 cm de longitud cefalotorácica que presenta los márgenes laterales de su caparazón reblandecidos, puede ser comercializada al no presentar huevos visibles; sin embargo, dentro de pocos días ese individuo habría aportado a la población de langostas un total entre 400.000 y 500.000 huevos (Arana *et al.*, 1985). Estos antecedentes hacen evidente la merma del potencial reproductivo que está experimentando esta especie. Por esta razón, sería muy importante crear conciencia entre los pescadores de no extraer aquellas hembras que tengan reblandecidos los márgenes laterales del caparazón. Así, no sólo se beneficiará a la especie en cuestión, sino también a los propios pescadores, ya que ellos son los principales interesados en que no sigan disminuyendo sus capturas anuales, como ha ocurrido hasta ahora.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dar nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas de la Isla Robinson Crusoe, del Archipiélago de Juan Fernández, que colaboraron con este y otros estudios. En especial al Sr. Osvaldo Jara y Sr. Alex Meneses, de la Estación de Aeronáutica del Archipiélago, por habernos recibido cordialmente en sus dependencias; al Sindicato de Pescadores de la Isla, en especial a los Sres. Luis López, Adrián Covarrubias, Jorge Chamorro, Alvis González, por su colaboración en la obtención de los ejemplares; a la Capitanía de Puerto por el constante apoyo; a la Municipalidad de Juan Fernández, en especial a la Srta. Diafne Chamorro, quién nos facilitó el uso de computador y fax.

REFERENCIAS

- Adiyodi, K. y R. Adiyodi. 1970.** Endocrine control of reproduction in decapod Crustacea. *Biol. Rev.*, 45: 121-165.
- Aiken, D. 1969.** Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle. *Science*, 164: 149-155.

- Aiken, D. 1973.** Proecdysis, setal development, and molt prediction in the american lobster *Homarus americanus*. J. Fish. Res. Board Can., 30: 1337-1344.
- Aiken, D. 1980.** Molting and growth. In: The biology and management of lobsters. J. Cobb and B. Phillips (Eds.), Academic Press, Vol. 1.
- Aiken, D. y S. Waddy. 1980.** Reproductive biology. In: The biology and management of lobsters. J. Cobb & B. Phillips (Eds.), Academic Press, Vol. 1.
- Andrieux, N. 1979.** L'apolyse au cours du cycle d'intermue de deux Crustacés Décapodes Brachyours, *Carcinus maenas* Liné et *Carcinus mediterraneus* Czerniavsky. C.R. Acad. Sci. Paris, 288: 1595-1597.
- Arana, P., E. Dupré y V. Gaete. 1985.** Ciclo reproductivo, talla de primera madurez y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). In: Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 187-211.
- Arana, P. y G. Martínez. 1985.** Crecimiento por muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). In: Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 225-236.
- Arana P. y C. Toro. 1985.** Distribución del esfuerzo, rendimientos por trampa y composición de las capturas en la pesquería de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). In: Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 157-185.
- Barlow, J. y C. Ridgeway. 1969.** Changes in serum protein during the molt and reproductive cycles of the american lobster (*Homarus americanus*). J. Fish. Res. Board Can., 26: 2101-2109.
- Chan, S., S. Rankin y L. Keeley. 1988.** Characterization of the molt stages in *Penaeus vannamei*: setogenesis and hemolymph levels of total protein, ecdysteroids and glucose. Biol. Bull., 175: 185-192.
- Charniaux-Cotton, H. y G. Payen. 1988.** Crustacean reproduction. In: Endocrinology of Selected Invertebrates Types, 279-303.
- Chu, K., Cheng, K. Cheng y K. Leung. 1988.** Characterization of moult stages and changes in mineral levels in body tissues during the moult cycle of the shrimp *Penaeus chinensis*. Asian Marine Biology, 5: 25-33.
- Drach, P. y C. Tchernigovtzeff. 1967.** Sur la méthode de détermination des stades d'intermue et son application générale aux crustacés. Vie et Milieu Aqu., 18: 595-610.
- Dupré, E. 1988.** Desarrollo embrionario de la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Decapoda, Macrura, Palinuridae). Invest. Mar., Valparaíso, 16: 49-62.
- Kamiguchi, Y. 1998.** A new method for the determination of intermoult stages in the freshwater prawn, *Palaemon paucidens*. Zool. Mag., 77: 326-329.
- Lyle, W. y C. MacDonald. 1983.** Molt stage determination in the hawaiian spiny lobster *Panulirus marginatus*. J. Crust. Biol., 3(2): 208-216.
- Longmuir, E. 1983.** Setal development, moult-staging and ecdysis in the banana prawn *Penaeus merguensis*. Mar. Biol., 77: 183-190.
- Mattson, M. y E. Spaziani. 1985.** Characterization of molt inhibiting hormone (MIH) action on crustacean Y-organ segments and dispersed cells in culture and bioassay for MIH activity. J. Exp. Zool., 238: 93-101.
- Meusy, J. y G. Payen. 1988.** Female reproduction in malacostracan crustacea. Zool. Sci., 5: 217-265.
- Mills, B. y P. Lake. 1975.** Setal development and moult staging in the crayfish *Parastacoides tasmanicus* (Erichson) (Decapoda, Parastacidae). Aust. J. Mar. Freshwater Res., 26: 103-107.
- Moriyasu, M. y P. Mallet. 1986.** Molt stages of the snow crab *Chionoecetes opilio* by observation of morphogenesis of setae on the maxilla. J. Crust. Biol., 6: 709-718.
- Phillips, B., J. Cobb y W. George. 1980.** General biology. In: The Biology and Management of Lobsters. J. Cobb and B. Phillips (Eds.), Academic Press, Vol. 1.
- Van-Herp, F. y C. Bellon-Humbert. 1978.** Setal development and molt prediction in the larvae and adults of the crayfish, *Astacus leptodactylus*. Aquaculture, 14: 289-301.
- Yáñez, E., L. Pizarro, M. Barbieri y O. Barra. 1985.** Dinámica del stock de langosta *Jasus frontalis* explotado en el Archipiélago de Juan Fernández In: Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. P. Arana (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 251-271.

Recibido el 1 de marzo de 1996.

Aceptado el 4 de diciembre de 1996.