

Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepción, Chile

Sergio Palma G. y Patricio Arana E.

Escuela de Ciencias del Mar
Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 1020, Valparaíso, Chile

RESUMEN. Se describen diversos aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) frente a la costa de Concepción (Chile), donde esta especie constituye una de las principales pesquerías de crustáceos del país. En esta zona se realizaron 15 cruceros entre agosto de 1988 y octubre de 1989, con 250 lances de 30 min de duración cada uno. Las capturas se efectuaron con redes de arrastre de fondo, en estaciones predefinidas a 50, 100, 150, 200, 250 y 300 m de profundidad.

En este período se analizó un total de 147.871 ejemplares; 81.978 machos (56,4%) y 65.893 hembras (44,6%). Las hembras ovíferas totalizaron 26.632 individuos, con el 18,0% de la muestra total. Las longitudes cefalotorácicas (Lc) estuvieron comprendidas en ambos sexos entre 7,1 y 52,8 mm. La proporción sexual total fluctuó con porcentajes mensuales que variaron entre 35,6 y 67,9% en los machos, siendo en general predominante este sexo tanto en las muestras mensuales por zona y totales.

Se determinó que la reproducción ocurre una vez al año, con mayor incidencia de hembras ovíferas entre mayo y octubre. La talla en que el 50% de las hembras alcanza la madurez sexual fue de 25,6 mm de Lc. El diámetro de los huevos varió entre 0,47 y 0,78 mm, apreciándose un incremento de tamaño en función del avance del desarrollo embrionario. Este comprendió entre 90 y 120 días y la eclosión de los huevos se produjo entre junio y octubre.

El potencial reproductivo fluctuó entre 1.808 y 33.966 huevos, en ejemplares comprendidos entre 22,0 y 43,9 mm. De los modelos utilizados para ajustar la relación talla (Lc) y fecundidad (NTH), el modelo de poder explicó mejor esta relación: $NTH = 0,015 * Lc^{3,844}$. La mayor contribución de nuevas crías a la población (55%), la realizaron las hembras comprendidas entre 25 y 29 mm de Lc.

Palabras claves: reproducción, fecundidad, talla de primera madurez sexual, langostino colorado, *Pleuroncodes monodon*, Crustacea, Galatheididae, Chile.

Reproductive aspects of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edward, 1837), off Concepción, Chile

ABSTRACT. Diverse reproductive aspects of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) from the coast off Concepción (Chile), are described. This species is one of the main crustacean fisheries of the country. Fifteen cruises were conducted in this zone between August 1988 and October 1989, with a total of 250 tows of 30 min. long each. Catches were taken with bottom trawls over predetermined stations at 50, 100, 150, 200, 250 and 300 m depth.

Within this period a total of 147,871 specimens: 81,978 males (56.4%) and 65,893 females (44.6%), were analyzed. Carrying females totalized 26,632 individuals, making an 18.0% of the total sample. Cephalothoracic length (Lc) ranged in both sexes between 7.1 and 52.8 mm. Monthly total sexual proportions fluctuated between 35.6 and 67.9% in males. Males were in general the dominant sex both in monthly samples by zone and totals.

Reproduction was found to occur once a year. Highest incidence of carrying females occurred between May and October. Sexual maturity in 50% of the females is reached at 25.6 mm of Lc. Eggs diameter varied between 0.47 and 0.78 mm, showing a size increment as a function of the advance of the embryonic development between 90 and 120 days. Hatching of eggs occurred between June and October.

The reproductive potential fluctuated between 1,808 and 33,966 eggs, in specimens between 22.0 and 43.9 mm. Of the models used to fit the length (Lc) and fecundity (NTH) relationship, the power model explained best this relationship: $NTH = 0.015 * Lc^{3.844}$. The major offspring contribution to the population (55%), was produced by females between 25 and 29 mm of Lc.

Key words: reproduction, fecundity, size at maturity, squat lobster, *Pleuroncodes monodon*, Crustacea, Galatheididae, Chile.

INTRODUCCION

La pesquería industrial de crustáceos decápodos se inició en Chile en la década del cincuenta, siendo sostenida inicialmente por el langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y luego por el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). Estas especies representaron respectivamente el 83% y 17% de los desembarques totales efectuados en 1960 (Bahamonde *et al.*, 1979).

Posteriormente, debido a la disminución de los rendimientos de pesca de langostino amarillo, se comenzó a explotar el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), que presentaba concentraciones comerciales entre Coquimbo (30°S) y Talcahuano (37°S). La extracción realizada progresivamente con mayor intensidad, motivó que a partir de 1970, las capturas de este recurso constituyeran más del 60% de los desembarques nacionales de crustáceos, lográndose un máximo de 62.662 ton en 1976.

A partir de 1970 la flota arrastrera que explotaba este recurso comenzó a desplazarse hacia la zona centro-sur del país (Peñailillo, 1981), acción que estuvo aparejada con el descenso en los volúmenes desembarcados, con la disminución de las tallas promedio en las capturas y con un menor porcentaje de aprovechamiento industrial de la materia prima. La sobreexplotación de esta especie frente a la costa central del país, determinó que a partir de 1979 las autoridades sectoriales tomaran una serie de medidas de manejo destinadas a regular las actividades extractivas, que incluyeron una veda de tres años, destinadas a revertir esta situación y prevenir el colapso definitivo de esta pesquería. No obstante las medidas adoptadas en los años posteriores, este recurso continuó mostrando signos de detrimento poblacional.

Al entrar en vigencia la nueva Ley General de Pesca y Acuicultura en 1992, esta pesquería se declaró en estado de recuperación, lo cual permite a que los interesados en participar en la explotación de esta especie puedan adjudicarse, a través de subastas públicas, derechos individuales de pesca para extraer un porcentaje determinado de la cuota global anual de captura fijada por la autoridad sectorial. De esta manera, se ha reiniciado la explotación del langostino bajo nuevas medidas regulatorias, que comprenden la fijación de cuotas anuales de captura, definición de un período de pesca y control del esfuerzo a través del número de embarcaciones que se autoriza operar, a través del otorgamiento de los denominados Permisos Extraordinarios de Pesca.

En la actualidad, la pesquería del langostino colorado está restringida a un área reducida, frente a la costa de Concepción (35°30'S-36°50'S), de donde proviene alrededor del 90% de los desembarques (SERNAPESCA, 1989-1995). Debido a esto, la Subsecretaría de Pesca ha apoyado la realización de diversas investigaciones en esa zona, destinadas a ampliar la información biológico-pesquera sobre esta importante especie. En este contexto, el presente estudio estuvo orientado a conocer diversos aspectos sobre el ciclo reproductivo de este recurso, como la determinación de la fecundidad, talla de primera madurez sexual, época de portación y determinación del estado de madurez de sus huevos.

MATERIALES Y METODOS

Entre agosto de 1988 y octubre de 1989, se realizaron 15 cruceros de monitoreo del langostino colorado, con los buques arrastreros por popa PAM "Rigel" y PAM "Antares" de la flota camaronera de la Compañía Pesquera Camanchaca S.A. (Tomé). El área de estudio cubrió los principales fondos de pesca utilizados por la flota industrial, entre los 36° y 37°S (Fig. 1). Para sectorizar la información, se establecieron tres zonas de muestreo:

- Zona 1: Punta Achira (36°00'S - 36°35'S);
- Zona 2: Norte del cañón del río Bío-Bío (36°35'S - 36°50'S); y,
- Zona 3: Sur del cañón del río Bío-Bío (36°51'S - 37°00'S).

Los muestreos se realizaron con redes de arrastre de fondo de tipo comercial, con abertura teórica de mallas de 51 mm. Los lances se efectuaron en estaciones predefinidas, con una duración de 30 minutos efectivos de pesca, sobre transectas perpendiculares a la costa, ubicadas aproximadamente sobre los 50, 100, 150, 200, 250 y 300 m de profundidad. Para fines de procesamiento y análisis, los lances fueron ordenados en los siguientes estratos de profundidad: Estratos A (25-74 m); B (75-124 m); C (125-174 m); D (175-224 m); E (225-274 m); y, F (275-324 m).

De la captura obtenida en cada lance de pesca se tomó una muestra al azar, equivalente a una caja de alrededor de 17 kg, para su análisis en tierra. Simultáneamente, de cada lance se separó al azar una cierta cantidad de hembras ovíferas, para determinar el desarrollo embrionario de los huevos portados y su fecundidad; dicha muestra fue fijada a bordo de la embarcación con formalina al 10%.

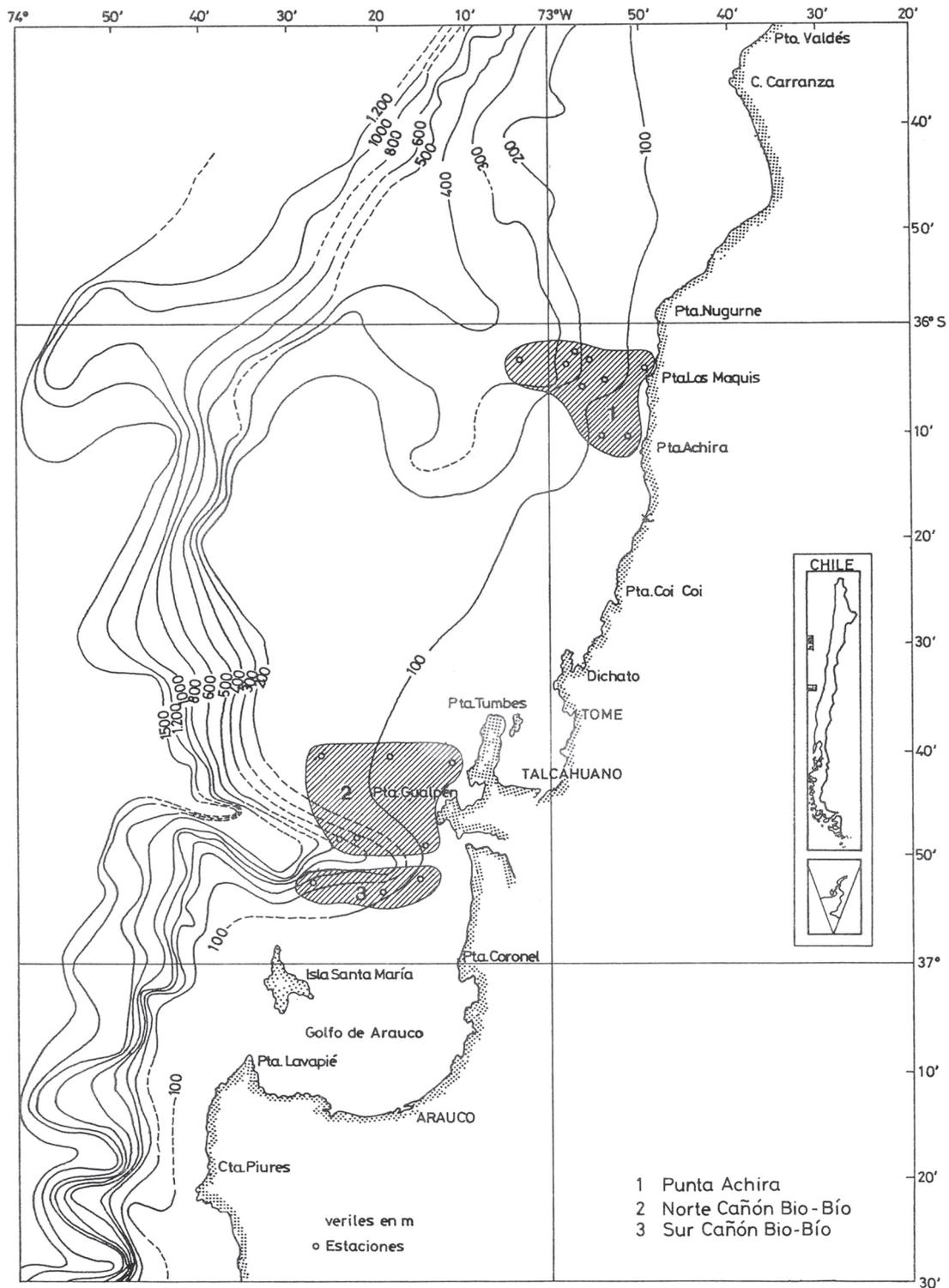


Figura 1. Zonas y estaciones de muestreo fijadas para el monitoreo mensual de langostino colorado.
Figure 1. Sampling zones and stations for the squat lobster monthly monitoring.

A cada ejemplar se le determinó la longitud cefalotorácica (L_c), sexo, consistencia del caparazón, y en el caso de las hembras, la presencia de huevos. Las mediciones de talla se realizaron con un pie de metro con precisión de 0,1 mm (Arana y Pizarro, 1970) y para la determinación del sexo se utilizaron caracteres sexuales externos (Aguilera y Silva, 1967).

Estructura de tallas, proporción sexual y ciclo de portación

Para determinar la estructura poblacional se agruparon las mediciones de cada muestra, en la correspondiente distribución de frecuencias de tallas. Cada distribución se procesó independientemente, determinándose diversos parámetros estadísticos en forma separada para machos y hembras, como talla media, mediana, desviación estándar, varianza y error estándar.

La proporción sexual se calculó mensualmente por muestra, por zona y total. Además, a través del test "chi" cuadrado se determinó la existencia de diferencias significativas en la relación esperada de 1:1 entre machos y hembras.

El ciclo de portación de huevos fue determinado de acuerdo al porcentaje mensual de hembras ovíferas sobre el total de hembras en la muestra. Para definir el período de máxima incidencia de hembras ovíferas, se consideró el lapso en que se encontraron porcentajes iguales o superiores al 25% de hembras portadoras (Arana *et al.*, 1976).

Determinación del estado de desarrollo embrionario

La determinación del estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos, fue realizada con microscopio estereoscópico en aproximadamente 100 hembras ovíferas obtenidas de cada lance exitoso.

La determinación del estado de madurez se efectuó de acuerdo a la coloración de los huevos, y a la forma y grado de pigmentación de los ojos de los embriones. Para esto se estableció una escala de maduración de cuatro estados de desarrollo, de acuerdo a los criterios utilizados para *Jasus lalandii* (Silberbauer, 1971) y *Jasus frontalis* (Arana *et al.*, 1985; Dupré, 1988).

Determinación de la talla de primera madurez sexual

La talla de primera madurez sexual se estableció a partir de la relación entre el porcentaje de hembras

ovíferas y hembras totales a cada intervalo de longitud, en los meses y zonas donde se contó con una adecuada representatividad, de hembras ovíferas y no ovíferas. Para el ajuste de la curva de madurez sexual se empleó una función logística lineal, definida como:

$$\text{Mad}(L_c) = \frac{N}{1 + e^{-(a + b \cdot L_c)}}$$

donde:

$\text{Mad}(L_c)$ = porcentaje de hembras maduras a la talla L_c

$$N = 100$$

$$L_c = \text{longitud cefalotorácica}$$

$$a \text{ y } b = \text{parámetros regresionales}$$

Una vez ajustado el modelo de regresión, se estimó la talla a la cual el 50% de las hembras alcanzan la madurez sexual (TMS50%) como:

$$\text{TMS } 50\% = \frac{a}{b}$$

La desviación estándar de TMS50% se calculó como:

$$S(\text{TMS } 50\%) = \frac{1}{b} \quad (\text{Kimura, 1974})$$

Determinación de la fecundidad

Para la estimación de la fecundidad, se utilizaron hembras con huevos en estados iniciales de desarrollo embrionario (estados 1 y 2). Las hembras analizadas se sumergieron durante un período de reposo de 20 a 30 min en una solución de NaOH 8N para liberar la masa ovífera de los pleópodos y separar los huevos entre sí.

El recuento de huevos se efectuó en cápsulas plásticas de área conocida (8,92 cm²), donde se distribuyó la masa ovífera mediante agujas finas. Con una lupa estereoscópica se cuantificó directamente el número de huevos presentes en un área de 3,2 cm² de cada cápsula, que representa aproximadamente el 36% del total de huevos. La estimación del número de total de huevos (NTH) fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{NTH} = \frac{A}{a} \cdot \text{Nth}$$

donde:

NTH = número total de huevos

A = área total de la cápsula,
equivalente a 8,92

cm²

Nth = número de huevos contabilizados en
la submuestra

= área donde se efectuó el
recuento,

equivalente a 3,2 cm²

Para determinar la expresión que representa
mejor la relación entre la longitud cefalotorácica y
la fecundidad en el langostino colorado, se probaron
los modelos matemáticos:

a) Lineal (Guzmán y Campodonico, 1972):

$$NTH = a + b * Lc$$

b) Poder (Arana *et al.*, 1985):

$$NTH = a * Lc^b$$

c) Exponencial (Guzmán y Ríos, 1986):

$$NTH = a * e^{b * Lc}$$

d) Doble exponencial lineal (Guzmán y Ríos, 1986):

$$NTH = \exp(\exp(a + b * Lc))$$

e) Doble exponencial potencial (Guzmán y Ríos,
1986):

$$NTH = \exp(\exp(a * Lc^b))$$

donde:

Lc = longitud cefalotorácica

a y b = constantes regresionales

Para definir el grado de asociación entre estas
variables se utilizó el coeficiente de determinación
muestral (r²). Para determinar cual de los modelos
aplicados presenta un mejor ajuste, se empleó el
criterio de la menor diferencia al cuadrado (D²), entre
los valores observados (O) y estimados (E), de
acuerdo a la expresión:

$$D^2 = \frac{(O - E)^2}{n - 2}$$

Por otra parte, para establecer el rango de
tallas que contribuye mayoritariamente al aporte
teórico de nuevas crías a la población, se empleó la
metodología propuesta por Karlovac (1953), que

consiste en multiplicar la frecuencia relativa de las
hembras de cada rango de talla por la fecundidad
calculada en la marca de clase correspondiente. Este
método permite determinar la fecundidad media in-
dividual y evaluar cambios en la fecundidad
poblacional en el tiempo, de acuerdo a variaciones
que se produzcan en la estructura de tallas de las
hembras.

Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se efectuó
mediante los programas DISFRE (Distribución de
frecuencias de tallas), versión 1/1988; COMDIS
(Comparación de distribuciones de frecuencia de
tallas), versión 1/1989; y, RELI (Análisis de
regresión lineal), versión 1/1989.

RESULTADOS

En el período de estudio, se efectuaron 250 lances
de pesca distribuidos entre Punta Nugurne y el norte
de la isla Santa María. Mensualmente se realizaron
los 18 lances de pesca predefinidos, con excepción
de septiembre en que se realizaron 9 arrastres y en
octubre únicamente 7 lances. El menor número de
arrastres realizados en los dos últimos meses fue
debido a problemas operativos de los buques
empleados para realizar el monitoreo.

En el transcurso de la investigación se analizó
un total de 147.871 ejemplares, de los cuales 81.978
correspondieron a machos (56,4%) y 65.893 a
hembras (44,6%). El total de hembras ovíferas fue
de 26.632 individuos, constituyendo el 18,0% del
total. Las longitudes cefalotorácicas estuvieron
comprendidas en ambos sexos entre 7,1 y 52,8 mm,
siendo bien representadas las distribuciones entre
11,0 y 45,0 mm.

La proporción sexual global fluctuó
levemente, con porcentajes mensuales globales que
variaron entre 35,6% y 67,9% en los machos. Pese
a lo anterior, fue notorio el predominio de machos
en las muestras mensuales tanto por zona de pesca
como totales (Tabla 1).

Las hembras ovíferas estuvieron
comprendidas entre 11,5 y 43,5 mm de Lc, y la clase
modal fluctuó entre 25,5 y 37,3 mm (Tabla 2). En
general, se observó la presencia de ejemplares más
pequeños al sur del cañón del Bío-Bío, que en las
otras dos zonas.

La talla mediana de las capturas varió entre
26,9 y 37,5 mm de Lc. En la muestra global de la

Tabla 1. Porcentajes de machos de langostino colorado por zona de pesca.
Tabla 1. Percentage of males of the squat lobster, by fishing zone.

MES	ZONA			TOTAL
	Punta Achira	Norte Bío-Bío	Sur Bío-Bío	
AGOSTO 1988	63,22 **	54,32 **	34,47 **	35,64 **
SEPTIEMBRE	55,76 **	s/i	51,55 ns	52,25 ns
OCTUBRE	94,17 **	54,10 **	45,86 **	54,76 **
NOVIEMBRE	65,88 **	54,17 **	53,62 *	61,40 **
DICIEMBRE	55,72 **	57,66 **	45,74 **	53,60 **
ENERO 1989	64,58 **	52,24 **	53,95 **	55,78 **
FEBRERO	67,87 **	s/i	s/i	67,87 **
MARZO	63,10 **	s/i	48,85 ns	52,68 ns
ABRIL	65,67 **	59,32 **	70,53 **	66,60 **
MAYO	47,84 ns	50,39 **	s/i	48,99 ns
JUNIO	46,35 ns	56,64 **	59,88 **	50,77 ns
JULIO	s/i	40,20 **	s/i	40,20 **
AGOSTO	46,56 ns	72,26 **	s/i	61,60 **
SEPTIEMBRE	88,94 **	52,60 *	51,84 ns	53,87 *
OCTUBRE	s/i	57,99 **	s/i	57,99 **

H₀: Proporción machos:hembras = 1:1

*Rechaza H₀ a nivel de 95%

**Rechaza H₀ a niveles de 95% y 99%

ns Diferencia no significativa

s/i sin información

Tabla 2. Tallas medianas y modales (en mm) en las distribuciones de frecuencia de tallas de hembras ovíferas del langostino colorado.

Table 2. Median lengths and modes (in mm) of the squat lobster carrying females length frequency distributions.

MES	ZONA						GLOBAL	
	Punta Achira		Norte Bío-Bío		Sur Bío-Bío		Mediana	Moda
	Mediana	Moda	Mediana	Moda	Mediana	Moda		
AGOSTO 1988	34,18	36,65	28,93	28,65	30,00	28,85	30,00	28,85
SEPTIEMBRE	34,68	34,65	s/i	s/i	28,91	28,05	38,45	28,05
OCTUBRE	37,49	36,35	33,25	36,35	33,43	33,05	33,35	32,65
NOVIEMBRE	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
DICIEMBRE	35,75	35,45	s/i	s/i	s/i	s/i	35,75	35,95
ENERO 1989	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
FEBRERO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
MARZO	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
ABRIL	28,01	28,05	s/i	s/i	s/i	s/i	28,01	28,05
MAYO	27,60	26,65	s/i	s/i	s/i	s/i	27,60	26,65
JUNIO	26,03	25,05	29,45	28,05	29,39	30,05	26,65	25,05
JULIO	s/i	s/i	33,80	31,65	s/i	s/i	33,80	31,65
AGOSTO	29,13	29,05	36,53	37,25	26,94	26,50	34,65	28,55
SEPTIEMBRE #	29,38	29,50	31,34	30,50	s/i	s/i	38,05	30,50
OCTUBRE ##	s/i	s/i	30,29	29,50	s/i	s/i	30,29	29,50

s/i sin información

Crucero de standing stock

Monitoreo de hembras ovíferas

región, la mediana fluctuó entre 26,6 y 35,8 mm. En general, se determinó un comportamiento semejante al descrito para las modas. Con relación a las medianas determinadas en las distintas zonas por estrato de profundidad, únicamente frente a Punta Achira se obtuvo información suficiente (Tabla 3). En esta zona no se apreciaron diferencias importantes entre las medianas calculadas a los diferentes estratos, pero sí valores notoriamente inferiores entre marzo y agosto de 1989, a los determinados en esa misma zona entre agosto y diciembre de 1988.

Período de portación de huevos

La presencia de hembras ovíferas se registró durante once meses consecutivos, a excepción de enero, haciéndose notoria la escasa cantidad de hembras portadoras durante el verano (Figs. 2A y 2B). Por el contrario, el período de mayor portación se centró entre comienzos de mayo y fines de octubre, determinándose que por alrededor de 180 días, más del 25% de las hembras adultas son portadoras. Los mayores porcentajes de hembras ovíferas se registraron en agosto, tanto en 1988 como 1989 (Fig. 2A).

De acuerdo a estos resultados, se estimó que el período individual de desarrollo embrionario se extiende de 90 a 120 días. Por otra parte, en atención al alto porcentaje de hembras ovíferas encontrado en el período de máxima actividad reproductiva (Fig. 2B), que superó el 80%, se estimó que todas las hembras se reproducen anualmente cuando han alcanzado la primera madurez sexual.

Al analizar el porcentaje de hembras ovíferas en las distintas zonas de muestreo (Tabla 3), se observó que los períodos de máxima portación están ligeramente desfazados entre sí. Los porcentajes mensuales calculados en 1988, evidencian que la portación finalizó en forma progresiva de norte a sur. En cambio, durante 1989 la portación se inició primeramente en la zona norte (Punta Achira), mientras que al norte y sur del cañón del Bío-Bío, la aparición de hembras ovíferas se detectó con posterioridad. La falta de información completa de un mismo ciclo de portación en las diferentes zonas, impide determinar si esa situación es una característica de tipo permanente o circunstancial durante el período estudiado.

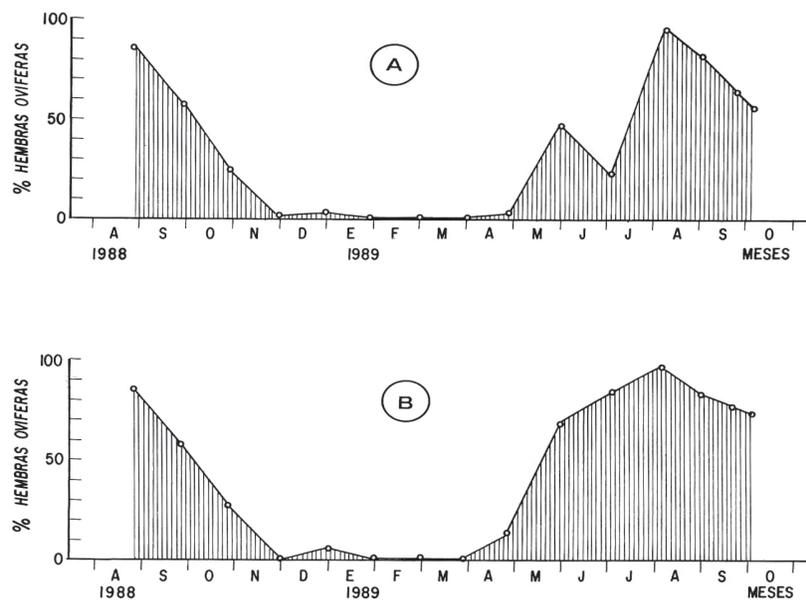


Figura 2. Porcentaje mensual de hembras ovíferas. A: Sobre el total de hembras capturadas. B: Sobre la talla de primera madurez sexual.

Figure 2. Monthly percentage of carrying females. A: Over the total females caught. B: Over the length at first sexual maturity.

Tabla 3. Porcentaje de hembras ovíferas, por estratos de profundidad y zona de pesca en el langostino colorado.
Table 3. Percentage of squat lobster carrying females, by depth strata and fishing zone.

MES	ZONA	ESTRATO DE PROFUNDIDAD (m)					
		A 25-74	B 75-124	C 125-174	D 175-224	E 225-274	F 275-324
AGOSTO 1988	P	s/i	100,00	100,00	s/i	s/i	s/i
SEPTIEMBRE	U	s/i	95,83	100,00	100,00	s/i	s/i
OCTUBRE	N	s/i	s/i	74,07	78,50	84,21	50,00
NOVIEMBRE	T	0,00	0,45	s/i	5,84	s/i	5,68
DICIEMBRE	A	s/i	4,71	0,11	s/i	s/i	s/i
ENERO 1989	1	s/i	s/i	0,00	0,00	0,00	0,00
FEBRERO	A	s/i	0,00	s/i	0,00	s/i	0,72
MARZO	C	s/i	s/i	0,00	0,00	0,75	9,82
ABRIL	H	s/i	s/i	84,00	0,00	5,41	87,50
MAYO	I	s/i	s/i	59,86	92,84	100,00	2,08
JUNIO	R	s/i	22,73	s/i	s/i	s/i	s/i
JULIO	A	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
AGOSTO		s/i	75,22	77,03	s/i	s/i	s/i
AGOSTO 1988	N	s/i	s/i	87,50	92,76	s/i	s/i
SEPTIEMBRE	O	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
OCTUBRE	R	s/i	0,00	31,63	s/i	s/i	s/i
NOVIEMBRE	T	s/i	s/i	0,64	0,59	s/i	s/i
DICIEMBRE	E	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i	s/i
ENERO 1989	2	s/i	0,00	s/i	0,00	s/i	s/i
FEBRERO	B	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
MARZO	I	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
ABRIL	O	s/i	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i
MAYO		s/i	s/i	0,00	0,00	s/i	s/i
JUNIO	B	s/i	11,26	14,40	5,98	s/i	s/i
JULIO	I	s/i	95,40	s/i	s/i	s/i	s/i
AGOSTO	O	s/i	85,97	94,58	s/i	s/i	s/i
AGOSTO 1988		s/i	86,60	s/i	s/i	s/i	s/i
SEPTIEMBRE	S	s/i	52,08	s/i	s/i	s/i	s/i
OCTUBRE	U	s/i	1,26	50,37	s/i	s/i	s/i
NOVIEMBRE	R	0,00	0,00	s/i	s/i	0,00	s/i
DICIEMBRE	3	s/i	s/i	0,00	0,00	s/i	s/i
ENERO 1989	B	s/i	s/i	0,00	0,00	s/i	s/i
FEBRERO	I	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
MARZO	O	s/i	s/i	s/i	0,00	s/i	s/i
ABRIL		s/i	s/i	0,00	0,00	s/i	s/i
MAYO	B	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
JUNIO	I	s/i	22,26	30,21	s/i	s/i	s/i
JULIO	O	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
AGOSTO		s/i	s/i	s/i	s/i	s/i	s/i
AGOSTO 1988		s/i	85,69	90,90	92,76	s/i	s/i
SEPTIEMBRE		s/i	52,42	100,00	100,00	s/i	s/i
OCTUBRE	G	s/i	0,14	33,25	78,50	84,21	50,00
NOVIEMBRE	L	0,00	0,51	0,64	5,07	0,00	5,68
DICIEMBRE	O	s/i	4,71	0,16	0,00	s/i	s/i
ENERO 1989	B	s/i	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FEBRERO	A	s/i	0,00	s/i	0,00	s/i	0,72
MARZO	L	s/i	s/i	0,00	0,00	0,75	9,82
ABRIL		s/i	s/i	0,00	0,00	5,41	87,50
MAYO		s/i	s/i	45,72	58,13	100,00	2,08
JUNIO		s/i	20,37	16,34	5,98	s/i	s/i
JULIO		s/i	95,40	s/i	s/i	s/i	s/i
AGOSTO		s/i	79,40	85,09	s/i	s/i	s/i

s/i sin información

La distribución de los porcentajes mensuales de hembras ovíferas en los diferentes estratos de profundidad, mostró que los valores siguen un patrón semejante en las tres zonas estudiadas (Tabla 3). Como característica general, se observó que los mayores valores se encontraron al inicio del período de portación (abril-mayo) en los estratos más profundos (225-324 m), mientras que en el período de mayor incidencia de portación (agosto), los mayores valores se registraron en aguas más someras (75-174 m). Posteriormente, nuevamente los valores más altos se determinaron a mayor profundidad.

Talla de primera madurez

Aunque la hembra ovífera más pequeña midió 11,5 mm de Lc, bajo los 19 mm fueron escasas las hembras portadoras. En cambio a tallas superiores a 30 mm, más del 70% de las hembras presentaron huevos durante el período de portación (Fig. 3).

De las muestras obtenidas, solamente en 12 lances fue posible disponer en forma simultánea de una cantidad representativa de hembras ovíferas y no ovíferas. Con estos datos se determinó que la talla de primera madurez sexual fluctuó entre 22,8 y 30,7 mm de Lc (Tabla 4).

Estados de desarrollo embrionario

Para el estudio del desarrollo embrionario se analizaron 5.641 hembras ovíferas capturadas en las distintas zonas de pesca. El análisis macroscópico de la masa ovífera permitió determinar una escala de cuatro estados de desarrollo embrionario.

Estado 1. Huevos de color naranja pálido, totalmente inmaduro. El vitelo se encuentra distribuido homogéneamente y no presenta estructuras ni células diferenciadas (Fig. 4a). El huevo tiene un diámetro medio de $0,545 \pm 0,043$ mm.

Estado 2. Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y de apariencia granulosa, y ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. En este estado se inicia la diferenciación celular y se visualiza el primordio embrionario (Fig. 4b). El diámetro medio es de $0,590 \pm 0,042$ mm.

Estado 3. Huevos de color naranja oscuro y opaco. Se observa el inicio del desarrollo del embrión; aparece el esbozo de los globos oculares que son alargados y en su extremo distal, presentan una línea curva oscura que corresponde al inicio de la pigmentación ocular (Fig. 4c). El diámetro medio es de $0,620 \pm 0,039$ mm.

Estado 4. Huevos de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes y ligeramente alargados, de intensa pigmentación negra. Se observan algunos cromatóforos rojizos en la región dorsal del abdomen (Fig. 4d). El diámetro medio es de $0,687 \pm 0,066$ mm.

Finalmente, en las Figuras 4e y 4f se muestran larvas recién eclosionadas, en distintos estados de flexión. Para determinar el tamaño de los huevos pertenecientes a los distintos estados de madurez, se procedió a medir 20 huevos por estado, determinándose que el diámetro fluctuó entre 0,47 y 0,78 mm. Al mismo tiempo, se calculó el diámetro medio de los huevos de cada estado de desarrollo y su correspondiente desviación estándar, estableciéndose un incremento gradual del diámetro en función del avance en el desarrollo del embrión. Al aplicar el test gráfico de comparación de medias de Hubbs y Hubbs (1952), se encontró que los diámetros correspondientes a los distintos estados, difieren significativamente entre ellos, salvo en el caso de los estados 2 y 3, donde se detectó una leve superposición en sus respectivos intervalos de confianza (Fig. 5).

Durante los seis meses que comprendió el ciclo de portación anual se registró la presencia de hembras ovíferas con huevos en estado de desarrollo embrionario poco avanzado

Tabla 4. Talla de primera madurez sexual en el langostino colorado por zona de pesca, indicando sólo aquellos meses en que se obtuvo una adecuada representatividad de hembras ovíferas y no

Table 4. Length of first sexual maturity of the squat lobster by fishing zone, indicating only those months in which both carrying and non-carrying females were properly represented.

Mes	Zona		
	Punta Achira	Norte Bío-Bío	Sur Bío-Bío
Agosto 1988	-	-	25,0±0,7
Septiembre	-	-	28,7±0,7
Octubre	-	30,7±1,0	-
Mayo 1989	26,0±0,7	-	-
Junio	22,8±0,6	29,1±1,2	26,0±1,1
Agosto	-	-	22,7±0,4
Septiembre	25,5±1,1	28,7±0,9	-
Octubre	-	28,2±0,7	-

(Estados 1 y 2), mientras que las hembras con huevos en maduración avanzada, estados 3 y 4, se encontraron de junio a octubre (Fig. 6). Esta distribución indica que la eclosión comienza en invierno, posiblemente en junio, época en que aparecerían las primeras larvas de langostino colorado en el plancton de la región.

Para determinar si el proceso de maduración ocurre simultáneamente en toda el área de muestreo, se analizó el porcentaje de hembras ovíferas en estados de madurez avanzada en las distintas zonas de captura. Así, se pudo observar que en 1988, el proceso de maduración se inició primero al sur del cañón del río Bío-Bío y continuó gradualmente hacia el norte. En agosto se observó una cantidad importante de hembras maduras en la zona 3, mientras que más al norte en la zona 1, la presencia

de hembras maduras aconteció más tarde, en septiembre. Esta maduración más temprana en la zona sur, se observó nuevamente en 1989, aunque en forma no tan notoria (Fig. 7).

Además, para determinar si el proceso de maduración es similar a las distintas profundidades de pesca, se consideró el porcentaje de hembras maduras por rango de profundidad (estratos A a F). Así, se encontró que las hembras ovíferas se distribuyeron casi exclusivamente en los estratos B, C y D, es decir en profundidades comprendidas entre los 75 y 224 m (Fig. 8). Durante el período invierno-primavera de 1988, no se detectó una distribución definida de las hembras maduras respecto a alguno de estos estratos, salvo que a fines del período de puesta, en octubre, las hembras se encontraron principalmente en los estratos menos profundos (B y C). Sin embargo, esta situación cambió en el invierno y primavera de 1989, puesto que sólo a comienzos del ciclo de desove se obtuvieron hembras maduras en el estrato D (175-224 m), ya que posteriormente se concentraron en los estratos menos profundos.

Fecundidad de las hembras

La fecundidad del langostino colorado se estimó sobre la base del análisis de los huevos portados por un total de 203 hembras, cuyo rango de tallas estuvo comprendido entre los 20,0 y 43,9 mm de Lc. En ese rango se determinó una fecundidad individual comprendida entre 1.808 y 33.966 huevos (Tabla 5). Se observó una alta variabilidad en el número de huevos portados por las hembras de una misma talla corporal (Fig. 9). Adicionalmente, se registró la presencia de tres pequeñas hembras portadoras, cuyas longitudes cefalotorácicas fueron de 11,5, 12,1 y 16,2 mm respectivamente.

De acuerdo a los distintos modelos matemáticos empleados para definir la relación entre la longitud cefalotorácica y el número total de huevos portados por las hembras, y al considerar la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores observados y calculados (D^2) y el coeficiente de determinación muestral (r^2) (Tabla 6), se determinó que el modelo de poder presentó el mejor ajuste, representado por la ecuación:

$$NTH = 0,015 * Lc^{3,844}$$

Con estos resultados y utilizando la metodología

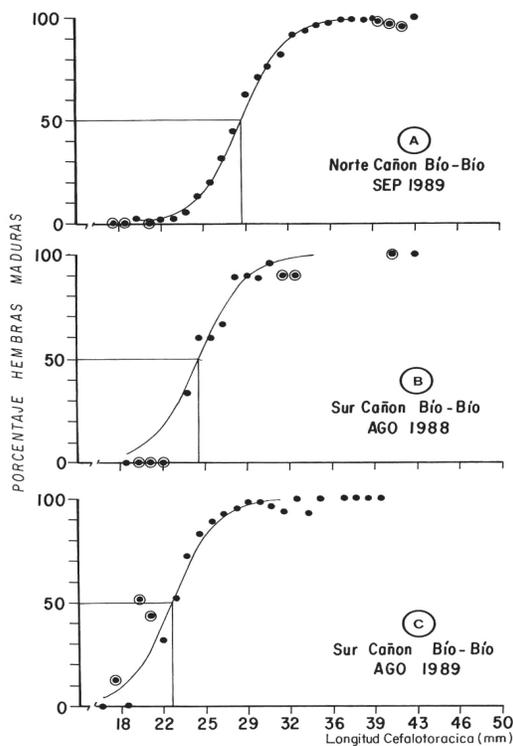


Figura 3. Porcentaje de hembras maduras según la talla en tres muestreos seleccionados.

*Valor no considerado en el ajuste.

Figure 3. Percentage of mature females by length in three selected samplings.

*Value not considered in the fitted relationship.

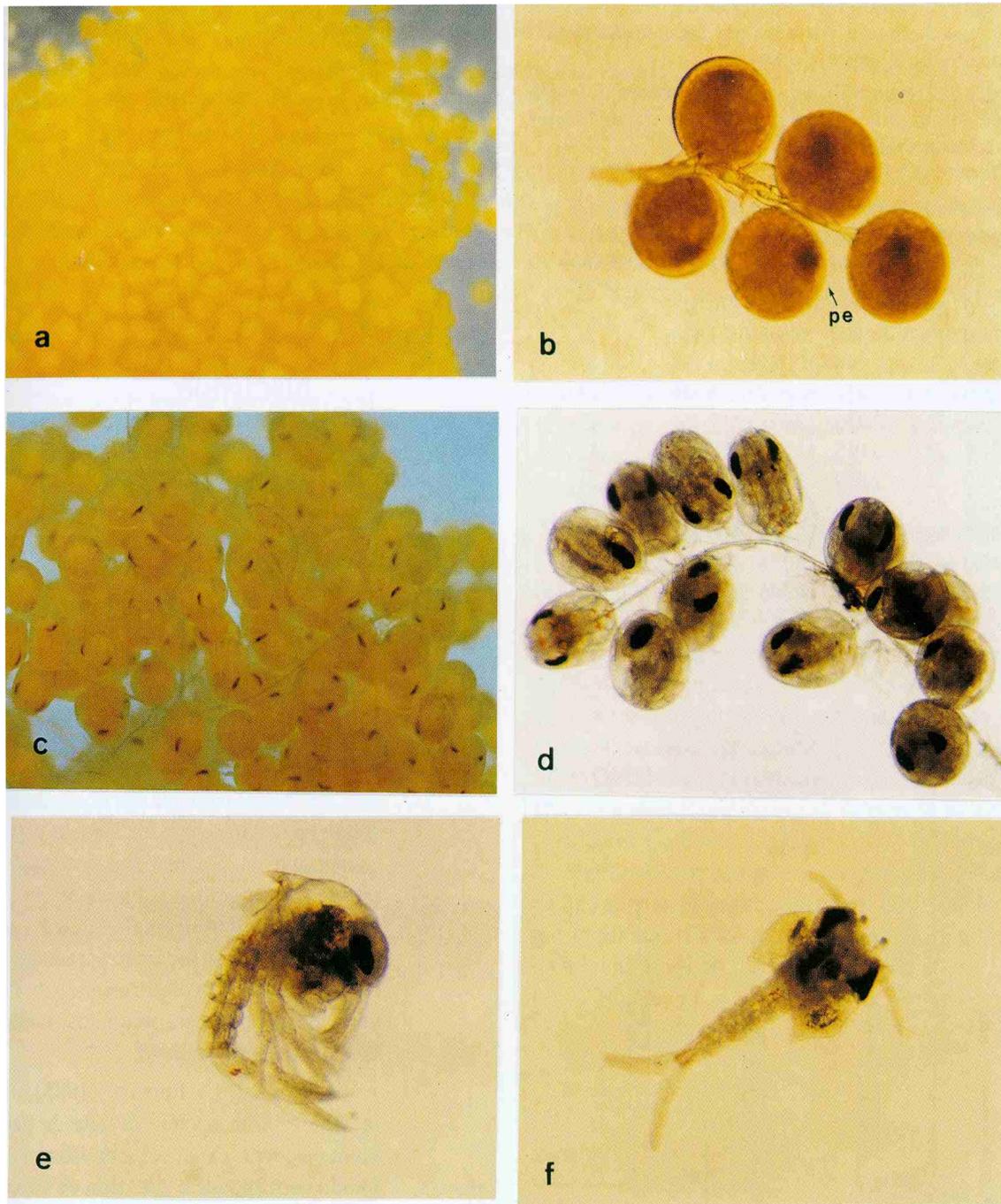


Figura 4. Estados de desarrollo embrionario y larvas de langostino colorado. a) Estado 1: huevos inmaduros; b) Estado 2: vitelo granuloso, pe: primordio embrionario; c) Estado 3: embriones con pigmentación negra oblicua en los ojos; d) Estado 4: embriones con ojos ovalados totalmente pigmentados; e) Larva recién eclosionada, mostrando la curvatura propia inicial; f) Larva extendida, minutos después de la eclosión.

Figure 4. Embryonic stages of development and larvae of squat lobster, a) Stage 1: immature eggs; b) Stage 2: granuloase vitellum, pe: embryonic primordium; c) Stage 3: embryos with oblique black pigmentation in the eyes; d) Stage 4: embryos with oval completely pigmented eyes; e) Recently hatched larvae, showing the proper initial curvature; f) extended larvae, minutes after hatching.

Tabla 5. Relación entre la longitud del cefalotórax y el número de huevos portados por los ejemplares examinados de langostino colorado.

Table 5. Relationship between cephalothoracic length and the number of carried eggs by squat lobster specimens examined.

Longitud cefalotórax (mm)	Rango número de huevos	Promedio número de huevos	Número de ejemplares examinados
22,0 - 23,9	2.763 - 5.044	4.027	7
24,0 - 25,9	1.808 - 6.678	4.426	8
26,0 - 27,9	2.986 - 10.382	4.797	33
28,0 - 29,9	3.932 - 14.892	6.354	29
30,0 - 31,9	2.250 - 12.371	7.464	15
32,0 - 33,9	8.016 - 14.833	10.939	17
34,0 - 35,9	7.929 - 21.879	14.213	31
36,0 - 37,9	11.486 - 21.702	16.275	26
38,0 - 39,9	9.658 - 33.966	20.814	32
40,0 - 41,9	19.197 - 28.536	24.789	4
42,0 - 43,9	12.604 - 23.775	18.189	2

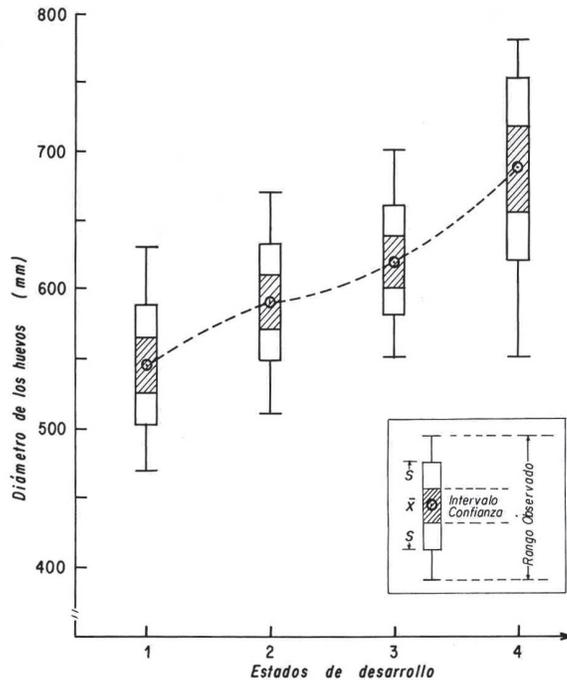


Figura 5. Diámetro de los huevos de langostino colorado de acuerdo al estado de desarrollo embrionario.

Figure 5. Egg diameter of the squat lobster according to the embryonic development stage.

propuesta por Karlovac (1953), se determinó que anualmente cada hembra aportaría un promedio teórico de 6.112 crías a la población (Tabla 7). Además, se encontró que los ejemplares comprendidos entre los 25 y 29 mm de Lc contribuyen con el 55% de los nuevos individuos. La producción de crías por ejemplar en los restantes rangos de tallas es significativamente menor, a pesar que en torno a los 35 mm de Lc se detectó un aporte secundario.

DISCUSION

Los estudios sobre el ciclo reproductivo de una especie contribuyen a conocer su biología y comportamiento. Esto último es fundamental cuando los organismos estudiados constituyen recursos de interés pesquero, pues además de su validez como aporte científico, sus resultados pueden ser utilizados para el diseño de estrategias de explotación, manejo y administración.

En el caso del langostino colorado, se reconoció la necesidad de ampliar los antecedentes disponibles sobre su reproducción, principalmente por el estado de sobreexplotación a que fue llevado y por encontrarse en la actualidad distribuido en un área geográfica reducida respecto a su distribución original. Además, el conocimiento de su biología reproductiva, es básico para la determinación de parámetros biológico-pesqueros, como crecimiento y mortalidad.

Según Bustos y Retamal (1985), en la zona de Concepción, la talla de primera madurez sexual del langostino colorado corresponde a 20,3 mm de caparazón. No obstante, en este trabajo se determinó la TSM50% en el rango 22,8-30,7 mm de Lc. La existencia de variaciones en esta longitud, por mes o zona de pesca, sugiere que está asociada a la mayor o menor presencia de ciertos estados de muda en la población, y al momento en que se produce la muda de pubertad. En este sentido, se calcularon distintos valores de TMS50% a los 22,8; 25,6; 28,7 y 30,7 mm de Lc, que corresponden a longitudes medias entre estados de muda consecutivos (Arana, 1990).

Tabla 6. Estimados de a, b, r^2 y D^2 , en los distintos modelos utilizados para establecer la función fecundidad-talla del langostino colorado.

Table 6. Estimates of a, b, r^2 and D^2 for the different models used to determine the squat lobster fecundity-length function.

MODELO	a	b	r^2	D^2
Lineal	-28923,700	1243,486	0,920	1972,570
Poder	0,015	3,844	0,885	1718,930
Exponencial	179,425	0,122	0,893	1730,203
Doble exponencial lineal	0,603	0,021	0,890	3578,189
Doble exponencial	0,213	0,515	0,879	3578,381

a y b = coeficiente regresionales
 r^2 = coeficiente de correlación lineal
 D^2 = grado de ajuste

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la distribución de hembras ovíferas por rango de talla, la primera madurez sexual se consideró a los 25,6 mm; bajo esta longitud se registró menos del 20% de las hembras portadoras. Según Arana (1990), la condición de hembra potencialmente madura se alcanzaría a una edad aproximada de 2,4 años.

En el presente trabajo se encontró que el porcentaje de hembras ovíferas fue bajo a longitudes inferiores a 19 mm de Lc. De allí que la obtención de hembras ovíferas pequeñas, incluso de 11,5 a 16,2 mm, puede ser considerada como maduración prematura, proceso registrado también en el camarón nailon, *Heterocarpus reedi* (Arana *et al.*, 1976). Por su parte, Gutiérrez y Zúñiga (1977) en Mejillones, determinaron que la hembra ovífera

más pequeña midió 19 mm y Bustos *et al.* (1982), trabajando frente a Talcahuano, obtuvieron un ejemplar de 12 mm en esta misma condición.

A pesar que se encontró la presencia de hembras ovíferas durante casi todo el año, su cantidad fue muy escasa a fines de primavera y verano (4,4%). Sin embargo, si se considera los meses en que el porcentaje mensual fue superior al 25%, se observa que el período principal

de portación comprende seis meses, de mayo a octubre. En consecuencia, esta especie tiene un solo período de desove anual.

Esto coincide con determinaciones efectuadas anteriormente en esta misma zona y en otras áreas del litoral chileno, que indican una portación prácticamente continua a través del año, aunque con períodos de menor o mayor presencia de hembras ovíferas. Así, Henríquez (1979) indica que el período principal de portación ocurre de mediados de otoño a octubre. En cambio, Bustos y Retamal (1985) señalan que la portación es de sólo seis meses, entre abril y septiembre. A diferencia de estos resultados, Gutiérrez y Zúñiga (1977) en la bahía de Mejillones, encuentran cuatro períodos del año en que el porcentaje fue superior al 60%, septiembre, diciembre, febrero-marzo y junio-julio; pero con un mínimo anual en abril-mayo.

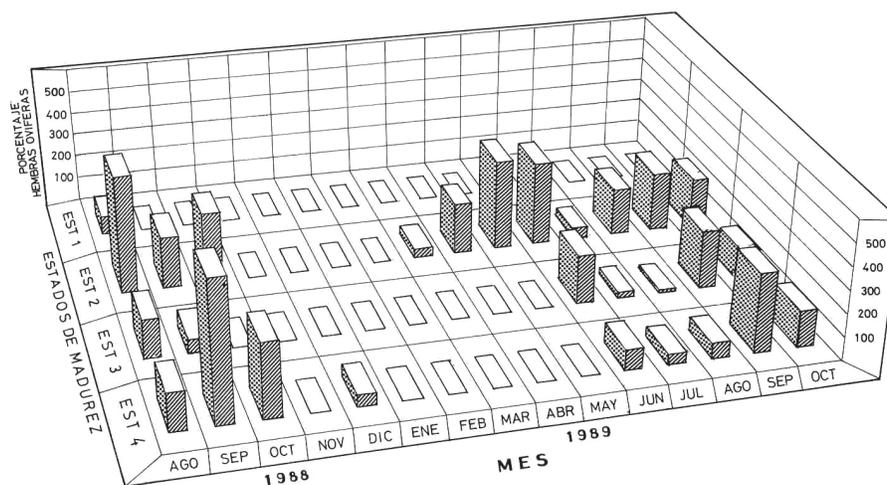


Figura 6. Distribución mensual del estado de madurez de los huevos del langostino colorado.

Figure 6. Monthly distribution of the stage of maturity of the squat lobster eggs.

Tabla 7. Aporte teórico de crías por rango de tallas en el langostino colorado mediante el método de Karlovac (1953).

Table 7. Theoretical offspring contribution by length range of the squat lobster using the Karlovac (1953) method.

Rango de talla (mm)	Marca de clase (mm) con huevos	Número de hembras	Fecundidad calculada	Número total de huevos	Aporte crías (%)	Aporte acumulado (%)
5- 5,9	5,5	0	11	0	0,0	0,0
6- 6,9	6,5	0	20	0	0,0	0,0
7- 7,9	7,5	0	35	0	0,0	0,0
8- 8,9	8,5	0	56	0	0,0	0,0
9- 9,9	9,5	0	86	0	0,0	0,0
10- 10,9	10,5	0	126	0	0,0	0,0
11- 11,9	11,5	1	179	179	0,0	0,0
12- 12,9	12,5	2	247	494	0,0	0,0
13- 13,9	13,5	0	332	0	0,0	0,0
14- 14,9	14,5	0	437	0	0,0	0,0
15- 15,9	15,5	1	565	565	0,0	0,0
16- 16,9	16,5	0	718	0	0,0	0,0
17- 17,9	17,5	0	900	0	0,0	0,0
18- 18,9	18,5	0	1155	0	0,0	0,0
19- 19,9	19,5	0	1365	0	0,0	0,0
20- 20,9	20,5	0	1654	0	0,0	0,0
21- 21,9	21,5	2	1986	3972	0,0	0,0
22- 22,9	22,5	1	2365	2365	0,0	0,0
23- 23,9	23,5	62	2796	173328	0,6	0,6
24- 24,9	24,5	128	3281	420006	1,4	2,0
25- 25,9	25,5	968	3827	3784388	12,3	14,3
26- 26,9	26,5	1232	4437	5465868	18,1	32,4
27- 27,9	27,5	1041	5115	5325212	17,7	50,1
28- 28,9	28,5	373	5868	2188889	7,3	57,3
29- 29,9	29,5	139	6700	931326	3,1	60,4
30- 30,9	30,5	89	7616	677844	2,2	62,7
31- 31,9	31,5	84	8622	724230	2,4	65,1
32- 32,9	32,5	144	9722	1400017	4,6	69,7
33- 33,9	33,5	151	10924	1649455	5,5	75,2
34- 34,9	34,5	155	12231	1895831	6,3	81,5
35- 35,9	35,5	145	13651	1979416	6,6	88,1
36- 36,9	36,5	107	15190	1625282	5,4	93,5
37- 37,9	37,5	48	16853	808926	2,7	96,1
38- 38,9	38,5	34	18647	633908	2,1	98,2
39- 39,9	39,5	19	20578	390989	1,3	99,5
40- 40,9	40,5	4	22654	90617	0,3	99,8
41- 41,9	41,5	2	24881	49762	0,2	100,0
42- 42,9	42,5	0	27266	0	0,0	100,0
Total		4932		30142867	100,0	

De acuerdo al período de portación, se deduce que la extrusión de huevos ocurre principalmente entre abril y mayo, seguida por la presencia de hembras con embriones bien desarrollados (Estado 4) a partir de junio, lo que supone un período de incubación de 2 a 3 meses aproximadamente. Así también, la presencia de

hembras con huevos próximos a la eclosión, a comienzos de invierno, indicaría la aparición de larvas en el plancton a partir de junio. En esta misma zona, Palma (1994) encontró larvas de esta especie en estados iniciales de desarrollo a fines de junio, con máximos de abundancia en noviembre, cuando termina el período de portación. La pobreza otoñal

y abundancia primaveral es concordante con la distribución de larvas de crustáceos galateidos en aguas de la costa de Valparaíso (Palma, 1976, 1980).

El término de la portación de *P. monodon* es bastante abrupto, ya que si bien se registró un alto porcentaje de hembras ovíferas en octubre, la portación es mínima en noviembre. Junto con esto, llama la atención el hecho que en octubre hay un gran porcentaje de hembras con huevos en estados iniciales de desarrollo (Estado 2), lo que sugiere un período más corto de incubación hacia fines de la época de portación, relacionado probablemente con el incremento de la temperatura del agua en primavera.

En los galateidos, al parecer, la época de portación es bastante extensa. En efecto, en *P. monodon* se extiende principalmente de abril a

noviembre, siendo similar a la de *Cervimunida johni*, que porta los huevos desde fines de mayo hasta fines de diciembre (Henríquez, 1979). Sin embargo, es superior a la de *P. planipes* de las costas de California, que es de sólo seis meses, de noviembre a abril (Boyd y Johnson, 1963). Además, Rodríguez y Bahamonde (1986) en *Munida subrugosa*, distribuida desde el canal de Chacao hasta el Cabo de Hornos, señalan una portación de 8 a 9 meses, de abril a noviembre.

En el langostino colorado se ha observado un fuerte incremento en el porcentaje de ejemplares con exoesqueleto blando a partir de diciembre, lo que indica que la población está en proceso de muda (Bustos *et al.*, 1982; Arana, 1990). La presencia de un gran número de ejemplares con exoesqueleto blando en marzo, fue seguida por un incremento

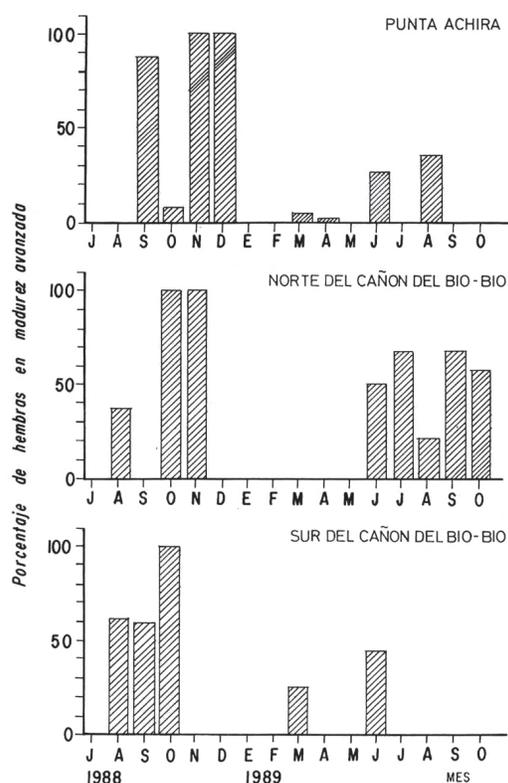


Figura 7. Distribución mensual de hembras con huevos en estados de madurez avanzada (Estados 3 y 4), por zona de pesca.

Figure 7. Monthly distribution of the carrying females of advanced maturity stages (Stages 3 and 4), by fishing zones.

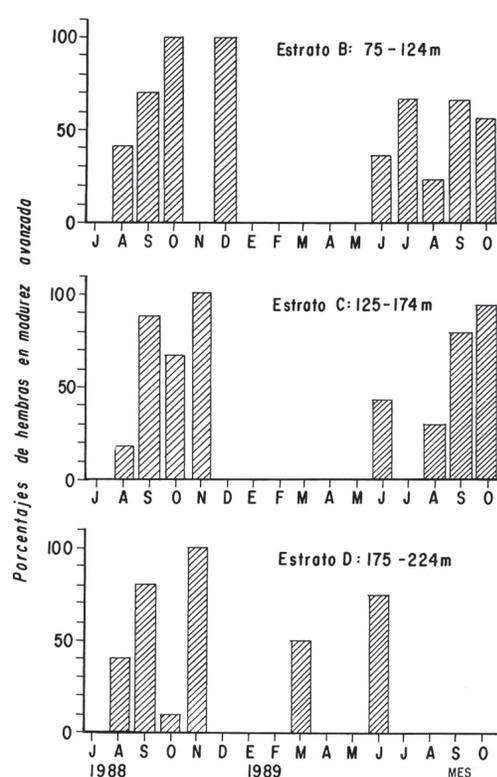


Figura 8. Distribución mensual de hembras con huevos en estados de madurez avanzada (Estados 3 y 4), por estrato de profundidad.

Figure 8. Monthly distribution of the carrying females of advanced maturity stages (Stages 3 and 4), by depth strata.

importante de hembras ovíferas en abril. Esto es característico de los crustáceos, ya que la muda es previa a la cópula y luego sucede la extrusión de los huevos. También, en este período es común encontrar una proporción sexual cercana a 1:1, de aquí se desprende que la muda de pubertad y la cópula se verifican a comienzos del otoño, todo lo cual explicaría la aparición de hembras ovíferas a partir de abril (Fig. 2).

El potencial reproductivo se estimó como el número de huevos que las hembras pueden producir en cada período de desove. De acuerdo a esto, se determinó que la cantidad de huevos portados en cada rango de talla es muy variable. Al respecto, Cerna (1987) analizando hembras de 22 a 44 mm de Lc en esta misma región, encontró valores extremos en la fecundidad de 2.560 y 28.252 huevos. No obstante, los valores determinados en el presente trabajo son muy superiores a los registrados por Gutiérrez y Zúñiga (1977) en ejemplares de bahía de Mejillones, quienes estimaron una fecundidad media de 9.000 huevos en hembras de 30 a 35 mm de Lc. Este rango correspondió a la fracción de mayor talla de sus muestras, lo que evidentemente provoca una sobreestimación de la fecundidad media.

Por otra parte, en el estudio efectuado por Bustos y Retamal (1985), entre Punta Achira y la desembocadura del río Bío-Bío, se determinaron bajos valores de fecundidad, con 725 y 6.543 huevos en hembras de 20 y 30 mm de Lc, respectivamente. Estas cifras son muy inferiores a las determinadas en el presente trabajo, lo que podría indicar una clara subestimación de la fecundidad debida a razones metodológicas.

En la presente investigación se ha tenido especial cuidado en determinar la fecundidad en hembras con huevos en los primeros estados de desarrollo, cuando la pérdida de huevos es nula o escasa. Por esto mismo, es posible que el número de huevos portados disminuya en función del tiempo y por ende el número de larvas liberadas. En consecuencia, es posible que la función determinada en esta ocasión, pueda sobreestimar la fecundidad si se aplica al final del período de portación.

La ecuación determinada para la relación talla-fecundidad través del modelo de poder, permite deducir que la fecundidad del langostino colorado es relativamente alta, comparada con otras especies de esta misma familia (Alegria *et al.*, 1963; Andrade, 1986). Además, es conocida la relación inversa que existe entre la fecundidad y el tamaño de los huevos,

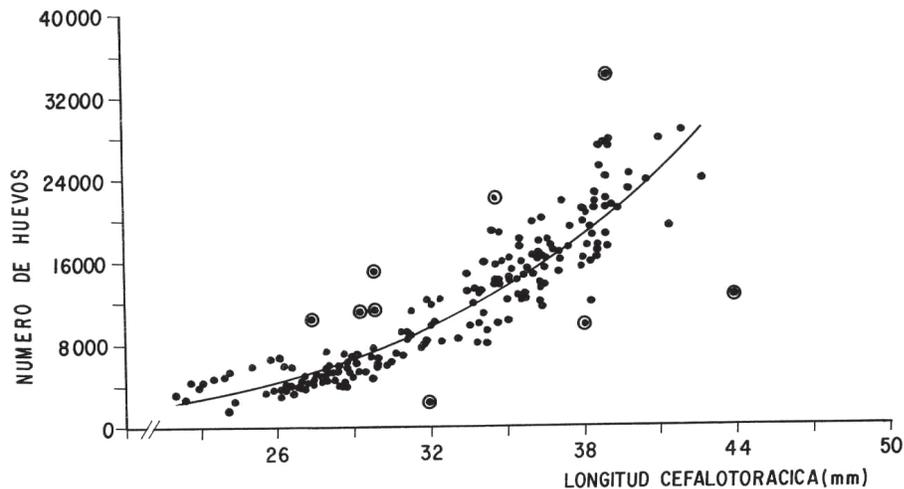


Figura 9. Relación entre la longitud cefalotorácica de las hembras y el número de huevos portados.

● Valores no considerados en el ajuste.

Figure 9. Relationship between cephalothoracic length of females and the number of eggs carried.

● Values not considered in the fitted relationship.

característica observada en numerosas especies marinas, tanto de peces como de crustáceos (Guzmán y Campodonico, 1972). Esto último se observó también en esta especie, en que su elevada fecundidad coincide con el reducido tamaño de sus huevos (0,47 a 0,78 mm de diámetro).

Es probable que el número de huevos de *P. monodon* disminuya paulatinamente a medida que los huevos avanzan en su desarrollo, fenómeno registrado también en *Paralithodes camtschatica* (Haynes, 1968). Por esto, es conveniente realizar varias estimaciones de la fecundidad durante el ciclo de portación. Con este procedimiento se podría confirmar si existe pérdida de huevos en el tiempo y contribuiría, además, a conocer el aporte real de nuevos individuos a la población.

Para el análisis de los huevos de esta especie se han propuesto diversas escalas de desarrollo embrionario, que comprenden dos estados (Bustos *et al.*, 1982) o tres estados (Gutiérrez y Zúñiga, 1977; Bustos y Retamal, 1985), basadas en la coloración de los huevos o en el esbozo de la larva. Sin embargo, la utilización de estos criterios en forma independiente es difícil de seguir macroscópicamente, dado que la coloración puede ser modificada por la conservación de los ejemplares después de la pesca. De la misma forma, el estado clasificado como “esbozo de la larva” corresponde a un término ambiguo que no permite precisar el avance en el estado de desarrollo del embrión, como para determinar si este último está o no próximo a eclosionar.

Debido a lo anterior, se ha propuesto una nueva escala constituida por cuatro estados que pueden ser identificados fácilmente, si se considera en forma conjunta la coloración de los huevos y la presencia o ausencia de pigmentación en los globos oculares. La pigmentación ocular no sólo es notoria a simple vista, sino que permite distinguir cuando avanzado se encuentra el desarrollo embrionario y en que momento los huevos están pronto a la eclosión.

Como ya se indicó, el tamaño de los huevos de langostino colorado es pequeño y sugiere un desarrollo larval prolongado, constituido por varios estados. Esta posibilidad es sustentada por los resultados logrados por Fagetti y Campodonico (1971), quienes determinaron que la larva de *P. monodon* demora un promedio de 55 días en alcanzar el estado de zoea V, a través de 8 subestados de mudas sucesivas. Estudios efectuados para *P. planipes* (Boyd y Johnson, 1963), indican

que esta especie requiere de un período mayor de tiempo (63 días) para alcanzar el Estado V. En ambos casos se menciona que el número de subestados puede aumentar si el desarrollo larval se realiza en aguas de menor temperatura.

La distribución batimétrica de las hembras ovíferas, mostró que los mayores porcentajes se encontraron al comienzo del período de portación (abril-mayo) en los estratos más profundos (225-324 m), desplazándose en el momento de máxima incidencia de hembras ovíferas (agosto), a estratos más someros (75-174 m) y posteriormente se encontraron los valores más altos a mayor profundidad. Este patrón de comportamiento confirma la posibilidad planteada por Bustos *et al.* (1982) y Bahamonde *et al.* (1986) respecto a que esta especie se desplaza a aguas menos profundas durante el período de portación, en forma semejante a la descrita para *Heterocarpus reedi* en la zona de Valparaíso (Arana y Nakanishi, 1971).

Esta migración reproductiva hacia aguas menos profundas podría estar relacionada directa o indirectamente con las condiciones ambientales, ya que cerca de la costa las hembras encontrarían aguas de mayor temperatura que acelerarían el desarrollo embrionario y, consecuentemente, reducirían el período de portación. Además, el acercamiento de las hembras a la zona costera permitiría la liberación larval en áreas de mayor disponibilidad alimenticia. De hecho, Palma (1994) encontró que las larvas de esta especie tienden a congregarse en aguas sobre la plataforma continental, especialmente en las estaciones más costeras.

Con todos estos resultados, se pueden señalar diversos aspectos que mejorarían la administración y manejo de este recurso. De acuerdo con esto, se estima conveniente proteger el stock de langostino colorado durante el período de máxima portación de huevos (mayo a octubre), y la captura de ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual (<25,6 mm) o en el rango de mayor aporte teórico de nuevas crías (25 a 29 mm). Consecuentemente, se recomienda disminuir o restringir las operaciones de pesca comercial durante el período de mayor actividad reproductiva, y establecer limitaciones a los artes de arrastre para capturar solo ejemplares superiores a 29-30 mm de longitud cefalotorácica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Subsecretaría de Pesca por la autorización otorgada

para realizar la presente investigación; a la Compañía Pesquera Camanchaca S.A., por el apoyo logístico y financiero brindado para su realización; y al personal del Instituto de Fomento Pesquero que colaboró en la obtención de las muestras.

En especial, se reconoce la colaboración de la Profesora Zoila Culquichicón y del Sr. Mario Cifuentes en el procesamiento de la información; y al Sr. Noé Cáceres por su ayuda en los análisis efectuados en laboratorio.

REFERENCIAS

- Aguilera, P. y M. Silva. 1967.** Estudio comparativo entre las especies *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*. Tesis, Esc. Técnicos en Industrias Pesqueras, UCV, 111 pp.
- Alegría, V., S. Avilés y N. Bahamonde. 1963.** Observaciones preliminares sobre la madurez sexual del langostino (*Cervimunida johni* Porter, 1903) (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Inv. Zool. Chil.*, 9: 133-159.
- Andrade, H. 1986.** Observaciones bioecológicas sobre invertebrados demersales de la zona central de Chile. *In: P. Arana (ed.), La Pesca en Chile, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 41-56.*
- Arana, P. 1990.** Crecimiento del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona Centro-Sur de Chile. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, 8/90: 79 pp.*
- Arana, P. y A. Nakanishi. 1971.** La pesquería del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. *Invest. Mar., Valparaíso, 2(4): 61-89.*
- Arana, P. y M.F. Pizarro. 1970.** Análisis de los parámetros biométricos de los langostinos amarillo (*Cervimunida johni*) y zanahoria (*Pleuroncodes monodon*) de la costa de Valparaíso. *Invest. Mar., Valparaíso, 1(12): 285-316.*
- Arana, P., E. Dupré y V. Gaete. 1985.** Ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). *In: P. Arana (ed.), Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 187-211.*
- Arana, P., L. Noziglia y G. Yany. 1976.** Crecimiento, reproducción, factor de condición y estructura poblacional del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) (Crustacea, Decapoda, Caridea). *Cienc. y Tec. del Mar, CONA 2: 3-98.*
- Bahamonde, R., G. Henríquez, P. Pavez, B. Ramírez y N. Silva. 1979.** Evaluación recursos camarón y langostino entre Coquimbo e Isla Mocha. Informe presentado a la Corporación de Fomento de la Producción, AP 79-40: 194 pp.
- Bahamonde, N., G. Henríquez, A. Zuleta, H. Bustos y R. Bahamonde. 1986.** Population dynamics and fisheries of squat lobster, family Galatheididae, in Chile. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 92: 254-268.
- Boyd, C. y M. Johnson. 1963.** Variations in the larval stages of a decapod crustacean, *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Galatheididae). *Biol. Bull.*, 124(3): 141-152.
- Bustos, H.E. y M.A. Retamal. 1985.** Estudio biológico pesquero del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837. *Gayana (zool.)*, 49 (3-4): 151-164.
- Bustos, H., O. Aracena, S. Mora y W. Palma. 1982.** Estudio de crecimiento y edad en el recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837). Instituto de Fomento Pesquero (mimeografiado), 120 pp.
- Cerna, N. 1987.** Informe de práctica profesional sobre fecundidad del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Regional Talcahuano, 30 pp.
- Dupré, E. 1988.** Desarrollo embrionario de la langosta de Juan Fernández, *Jasus frontalis* (Decapoda, Macrura, Palinuridae). *Invest. Mar., Valparaíso, 16: 49-62.*
- Fagetti, E. y I. Campodonico. 1971.** Larval development of the crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda, Anomura, Galatheididae) under laboratory conditions. *Mar. Biol.*, 8(1): 70-81.
- Gutiérrez, J. y O. Zúñiga. 1977.** *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards en la bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Rev. Biol. Mar.*, 16 (2): 161-169.
- Guzmán, L. y I. Campodonico. 1972.** Fecundidad de la centolla *Lithodes antarctica* Jacquinet (Crustacea, Decapoda, Anomura: Lithodidae). *Ans. Inst. Patagonia, Punta Arenas (Chile)*, 3(1-2): 249-258.
- Guzmán, L. y C. Ríos. 1986.** La doble exponencial potencial, una nueva función para describir la relación talla-fecundidad en la centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinet). *In: P. Arana (ed.), La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 103-112.*

- Haynes, E. 1968.** Relation of fecundity and egg length to carapace length in the king crab, *Paralithodes camtschatica*. Proc. National Shellfish Ass., 58: 60-62.
- Henríquez, G. 1979.** Langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards) (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheididae). In: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, AP 79-18: 52 pp.
- Hubbs, C. y C. Hubbs. 1952.** An improved graphical analysis and comparison of series samples. Syst. Zool., 2(2): 49-56.
- Karlovac, O. 1953.** An ecological study of *Nephrops norvegicus* (L.) on the high Adriatic. Izv. Akad. Nauk. Eksped. "Hvar", 5(2c): 50 pp.
- Kimura, D. 1974.** Logistic model estimating ogives from catches of codends whose ogives overlap. J. Cons. int. Explor. Mer., 38(1): 116-119.
- Palma, S. 1976.** Meroplankton de la región de Valparaíso. Cienc. y Tec. del Mar, CONA 2: 99-116.
- Palma, S. 1980.** Larvas de crustáceos decápodos capturadas frente a la costa de Valparaíso. Invest. Mar., Valparaíso, 8(1-2): 129-144.
- Palma, S. 1994.** Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 22: 13-29.
- Peñailillo, T. 1981.** Análisis de documentos biológicos históricos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Informe de Práctica Industrial II, Esc. Ciencias del Mar, UCV, 38 pp.
- Rodríguez, L. y R. Bahamonde. 1986.** Contribución al conocimiento de *Munida subrugosa* (White, 1847) de la XII Región, Chile. In: P. Arana (ed.). La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, pp. 283-296.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 1989-1995.** Anuarios Estadísticos de Pesca. Min. Economía, Fomento y Reconstrucción, Servicio Nacional de Pesca, Valparaíso.
- Silberbauer, B.I. 1971.** The biology of the South African rock lobster *Jasus lalandii* (H. Milne Edwards). I. Development. Invest. Rep. Div. S. Afr., 92: 70 pp.

Recibido el 17 de junio de 1997.

Aceptado el 02 de agosto de 1997.