Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile. Tomo 59, pp. 9-21; 1988

BIOLOGIA REPRODUCTIVA Y DINAMICA POBLACIONAL DEL CAMARON DE RIO, *SAMASTACUS SPINIFRONS* (PHILIPPI, 1882) (DECAPODA, PARASTACIDAE)

Reproductive biology and population dynamics of the crayfish, *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) (Decapoda, Parastacidae)

BOCIC, VICTOR*, RUDOLPH, ERICH** Y DANIEL LOPEZ**

RESUMEN

Se estudió la biología reproductiva y dinámica poblacional de *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882); sobre la base de ejemplares recolectados mensualmente, desde diciembre de 1978 a agosto de 1979, en los ríos Chifín y Forrahue, provincia de Osorno.

La longitud cefalotorácica fluctuó entre 11,0 mm y 60,4 mm para los machos y de 12,9 mm a 50,0 mm para las hembras. La proporción sexual fue 1:1, no observándose variaciones significativas durante el período de estudio. Del número total de hembras, sólo el 11,1% presentó huevos. La hembra ovífera más pequeña midió 32,9 mm de longitud cefalotorácica.

La máxima fecundidad fue de 193 huevos por hembra, no comprobándose relación entre el número de huevos y el tamaño de las hembras. La especie presentó dos períodos de mayor actividad reproductiva: febrero-marzo y junio-julio. Reclutamiento se observó desde diciembre hasta abril.

ABSTRACT

The reproductive biology and population dynamics of *Samastacus spinifrons* (Philippi, 1882) were studied, this being based upon monthly collected samples from December 1978 to August 1979 from Chifín and Forrahue rivers, Osorno province.

The cephalothoracic lenght ranged from 11.0 mm to 60.4 mm for males and from 12.9 mm to 50.0 mm for females. The sexual ratio was 1:1 and not significant variations of this ratio were observed during the period of study. Out of the total number of females, only 11.1% presented eggs. The smallest oviferous female measured 32.9 mm of cephalothoracic length.

The highest fecundity was 193 eggs per female. No relationships between female size and the number of eggs was observed. This species presented two periods of higher reproductive activity: February-March and June-July. Recruitment was observed from December until April.

KEYWORDS: Decapoda. Parastacidae. Population dynamics and reproductive biology.

INTRODUCCION

Samastacus spinifrons (Philippi, 1882), es una de las cinco especies de decápodos macruros ("camarones"), habitantes de las aguas límnicas de Chile. Se distribuye entre Valparaíso y la península de Taitao, incluyendo la isla de Chiloé y el lago Nahuelhuapi (Manning y Hobbs,

*Instituto de Fomento Pesquero, Casilla 1287. Santiago, Chile.
**Instituto Profesional de Osorno, Casilla 933. Osorno, Chile.

1977). Pese a que sus poblaciones son explotadas por el hombre, el conocimiento de su biología es muy escaso y está circunscrito a aspectos descriptivos principalmente. Ha sido citada por Philippi (1882), Faxon (1898), Porter (1904), Holthuis (1952), Bahamonde y López (1963), Riek (1971), Hobbs (1974), indicándose lugares de recolección, caracteres morfológicos, posición genérica y diferencias con especies congéneres y del género *Parastacus*.

Bahamonde (1951) señaló algunas características morfométricas como longitud del cefalotórax (LCT), longitud del rostro (LR), longitud del abdomen (LA), en ejemplares provenientes de Ancud, Valdivia, Carahue y península de Taitao.

Por otra parte, Ringuelet (1949) estudió el modo de sujeción de las crías a la hembra de *Parastacus agassizi* Faxon (Sin.: *Samastacus spinifrons* (Philippi)), adicionando la descripción de las piezas bucales y extremidades de crías recién eclosionadas.

Las poblaciones de *S. spinifrons*, por su accesibilidad y por sus limitadas medidas de control, están siendo sometidas a una extracción indiscriminada, cuyo efecto no podrá ser evaluado sin un adecuado conocimiento de la biología de la especie.

Este estudio está orientado a aportar información sobre su dinámica poblacional, particularmente de sus aspectos reproductivos.

MATERIALES Y METODOS

Se examinaron 642 ejemplares, 315 machos, 305 hembras y 22 juveniles obtenidos de nueve muestreos mensuales realizados en los ríos Chifín (40° 46' 30''S; 73° 12' 20''W) y Forrahue (40° 48' S; 73° 12' 40''W), en los alrededores de Río Negro, Provincia de Osorno (Fig. 1).

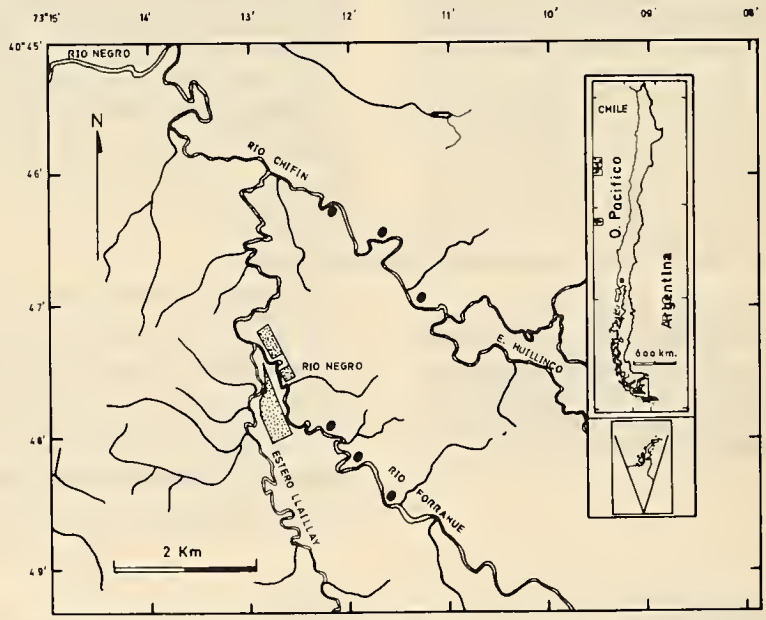

Fig. 1. Ubicación geográfica del área de muestreo. • Lugares de muestreo.

Los ejemplares fueron capturados en forma manual bajo troncos o cavidades ribereñas y con trampas metálicas de forma cilíndrica de 8 cm de alto y 6 cm de diámetro, sin cebo, colocadas entre 20 y 30 cm de profundidad en zonas de remansos, durante 24 horas. El esfuerzo de captura fue constante durante todo el período de muestreo.

A cada especimen le fue determinado, con un pie de metro de 0,1 mm de precisión: longitud cefalotorácica (LCT); ancho cefalotorácico (ACT); longitud de abdomen (LA); ancho del abdomen (AA) (Fig. 2). Con una balanza analítica de 0,0001 g de precisión se determinó peso fresco del cefalotórax y abdomen, excluidos los pereiópodos y peso seco manteniendo los ejemplares en una estufa a 60°C, hasta alcanzar peso constante. La determinación del sexo se hizo sobre la base de los caracteres especificados por Hobbs (1974); los juveniles se reconocieron por la ausencia de poros genitales. El índice de condición se calculó según la fórmula atribuida a D'Arcy W. Thompson, Fulton, Duncker y Larsen (Gutiérrez y Otsu, 1975):

$$K = \frac{\text{Peso}}{LCT^3} \times 1000$$

Para determinar frecuencia estacional de estados de muda, la consistencia del caparazón se indicó de acuerdo con una escala arbitraria en al cual 1= duro, 2= semi duro y 3= blando. Se registró también el número de huevos, embriones y/o juveniles por hembra.

Para medir la temperatura superficial del agua de los ríos, se utilizó un termómetro de 0,1°C de precisión.

En los procedimientos estadísticos se siguieron los criterios de Sokal y Rohlf (1969).

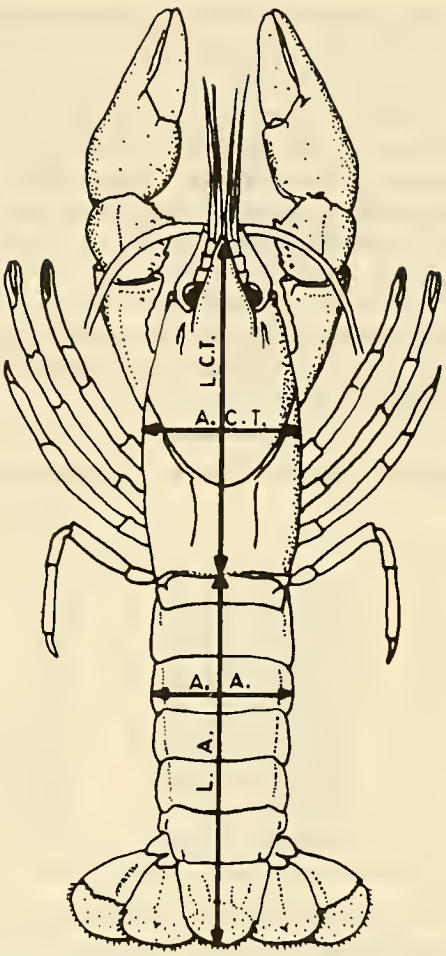

Fig. 2.- *Samastacus spinifrons*. Esquema, mostrando las medidas utilizadas (para abreviaturas ver texto).

RESULTADOS

1. Descripción del área de muestreo

Los ríos Chifín y Forrahue están ubicados en la Provincia de Osorno; constituyen ambientes lóticos típicos de esta zona; presentan amplias fluctuaciones en caudal, profundidad y características de sus márgenes, según la estación del año. Las riberas tienen abundante vegetación formada principalmente por: *Blechnum* sp., *Poa annua* L, *Trifolium repens* L, *Ranunculus muricatus* L, *Polygonum persicaria* L, *Medicago* sp., *Plantago major* L, *Juncus* sp. y *Cyperus eragrostis* LAM. En los remansos se observan depósitos de

materia orgánica vegetal. El sedimento de fondo es principalmente limo con algo de grava.

Durante el período de estudio la temperatura de las aguas superficiales, en los remansos donde se encontraban las trampas, fluctuó entre 15,5°C, en enero y 9,5°C en agosto (Tabla I).

TABLA I

Temperatura media de las aguas superficiales en los lugares de captura de ejemplares de *S. spinifrons*.

Muestreo	Fecha	Hora	Temperatura (°C)
1	20-12-78	12,25	14,3
2	25-01-79	13,00	15,5
3	18-02-79	12,45	15,0
4	22-03-79	12,40	14,1
5	26-04-79	13,10	12,2
6	16-05-79	13,25	11,3
7	20-06-79	12,05	10,5
8	27-07-79	12,30	10,4
9	20-08-79	12,40	9,5

S. spinifrons se halla durante el día en remansos bajo la vegetación de la orilla, en cuevas ribereñas poco profundas e individuales y bajo troncos. Al atardecer y durante la noche se muestra más activo y por lo general abandona sus refugios.

2. Estructura demográfica

Se obtuvo un total de 642 individuos, 315 machos, 305 hembras y 22 juveniles provenientes de nueve muestreos mensuales. El número de ejemplares capturados disminuyó en forma paralela con la disminución de la temperatura media de las aguas superficiales (Tabla II).

TABLA II

Fechas de muestreo y número de ejemplares de *S. spinifrons* capturados en los ríos Chifín y Forrahue.

Muestreo	Fecha	N° total de ejemplares
1	20-12-78	100
2	25-01-79	100
3	18-02-79	97
4	22-03-79	105
5	26-04-79	80
6	16-05-79	52
7	20-06-79	27
8	27-07-79	39
9	20-08-79	42

Los rangos de talla (LCT) por sexo y por muestreos se entregan en la Tabla III.

TABLA III

Rangos de talla (LCT), por sexo y por muestreo de los ejemplares de *S. spinifrons* recolectados en los ríos Chifín y Forrahue.

Fechas	MACHOS		HEMBRAS	
	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)	Talla mínima (mm)	Talla máxima (mm)
20-12-78	19,6	50,8	13,4	43,1
25-01-79	13,4	53,5	12,9	45,8
18-02-79	15,7	46,3	13,1	50,0
12-03-79	16,7	51,1	17,2	45,0
26-04-79	16,5	60,4	14,0	50,0
16-05-79	11,0	52,0	16,4	43,3
20-06-79	28,4	55,5	26,0	43,3
27-07-79	17,5	42,4	17,7	43,9
20-08-79	18,7	44,0	17,4	35,2

En machos las tallas entre 10 y 14,9 mm aparecieron en diciembre, enero y mayo, en tanto que ejemplares de 15 mm y hsta 54,9 mm se encontraron en casi todo el período de muestreo. Las tallas más abundantes fueron entre 20 y 35 mm, a excepción de mayo y junio donde predominaron tallas mayores y en agosto donde las tallas más frecuentes fueron entre 15 y 20 mm (Fig. 3).

En hembras se observó una situación semejante, excepto febrero y junio en donde predominaron tallas superiores, no encontrándose ejemplares de tallas inferiores a 25 mm en junio, situación que también acontece en machos (Fig. 4).

El número de juveniles, respecto al de adultos, fue muy escaso. No se detectó su presencia de mayo en adelante, observándose la mayor frecuencia de ellos en febrero (Fig. 5). Estos datos permiten establecer tentativamente el período de reclutamiento de la población en estudio entre diciembre y abril.

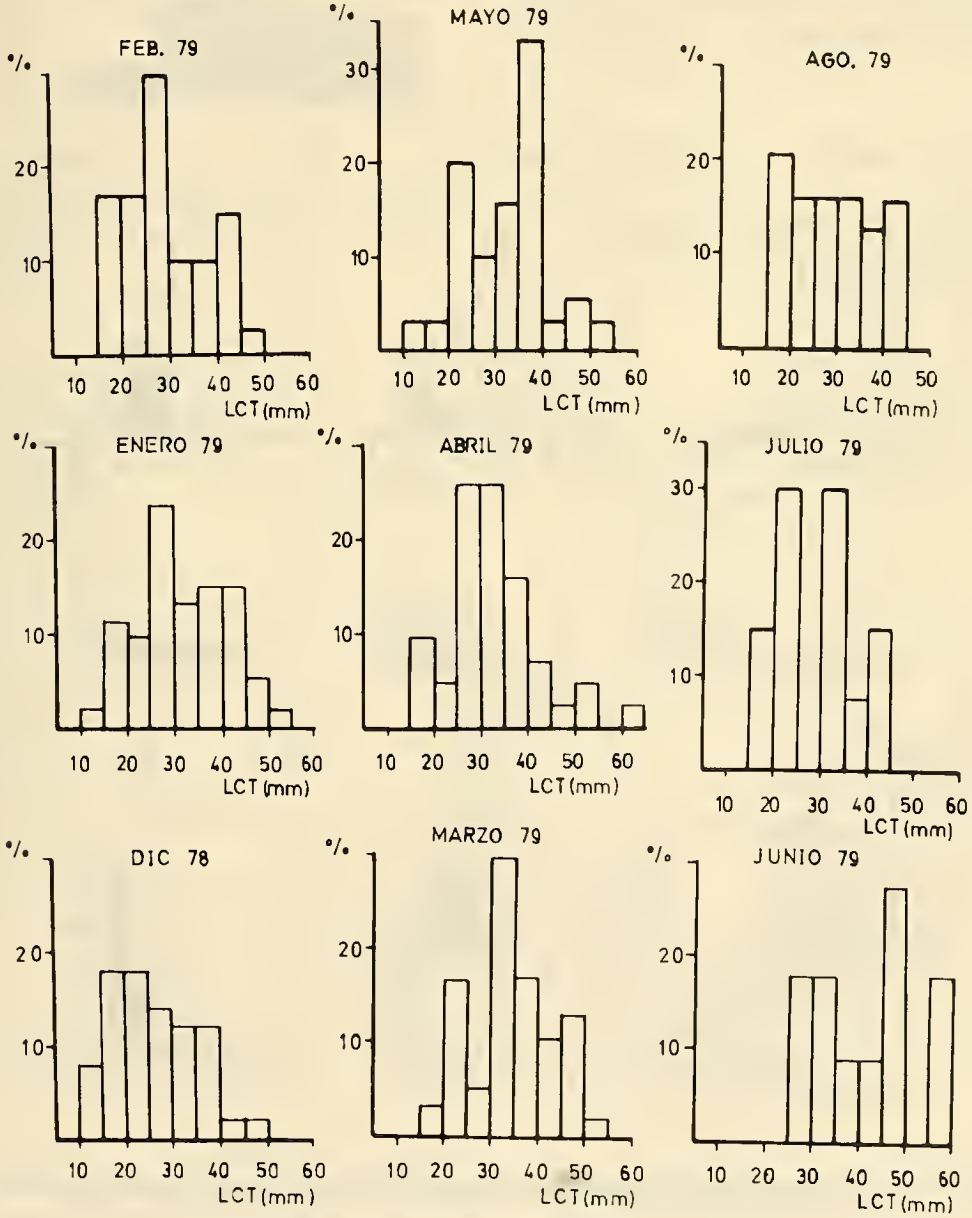

Fig. 3. Distribución mensual de frecuencia según talla, en machos de *S. spinifrons*.

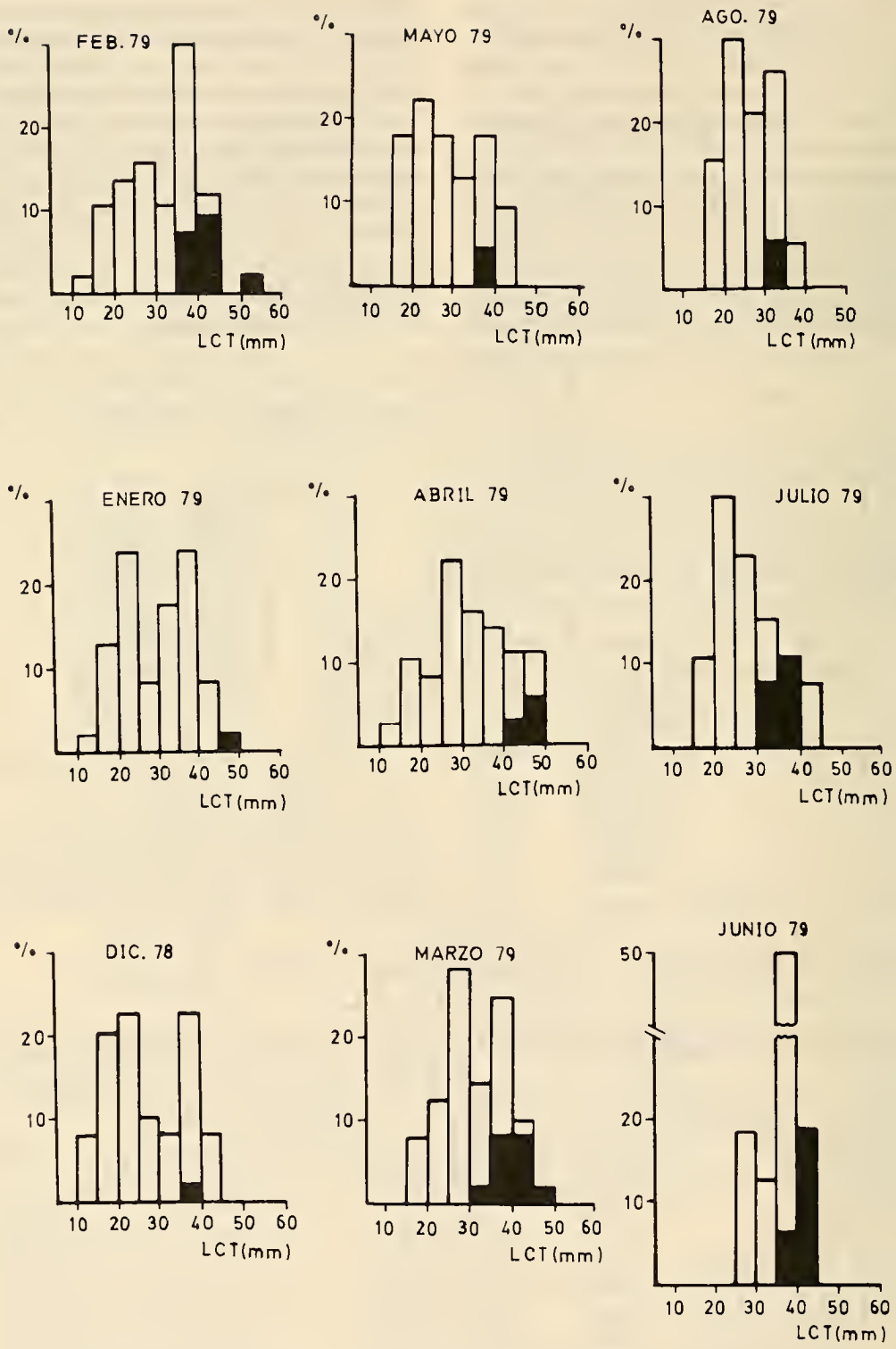

Fig. 4. Distribución mensual de frecuencia según talla, en hembras de *S. spinifrons* (en negro hembras ovíferas).

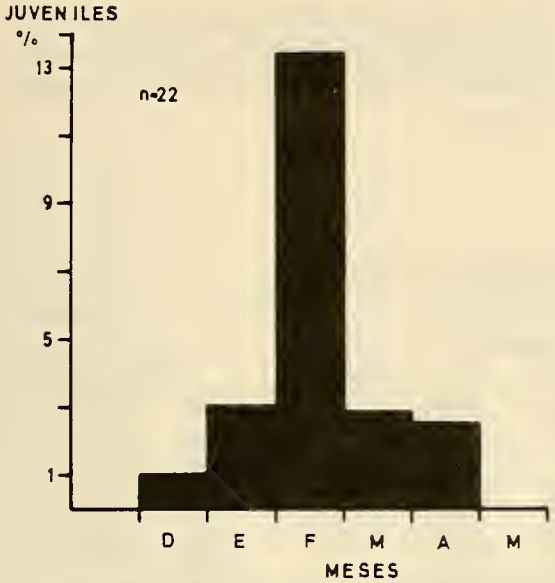

Fig. 5. Distribución de frecuencia de juveniles respecto al total de ejemplares de S. *spinifrons*, por muestreo.

3. Frecuencia estacional de estados de muda

En las tallas menores se registró mayor actividad de muda que en las mayores, no encontrándose ejemplares en muda de más de 50 mm de LCT. Individuos en muda se encontraron en baja proporción en ambos sexos, durante el invierno. No se observaron grandes diferencias en la proporción de estados entre verano y otoño. La mayor cantidad de ejemplares en muda se encontró a principios de verano y otoño, lo cual podría explicarse considerando que la época de muda precede a la maduración (Fig. 6).

4. Reproducción

4.1. Proporción sexual

El número total de machos (315) y de

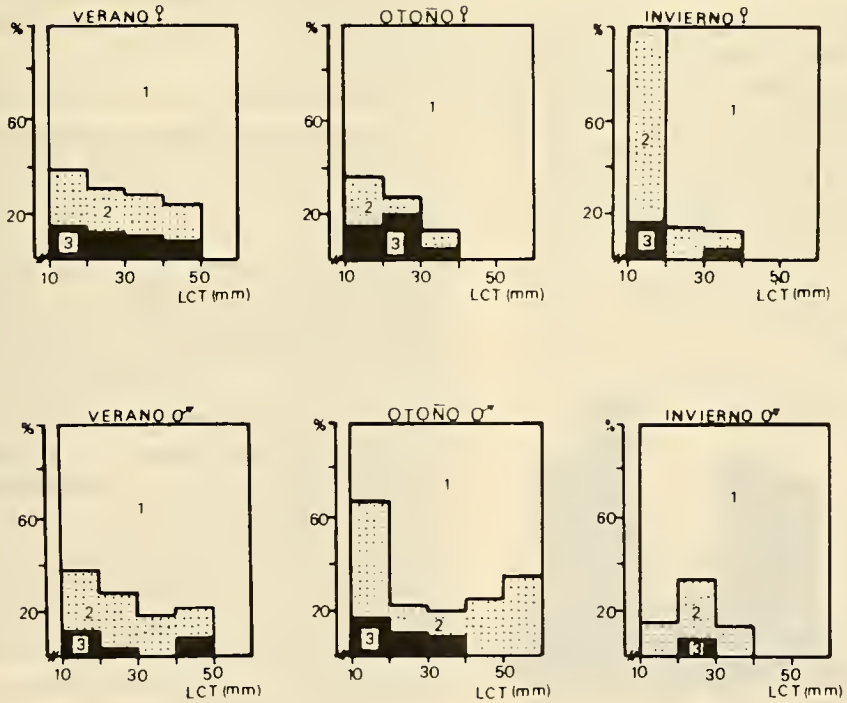

Fig. 6. Frecuencia estacional de estados de muda, en machos y hembras (Estado del caparazón: 1= duro; 2= semiduro; 3= blando).

hembras (305) indica una proporción sexual 1:1, para los nueve meses muestreados (Tabla IV). Ello indicaría que no habría migraciones de uno de los sexos asociados a períodos reproductivos, como lo han observado Hartmann (1958) y Elías (1960) en *Cryphiops caementarius* y Bahamonde y López (1961) en *Aegla laevis*.

TABLA IV Proporción de machos y hembras en *S. spinifrons* de los ríos Chifín y Forrahue.

Fecha	Machos n	Machos %	Hembras n	Hembras %	n Total	($X^2_{0,05}$= 3,84)	
20—12—78	50	50,50	49	49,49	99	0,000	n.s.
25—01—79	51	52,57	46	47,42	97	0,164	n.s.
18—02—79	41	48,80	43	51,19	84	0,011	n.s.
22—03—79	53	51,96	49	48,03	102	0,088	n.s.
26—04—79	42	53,84	36	46,15	78	0,320	n.s.
16—05—79	30	57,69	22	42,30	52	0,942	n.s.
20—06—79	11	40,74	16	59,25	27	0,592	n.s.
27—07—79	13	33,33	26	66,66	39	3,692	n.s.
20—08—79	24	57,14	18	42,85	42	0,595	n.s.
TOTAL	315	50,80	305	49,19	620	0,130	n.s.

n.s. = no significativo.

4.2. Proporción de hembras ovíferas

Las hembras ovíferas constituyeron el 11,1% del total de hembras recolectadas, distribuyéndose en todos los muestreos efectuados, con dos picos de máxima frecuencia que corresponden a febrero-marzo y junio-julio (Fig. 7); ambos determinados por hembras de talla similar (Fig. 4).

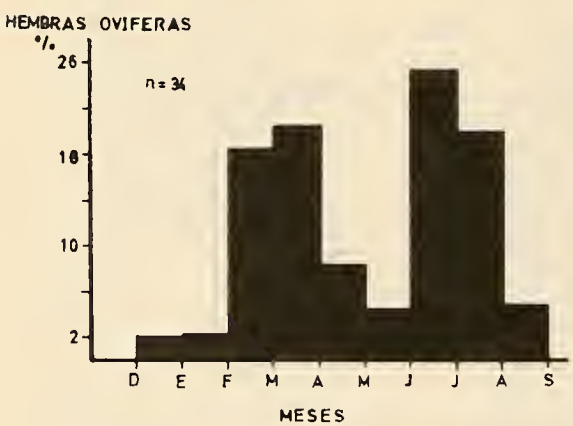

Fig. 7. Distribución de frecuencia de hembras ovíferas de S. *spinifrons*, durante el período de muestreo.

Alrededor del 75% de las hembras ovíferas midieron entre 35 mm y 45 mm. El ejemplar de menor talla midió 32,9 mm de LCT.

4.3. Fecundidad

El número de huevos parece no estar relacionado con la longitud cefalotorácica de las hembras (r= 0,1416) (Fig. 8). No obstante, si se consideran solamente los ejemplares con más de 50 huevos, el coeficiente de correlación (r= 0,8220) indica un aumento proporcional del número de huevos en relación con el incremento de la talla (Tabla V). Lo anterior y el hecho de que el 66,7% de los ejemplares con menos de 50 huevos fueran hembras que sólo poseían crías eclosionadas y en distintos estados de desarrollo, permiten suponer que en estas últimas ya se habría iniciado la liberación de sus juveniles al momento de la captura. Con ello se estaría confirmando que el desprendimiento de los juveniles en el género *Samastacus* se realiza gradualmente, tal como lo describen Amestoy (1983) y Rudolph y Zapata (1986) para el género *Parastacus* y Suter (1977) para el género *Engaeus*.

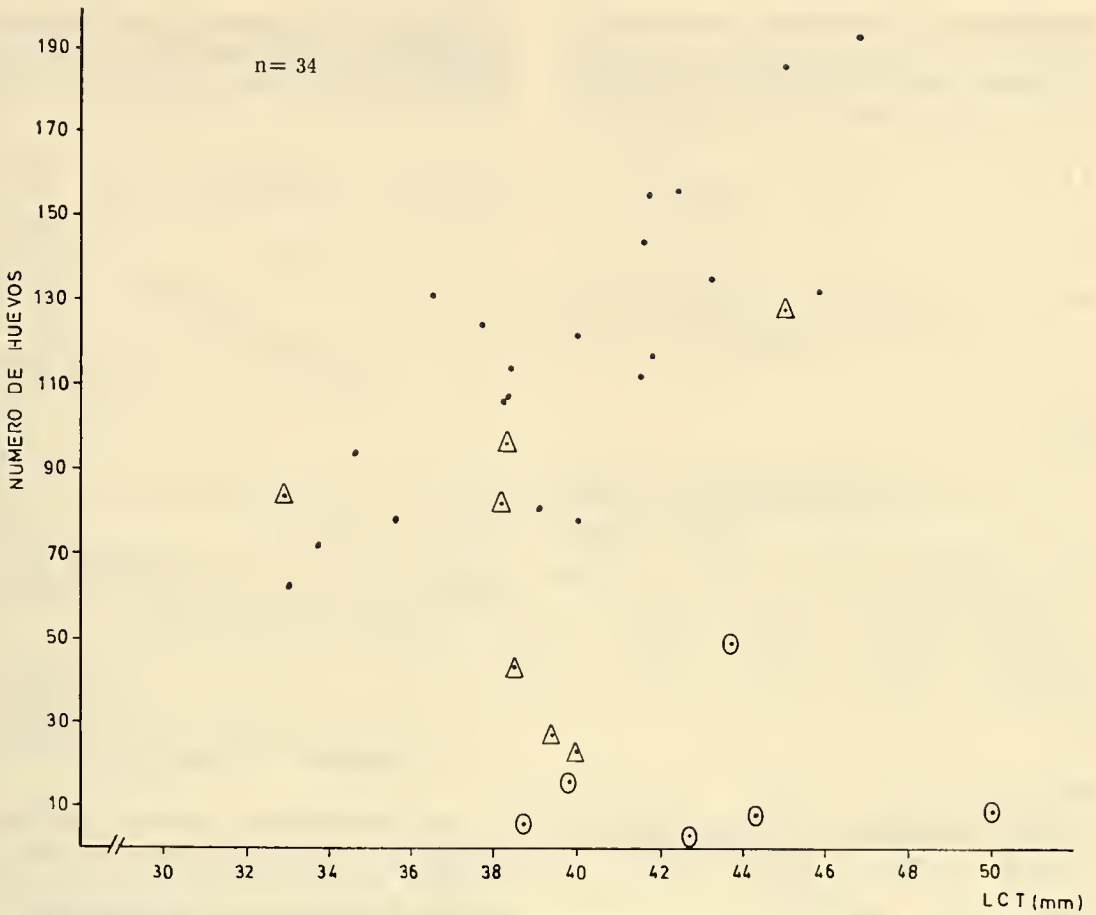

Fig. 8. Relación longitud cefalotorácica-número de huevos por hembra (Θ = hembras con juveniles; Θ = hembras con embriones; • = hembras con huevos).

TABLA V

Número de huevos en relación a la longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas de *S. spinifrons*.

Longitud cefalotorácica (mm)	Número promedio de huevos por hembra
32,0—36,0	78
36,1—40,0	81,5
40,1—44,0	136
44,1—50,0	159

La baja fecundidad detectada concuerda con observaciones similares realizadas en esta especie por Porter (1904) y Ringuelet (1949), como asimismo con el tipo de fecundidad descrita por Amestoy (*op. cit.*) y Rudolph y Zapata (*op. cit.*) para el género *Parastacus* y Suter (*op. cit.*) para *Engaeus*.

4.4 Indice de condición (K)

El índice de condición es una medida del bienestar corporal o de engorde. En su variación influye principalmente el peso de la gónada, por lo cual constituye un índice de los estados reproductivos (Gutiérrez y Otsu, 1975).

Los valores máximos de K para los machos se encontraron en febrero, marzo y julio (Fig. 9). En hembras, valores de K

mayores que la media se observaron de diciembre a marzo y de junio a agosto. En ambos sexos los menores valores se constataron en abril y mayo (Fig. 10).

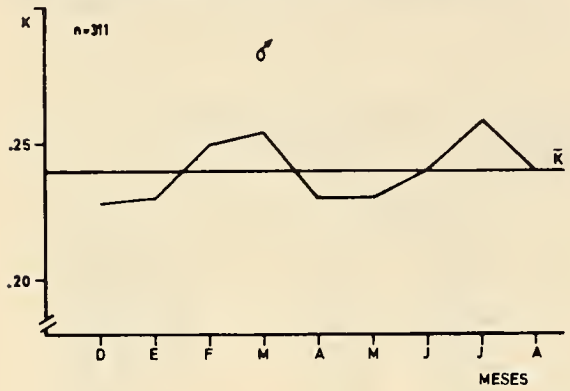

Fig. 9. Variación mensual del índice de condición (K), en machos.

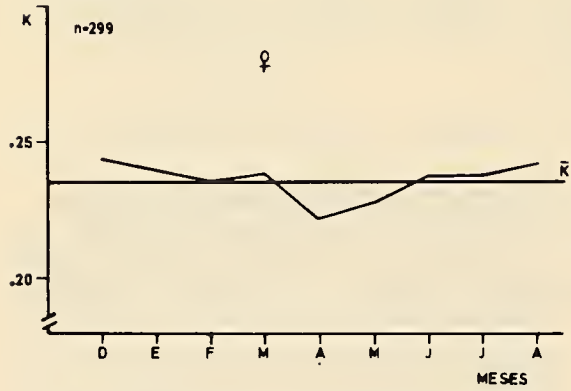

Fig. 10. Variación mensual del índice de condición (K), en hembras.

5. Relaciones morfométricas

5.1. Relación longitud cefalotorácica—ancho del cefalotórax.

El ancho del cefalotórax aumenta proporcionalmente, a medida que la longitud cefalotorácica se incrementa (Fig. 11). Las ecuaciones de ajuste de la regresión son:

machos : ACT = 0,5048 LCT — 0,0721
hembras: ACT = 0,4886 LCT — 0,05177

El valor de t= 0,8622, para 96 grados de libertad, indica que no hay diferencia significativa en las pendientes a un nivel de confianza de 95%

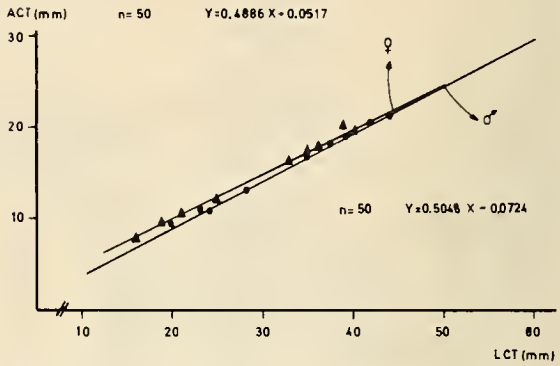

Fig. 11. Relación longitud cefalotorácica (LCT) - ancho del cefalotórax (ACT), en machos y hembras (▲ = hembras; • = machos).

5.2. Relación longitud cefalotorácica—longitud del abdomen.

La longitud del abdomen aumenta proporcionalmente a medida que crece la longitud cefalotorácica (Fig. 12). Las ecuaciones que rigen esta relación son:

machos : LA = 1,1941 LCT + 0,2605

hembras: LA = 1,2089 LCT + 0,2432

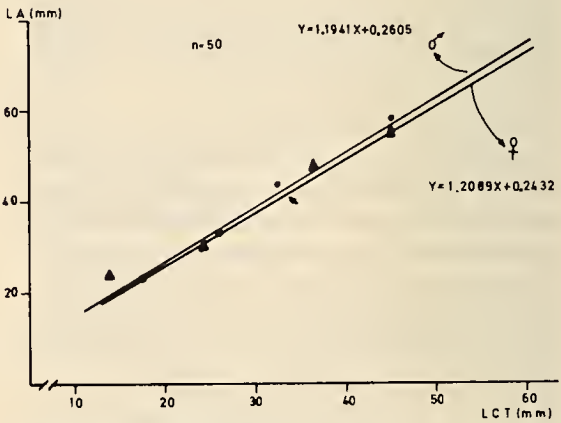

Fig. 12. Relación longitud cefalotorácica (LCT) - longitud del abdomen (LA), en machos y hembras (▲ = hembras; • = machos).

La proporción LCT/LA fue igual en machos y hembras (Tabla VI). Los valores de t, al comparar los valores promedios de esta proporción, en los intervalos de talla extrema fueron:

talla (mm) : 10,00 — 14,90	t = — 1,0612 n.s (9 g.l.)
45.00 — 49,90	t = 1,180 n.s (21 g.l.)

TABLA VI

Valores medios y desviación estándar por intervalo de talla de la proporción LCT/LA, en machos y hembras de *S. spinifrons*.

	Talla (mm)							
	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9
Promedio de la relación LCT/LA	0,7295	0,7869	0,7730	0,7890	0,7900	0,8017	0,8069	0,8256
Machos	±0,0493	±0,0480	±0,0814	±0,0792	±0,0380	±0,0289	±0,0366	±0,0432
	0,7728	0,7756	0,7808	0,7840	0,7843	0,7879	0,7960	0,7996
Hembras	±0,0768	±0,0613	±0,0545	±0,0318	±0,0328	±0,0276	±0,0312	±0,0473

Promedio LCT/LA

\+ Desviación estándar

5.3. Relación longitud del abdomen—ancho del abdomen.

Tanto en machos como en hembras el ancho del abdomen se incrementa según aumenta la longitud del abdomen (Fig. 13).

machos : AA = 0,3788 LA — 0,0885

hembras : AA = 0,4177 LA — 0,1998

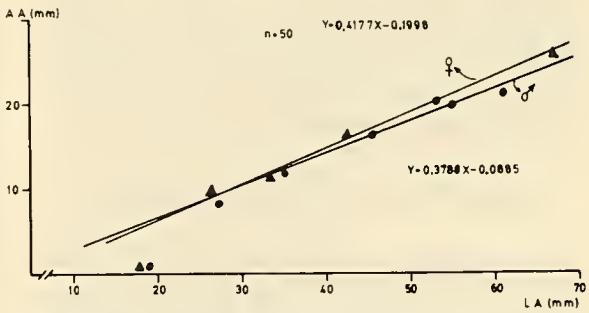

Fig. 13. Relación longitud del abdomen (LA) - ancho del abdomen (AA), en machos y hembras (▲ = hembras; • = machos).

Las relaciones anteriores indican que la incubación de los huevos, no provoca en las hembras modificaciones en la forma del abdomen que las diferencias de los machos.

5.4. Relación longitud cefalotorácica—peso fresco

Las ecuaciones que representan esta relación en machos y hembras son (Fig. 14):

machos : $P = -0{,}6498 \cdot LCT^{3{,}0077}$

hembras: $P = -0{,}5523 \cdot LCT^{2{,}8711}$

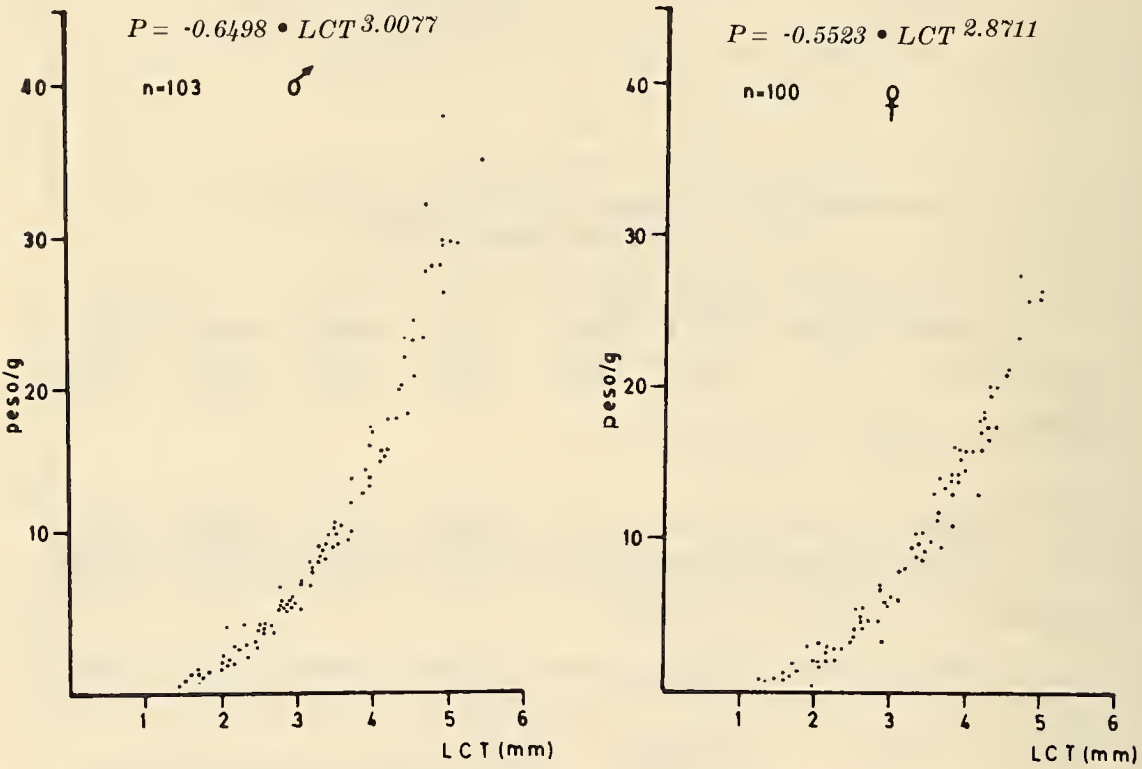

Fig. 14. Relación longitud cefalotorácica (LCT) - peso fresco (P), en machos y hembras.

El coeficiente de regresión para machos (K= 3,0077) es superior al de hembras (K= 2,8711) ($P \leq 0{,}05$), indicando que en machos existe un incremento en peso superior al de las hembras y que se manifiesta en todo el rango de talla.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Se verificaron variaciones en el número de ejemplares capturados, siendo mayores desde diciembre a marzo y menores desde abril a agosto. Dado que el esfuerzo de captura fue aproximadamente constante, ello puede reflejar diferencias en la eficiencia de captura de las trampas o menor actividad de los ejemplares, como consecuencia de la disminución en la temperatura del agua.

Los machos mostraron rangos más amplios de talla que las hembras. Los machos alcanzaron una talla máxima de 60,4 mm de longitud cefalotorácica y las hembras sólo de 50 mm. Si embargo, no existieron diferencias entre machos y hembras, en las relaciones morfométricas analizadas. Igualmente, la proporción LCT/LA no varió según el sexo, lo

que permite suponer que la incubación de los huevos no provoca variaciones en la longitud del abdomen de las hembras.

La distribución mensual del número de juveniles capturados sugiere reclutamiento desde diciembre a abril; no se encontraron juveniles desde mayo a agosto.

La mayor proporción de hembras ovíferas en febrero-marzo y junio-julio se asocia consistentemente con los períodos en que el índice de condición es superior al promedio; igualmente se verificó una mayor proporción de individuos en muda a principio de verano y otoño, lo que se corresponde con el hecho de que la muda precede a la maduración.

S. spinifrons tiene desarrollo directo. La fecundidad es muy variable y no se asocia directamente a la talla. Ello se debe a la liberación paulatina de los juveniles. El número máximo de huevos por hembra fue de 193 y el número máximo de juveniles 49.

La proporción sexual no varió durante todo el período de estudio, lo cual indicaría que en esta especie no existirían migraciones asociadas a períodos reproductivos.

Los resultados obtenidos estarían indicando que el ciclo reproductivo de esta especie probablemente sea semianual.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Nibaldo Bahamonde de la Universidad de Chile por la corrección del manuscrito y sus atinadas sugerencias; a la profesora Irma Vila, de la Universidad de Chile, por sus aportes bibliográficos; a los profesores Jaime A. Zapata y Graciela Cayupi, del Instituto Profesional de Osorno, por su ayuda en la confección de gráficos y traducción del resumen al inglés, respectivamente. Hacemos extensivo nuestro reconocimiento a dos correctores anónimos.

BIBLIOGRAFIA

Amestoy, F. 1983. Reproducción de dos especies del género *Parastacus* (Crustacea, Decapoda), bajo condiciones controladas y su evaluación como potencial para la Acuicultura. Contrib. Depto. Oceanografía (F.H.C.) Montevideo, (1): 1-13.

Bahamonde, N. 1951. Nuevos datos sobre el *Parastacus spinifrons* (Philippi, 1882). Bol. Mus. Hist. Nat. Chile, 25:85 - 86.

Bahamonde, N. y M.T. López. 1961. Estudios biológicos en la población de *Aegla laevis laevis* (Latraille) de El Monte (Crustacea, Decapoda, Anomura). Invest. Zool. Chilenas, 7: 19-58.

Bahamonde, N. y M.T. López. 1963. Decápodos de aguas continentales en Chile. Inv. Zool. Chilenas, 10: 123-149.

Elías, J. 1960. Contribución al conocimiento del camarón de río. Pesca y Caza, Lima, 10: 84-106.

Faxon, W. 1898. Observations on the Astacidae in the United States National Museum and in the Museum of comparative Zoology, with descriptions of new species. Proc. U.S. Nat. Mus., 20: 643-694.

Gutiérrez, J. e I. Otsu. 1975. Periodicidad en las variaciones biométricas de *Loxechinus albus* Molina. Rev. Biol. Mar. Valparaíso, 15(2): 179-199.

Hartmann, G. 1958. Apuntes sobre la biología del camarón de río *Cryphiops caementarius* (Molina) Palaemonidae. Pesca y Caza, Lima, 8: 17-28.

Hobbs, H.H., Jr. 1974. Synopsis of the families and genera of crayfishes (Crustacea, Decapoda). Smithsonian Contrib. Zool., 164: 1-32.

Holthuis, L.B. 1952. The Crustacea Decapoda Macrura of Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. 5. Lunds Univ. Arsk, N.F. Avd. 2, Bd. 47, Nr. 10: 1-109.

Manning, R.S. y H.H. Hobbs Jr. 1977. Decapoda. *In*: Hulbert, S.H. ed., Biota Acuática de Sudamérica Austral. San Diego State University, San Diego, California.

Philippi, R.A. 1882. Zoología Chilena. Sobre los *Astacus*. An. Univ. Chile, 61: 624-628.

Porter, C.R. 1904. Materiales para la fauna carcinológica de Chile: 111. Algunos datos sobre Parastácidos. Rev. Chil. Hist. Nat., 8: 254-261.

Riek, E.F. 1971. The freshwater crayfishes of South America, Proc. Biol. Soc. Washington, 84: 129-136.

Ringuelet, R. 1949. La morfología y el mecanismo de sujeción de las crías de *Parastacus agassizi* Faxon. Notas Mus. La Plata 14, Zool. 117: 55-59.

Rudolph, E. y L. Zapata. 1986. Desarrollo embrionario y postlarval del camarón de las vegas *Parastacus nicoleti* (Philippi, 1882), en condiciones de laboratorio. Biota 2: 37-50.

Sokal, R. y F. Rohlf. 1969. Biometry. W. Freemann ed. San Francisco. 832 pp.

Suter, P.J. 1977. The biology of two species of *Engaeus* (Decapoda: Parastacidae) in Tasmania II. Life history and larval development, with particular reference to *E. cisternarius*. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 28: 85-93.